

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ  
ИСТОРИЯ  
БРИТАНСКИХ  
ОСТРОВОВ







# ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИСТОРИЯ

The Geological History of the British Isles

George M. Bennison M.Sc., Ph. D.

and

Alan E. Wright B.Sc., Ph. D.

Department of Geology, University of Birmingham

EDWARD ARNOLD (PUBLISHERS) LTD  
LONDON 1969

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Фундаментальные

труды

зарубежных

ученых

по

геологии,

геофизике

и

геохимии

*Дж. Беннисон, А. Райт*

# БРИТАНСКИХ ОСТРОВОВ

Издательство

«МИР»

Москва

1972

ПЕРЕВОД С АНГЛИЙСКОГО

*С. И. Алферова и И. П. Лаврушко*

ПОД РЕДАКЦИЕЙ И С ПРЕДИСЛОВИЕМ

*чл.-корр. АН СССР В. Е. Хаина*

Современная сводка по геологии Британских островов, представляющая значительный интерес для советских геологов. Книга содержит основные данные по стратиграфии, литологическим особенностям пород, геологической эволюции и тектонике этого региона. В работе широко использованы новейшие радиометрические данные, материалы детальных биостратиграфических и палеогеографических исследований; ярусное и зональное расчленение ряда систем — ордовикской, силурийской, юрской — разработано на британском материале, здесь находятся стратотипы многих ярусов.

Книга рассчитана на геологов регионального профиля, стратиграфов, она может быть использована как учебное и справочное пособие студентами и преподавателями геологических вузов и университетов.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Геология Британских островов постоянно интересовала русских и советских геологов. Причины такого интереса естественны.

Во-первых, Великобритания — одна из стран, где родилась научная геология. основополагающие труды Джеймса Хеттона, Уильяма Смита, Чарльза Лайеля созданы на британском геологическом материале, и знакомство с ним позволяет лучше понять истоки идей этих ученых и их последователей.

Во-вторых, в Великобритании находятся стратотипы многих геологических систем, здесь впервые установленных или расчлененных на отделы и ярусы. К ним относятся кембрийская, ордовикская, силурийская, девонская, юрская системы. Представляет большой интерес дальнейшее развитие знаний об этих системах. Великобритания является также классической страной развития каледонид и изучения их сложной надвигово-покровной структуры.

В-третьих, и в наше время работы британских ученых в ряде областей геологической науки относятся к числу передовых. Среди них исследования структуры каледонид и истории ее формирования, литолого-фациальные и экологические исследования, работы по биостратиграфии и др. Большой список литературы, приложенный к книге Беннисона и Райта, позволит нашему читателю познакомиться с современным состоянием знаний по геологическим проблемам Великобритании.

В последние годы в Англии вышел ряд сводных работ и монографий, освещающих геологию Британских островов. Геологическая редакция издательства «Мир» остановила свой выбор на книге бирмингемских профессоров Беннисона и Райта в основном по той причине, что в ней одновременно рассмотрены вопросы как стратиграфии, так и палеогеографии и тектоники, причем сделано это в форме, не обременяющей читателя малозначащими подробностями и не требующей от него предварительного знакомства с геологией страны. Как уже отмечалось, обширный список литературы, расклассифицированной по главам, открывает возможность более глубокого изучения проблемы.

Работа «Геологическая история Британских островов» является важным дополнением к одновременно выпускаемой издательством «Мир» книге Руттена «Геология Западной Европы». При переводе был опущен первый раздел книги, в котором излагаются элементарные основы стратиграфии и палеогеографии, хорошо знакомые советскому читателю по вузовским курсам. Остальной текст книги переведен без каких-либо сокращений.

*В. Хаин*

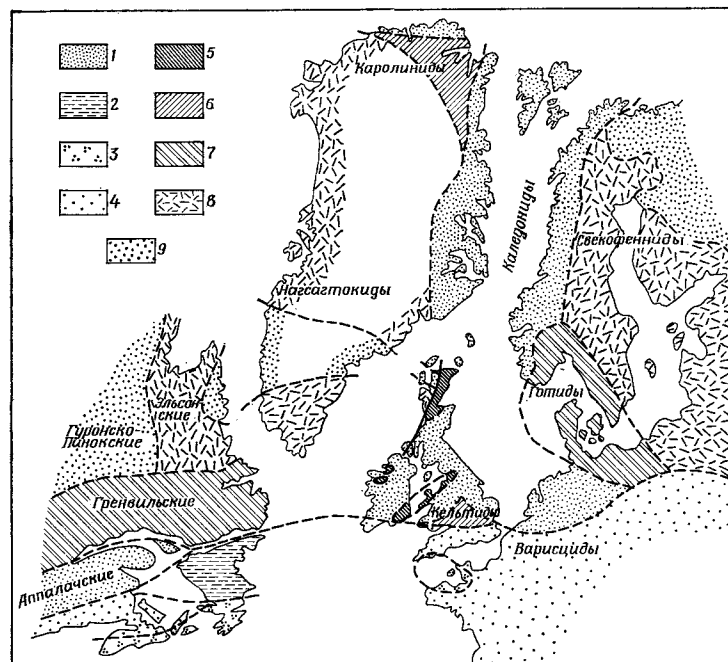
*Редакция литературы по вопросам геологических наук*

#### Льюисские отложения

Северо-Шотландское нагорье и Внешние Гебридские острова — единственные районы, где обнажается коренной фундамент континента, на котором формировался осадочный разрез остальной территории Великобритании. До того как произошло разъединение материков, льюисские породы, вероятно, составляли единое целое с породами Канадско-Гренландского щита, одного из древнейших континентальных ядер (фиг. 1.1). В строении щита участвуют пересекающиеся складчатые пояса раннего докембрия, образовавшиеся в течение ряда последовательных орогенических циклов<sup>1</sup>. Обычно сохраняются лишь самые глубокие участки этих орогенов; древние складчатые пояса, как правило, выражены гораздо менее четко, чем более молодые. Породы, развитые в северо-западной Шотландии, получили наименование «льюисский комплекс» или «льюисские гнейсы». Поскольку в строении этого комплекса участвуют образования нескольких орогенических поясов, или циклов, он не может рассматриваться как эквивалент геологической системы. Данное наименование используется для обозначения пород, образующих кристаллический фундамент, на котором отлагались породы последующих седиментационных циклов и который явился источником обломочного материала для формирования основной части торридонской серии.

В начале века выдающиеся деятели Геологической службы Великобритании Клаф, Пич, Хорн установили, что льюисские отложения представлены двумя «комплексами», причем образованию второго комплекса предшествовал период внедрения даек основного состава. Однако лишь после издания в 1951 г. работы Саттона и Уотсон было признано, что эти два комплекса представляют собой нормальные орогенические ряды осадконакопления, складкообразования и метаморфизма. Для более древнего цикла Саттон и Уотсон ввели название «скурский» (Scourian), а для более молодого — «лаксфордский» (Laxfordian). Они рассматривают льюисский комплекс как состоящий главным образом из вытянутого в северо-западном направлении лаксфордского пояса с центральным ядром, образовавшимся из реликтового массива переработанных скурских пород. Эти исследователи считают, что в тех районах, где они провели детальное картирование, лаксфордские осадочные породы отсутствуют; они рассматривают лаксфордские образования просто как сильно деформированные и метаморфизованные скурские породы. Основные дайки, секущие скурские породы, во время последующих тектонических движений подверглись интенсивной деформации и метаморфизму, в результате чего они могут служить репером, разделяющим два тектонических цикла. В более поздних работах указывается на существование еще одного крупного периода складкообразования и метаморфизма, разделяющего эти два цикла. Тектонические движения этого дополнительного периода получили название «инверской орогении» (Inverian orogeny). Очевидно, в дальнейшем по мере совершенствования изотопных методов определения возраста горных пород и более точной привязки их к периодам

<sup>1</sup> Авторы применяют термины «орогенический цикл» и «орогения» для обозначения понятий, которые в советской геологической литературе чаще всего называются «цикл складчатости», «цикл тектогенеза», «складчатость», «тектогенез». — *Прим. перев.*



Ф и г. 1.1. Схема расположения докембрийских и палеозойских горных сооружений Северо-Атлантического региона.

Показана связь между основными структурными элементами Великобритании и соседних континентов, которая существовала до перемещения континентов. В южной части схемы изображена варисская складчатая цепь, однако в общем восстановлено положение, существовавшее перед позднекаледонским сбросообразованием.

Горные сооружения: 1 — варисское (400—250 млн. лет); 2 — останцы каледонских горных сооружений в пределах варисских; 3 — останцы кельтского горного сооружения в пределах варисского; 4 — каледонские (600—350 млн. лет); 5 — останцы кельтского горного сооружения в пределах каледоний; 6 — кельтские (800—600 млн. лет); 7 — гренвиллские (1300—900 млн. лет); 8 — лаксфордские (1600—1400 млн. лет); 9 — скурско-инверские (более 1800 млн. лет).

метаморфизма и тектонических движений можно ожидать дальнейших успехов в подразделении этой сложно построенной серии гнейсов.

Среди исследователей льюисских отложений не существует единого мнения о характере многих пород; точки зрения расходятся даже в отношении общеизвестных фактов. И тем не менее при изучении льюисских образований выявляется ряд принципов, важных для понимания природы сложных метаморфических комплексов.

**Скурский цикл.** Самые древние породы, слагающие Британские острова, представлены полосчатыми пироксеновыми и роговообманковыми гранулитами, возраст которых превышает 2600 млн. лет. Гранулиты представляют собой метаморфические породы, кристаллизовавшиеся при очень высоких температурах и давлениях; они часто имеют ярко выраженную полосчатую текстуру и характеризуются самой высокой степенью регионального метаморфизма, известной в настоящее время. В льюисском комплексе они развиты на изолированных участках между Лох-Брумом и Драмбегом и особенно широко распространены в районе Скури — Бэдколл, где толщина этих пород, а также связанных с ними метаосадочных пластов получила название группы Килеску. Здесь обнаружены как кислые, так и основные породы, однако чаще встречаются основные гранулиты, поскольку они оказываются более устойчивыми при метаморфизме. Наблюдаемая полосчатость имеет в основном тектоническое происхождение, судя по обычному присутствию внутрипластовой складчатости (небольших замкнутых складок между плоскостями гнейсовидности). В дальнейшем эти гранулиты превратились в гнейсы различ-

ных типов, однако первичное их происхождение остается неизвестным; возможно, они образовались в геосинклинальных условиях. По-видимому, нет оснований называть их ортогнейсами (гнейсами, образовавшимися из изверженных пород), поскольку их химический состав, а он бывает различным, не типичен ни для изверженных, ни для осадочных образований. Вместе с гранулитами залегает серия ультраосновных полосчатых пород от метаперидотита до метагаббро и метаанортозита, которые считаются изверженными. Они рассматриваются как примеры альпинотипных ультраосновных и основных интрузий. Залегают эти породы в виде изолированных линз, широко распространенных среди скурских гранулитов и их инверских производных. Для них также характерен гранулитовый минеральный состав, и они весьма устойчивы к последующим проявлениям метаморфизма и структурным перестройкам. Их характер и происхождение все еще остаются спорными.

Структурные простирания скурских пород остаются невыясненными, поскольку до сих пор не найдено по-настоящему крупных структур, в строении которых принимали бы участие гранулиты. Местами имеются небольшие структуры, вытянутые в северо-восточном направлении и пересекаемые простирающимися на северо-запад инверскими и лаксфордскими поясами. Установлены также простирающиеся в северо-восточном направлении инверские и лаксфордские структуры; учитывая многочисленные более поздние складчатые движения, оказавшие воздействие на эти породы, такие различия в простирании структур нельзя считать неожиданными. На острове Южный Харрис (Внешние Гебридские острова) имеется несколько поясов метаосадочных образований, представленных кианитовыми и силлиманитовыми гнейсами (пелитами), форстеритовыми мраморами, гранатовыми кварцитами, известково-силикатными и гранат-куммингтонит-магнетитовыми породами (железяками). Эти сильнометаморфизованные породы в некоторых местах переслаиваются с гранулитами, хотя обычно они контактируют по плоскости надвига. Согласно наиболее принятой корреляции, кислые и основные гранулиты и гнейсы, которыми сложен остров Северный Уист и Бенбекула, а также метаосадки и гранулиты острова Южный Харрис эквивалентны скурским гранулитам, развитым в пределах главного Британского острова. Отложения высокой ступени метаморфизма, сходные с породами Южного Харриса, распространены на островах Колл, Тайри и Йона, где они залегают вместе с пироксеновыми гранулитами.

**Инверский цикл.** В отличие от более позднего лаксфордского существование инверского цикла обосновано не столь хорошо; возможно, что скурский и инверский циклы представляют собой единый продолжительный цикл. Однако на основании изотопных возрастных определений и рассмотрения особенностей структурного развития можно предполагать, что в долаксфордское время было два самостоятельных периода метаморфизма, причем процессы метаморфизма охватывали обширные площади, а степень метаморфизма была высокой. В результате инверской складчатости в пределах большей части обнажений главного острова Великобритании изменилось почти полностью простирание скурской складчатой цепи. Гранулиты были смяты в моноклиналильные складки, простирающиеся в широтном направлении. Обнаружены также моноклиналильные косые складки различной ориентировки; деформации завершились интенсивным срезанием некоторых вертикальных крыльев широтных моноклиналей. В это время происходил регрессивный метаморфизм до амфиболитовой фации (региональный метаморфизм средней ступени), сопровождавшийся поглощением большого количества воды. В наибольшей степени этим явлениям подверглись кислые породы, которые местами стали почти подвижными. Основные породы по-разному реагировали на эти процессы, превращаясь в агматиты, т. е. разрушаясь и переходя в ультраосновные породы, залегающие в виде продолговатых линз среди кислого пегмати-

тового материала. В некоторых районах инверские породы почти полностью представлены агматитом. И последним важным следствием метаморфизма было селективное выплавление синорогенных пегматитов, секущих некоторые инверские структуры и часто переходящих в кислые гнейсы. Возраст пегматитов и гнейсов составляет около 2200 млн. лет.

Система даек, получившая название скурских долеритов или ассинтской дайковой серии, образовалась в периоды ослабления интенсивности процессов инверского метаморфизма. Самые ранние и наиболее многочисленные дайки образованы мощными, почти полностью амфиболитизированными кварцевыми метадолеритами («эпидиоритами»). Мощность даек достигает 90 м. Они пересечены мощными бронзито-пикритовыми и оливино-габбровыми дайками, которые на эндоконтактах представлены грубозернистыми пироксенитами. Образование таких эндоконтактов объясняется лучше всего, если принять, что магма внедрялась в горячие коренные породы. Эти дайки метаморфизованы только на контактах. Чем моложе дайки, тем их мощность меньше и изменения слабее, на основании чего можно предположить, что в период внедрения магмы температура коренных пород заметно снижалась. Возраст даек составляет 2190—1910 млн. лет. Пикриты залегают главным образом вблизи Лохинвера, однако и в других местах встречаются породы сходного петрографического состава. Поскольку этот петрографический тип является весьма необычным, по-видимому, весь район от Скури до бухты Грюнард сложен породами инверского возраста. Считается, что основные дайки на Внешних Гебридских островах были метаморфизованы в раннелаксфордскую стадию гранулитового метаморфизма; возможно, эта стадия соответствует инверскому метаморфизму в пределах главного острова Великобритании.

В связи с отсутствием определенных доказательств наличия осадочных пород инверского возраста принято, что значительная часть Инверского пояса сложена деформированными и мигматизированными скурскими гранулитами, простирания которых изменились на широтные. Однако, учитывая, что в интервале времени 2460—2200 млн. лет в восточной Канаде накапливалась гуронская толща осадочных пород, возможно, что либо отложения серии Лох-Мари (см. ниже), либо метаосадки Южного Харриса (см. выше) эквивалентны породам гуронской серии.

*Лаксфордский цикл.* В районе Гэрлоха установлены льюисские метаосадочные породы с очень низкой степенью метаморфизма, известные под названием серии Лох-Мари. Эта серия состоит из граувакк, песчаников, пелитовых пород, а также подчиненных количеств железняков и известняков. Местами в граувакках сохранилась первоначальная осадочная структура. Среди этих метаосадков иногда встречаются мощные пласты амфиболитов, которые ранее могли быть лавами, пластовыми интрузиями или дайками.

Эта толща метаосадочных пород дважды подверглась складкообразованию: сначала породы были смяты в крупные опрокинутые складки, осложненные взбросами, по которым были выдвинуты вверх клинья гранулитов фундамента (возможно, скурского возраста); затем образовались нормальные складки очень большой амплитуды с вертикальными шарнирами, простирание которых в направлении с северо-запада на юго-восток. Вся масса пород была метаморфизована до амфиболитовой фации, а на северо-западе образовались кислые гнейсы. На юго-востоке метаосадочные породы, залегающие среди пластов основных пород, процессу гнейсообразования не подверглись. Южнее Гэрлоха развиты основные дайки, секущие толщу гнейсов. Внутренние части даек почти не расщеплены, однако на контактах отмечается крутопадающая линейность, соответствующая структурам, сформировавшимся во время последнего этапа складкообразования, когда в пределах обширного лаксфордского пояса образовались вертикальные складки. Процесс

деформации завершился образованием пород хрупкой структуры, включая псевдотахилиты (стекловидная катакластическая порода).

Такая последовательность структурообразования не везде может быть установлена точно из-за отсутствия супракрустальных пород, однако севернее Лох-Лаксфорда тип складчатости явно подобен вышеописанному. Именно в районе Лох-Лаксфорда Уотсон впервые описала породы, подвергшиеся лаксфордской складчатости. Она предполагала, что породы, распространенные севернее Лох-Лаксфорда, представляют собой реликты скурского комплекса, сильно деформированного, метаморфизованного и прорванного гранитными интрузиями в период лаксфордской орогении. На основании последних геохимических исследований можно предположить, что эти два участка развивались по-разному; большая часть Лаксфордского пояса представляет собой мигматизированные геосинклинальные образования (хотя совсем не обязательно, чтобы их возраст совпадал с возрастом гэрлохских осадков). Гранитные интрузии встречаются гораздо чаще в районе севернее Скури, чем к югу от Инверского блока, однако мигматиты и агматиты развиты в обоих районах.

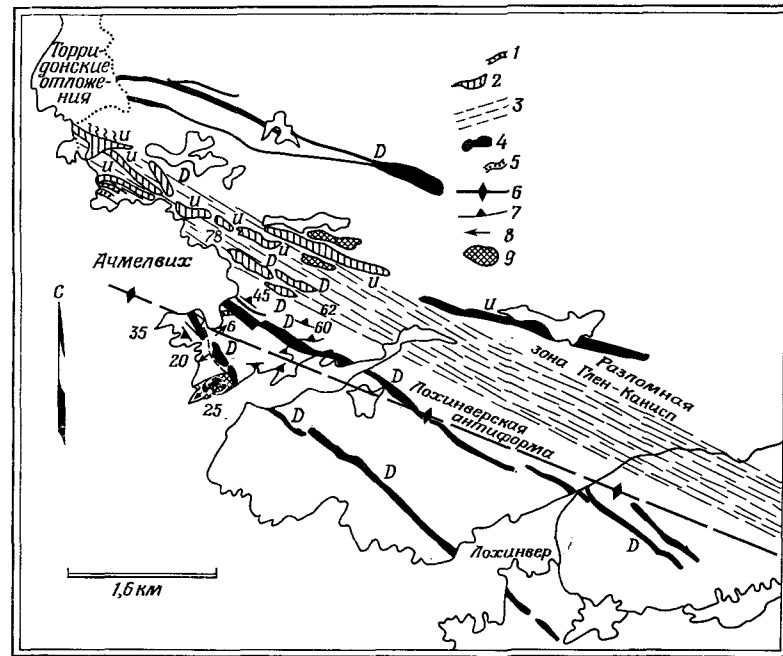
На Внешних Гебридских островах, где лаксфордская орогения была доминирующей, большая часть островов Харрис и Льюис сложена мигматитовым комплексом лаксфордского возраста. В этом районе более древние гнейсы (и более молодые супракрустальные породы, отложившиеся на их поверхности) рассеяны гранитными и пегматитовыми телами, образовавшимися в несколько стадий. На островах Уист лаксфордская мигматизация была не столь интенсивной, однако здесь интенсивно проявилась лаксфордская складчатость, в результате которой были деформированы как гнейсы, так и дайки, прорывающие их. Иногда складки имеют изоклиальный характер, в других случаях они более открытые. Очень важное значение имеет более поздний надвиг Внешних Гебридских островов, формирование которого привело к уничтожению всей ранней структуры гнейсов в толще мощностью несколько десятков метров, в результате чего образовались так называемые «перемятые гнейсы». В них имеется большое количество эпидота и псевдотахилита, происхождение которых, по всей вероятности, связано с последней стадией этого цикла, когда образовались породы хрупкой текстуры, присущие всему льюисскому комплексу.

В пределах Инверского блока лаксфордский цикл представлен крупными структурными элементами, такими, как пояс смятия Глен-Канисп (фиг. 1.2). Образование таких структурных элементов сопровождалось деформацией как гнейсов, слагающих Лохинверскую антиформу инверского времени, так и ассинтской дайковой серии. Лаксфордские движения интенсивно проявились также в пределах древних инверских моноклиналей, что привело к дроблению внешних частей даек, прорывавших моноклинали. В северной части этой территории более распространены лаксфордские структуры, простирание которых в направлении с северо-запада на юго-восток, а на крайнем севере почти все скурские и инверские породы претерпели структурную перестройку в результате лаксфордских деформаций. Инверские и скурские породы местами рассеяны пегматитами лаксфордского возраста (1700—1600 млн. лет). Возраст лаксфордских гнейсов и пегматитов за пределами Скурско-инверского блока колеблется в интервале 1500—1300 млн. лет.

Таким образом, обнажающиеся ныне породы льюисского комплекса представляют собой сохранившиеся образования лаксфордского тектогенеза. В них найдены остатки ранее существовавших орогенических поясов в виде чешуй, перемещенных вверх по надвигам; эти породы местами сильно деформированы и мигматизированы. Центральным блоком, представляющим собой фрагмент инверского складчатого пояса с включениями обломков скурских пород, разделяет два участка распространения более молодых лаксфордских

гнейсов и частично метаосадков. Возможно, что все эти породы входили в состав лаксфордского геосинклинального разреза. Контакт инверских и лаксфордских образований вдоль протяженных широких поясов вертикально залегающих инверских гнейсов повсюду очень резкий и имеет крутое падение. Возможно, что этот центральный блок был геоантиклиналью в лаксфордском орогене или же в результате более поздних движений, имевших характер крутых надвигов, этот блок был перемещен в пределы Лаксфордского пояса.

*Выходы льюисских пород среди более молодых отложений.* Обнажения гнейсов наблюдаются не только в пределах форланда каледонской горной цепи, но и в районе распространения пород мойнской серии. Эти гнейсы



Ф и г. 1.2. Льюисские отложения района Ачмелвих.

Схематически показана последовательность геологических процессов, сформировавших льюисский комплекс. Скурские мелкие структуры (небольшие складки и сланцеватость) подверглись инверсионной складчатости, в результате которой образовалась Лохинверская антиформа; последняя прорвана дайками серии Ассинт позднеинверсионного возраста. Инверсионные складки и дайки деформированы лаксфордскими движениями, образовавшими разломную зону Глен-Канисп.

1 — лаксфордские пегматиты; 2 — деформированные инверсионные дайки; 3 — сланцеватость, образовавшаяся в лаксфордское время; 4 — инверсионные дайки; D — долериты, U — ультраосновные; 5 — инверсионные пегматиты; 6 — простирающие инверсионные антиформы; 7 — сланцеватость; 8 — погружение осей мелких скурских складок; 9 — массив слоистых интрузий ультраосновных пород скурского возраста;

почти несомненно являются частью льюисского фундамента, на котором отлагались мойнские осадки. В период каледонской складчатости породы многих таких льюисских выступов были интенсивно деформированы, а некоторые (например, выступ Скардрой) в виде узких клиньев были перемещены вверх, в пределы Мойнского покрова. В других обнажениях льюисских пород (например, у Гленелга) на контакте развиты мойнские конгломераты, тем не менее они были вовлечены в сильную складчатость, которой подверглись мойнские породы в каледонское время. Эти обнажения состоят из наиболее хорошо сохранившихся льюисских пород с присущей им структурой, которые по традиции подразделяются на льюис западного Гленелга (мигматитовые гнейсы с дайками основных пород) и льюис восточного Гленелга (гнейсы и метаосадки — мраморы, железняки, иногда содержащие марганец,

и пелитовые породы). В основании гленелгских гнейсов часто залегают эклогиты, что указывает на очень высокую температуру и давление во время образования этих отложений (хотя эклогиты и не могут быть коррелированы с гранулитами). Пироксены, входящие в состав этих пород, позволяют оценить их возраст в 1510 млн. лет. Однако поскольку процесс образования эклогитов в подобной среде не ясен, невозможно с уверенностью говорить о том, что эти породы имеют лаксфордский возраст.

### Торридонско-мойнская серия

На льюисских породах форланда с отчетливым несогласием залегают породы торридонской серии, представленные преимущественно песчаными отложениями огромной мощности. Поскольку льюисские породы также слагают основание преимущественно песчаной мойнской серии, но повсюду отделенной от торридонской Мойнским надвигом, эти две супракрустальные серии давно сопоставлялись одна с другой. Исследования, проведенные в промежуточной зоне между надвигами Мойн и Кишорн на острове Скай, свидетельствуют о том, что различия между осадочными разрезами обоих покровов невелики и что существует постепенный переход от типично торридонских пород к типично мойнским.

По возрасту торридонские отложения определены докембрийские, так как кембрийские породы залегают на них с отчетливым угловым несогласием. Мойнские породы прорваны интрузиями, возраст которых определяется в 740 млн. лет, и метаморфизованы, причем метаморфизм, вероятно, древнее интрузий. Ископаемые остатки в этих породах очень редки; до недавнего времени были обнаружены лишь следы жизнедеятельности организмов и фосфоритовые конкреции. В некоторых пластах глинистых сланцев недавно были найдены споры растений или морской фитопланктон, на основании чего эти сланцы условно сопоставляются с породами среднего и верхнего рифея, позднедокембрийской толщи, развитой в СССР (1500—600 млн. лет). Определение абсолютного возраста путем вычисления изотопного соотношения Rb/Sr для глинистых сланцев нижнеторридонской серии дало 885 млн. лет, а для верхнеторридонской серии — 815 млн. лет (максимальные значения).

Характер торридонских отложений меняется больше по площади с севера на юг, чем по разрезу. В северных районах часто наблюдается заполнение неровностей сильно пересеченного рельефа и перекрытие накопившихся осадков отложениями конусов выноса континентального типа. К югу эти отложения постепенно переходят в осадки морского геосинклинального бассейна (табл. 1.1, см. фиг. 1.5).

Типичными осадками района Торридон — Ассинт являются торридонские красноцветные косослоистые аркозовые песчаники и конгломераты большой мощности, однако имеется и много других важных и интересных типов пород, особенно в группе Дайабейг.

*Нижний торридон.* Отложения граувакковой группы Оронсей установлены только на островах Айлей и Оронсей, где они представлены граувакками, песчаниками и аргиллитами, принесенными мутьевыми потоками, а также залегающим в основании базальным эпидотовым конгломератом. На острове Оронсей эти отложения вверх по разрезу переходят в эпидотовые гравелиты, которые на остальных южных участках территории, где обнажаются торридонские отложения, слагают базальную формацию группы Дайабейг. Несколько более детально отложения этой группы были изучены на Внутренних Гебридских островах и в районе Койгах — Стоэр. Морские фации Внутренних Гебридских островов представлены грубозернистыми псаммитовыми породами с прослоями алевролитов и глинистых сланцев, которые обладают текстурой, характерной для мелководных осадков. В южном



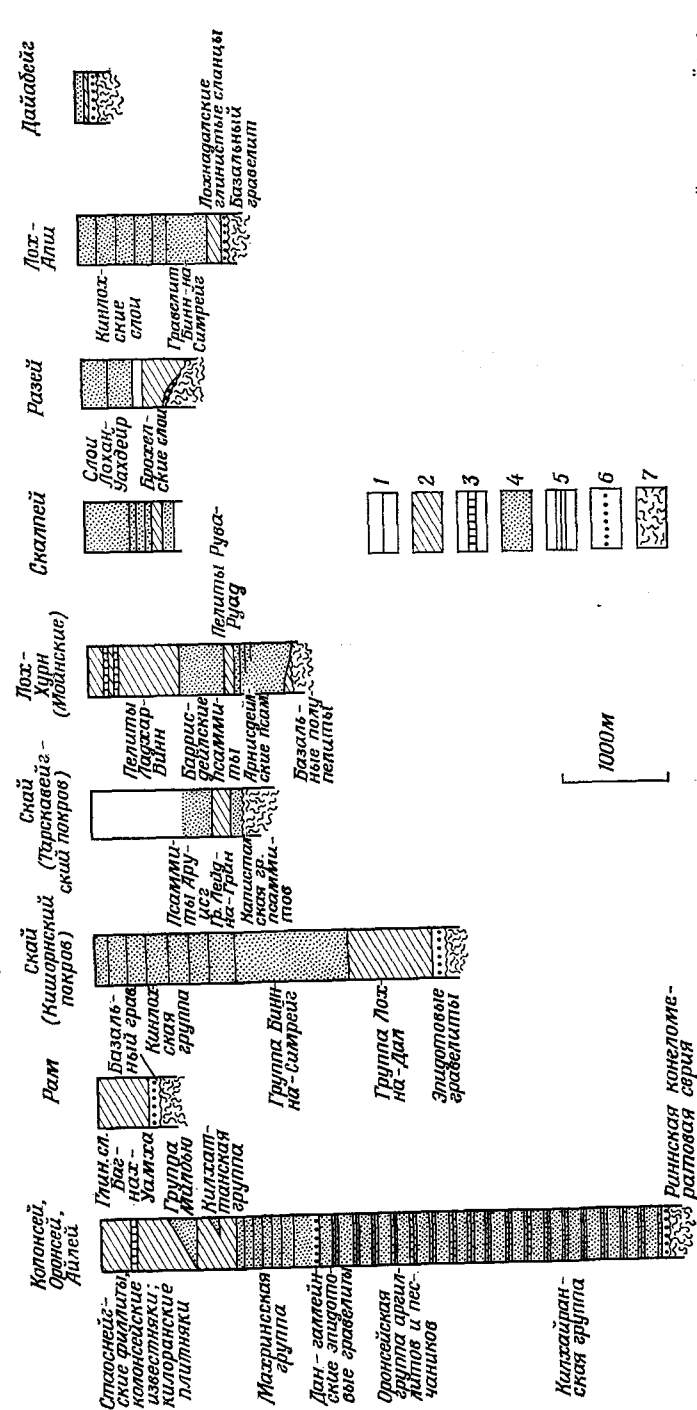
Таблица 1.1

Изменение характера отложений торридонской серии

		Айлей и Колонсей	Скай	Аппл-кросс	Торридон	Койгах	Стоэр	Кейп-Рот
Верхний торридон	Группа Олтби			Красные песчаники, плитняки и глинистые сланцы 1200 м ← → 75 м				
	Группа Аппл-кросс		Песчаники и глинистые сланцы (мелководно-морские) 1350 м	Кослоистые аркозовые песчаники и конгломераты (континентальные отложения конусов выноса) 2400 м ← → 1650 м ← → 390 м				
Нижний торридон	Группа Дайабейг	Серые, зеленые и красные песчаники; глинистые сланцы и известковистые линзы (мелководно-морские) 1800 м      3000 м		Красные песчаники, аргиллиты, конгломераты 2700 м 135 м	Брекчии и тонкозернистые алевролиты. Несогласие. Тиллоиды и известняки. Брекчии, песчаники и аргиллиты			
	Группа граувакк Оронсей	Граувакки и аргиллиты. Отложения мутьевых потоков 1800 м				300 м	900 м	

и юго-восточном направлениях мощность отложений возрастает. Разрез острова Скай коррелируется со сходными осадочными группами, которые распространены в зоне Тарскавейгского покрова и представлены фациями, переходными от торридонских к мойнским района Лох-Хурн (фиг. 1.3).

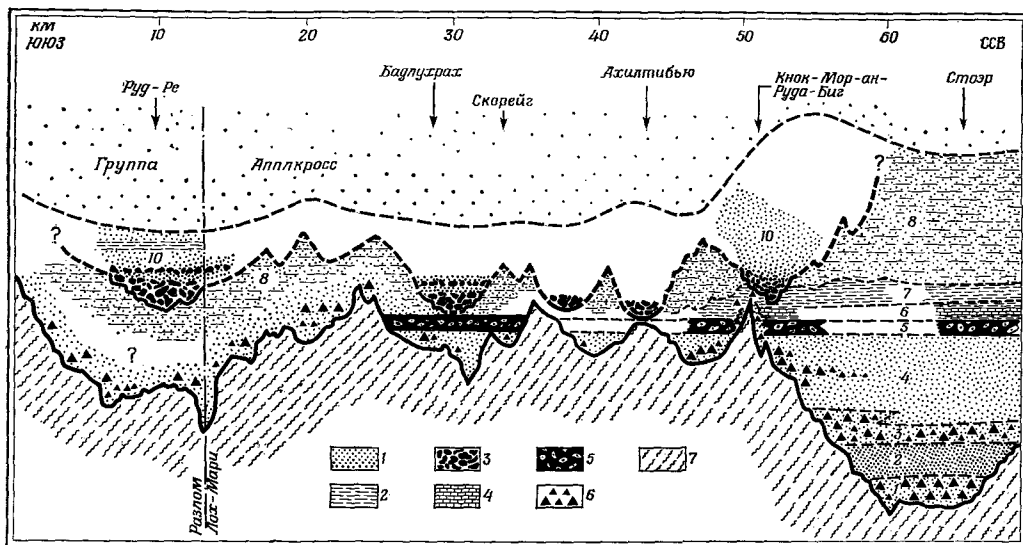
Самая нижняя формация, эпидотовые гравелиты, всегда характеризуется интенсивной перекрестной слоистостью; она перекрыта ритмично переслаивающимися серыми глинистыми сланцами и зелеными грубозернистыми песчаниками; во многих случаях наблюдается либо инъекционная текстура, либо текстура вдавливания. Гравелиты, образовавшиеся в морских мелководных условиях, присутствуют почти повсеместно. В результате последующего воздымания стало преобладать накопление аркозовых речных осадков, характерной составной частью которых является микролин. Мощность отложений этой группы, естественно, изменяется в значительных пределах; на острове Колонсей они представлены лишь прослоями аркозовых песчаников среди пород преимущественно морского происхождения. Самая верхняя часть разреза серии Дайабейг сложена слоистыми алевролитовыми песчаниками и аргиллитами, причем количество тонкозернистого материала, вероятно, увеличивается к югу и востоку в направлении Мойнского прогиба. К северу характер дайабейгских осадков становится совершенно другим, и они значительно изменяются по площади (фиг. 1.4). Однако общий характер разреза, представленного базальной брекчией и песчаниками, отлагавшимися на сильно изрезанной поверхности, сохраняется на обширной территории. На участке от бухты Грюнард до Стоэра прослеживается маркирующий тиллоитоподобный горизонт, представленный угловатыми обломками изверженных пород, сцементированными красной глиной. С формированием этого горизонта связывают смятие подстилающих слоев. Этот горизонт,



Фиг. 1.3. Изменение по пространно разреза отложений нижнеторридонско-мойнской серии в южной части района облажений.  
1 — переслаивание глинистых сланцев и аркозовых песчаников; 2 — серые глинистые сланцы; 3 — карбоновые прослои; 4 — аркозовые песчаники и гравелиты; 5 — граувакки; 6 — фанг конгломераты, базальные брекчии и эпидотовые гравелиты; 7 — пьюские породы.

возможно, образовался из грязевого лавового потока, и местами он переходит по простиранию в отложения, являющиеся продуктами разрушения вулканических пород.

Вслед за накоплением нижней части разреза нижнеторридонских отложений последовал период воздымания и эрозии, о чем свидетельствует широкое распространение песчанико-валунного конгломерата (фиг. 1.4). На севере периоде эрозии предшествовал наклон пластов нижней части разреза группы



Ф и г. 1.4. Изменение по простиранию разреза отложений группы Дайабейг в северной части района обнажений торридонской серии.

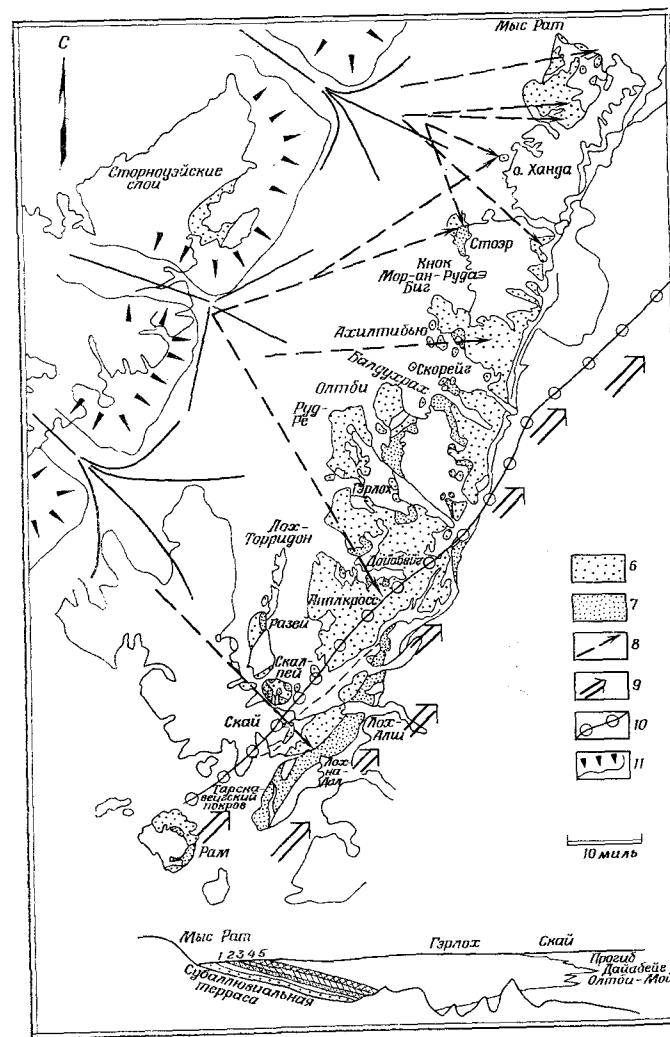
1 — песчаники; 2 — аргиллиты; 3 — песчано-валунные конгломераты; 4 — известняки; 5 — тиллоподобные породы; 6 — гнейсовые брекчи; 7 — гнейсы.

Дайабейг. Эта поверхность несогласия, очевидно, более приемлема для подразделения пород торридонской серии, чем граница между группами Дайабейг и Аплкросс, однако положение этого несогласия в типовом разрезе вблизи Дайабейга до сих пор не установлено. Помимо четко выраженного углового несогласия, существует расхождение в ориентировке палеомагнитного поля, порядка 50°, которое свидетельствует о значительно более древнем возрасте нижнеторридонской серии по сравнению с вышележащими группами пород.

**Верхний торридон.** Аплкрасские и олтийские аркозовые песчаники являются отложениями конусов выноса. Направление косой слоистости свидетельствует о том, что привнос материала осуществлялся двумя большими реками, протекавшими северо-западнее района современных обнажений пород верхнего торридона на главном Британском острове (фиг. 1.5). Отложения конусов выноса заполняли долины гористого рельефа поверхности льюисских отложений, и к среднеаплкрасскому времени эти горы были полностью перекрыты осадками. Погребенный рельеф льюисской поверхности очень неровен. Самые высокие холмы, сложенные льюисскими породами (холмы А'Мейгдин севернее Лох-Мари), на 900 м возвышаются над усредненной поверхностью льюисских пород.

Породы этой группы повсеместно характеризуются косой слоистостью; часто встречающиеся крупные диапировые и остроконечные структуры, очевидно, образовались в результате движения пльвунов при выходе источников в дельтах конусов выноса. Галька этих пород состоит преимущественно из жильного кварца, кварцита, кремнистого сланца, грубозернистого песча-

ника, фельзита и полевошпатового порфира. Состав последнего, а также наличие гальки сферолитового фельзита, сходной с отложениями уриконской серии Шропшира, свидетельствуют о проявлениях в позднем докембрий вулканической деятельности в районах, располагающихся далее к западу и северо-западу. Присутствие в этих конгломератах гальки трехгранной формы указывает не только на то, что происходил быстрый перенос этого материала,



Ф и г. 1.5. Палеогеографическая схема северо-западной Шотландии в аплкрасское время.

Показано также распространение ниже- и верхнеторридонских пород. На приведенном ниже схематическом поперечном разрезе отражено распределение фаций групп Аплкросс — Олти к концу осадконакопления. Мощности прибрежных фаций в пределах субальпийской террасы показаны со значительным искажением.

Фации: 1 — косослоистых галечников (увеличено), 0—3 м; 2 — таблитчатых галечников, 30—45 м; 3 — косослоистого гравия, 27 м; 4 — косослоистых песчаников, 27—36 м; 5 — перелатых песчаников, 27 м; 6 — верхнеторридонские отложения; 7 — нижнеторридонские отложения; 8 — аплкрасские палеотечения с предполагаемыми направлениями сноса материала; 9 — Мойнско-Дайабейгский прогиб (направление течений); 10 — линия перехода от мелководных морских осадков к континентальным; 11 — положение фронтальных частей отступающих гор и рек в аплкрасское время.

но и на то, что в тылу этой области лежала пустыня. Однако этому не следует придавать большого значения, поскольку в то время из-за отсутствия растительности ветровая эрозия, очевидно, была активным агентом на всей поверхности земли. Высокое содержание полевого шпата свидетельствует об отсутствии химического выветривания, а красная окраска пород говорит о наличии окислительных условий. Таким образом, вероятнее всего, климат в то время был теплым, с периодическими сильными ливнями во время непродолжительного сезона дождей.

**Мойнская серия.** По сравнению с торридонскими образованиями мойнские породы намного сильнее деформированы и метаморфизованы, в связи с чем об их стратиграфическом расчленении или условиях накопления можно сказать немного. В различных районах, где обнажаются мойнские породы,

были составлены отдельные разрезы этих отложений. Разрез юго-западной окраины района обнажений мойнских пород можно сопоставить с торридонским разрезом острова Скай (фиг. 1.3; пачка верхнего псаммита<sup>1</sup>, носящая название «псаммиты Оних-Сгойлт», вероятно, эквивалентна группе Аппл-кросс то рридонских пород). Несмотря на то что знания о структурном развитии центральной части Росс-энд-Кромарти значительно возросли, породы здесь претерпели настолько интенсивную деформацию, что сопоставить отдельные разрезы удается не сразу. Наиболее распространен обобщенный разрез, представленный двумя полупелитовыми толщами, переслаивающимися с пелитовыми породами, и залегающими в верхней части разреза псаммитовыми породами. Стратиграфическое расчленение разреза затруднено еще тем, что пласты льюисской серии в результате движения по разломам часто оказываются выдвинутыми в верхние части разреза. Разрезы отложений и схема их возможной корреляции приведены в табл. 1.2. Общая мощность отложений в центральной части Росс-энд-Кромарти превышает 5700 м.

Осадочные отложения мойнской серии представлены преимущественно песчаниками с подчиненными прослоями глинистых сланцев. Они содержат большое количество полевошпатового материала и часто эпидотизированы. Вблизи некоторых выходов льюисских пород найдены конгломератоподобные породы, в других же районах к льюисским образованиям прилегают пелитовые породы. Изредка встречается также мрамор. Мойнские породы имеют в основном метасадочное происхождение, они незначительно отличаются по степени метаморфизма, хотя в пределах центрального мигматизированного ядра, которое простирается от Ардгура до Беттихилла на северном побережье, они представлены гнейсами. По степени метаморфизма эти породы следует отнести к амфиболитовой фации или же к менее глубокой ступени метаморфизма. В большинстве обнажений мойнских пород слоистость имеет несомненно осадочное происхождение. Седиментационные текстуры распространены, но часто очень сильно деформированы. Слоистость — косая разнонаправленная или извилистая — образовалась главным образом в результате действия мутьевых потоков. Все эти своеобразные черты, а также минералогически незрелый характер осадков свидетельствуют о том, что в целом породы мойнской серии имеют геосинклинальное происхождение. Как указывалось выше (фиг. 1.5), этот бассейн осадконакопления, вероятно, простирался за надвиг Мойн, и, очевидно, граувакковая группа торридонской серии на островах Айлей и Оронсей является метаморфизованным эквивалентом нижней части мойнской серии.

Породы мойнской серии были смяты и метаморфизованы в процессе каледонской орогении (полное описание этого явления приводится в гл. 5). Однако данные определений абсолютного возраста все более свидетельствуют о том, что мойнские породы подверглись также воздействию докембрийских орогенических движений. Пока не ясно, соответствуют ли эти движения гренвилевскому циклу восточной Канады (900—1400 млн. лет) или более позднему кельтскому циклу, который представлен лишь останцами в южной части Великобритании и Бретани, или же какому-либо иному циклу. Пегматиты района Нойдарт, возраст которых определяется в 740 млн. лет, вероятно, моложе самых ранних мойнских складок и определено древнее второй и третьей фазы складчатости. Интрузия Карн-Чьюнниг, возраст которой определяется по крайней мере в 530 млн. лет, содержит регионально метамор-

<sup>1</sup> Псаммиты: песчаные породы, обычно представленные в разрезе мойнских пород песчаниками или аркозами.

Пелиты: глинистые породы, в результате метаморфизма обычно очень слюдяные. Полупелиты: разрез, представленный чередованием или переслаиванием глинистых сланцев и песчаников.

Эти три термина обычно применяются при описании отдельных пачек мойнского разреза.

Таблица 1.2  
Разрез пород мойнской серии районов Росс и Западный Инвернесс

Торридонская серия острова Скай	Мойнская серия района Таркавейг	Лох-Хури	Морар	Южный Росс	Центральный Росс
Группа Кинлох	Группа псаммитов Аруигт	7 6 Псаммиты Оних-Сгойлт	Группа пелитовых пород Лохейлорт с амфиболитами Группа псаммитов Ардинн	Гранатодержащие слюдяные сланцы Криг-на-Х'Йо-лейр Льюисские и мойнские породы (Койр-нан-Галл) Серия гранатодержащих слюдяных сланцев	Группа псаммитовых пород Тарвай Пелиты со слоями Фанних Льюисские породы Группа Милл-анг-Сит Льюисские и мойнские породы (Скардрой) Пелитовая группа Сгурр-Мор (невыдержанные)
Группа Бинн-на-Спейг	Группа Лайд-на-грейн	4 Псаммиты Баррисдейл	Группа псаммитов Лох-на-Уам с известняково-кремневыми прослоями и прослоями пород, содержащих тяжелые минералы	Серия кремнистых гранулитовых сланцев	Группа полупелитовых пород Инвербрум Группа пелитовых пород Лох-Дрома Группа полупелитовых пород Аханалг
Группа Лох-на-Дал	Псаммитовая группа Капистал	3 Полупелиты Руба-Руад 2 Псаммиты Арнисдейл	Группа пелитовых пород Бисдейл		
Эпидотовые гравелиты		1 Базальные полупелиты, метастам конгломераты			
Льюисский комплекс	Льюисский комплекс	Льюисский комплекс			

физованные ксенолиты. При определении же возраста мойнских метаосадков, развитых в Мораре, наметилась тенденция к увеличению их возраста по мере уменьшения степени метаморфизма. Так, на участке, где отмечены проявления лишь двух первых фаз мойнской складчатости, возраст пород составляет 560 млн. лет. О возможном существовании мойнского орогенического пояса до отложения пород дальредской серии свидетельствует присутствие мойнских пород к югу от обнажения дальредских пород в горах Окс, в окрестностях Лох-Дерга, Донегол (табл. 1.4) и, вероятно, в северо-восточном Тироне. Наличие этих обнажений может означать, что дальредская складчатая цепь косо пересекает более древнюю мойнскую складчатую цепь.

### Дальредская серия

Это одна из нескольких серий метаосадков, которые распространены во многих районах мира, где осадконакопление происходило непрерывно в интервале от позднего докембрия до кембрия. Однако эту толщу принято условно относить к докембрию, так как, вероятно, лишь самые верхние пласты ее являются нижнекембрийскими. В целом породы этой серии подверглись складкообразованию и метаморфизму как единый комплекс. Бассейны осадконакопления, протягивающиеся от Банфшира через Перт и Аргайл в пределы Северной Ирландии и Коннемары, вероятно, представляют собой ряд древних бассейнов, сходных с более поздними каледонскими геосинклинальными бассейнами Южно-Шотландской возвышенности, Озерного округа, Уэльса и Ирландии.

В отличие от сравнительно однообразного разреза мойнских отложений, для которого характерны лишь незначительные изменения литологических особенностей, разрез дальредской толщи представлен осадками разнообразного петрографического состава, ставшими к настоящему времени кварцитами, сланцеватыми гравелитами, аспидными сланцами, филлитами, слюдястыми сланцами, нечистыми известняками, амфиболитами и гнейсами. Поскольку разного типа осадки подверглись процессам регионального и контактового метаморфизма в различной степени, образовавшиеся метаморфические породы отличаются исключительным разнообразием.

До 1930 г., когда Фогт показал, что если нужно определить, перевернуты слои или нет, то можно привлечь данные о текстуре осадков, в особенности косую слоистость, в отношении разреза дальредской серии существовало много противоречивых представлений; некоторые из них сохраняются и поныне. Разрез отложений в Пертшире впервые был составлен Гейки. Правильность его описания в целом подтверждается работами более поздних исследователей. Для отложений дальредской серии характерны некоторые фациальные изменения по площади, однако выделение в разрезе тиллитовых горизонтов дало возможность в последнее время провести корреляцию этих отложений по их простирацию на территории Северной Ирландии и юго-западной Шотландии. Учитывая, что главные изменения литологических особенностей и фациального состава, по-видимому, происходили в направлении, перпендикулярном простирацию, можно предположить, что первоначально существовавшие фациальные пояса протягивались почти параллельно образовавшимся впоследствии структурам.

Илтейский пограничный гравитационный покров, представляющий значительное структурное осложнение, разделяет два резко различных разреза отложений в Шотландии и Северной Ирландии. Породы, залегающие ниже плоскости скольжения, именуется Баллапшелским основанием (Ballappel Foundation), которое слагает покровы Баллахулиш и Аппин и отделяется местами от мойнской серии плоскостью скольжения оползня Форт-Уильям. Илтейский покров, залегающий выше плоскости скольжения Илтейского покрова, также сопрягается с мойнскими породами посредством тектониче-

ского контакта, хотя некоторые исследователи предполагают, что эти породы залегают согласно.

*Баллапшелское основание.* Баллапшелская толща развита в окрестностях Баллахулиша, в полосе, протягивающейся от острова Лисмор на юге до района Грантаун на севере. Она коррелируется с отложениями группы Крислоу Донегола, но поскольку выходы донегольских гранитов в этом районе разоблачают обнажения дальредских пород, многие сопоставления между разрезами следует рассматривать как приближенные (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Разрез отложений Баллапшелского основания

Северо-западный Донегол	Аргайлшир	Инвернессшир
Группа Лохрос (полупелиты, кварциты и плитняки)	Лисморский известняк	
Верхнефалкаррахские пелиты		
Фалкаррахский известняк		
Нижнефалкаррахские пелиты	Аспидные сланцы Кьюл-Бей	
Группа Сессайх-Клонмасс (псаммиты и доломиты)	Аппинские филлиты (полупелиты) Аппинские доломиты	
Ардские кварциты	Аппинские кварциты (массивные кварциты)	
Ардская переходная группа (слоистые пелиты и кварциты)	Полосчатая переходная серия (слоистые пелиты и кварциты)	
Ардские черные кристаллические сланцы	Баллахулишские аспидные сланцы	
Олтенские известняки	Баллахулишские известняки	Известняки Киндохлагген
Группа крислохских кристаллических сланцев	Ливенские кристаллические сланцы Кварциты Глен-Кюу Биннейские кристаллические сланцы Биннейские кварциты Эйлдские кристаллические сланцы	Киндохлаггенские кварциты Монадлайтские кристаллические сланцы
	Эйлдские кварциты	
	Эйлдские плитняки (мойн)	Эйлдские плитняки

По Андерсону, баллапшелская толща сопоставляется с породами нижней части илтейского разреза. Андерсон считает, что известняк Баллахулиш соответствует известнякам Айлей и Блейр-Атолл. Такое сопоставление принято не всеми, поскольку валунные слои, хорошо развитые в илтейском разрезе, не имеют аналогов в разрезах баллапшелских отложений. Положение границы между мойнскими и дальредскими породами обычно не ясно,

и это в особенности относится к мойнским породам к юго-востоку от Грейт-Глен, которые большей частью не сопоставляются с разрезами мойнских пород, обнажающихся на северо-западе. Разрез эйдских, бинейнских и гленкоуских кварцитов с прослоями аспидных сланцев, стратиграфическое положение которого вызывает споры, очень близок по типу слагающих его осадков к толще пелито-псаммитового переслаивания мойнской серии; непостоянство же литологических особенностей таких слоев становится очевидным, если проследить, как изменяется разрез этих отложений от района Баллахулиш, где находится их типовой разрез, до района Монадлайт на северо-востоке.

История геосинклинального осадконакопления в баллапелское время детально не изучена. Нижняя часть разреза везде представлена грубозернистыми морскими отложениями геосинклинального типа, причем большая часть псаммитового материала характеризуется минералогической зрелостью. Верхняя часть разреза образует не вполне четко выраженное ритмическое переслаивание известняков, глинистых сланцев и песчаников. Эти песчаники хорошо отсортированы; в них наблюдаются многочисленные знаки течений и поверхности размыва. В целом разрез отличается хорошо проявленной слойчатостью. Следов вулканической деятельности не обнаружено. Характер данного разреза, вероятно, свидетельствует о том, что осадконакопление происходило в условиях нестабильного шельфа, в краевой части миогеосинклинали.

Разрез центральной части Северо-Шотландского нагорья (Илтейский покров). Долгое время пертширский разрез рассматривался как типовой разрез пород дальредской серии. Однако в связи с появлением большого количества новых данных о породах, слагающих юго-западную часть Северо-Шотландского нагорья, и с тем, что эти породы характеризуются самым слабым региональным метаморфизмом, разрез этой части нагорья в настоящее время принимается за типовой. Сопоставление этого разреза с разрезами Пертшира и Северной Ирландии проводится достаточно уверенно, хотя наличие многочисленных гранитных интрузий и пород высокой степени регионального метаморфизма в районе между Пертширом и Дисайд-Банфширом делает эту корреляцию в значительной степени условной (табл. 1.4). Сопоставление различных частей разреза дальредских пород вкрест основных структур также спорно, в связи с чем представленные разрезы должны рассматриваться скорее как рабочие варианты, нежели как окончательно принятые.

Подразделение дальредской толщи на литологические группы, предложенное Андерсоном, довольно хорошо выдержано в обнажениях центрального и юго-западного районов и подчеркивает ритмический характер осадконакопления. Однако ниже-, средне- и верхнедальредские отложения выделены чисто условно, а не на основе каких-либо четких изменений в условиях осадконакопления (Раст считает, что кровля нижнедальредской свиты приурочена к кровле галечниковых слоев). Нижняя часть дальредского разреза, как и в случае «Баллапелского основания», может постепенно переходить в мойнские породы, однако в тех районах, где контакт между мойнскими и дальредскими породами не тектонический, новых исследований не проводилось. Самые нижние части разреза представлены кварцитами, филлитами и плитняками и не отличаются от гранулитов центральной части Северо-Шотландского нагорья, которые слагают северную часть Грамшианских гор. Самой нижней, четко выделяемой группой пород, установленной в Пертшире, Аргайллшире, а также в Северной и западной Ирландии, является группа известковистых темных аспидных сланцев и мраморов. В пределах обширной территории выделяются два пласта мрамора, разделенные пелитовыми породами. Верхний пласт представлен более чистым и доломитизированным мрамором, тогда как нижний пласт часто содержит графитовый

Таблица 1.4

Разрез отложений, развитых в районе Илтейского покрова

Литологические группы	Коннемара	Донегол	Айлей-Лох-О	Центральная часть Северо-Шотландского нагорья	Дисайд	Банфшир
Верхняя псаммитовая		Фоханские аспидные сланцы и гравелиты	Гравелиты Лох-Авих	Гравелиты Лени и Бен-Леди (включая известняки Лени)		Группа Макдугф (гравелиты и глинистые сланцы)
Верхняя пелитовая и известняковая		Известняки Айленд	Тейваллские лавы Группа Тейваллских известняков	Зеленые слои Асферобские аспидные сланцы и пилотриксские кристаллические сланцы Известняки Лох-Тей	Группа кварцевых и слюдистых сланцев Гуллен-Таннер Дисайдские известняки	Группа Уайт-Хиллс (гравелиты и известняковые плитняки) Бойнские известняки
Нижняя псаммитовая		Верхнекранаские кварциты Нижнекранаские кварциты	Кричанские гравелиты	Бен-луисские гранатовые слюдяные сланцы		Кауикские гнейсы Портсбейнская группа (не-чистые известняки, кварциты и темные кристаллические сланцы)
Нижняя пелитовая и известняковая	Группа Стримстаун	Фермонские пелиты Кранфордские известняки	Группа известняков Шира Филлиты Крейниш	Фаррагонские слои Бен-лорурские известковистые кристаллические сланцы	Кварциты Куин-Хилл и группировка на слюдистых сланцев	
Угленосная			Исдейлские аспидные сланцы	Черные кристаллические сланцы Бен-Дгах		
Кварцитовая	Кварциты Бенлабела	Кварциты Слив-Туи	Переходная группа Скарба Группа скарбских конгломератов Джурские аспидные сланцы Айлейские кварциты	Кварциты Кейрн-Мерг Кристаллические сланцы Киллинкар-Кай Кварциты Шихеллайн		Дерн-хиллские кварциты
Тиллитовая	Галечниковый пласт Клегган	Галечниковые слои	Галечниковый слой Портг-скейг	Галечниковый пласт Шихеллайн		
Базальная карбонатная	Коннемарский мрамор	Известняк лумбикш	Айлейские известняки Филлиты и известняки Малл-оф-Оа	Известняки Блейр-Агголл		Санденская группа (темные кристаллические сланцы и нечистые известняки) Актинолитовые сланцы Гаррон-Поинт
Нижний дальред	Группа Бар-панораун	Пелиты Дсаммитовая группа на Лох-Дерг	Филлиты Малл-оф-Оа Кварциты Маол-ан-Фитих	Гранулиты центральной части Северо-Шотландского нагорья		Плитняки Крайг-Поинт Плитняки Файндейтер Грачато-слюдистые сланцы Уэлл-Сэндс, Калленские кварциты

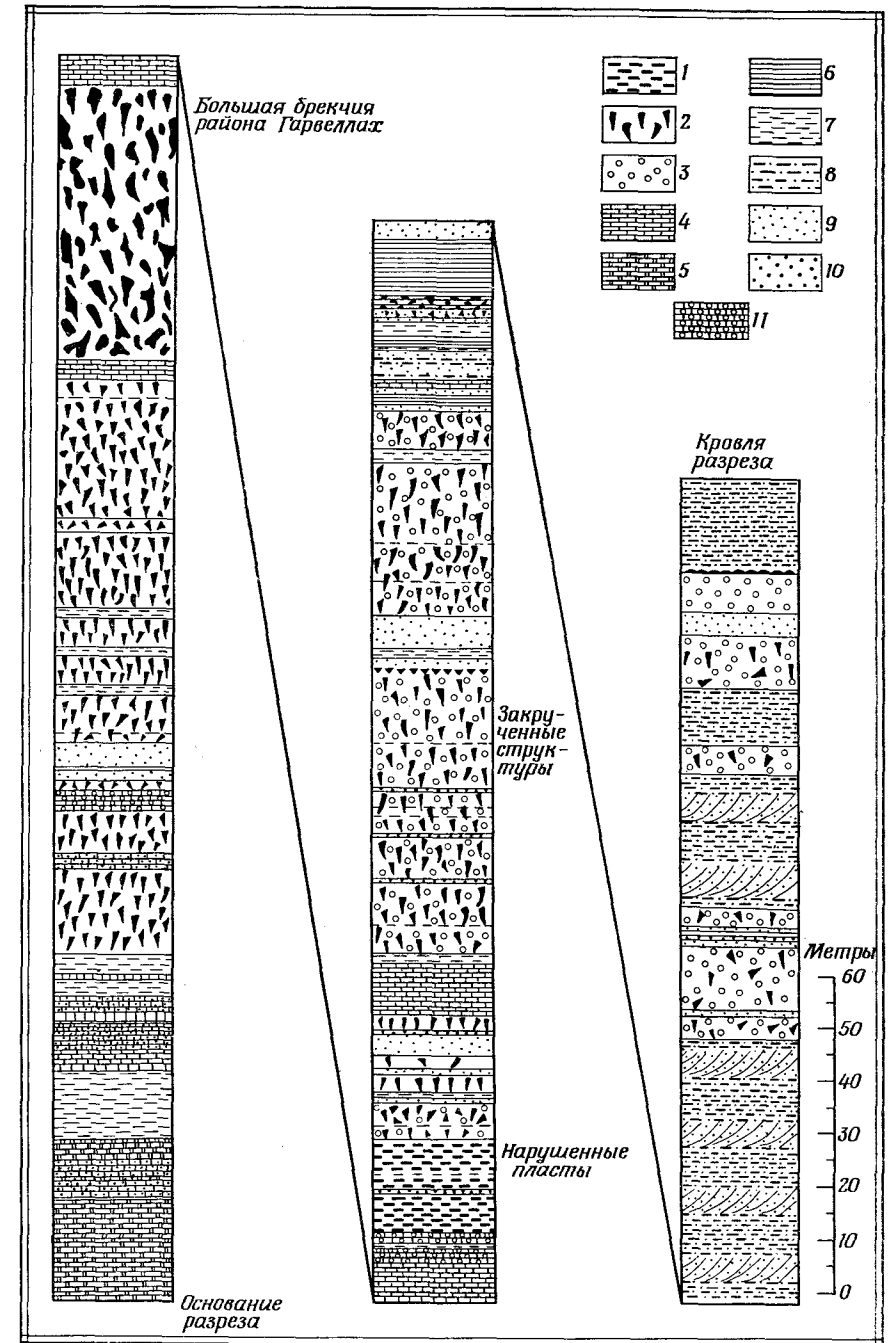
Дальредские

Мойнские

материал; в районе Коннемары мрамор серпентинизирован. Самая нижняя часть разреза Банф обычно сопоставляется с айлейскими известняками, хотя литологические особенности этих пород и нижнедальредских отложений повсюду имеют лишь слабое сходство.

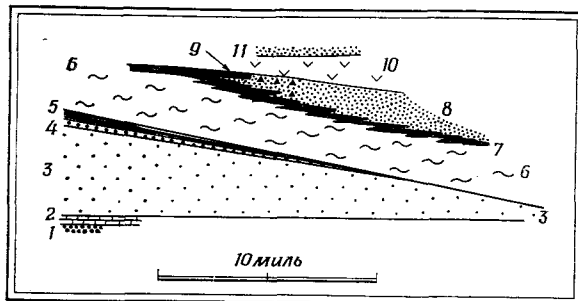
Вышележащая группа пластов, известных под названием галечниковых слоев Портскейг, широко распространена в Северной Ирландии и Аргайлшире. Лучше всего она развита на островах Гарвеллах, где разрез представлен мощной толщей граувакк, содержащих галечниковые слои (фиг. 1.6). Обычный разрез отложений тиллитовой группы сложен нижними доломитовыми галечниковыми слоями, средними псаммитовыми галечниковыми слоями, серыми кварцитами с верхними галечниковыми слоями и, наконец, доломитовыми слоями, в которых иногда присутствует пелитовый материал. Эти галечниковые слои считаются ледниковыми образованиями; сопутствующие им породы представлены «ленточными» алевролитами, песчанистыми телами полигональной формы и породами, характеризующимися инволютной (закрученной) текстурой. Брекчированные отложения, встречающиеся вместе с граувакками, чаще всего возникали в результате подводного гравитационного оползания слабосцементированных осадков, однако в этих ледниковых брекчиях отсутствуют некоторые отличительные черты оползневых брекчий (текстуры внедрения в основании и градационная слоистость в кровле). В то же время по всему разрезу, сложенному более обычными песчаниками, встречаются крупные гранитные валуны, вероятно перенесенные плавающими льдами. Сама ледниковая брекчия на всей территории от Северной Ирландии до юго-западной Шотландии содержит толщу гранитных валунов, сходных по типу. Для этих глыб характерны входящие углы. На двух участках были обнаружены глыбы определенной ориентировки.

На острове Айлей верхняя часть галечников Портскейг (доломитовые слои) содержит фукоидные слои и трубчатые кварциты (Pipe-rock Quartzite), очень сходные с таковыми же в кембрийских отложениях северо-западной Шотландии (стр. 47). Это дает возможность считать среднедальредские породы нижнекембрийскими по возрасту. Расположенная выше часть разреза представлена, однако, не доломитами, а кварцитами, которые составляют наиболее выдержанную группу дальредской серии. Самая нижняя формация, кварциты Шихелайн, сопоставляется с айлейскими кварцитами и, возможно, коррелируется с дерп-хиллскими кварцитами Банфа. На острове Джура эта формация достигает мощности 4500 м, однако наблюдается быстрое изменение мощности по площади, которое лишь частично объясняется тектоническими причинами. Вышележащие конгломераты и чистые кварциты свидетельствуют о существовании преимущественно мелководных условий, которые предшествовали отложению следующей группы преимущественно пелитовых пород — шиферных сланцев Исдейл и филлитов Крейгнш. В вышеописанной формации кварциты развиты на том же участке, где отмечены максимальные мощности айлейских кварцитов. Знаки течений в этих и более молодых породах, а также характер фациальных изменений в гравелитах Кринан и известняках Тейваллих свидетельствуют о том, что суша располагалась на северо-западе, а глубоководная часть бассейна — на юго-востоке (фиг. 1.7). Для этой части разреза дальредских пород характерно широкое развитие осадочных текстур, указывающих на геосинклинальные условия осадконакопления. В этих условиях происходило быстрое отложение минералогически незрелого псаммитового материала, переслаивающегося с более тонкозернистыми темными филлитами и известняками. Ритмический характер большей части разреза, а также внутренняя текстура самих пород свидетельствуют о том, что в период осадконакопления район, где происходило отложение осадков, представлял собой весьма мобильный участок. В результате детальных исследований, проведенных Ниллом, а также Саттоном и Уотсон на противоположных окраинах района развития дальредских



Фиг. 1.6. Разрез отложений портскейгских валунных слоев в районе Гарвеллах. 1 — темные алевролиты с прослоями доломитовой брекчии; 2 — валунные слои с обломками известняков; 3 — валунные слои с обломками гранитов; 4 — доломиты; 5 — известняки; 6 — ленточные алевролиты; 7 — алевролиты и глинистые сланцы; 8 — кварциты; 9 — песчаники; 10 — конгломераты; 11 — брекчия доломитов.

пород Шотландии, оказалось, что для обоих участков характерны многие общие черты, свидетельствующие о геосинклинальной природе развитых в их пределах отложений. Результаты исследований указывают, что в дальредское время (возможно, в начале позднедальредского времени) произошло воздымание континентальных участков на северо-западе и суша подверглась интенсивной эрозии, продукты которой сносились мутьевыми потоками в пределы прогиба. На острове Айлей характер разреза свидетельствует о том, что дельтовые условия осадконакопления (айлейский кварцит) сменились



Ф и г. 1.7. Реконструкция разреза дальредской осадочной толщи района Айлей — Лох-О к концу осадконакопления.

1 — портаскейтский валунный слой; 2 — нижняя группа тонкозернистых кварцитов и доломитов; 3 — айлейские кварциты; 4 — конгломераты Скарба; 5 — иседейские аспидные сланцы; 6 — ардришей-крейгнискские филлиты; 7 — известняки Шайра; 8 — кринанские гравелиты; 9 — тейваллихские известняки; 10 — тейваллихские лавы; 11 — лох-авихские гравелиты. Горизонтальный масштаб равен вертикальному.

условиями эпиконтинентального моря (среднедальредская свита); позднее осадконакопление происходило в пределах образовавшегося здесь прогиба, в котором отлагались граувакки, и внешнего шельфа (кринанские гравелиты и верхнедальредская свита). В то время когда мелководное море распространялось далее к юго-востоку и происходило заполнение прогиба, проявилась вулканическая деятельность. Это было единственное значительное проявление вулканизма в дальредское время, в результате которого образовались подушечные лавы Тейваллих и зеленокаменные породы Аргайла и Пертшира.

Самое высокое положение в разрезе дальредской толщи на юго-западе Северо-Шотландского нагорья занимают гравелиты Лени и Бен-леди, развитые вдоль окраины нагорья. Это тоже граувакковые отложения, однако в них содержатся и известняки (известняк Лени). В этом известняке обнаружена фауна трилобитов из семейства агностид *Pagetides*, указывающая на нижнекембрийский возраст по крайней мере верхнедальредских пород. Робертс высказал предположение, что известняк Лени может быть эквивалентом известняка Лох-Тей, хотя структурные данные в пользу этого предположения пока недостаточно. Если бы эта точка зрения подтвердилась, корреляция доломитовых слоев, представленных трубчатыми породами и фукоидными слоями, была бы более точной (стр. 24). Макдуффские аспидные сланцы района Банфшира, возможно, моложе пород, слагающих самую верхнюю часть разреза Пертшира. Миллер обнаружил в этих отложениях граутолиты. В породах средне- и нижнедальредского возраста известны и другие ископаемые остатки — строматолиты, ходы червей, трубчатые и шаровидные тела. Во многих районах мира нижнекембрийская фауна найдена в породах, которые согласно залегают на тысячеметровой толще осадочных пород. Считается, что эта мощная толща накопилась в «эокембрийский период», и, возможно, что дальредская серия частично относится к этой системе, а частично к кембрийской<sup>1</sup>.

На северо-востоке района распространения дальредских пород метаосадки пронизаны интрузиями основных и ультраосновных изверженных пород, отличающихся ритмической слоистостью. В этих интрузиях отсутствуют

<sup>1</sup> Наиболее вероятно, что торридонская и мойнская серии относятся по принятой в СССР стратиграфической шкале к верхнему рифею, а дальредская серия к вендскому комплексу и нижнему кембрию. — *Прим. ред.*

некоторые признаки офиолитовых интрузий альпийского типа, например серпентиниты; характерной особенностью данных интрузий является то, что они залегают разобитыми группами связанных между собой интрузивных тел; по имеющимся данным (хотя они и не однозначны), внедрение интрузивных тел происходило в течение геосинклинальной или раннеорогенной фазы цикла.

*Разрез отложений центрального Донегола.* Разрез отложений Килмакренан в Донеголе, соответствующий айлейскому разрезу Шотландии, замещается в юго-западном направлении (южнее Линнанского разлома) серией более интенсивно деформированных пород, которые детально не изучались. Разрез этих отложений характеризуется наличием многочисленных гравитационных покровов, и, несмотря на то что по литологическим особенностям некоторые группы пород соответствуют подразделениям разреза Килмакренан, в структурном отношении он совершенно иной. Признаки, позволяющие установить нормальное или перевернутое залегание пород, обнаружены лишь в кварцитах; поэтому разрез, приведенный в табл. 1.5, с точки зрения его стратиграфических и структурных особенностей следует рассматривать как предварительный.

Таблица 1.5

#### Разрез центрального Донегола

Группа полупелитовых и псаммитовых пород Лох-Эск  
Кварциты Силвер-Хилл  
Группа карбонатных пород Оуэнгарв  
Галечниковый слой Годжин  
Кварциты Годжин  
Темные кристаллические сланцы Крагхабрид  
Гравелиты Болтипатрик  
Группа хлоритовых сланцев Суилли

К юго-востоку от краевого разлома Северо-Шотландского нагорья в Ирландии единственными значительными сохранившимися реликтами докембрийских пород являются коннемарские кристаллические сланцы, которые упоминались при описании остальных докембрийских пород Северной Ирландии. Комплекс Мона в Англси и докембрийские породы Уэльского бордерленда являются частью независимо существовавшего позднедокембрийского орогенического пояса; о них будет сказано ниже. Породы, распространенные севернее, в пределах Шетландских островов, обычно сопоставляются с дальредскими отложениями. Эти породы образовались из осадков геосинклинального типа, большая часть которых сильно метаморфизована и интенсивно дислоцирована. Среди этих пород выделяются своеобразные, интенсивно деформированные конгломераты Фанзай, представляющие очень грубые кварцито-известняковые конгломераты с субграувакковым наполнителем. Обычно считается, что эти конгломераты по своему происхождению сходны с быстро отлагавшимися конгломератами альпийского флиша. Полная мощность осадков очень велика, она составляет по крайней мере 11 000 м. Площадь распространения этих осадков представляет собой продолжение дальредской геосинклинали и соединяет ее с областями широкого развития эокембрийско-нижнепалеозойских осадков каледонской геосинклинали Скандинавии, восточной Гренландии и Шпицбергена.

#### Кельтский цикл<sup>1</sup>

В этом разделе будут рассмотрены разнообразные осадочные и вулканические породы. Они встречаются в виде отдельных выходов среди палеозойских пород в Уэльсе, юго-восточной Ирландии и Англии. Облик пород

<sup>1</sup> Кельтский цикл британских исследователей явно соответствует выделяемому в нашей стране и широко признанному за рубежом байкальскому циклу. — *Прим. ред.*

этой группы в целом свидетельствует о том, что основная часть геосинклинального разреза отлагалась в районе от Росслэра, графство Уиклоу, и Англси до Инглтона, включая, возможно, и южный Уэльс. Кислые вулканические образования, а также флишевые отложения, свойственные передовым прогибам, отлагались на границе Англии и Уэльса и в средней Англии. Выше по разрезу накапливались молассы, а в северном Уэльсе — посторогенные вулканические породы. В Англси и Росслэре разрез отражает последовательность периодов складчатости и метаморфизма, завершившихся внедрением интрузий докембрийского возраста. В этом отношении данный комплекс пород отличается от дальредских пород, представляя собой полный орогенический цикл докембрийского периода. Этот цикл был назван кельтским орогеническим циклом.

*Разрез монских и арвонских отложений.* Типовой разрез развит в Англси и в северном Уэльсе, где он представлен мощной толщей типично орогенных осадков — граувакк и пелитов, а также спилитов, кремней и известняков (табл. 1.6). Серия Саут-Стэк состоит из образований мутьевых потоков, характеризующихся ритмической и закрученной слоистостью (фиг. 1.8); она включает лишь одну мощную свиту консолидированных отложений — кварциты Холихед. Верх по разрезу породы становятся более пелитовыми, и группа Нью-Харбор уже полностью представлена хлоритовыми алеволитами.

Таблица 1.6

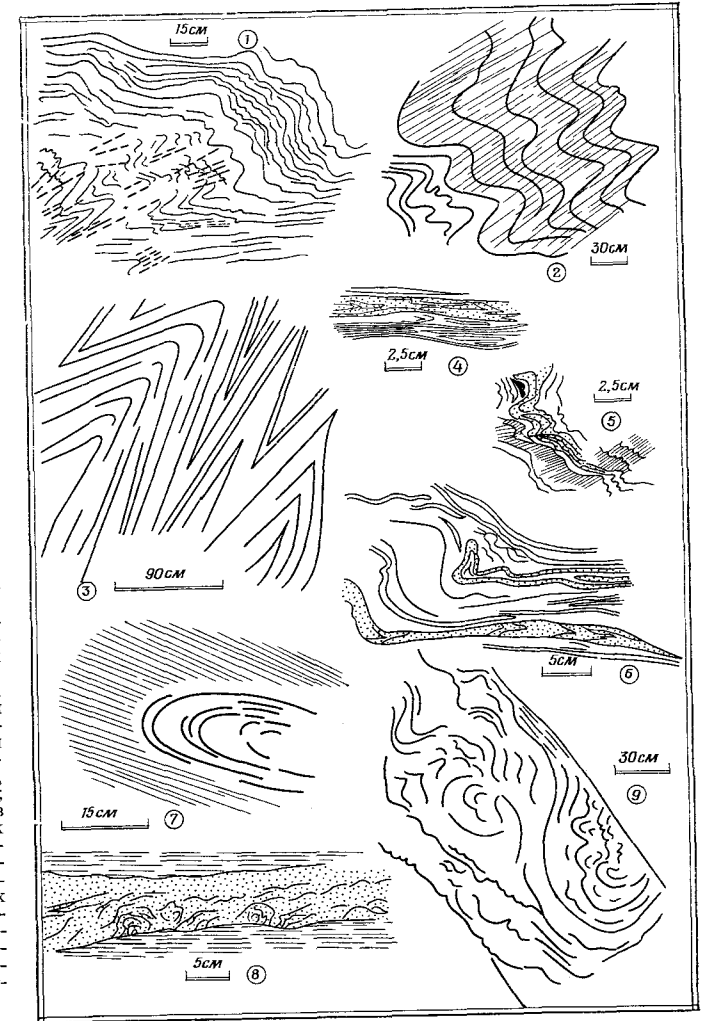
## Разрез монских отложений Англси и полуострова Ллейн

Группа Фидлин	Гвидделские слои Ллейна
Группа Гуна	Спилитовая серия Минидд-Каррег Меланж Гуна
Группа Скерриз	Филлиты Абер-Гирх и гравелиты Туфы Чёрч-Бей
Группа Нью-Харбор	Грубозернистые песчаники Скерриз
Серия Саут-Стэк	Слои Нью-Харбор Серия Росколин Кварциты Холихед
	Группа Ллуин
	Группа Саут-Стэк-Мур

В этих отложениях были впервые обнаружены спилитовые вулканические образования. Группу Скерриз образуют пирокластические породы и конгломераты; нижняя часть группы Гуна сложена более обычными пелитами и граувакками. Своеобразной породой является меланж Гуна, состоящий из глыб зрелых кварцитов и известняков, сцементированных хлоритовыми сланцами. Происхождение меланжа связывают с подводными гравитационными покровами. Залегающие выше спилиты, великолепные подушечные лавы и кремнистые сланцы свидетельствуют о возобновлении вулканических условий, которые сохранялись до формирования самых верхних частей разреза монских отложений, представленных белыми натриевыми игнимбридами слоев Фидлин и Гвиддел. Эти породы во время каледонской орогении местами были надвинуты на ордовикские отложения, однако несомненно, что период деформации сопровождал или предшествовал процессу мигматизации и регионального метаморфизма слабой степени, датируемому докембрием. Эти деформации были очень интенсивными на острове Англси, о чем свидетельствуют широко распространенные внутрипластовые складки в филлитовых породах. В результате основной фазы складчатости образовались острые складки с крыльями неодинаковой ширины, осложненные надвигами (фиг. 1.8). Сопряженные складки имеют более поздний возраст. В районе Англси и Ллейна образовались очень резко очерченные по краям зоны мигматизированных гнейсов, которые ассоциируют с силлиманитсодержащими

породами высокой ступени метаморфизма. В остальных районах метаморфизм зеленосланцевой ступени с глаукофан-лавсонитовыми сланцами распространены на очень ограниченных участках. Внедрение серпентинитовых интрузий произошло до процесса метаморфизма.

Арвонская вулканическая свита, развитая в окрестностях Карнарвона, не была захвачена позднекембрийским складкообразованием. Она состоит из натриевых вулканических образований, значительная часть которых представлена игнимбридами, отлагавшимися в конце орогенического периода. В районе Карнарвоншира эти породы, по-видимому, согласно



Фиг. 1.8. Тектонические и седиментационные структуры монского комплекса, остров Холл, Англси.

1 — небольшие складки в филлитах, образовавшиеся в основную фазу складчатости, группа Нью-Харбор, Триарддур-Бей; 2 — небольшие складки в шарнирной зоне крупной складки, образовавшейся в основную фазу складчатости, группа Нью-Харбор, Триарддур-Бей; 3 — пережатые складки с сильно выположенными крыльями, образовавшиеся в основную фазу складчатости, серия Саут-Стэк, к северо-востоку от Саут-Стэк; 4, 5, 6 — внутрипластовые складки в псаммитовых слоях, залегающих среди тонкослоистых филлитов, группа Нью-Харбор (эти породы были вновь смяты в складки в результате основной фазы складчатости (5) и (6) с развитием в пелитовых породах кливажа разлома, Порт-Исоитбах, Триарддур-Бей; 7 — изоклиальные складки в крупнозернистых псаммитовых породах, развит кливаж разлома по осевой плоскости, серия Саут-Стэк, Росколин; 8 — извилистая слоистость в тонких опрокинутых псаммитовых пластах, серия Саут-Стэк, Крейн-Луид; 9 — запутанная слоистость в мощных пластах псаммитов, серия Саут-Стэк, Саут-Стэк.

перекрываются фаунистически охарактеризованными кембрийскими отложениями, несмотря на то что они древнее самой нижней кембрийской зоны. Монские гнейсы и арвонские вулканические породы пронизаны гранитными интрузиями, образовавшимися в период позднего орогенеза, а именно гранитами Коедана, адамеллитом Сарн и гранитом Тут-Хилл.

О такой последовательности тектонических процессов можно судить на основании отдельных признаков, сохранившихся повсюду. В районах Брей и Хаут, графство Уиклоу, докембрийская слоистая серия, состоящая из черных сланцев мощностью 1200 м (пократская серия) и граувакк такой же мощности с прослоями сланцев (брейская серия), была смята в крупные



пережатые складки перед накоплением осадков серии Клара (кембрий?). Далее к югу осадки подверглись более интенсивному региональному метаморфизму, в результате чего образовались биотитовые и роговообманковые кристаллические сланцы и мигматиты (комплекс Росслар), а также филлиты, смятые в мелкие пережатые складки (группа Калленстаун). Эти породы прорваны молодыми гранитами (граниты Карнсор). Такая же степень метаморфизма наблюдается в некоторых сланцах и гнейсах южной части Пембрукшира. Кристаллические сланцы Датч-Джин испытали регрессивный метаморфизм, начиная с гранат-амфиболитовой ступени, которому подверглись сланцеватые кварцитовые метаосадки; с этим процессом связано образование кислых и основных гнейсов. Встречаются также диориты и другие магматогенные породы (диориты Джонстон), которые, очевидно, подверглись смятию на глубине, хотя время этих деформаций неизвестно. В северном Пембрукшире на мощной толще преимущественно кислых вулканических пород, туфов и агломератов (пембидская свита) несогласно залегают нижнекембрийские отложения; обе толщи претерпели интенсивное смятие в послекембрийское время. Эти породы прорваны кислыми интрузиями. Подобные же неметаморфизованные вулканические породы (бентонские) установлены в южном Пембрукшире. По-видимому, все эти вулканические образования (пембидская вулканическая свита) можно сопоставить с арвонской свитой. Единственным другим разрезом, который можно безоговорочно включить в описанную толщу, является разрез инглтонских пород, обнажающийся в Йоркшире. Эта толща имеет доордовикский возраст, она подверглась гораздо более интенсивному смятию, чем вышележащие палеозойские породы. Толща сложена граувакками и аспидными сланцами; в большом количестве присутствуют также вулканогенно-обломочный материал, включая туфы и яшмы. Вследствие развития очень крупных пережатых складок наблюдается повторение разреза, мощность которого может достигать 450 м. Инглтонские породы залегают на продолжении геосинклинального хребта юго-восточной Ирландии острова Англси (каледонской геосинклинали), и, по-видимому, их можно сопоставить с некоторыми породами монской серии.

*Уриконские, лонгмайндские, чарнийские и молвернские породы.* В Уэльском бордерленде и в средней Англии (фиг. 5.9) имеются небольшие обнажения, сложенные другими породами и образовавшиеся в результате иных тектонических процессов. Эти отложения лишь в самых общих чертах могут быть сопоставлены с Монским комплексом и арвонскими породами. Уриконская (юриконская) вулканическая свита Шропшира представлена вулканическими породами, в основном кислыми и пирокластическими, которые нередко формировались под водой. На этих породах несогласно залегают отложения нижнего кембрия. Они обнаружены по обе стороны полосы распространения лонгмайндских пород, слагающих холмы Стреттон и Рекин к востоку и холм Понтесфорд, а также ряд небольших обнажений к западу от указанной полосы. В восточной зоне распространения уриконских образований, на участке Хазлер-Хилл, они согласно перекрываются грубозернистыми песчаниками Хелмет, залегающими в основании лонгмайндской толщи.

Уриконские породы участков Понтесфорд и Пили в западной зоне распространения сопоставляются по литологическим особенностям с уриконскими породами, распространенными на востоке, однако положение уриконских пород, слагающих холм Линли, не ясно, так как, по-видимому, они несогласно перекрывают смятые в складки верхнелонгмайндские породы и поэтому, вероятно, имеют более поздний возраст. Породы, слагающие холм Понтесфорд, включают риолиты, андезиты (с палагонитовыми брекчиями и сланцеватыми туфами) и игнимбриты, породы же участка Рекин вновь представлены кислыми или промежуточными пирокластическими образованиями, а также лавами.

В мощном разрезе геосинклинальных образований лонгмайндской серии, залегающем на уриконской толще, имеется крупное несогласие, по которому происходит изменение типа осадков (табл. 1.7). Стреттонская серия, являющаяся базальной частью разреза восточной зоны, сложена преимущественно флишевыми песчаниками. В нижней части разреза песчаники отлагались в спокойных условиях; вверх по разрезу они становятся более грубозернистыми, и содержание вулканического материала в них увеличивается. Следов

Таблица 1.7

## Разрез лонгмайндских отложений

Вентнор- ская серия	Группа Бриджес	Глинистые сланцы и алевролиты, 1170 м <sup>1</sup>	
	Группа Оксвуд — Бейстон	Оксвуд (запад), 1700 м Песчаники Конгломераты Станбач Песчаники Глинистые сланцы Конгломераты Дарнфорд Песчаники  Конгломераты Хафмонд	Бейстон (восток), 2000 м Песчаники Конгломераты Лон-Хилл Песчаники  Конгломераты Оксвуд Песчаники Глинистые сланцы и туфы Конгломераты Радлит Глинистые сланцы и песчаники с туфами
----- Несогласие -----			
Стреттон- ская серия	Группа Портуэй (минтонская)	Глинистые сланцы и конгломеративные песчаники Конгломераты Хакстер	1150 м
	Группа Лайтспат	Глинистые сланцы и алевролиты Гравелиты Хаддон-Хилл	850 м
	Группа Синалде	Глинистые сланцы и вулканические породы Верхний гравелит Кардингмилл	850 м
	Группа Бетуэй	Нижний гравелит Кардингмилл Плитняки и туфы Бакстонские породы	720 м
	Стреттонские глинистые сланцы	Глинистые сланцы Брокхерст <i>Разлом Чёрч-Стреттон</i> Глинистые сланцы Уотлинг Гравелит Хелмет	1020 м
Уриконская вулканическая свита	Вулканические породы Хазлера и Раглет-Хиллс		

<sup>1</sup> Обнажается полная мощность.

подводных гравитационных покровов почти нет. Группа Портуэй, слагающая верхнюю часть разреза стреттонской серии, была выделена Джеймсом в самостоятельную толщу (минтонскую), поскольку он предполагал существование несогласия ниже конгломератов Хакстер. Дальнейшие исследования не подтвердили его предположения, хотя в этой части разреза наблюдается переход к молассовому типу осадков, о чем свидетельствует высокое содержание

конгломератов вплоть до низов вентнорской серии. Крупное несогласие наблюдается в основании этой серии; оно прослеживается на обширной территории, от отдельных обнажений участка Хамфмонд-Хилл на севере до Брамpton-Брайан и Олд-Раднор на юге. Несогласие прослеживается в восточном направлении до участка Стреттон-Хиллс, где оно захватывает уриконские отложения.

Распространение отложений групп Оксвуд и Бейстон по обе стороны от полосы выходов группы Бриджес, а также их элементы залегания свидетельствуют о том, что лонгмайндские породы образуют очень крупную синклинали. Мелкие структуры в этих отложениях не часты, однако отмечены сбросы растяжения, часто сопровождаемые дайками основных, а иногда кислых пород и располагающиеся под прямым углом к осевой плоскости. Эти дайки по возрасту, вероятно, соответствуют долеритовым дайкам (возраст их определяется в 638 млн. лет), которые во многих местах прорывают уриконские отложения.

Обнажения сходных по типу пород распространены и далее к востоку, у Лики (уриконская вулканическая серия?) и Нанитона, где развита толща туфов, в кровле которой залегают мощные слои сваренных туфов. Туфы прорваны разнообразными кислыми интрузиями и более поздними дайками основных пород. Некоторые из этих интрузивных тел сходны с интрузиями, прорывающими чарнийские породы. Чарнийская серия (табл. 1.8) представляет собой докембрийские образования в основном вулканического характера, которые слагали изолированные возвышенности в триасовой пустыне. Самые нижние слои представлены тонкозернистыми пирокластическими

Таблица 1.8

## Разрез чарнийских отложений района Чарнвуд-Форест

Серия Брэнд	Аспидные сланцы Суитленд	Осадки позднеорогенного молассового типа
Серия Маплуэлл	Трахозовые гравелиты и кварциты Конгломераты Хэнгинг-Рокс Слой Вудхаус и Брайдейт Сланцевая брекчия Слой Бикон-Хилл Фельзитовая брекчия	Обломочные и пирокластические породы Пирокластические породы
Серия Блэкбрук	Слой Блэкбрук	Пирокластические породы

осадками, которые сменяются вверх по разрезу более грубозернистыми отложениями и выше переходят в конгломератовые слои. Количество брекчий в маплуэллской серии меняется в значительных пределах, и на северо-востоке разрез почти полностью состоит из очень грубозернистых вулканогенных пород. Сланцевый агломерат, возможно, представляет собой оползневые образования, так как перед его формированием сланцы представляли собой лишь слабо консолидированные илы. Кислые интрузии разных размеров прорывают эту толщу ритмически переслаивающихся грубозернистых и тонкозернистых пород; самые крупные интрузивные тела представлены сиенитами (маркфильдитами), имеющими характерную микропегматитовую структуру цемента. Внедрение этих интрузий произошло после складчатости, в результате которой чарнийские породы были смяты в коническую открытого типа антиклиналь, протягивающуюся в юго-восточном и восточном направлениях. Возраст этих интрузий, определенный изотопным методом, составляет 680 млн. лет.

Между крупной складкой Лонгмайнд и складкой Чарнвуд-Форест не существует какой-либо взаимосвязи ни по конфигурации, ни по простиранию, однако возможно, что открытая складчатость, охватившая чарнийские породы

свидетельствует о том, что широкому распространению молассовых отложений в вентнорское время предшествовали тектонические движения. В этом случае чарнийские отложения сопоставлялись бы с уриконско-стреттонскими, а также со сходными молассовыми отложениями португальской группы. В это время субаэральные вулканические осадки отлагались на огромной площади, о чем свидетельствует присутствие вулканических образований уриконского типа, часто с игнимбритами, вплоть до Норфолка на востоке, где они вскрываются скважинами, которые прошли чехол мезозойских и палеозойских отложений.

Докембрийские породы с иной тектонической историей слагают холмы Молверн к юго-востоку от обнажений Уэльского бордерленда. Это магматические породы, среди которых есть интрузии, и гнейсы, возможно перекрываемые вулканическими образованиями Уоррен-Хаус. На южном окончании хребта нижнекембрийские породы несогласно залегают на гнейсах. Молвернская толща состоит преимущественно из метаморфизованных изверженных пород, диоритов и габбро. Впоследствии они были гибридизированы сиенитовыми и гранитными пегматитами. Основные дайки, секущие эти породы, претерпели изменения, превратившись в роговообманковые и биотитовые кристаллические сланцы, однако метаморфизм не привел к образованию сланцевой текстуры в плутонах больших размеров. В южной части хребта залегают породы осадочного происхождения, среди них встречаются кварцево-слюдистые сланцы и кварциты. Степень метаморфизма, которому подверглась вся толща, очевидно, соответствует амфиболитовой фации, поскольку наблюдается широкое развитие зеленой роговой обманки. Определение абсолютного возраста изотопным методом показали, что породы подверглись метаморфизации 590 млн. лет тому назад, а возраст интрузий составляет 700—600 млн. лет. В связи с тем что поверхность молвернской толщи вблизи контакта с вулканическими породами Уоррен-Хаус несет следы выветривания, этот контакт рассматривается как поверхность несогласия. Вулканические породы обычно сопоставлялись с уриконской вулканической свитой, но, очевидно, более правильным было бы считать, что это проявление вулканизма непосредственно предшествовало отложению фаунистически охарактеризованных кембрийских осадков; оно соответствует арвонскому вулканизму в северном Уэльсе. Этот блок подвергся гораздо более интенсивному смятию в герцинское время, чем другие районы, сложенные докембрийскими породами. Большинство теорий, объясняющих образование Молвернской структуры, связывает ее возникновение с выжиманием этого блока с глубины. Поэтому Молвернский блок имеет больше общего с южной частью Пембрукшира, чем какой-либо другой район; молвернский разрез больше похож на монарвонский разрез, чем на урикон-лонгмайндский. Наличие небольших интрузий на участках Хантер-Хилл и Станнер-Рокс, расположенных к юго-западу от района распространения уриконских пород Стреттон-Хиллс, свидетельствует о сходной последовательности этапов интрузивной деятельности, но о меньшей степени глубинного метаморфизма. Обломки пород этих интрузий обнаружены в вентнорских молассах, развитых на соседних участках.

Попытка общего сопоставления позднедокембрийских пород региона, расположенного к югу от площади распространения дальредских пород, сделана в табл. 1.9, причем, где это возможно, приведены значения абсолютного возраста, определенного изотопным методом.

*Кристаллические породы, развитые в пределах варисского орогенического пояса.* Породы, слагающие полуостров Лизард и участок Старт-Пойнт — Болт-Хед, представлены кристаллическими сланцами, амфиболитами, а также комплексом серпентинитов и габбро. Абсолютный возраст гнейсов Кеннак, развитых на полуострове Лизард, колеблется в пределах 350—400 млн. лет. Эти породы, следовательно, нельзя точно сопоставить с какими-либо другими

Разрезы отложений Кельтского орогенного пояса Англии, Уэльса и юго-восточной Ирландии

Фаза	Этап	Геосинклинальная зона				Передовой прогиб		Форланд
		Юго-восточная Ирландия	Северный Уэльс — Инглтон	Южный Уэльс	Молверн-Халтер	Лонгмайнд и Рекин	Чаривуд	
Эпейрогеническая	Позднеорогенический вулканизм		<i>Арвонская вулканическая свита</i>	Пибдские отложения	Уоррен-Хаус	Уриконские отложения Линли-Хилла		
	Позднеорогенический магматизм	Карсорские граниты	Граниты Косдана и Сарн (600 млн. лет)	Регрессивный метаморфизм	<i>Позднемолеернский метаморфизм</i> (590 млн. лет)			
Орогеническая	Позднеорогеническое складкообразование	Регрессивный метаморфизм	Регрессивный метаморфизм <i>Основная складчатость</i> (611 млн. лет)	Долериты	Долериты	<i>Долериты</i> (638 млн. лет) <i>Долеритовая складчатость</i>	Долериты	
	Позднеорогеническое осадконакопление				Вентнорские отложения	<i>Вентнорские отложения (молаасы)</i>		
	Синорогеническое складкообразование			<i>Джонстонская гибридизация</i>	Гибридизация	Гранофиды Несогласие	<i>Маркфилдиды</i> (680 млн. лет) <i>Чарнийская складчатость</i>	
	Синорогенический магматизм и осадконакопление			Дюриты	<i>Молеерские плутоны</i>	<i>Стреттоисские отложения (молаасы, флиш)</i> Уриконские отложения (вулканические)		
	Раннесинорогенический этап	Росслерские мигматиты <sup>1</sup>	<i>Ранняя складчатость и Пенмундский метаморфизм</i> <sup>1</sup>	Складкообразование Интенсивный метаморфизм <sup>1</sup>	Интенсивный метаморфизм <sup>1</sup>			
Геосинклинальная	Осадконакопление	Калденстаунская группа	<i>Монские осадки и инглтонские образования</i>	Датч-джинские осадки	Осадки (?)			

(Названия, наиболее характерные для каждого из этапов, выделены курсивом).  
<sup>1</sup> Вероятнее всего, что эти отложения содержат останки более древнего фундамента.

метаморфизованными магматическими породами в Великобритании, хотя это очень сходно с позднесилурийской радиометрической датировкой, полученной для пород мойнской серии. Возможно, что это календонские магматические породы, поскольку в прилегающих участках обнажаются породы нижнего палеозоя. Однако эти породы прорваны габбровыми, долеритовыми и гранитными интрузиями, и в этом отношении они более сходны с преимущественно метаморфическими и изверженными породами, слагающими Нормандские острова и северное побережье Бретани. Эти отложения рассматриваются как составная часть позднедокембрийского фундамента главной варисской складчатой системы. В связи с этим возможно, что позднедокембрийский (800—600 млн. лет) орогенический пояс простирался от района распространения мойнских пород, через Ирландское море в южном направлении до Бретани.

## II. НИЖНИЙ ПАЛЕОЗОЙ

### Глава 2

#### КЕМБРИЙСКАЯ СИСТЕМА

##### Нижнепалеозойские геосинклинали

Несмотря на то что в настоящее время выделены многочисленные типы геосинклиналей, термин «геосинклиналь» обычно применяется для обозначения участка земной коры, претерпевшего прогибание, при котором отложились главным образом морские осадки огромной мощности (обычно измеряемые тысячами метров). Геосинклинали занимают линейно вытянутые участки, в которых осадконакопление продолжалось в течение длительного времени. Следовательно, величина прогибания была очень большой. Мощные геосинклинальные отложения неизменно подвергались процессам складкообразования в результате последующих орогенических движений. По своим структурным особенностям, мощностям и фациям они могут значительно отличаться от горизонтально залегающих или слабо дислоцированных отложений, накапливавшихся одновременно на других участках.

Прогибание геосинклинали не может быть результатом изостатической компенсации веса отложившихся осадков, как показал почти сто лет назад Дэна, хотя вес осадков должен рассматриваться как одна из причин этого процесса. То, что при образовании геосинклинали должны были действовать другие процессы, можно продемонстрировать путем вычислений; кроме того, это подтверждается тем, что первоначально, как правило, отлагались мелководные песчаные осадки с перитовой фауной, за которыми следовали глубоководные осадки.

Для классического типа геосинклинали, или эвгеосинклинали, характерны отложения, представленные преимущественно темными глинистыми сланцами и граувакками, переслаивающимися с вулканическими породами, причем граувакки часто являются образованиями мутьевых потоков. Упомянутые вулканические породы — это, как правило, спилитовые лавы, излившиеся под водой, однако во многих геосинклиналих, например в Уэльской каледонской геосинклинали, вулканические породы представлены андезитами наряду с базальтами и более кислыми лавами. Обычно также присутствие туфов, однако считают, что многие из этих пород являются игнимбритами. Геосинклинали отделяются одна от другой приподнятыми участками — геоантиклиналями. Геоантиклиналям могут быть источниками сноса обломочного материала для накопления осадков в погружающихся геосинклиналих, хотя второстепенные геоантиклиналям могут разделять геосинклиналильные прогибы лишь временно, так как они оказываются то приподнятыми, то погруженными ниже уровня моря.

Название «Уэльская каледонская или нижнепалеозойская геосинклиналь» было впервые применено Джонсом в 1938 г. к области развития нижнепалеозойских пород Уэльса. Эта геосинклиналь в какой-то мере соответствует теоретическим представлениям об эвгеосинклинали (хотя отмечалось отсутствие теоретически обязательной симметрии). Геосинклиналь отделялась от подобной же геосинклинали, располагавшейся к северо-западу, геоантиклиналью, которая включает район Англии и протягивается на юго-запад, в пределы современной южной части Ирландского моря, и на северо-восток, в направлении Инглтона. О существовании упомянутой выше геосин-

клинали, располагавшейся к северо-западу от Уэльской, свидетельствуют нижнепалеозойские породы юго-восточной Ирландии, острова Мэн и Озерного округа в северной Англии. Наивысшая вулканическая активность характерна для осевых частей геосинклиналей, а во времени этот максимум активности в общем приурочивается к среднему этапу их развития. Одним из основных возражений против того, чтобы считать нижнепалеозойские осадки Уэльской геосинклинали типично эвгеосинклинальными, служит факт наличия мощных «граувакк» раннекембрийского возраста, т. е. осадков, накапливавшихся на ранних стадиях геосинклинального цикла. Однако некоторые из этих нижнекембрийских пород являются скорее типичными аренистами, чем граувакками, и они, вероятно, отлагались в мелководных условиях; эта точка зрения также спорная, поскольку есть факты, свидетельствующие об отложении осадков мутьевыми потоками. В позднекембрийское время произошло существенное изменение палеогеографической обстановки. Это не вызывает никаких сомнений, несмотря на то что палеогеографические условия того времени не могут быть восстановлены с уверенностью. Возможно, что отложения кембрийского периода, длившегося около 80 млн. лет, принадлежат другому, более раннему геосинклинальному циклу, чем тот, в котором происходило накопление ордовикских и силурийских осадков.

Нижнепалеозойские породы южной Шотландии и близких по тектоническому положению районов Ирландии (массив Лонгфорд-Даун и район Марриска) в течение долгого времени также рассматривались как преимущественно геосинклинальные образования. В результате недавних работ Уолтона по стратиграфии ордовика и силура и вытекающей из них новой интерпретации геологического строения Южно-Шотландской возвышенности установлено, что мощность накопившихся осадков очень велика, около нескольких тысяч метров, что, несомненно, подтверждает точку зрения о геосинклинальных условиях образования этих осадков. Доордовикские отложения в пределах Южно-Шотландской возвышенности не установлены. Представление о том, что нижнепалеозойские породы распространены далее к северу, основывается главным образом на том, что вдоль южного борта прогиба Средне-Шотландской низменности наблюдаются выходы этих пород, а далее к северу залегают породы серии Хайленд-Бордер (края нагорий). Нет никаких данных о том, что на северном борту прогиба Средне-Шотландской низменности дальредские (кембрийские) породы переходят в породы серии Хайленд-Бордер (ордовик, вероятно, аренигский ярус). В действительности стратиграфические взаимоотношения этих толщ могут быть установлены только на острове Арран, где отложения серии Хайленд-Бордер несогласно залегают на дальредских породах. До сих пор не выяснено, проходила ли северная граница геосинклинали Южно-Шотландской возвышенности (или Моффатской геосинклинали) в раннеордовикское время дальше на север и протягивалась ли она в позднеордовикское время в районе краевого разлома Северо-Шотландского нагорья. Однако известно, что ось геосинклинали находилась в пределах Южно-Шотландской возвышенности и протягивалась примерно в направлении северо-восток — юго-запад. Осадконакопление в раннеордовикское время (аренигский век), несомненно, охватывало северо-западную Шотландию, где в это время частично формировались известняки Дернесс, тогда как для позднего ордовика и силурийского периода имеются данные об осадконакоплении лишь далеко на севере, в полосе краевого разлома Северо-Шотландского нагорья. Эти данные легли в основу построенных Уиллсом палеогеографических карт для аренигского века и времени Бала. Дальнейшие исследования, проведенные после 1952 г., не выявили каких-либо данных, на основании которых можно было бы существенно изменить интерпретацию палеогеографических условий, данную Уиллсом.

Уилльямс исследовал характер изменения ордовикских отложений от района Гёрванского шельфа до площади, располагающейся южнее долины

реки Стинхар, где эти отложения представлены геосинклинальными граувакками и глинистыми сланцами. Возможно, что Средне-Шотландская низменность представляла собой геоантиклиналь, которая в течение раннепалеозойского времени становилась все менее выраженной и в силуре превратилась в бассейн осадконакопления. Еще более убедительные данные свидетельствуют о том, что в пределах Южно-Шотландской возвышенности существовало «геоантиклинальное» осевое поднятие. Работы нескольких исследователей показали, как менялись очертания Моффатской геосинклинали на протяжении раннепалеозойского времени

### Граувакки

Многие нижнепалеозойские породы называются граувакками. Хотя это слово вошло в употребление более столетия тому назад, смысл его все еще остается спорным и в какой-то мере противоречивым; по этому вопросу имеется многочисленная литература. Помимо петрографического определения граувакки, некоторые авторы пытались объяснить причины ее широкого распространения. Исследовались способ транспортировки и условия накопления этих отложений; эти факторы включаются в понятие «граувакка» или, во всяком случае, подразумеваются. Комитет по вопросам осадконакопления, учрежденный при Американском национальном научно-исследовательском совете, определяет понятие «граувакки» на основе петрологических и минералогических признаков как «...песчаники, содержащие 33% или более минералов и обломков горных пород, являющихся продуктами разрушения легко выветриваемых основных изверженных пород, аспидных сланцев и темноцветных пород. Они могут быть или не быть в значительной степени отвердевшими и метаморфизованными». Вопреки последнему утверждению метаморфизованные граувакки иногда называют метаграувакками. Таким образом, граувакки — это преимущественно нечистые песчаники (но не аркозовые) различной степени зернистости; размер их зерен изменяется от 2 мм, возможно, до 0,5 мм, причем характерными признаками являются их плохая отсортированность и то, что зерна заключены в более мелкозернистом заполнителе темного цвета. Кроме того, нередко наблюдается градационная слоистость. Зерна обычно полуугловатые или угловатые, но, поскольку многие граувакки образовались в морских условиях и большинство из них было транспортировано водой, форма зерен не исключает возможности того, что этот материал переносился на расстояние нескольких сотен километров. Однако некоторые зерна могут быть «первичной генерации», т. е. образовавшимися не путем переотложения более древних осадочных пород, а непосредственно в результате эрозии изверженных или метаморфических пород. Кроме зерен кварца, в породе могут быть зерна полевого шпата, пироксена, амфибола, граната и т. д., а также обломки основных изверженных пород, тип которых установить невозможно. В целом граувакки как порода, возмозжно, обломочные по происхождению, однако Камминс подвергает сомнению обломочное происхождение заполнителя (matrix), считая, что он образовался после отложения осадка. Хотя петрографически граувакки могут рассматриваться как нечистые песчаники или алевролиты, следует считать досадным, что некоторые типы аренитов называются граувакками, хотя ясно, что они к ним не принадлежат.

Быть может, наиболее сложный вопрос при характеристике условий осадконакопления представляет глубина бассейна. Она может быть установлена с гораздо меньшей степенью уверенности, чем, например, соленость воды. Тем не менее некоторые авторы неправильно считали, что глубина бассейна осадконакопления является диагностическим признаком при определении граувакк. Изучение современных морских осадков с привлечением экспериментальных исследований показало, что грубозернистые пески отла-

гаются не только в пределах мелководного морского шельфа; они могли сноситься на континентальный склон и ниже, за его пределы, мутьевыми потоками, т. е. быстрыми течениями воды со взвешенными в ней частицами, имеющей поэтому высокую плотность. Мутьевые потоки обуславливают развитие в неконсолидированных осадках таких седиментационных текстур, как гиероглифы волочения (groove casts), слепки бороздок размыва (flute casts) и каналы. Вследствие того что эти осадки скатывались и сползали вниз по континентальному склону, в них могут встречаться сильно перемятые слои. Это обусловлено градиентом падения континентального склона, который составляет в среднем 1 м на 10 м по сравнению с обычно более пологим погружением в пределах континентального шельфа (1 м на 100 м) или океанического дна. Естественно, что осадки, отложившиеся на континентальном склоне или снесенные с него и накопившиеся в глубоководных впадинах, содержат мало неритовой бентонной фауны. Характерная особенность граувакк состоит в том, что они крайне редко содержат какие-либо ископаемые остатки. Некоторые нижнепалеозойские граувакки, по-видимому, вообще лишены фауны; изредка в них присутствуют граптолиты или же они переслаиваются с граптолитовыми глинистыми сланцами. С одной стороны, присутствие лишь пелагической фауны такого рода свидетельствует о том, что эти граувакки отлагались далеко от берега, т. е. в глубоководных условиях. С другой стороны, некоторые граувакки являются мелководными образованиями, поскольку они содержат неритовую раковинную фауну и характеризуются косой слоистостью.

Существовавшее ранее представление о том, что размер зерен (степень отсортированности) указывает на глубину осадконакопления или даже на расстояние от берега, подтверждается в отношении песчаных пород, в том числе и граувакк, не больше, чем для тонкозернистых аргиллитовых обломочных пород. Важным диагностическим признаком является характер материала, из которого состоят зерна граувакк, соединенные тонкозернистой заполняющей массой (а также малочисленность зерен промежуточных размеров). Многие нижнепалеозойские граувакки могли переноситься мутьевыми потоками, т. е. они представляют собой турбидиты, однако термины «граувакка» и «турбидиты» нельзя отождествлять. Учитывая условия образования граувакковых фаций, Бассет в сборнике «Британские каледониды» сделал четкое заключение о том, что «...все уэльские «граувакки» не являются турбидитами; более того, все уэльские турбидиты могут не быть граувакками; можно предположить, например, что известковистые алевролиты лудловского яруса являются образованиями мутьевых потоков».

Хотя граувакки и не являются отложениями, характерными исключительно для раннепалеозойского времени, и встречаются в разрезах от докембрия до по крайней мере миоцена, они в общем преобладают в палеозойских отложениях, и именно граувакки этой группы подверглись тщательному изучению.

### Кембрийская система

Отложения кембрийской системы, древнейшей из трех систем нижнего палеозоя, были впервые описаны Седжвиком в северном Уэльсе; от древнего наименования Уэльса (Кембрия) и происходит название системы. Во многих районах Англии кембрийские отложения залегают на докембрийских с ярко выраженным несогласием. С географической точки зрения это означает, что на территории древнего континента, который был сложен докембрийскими породами, существенно эродированными к тому времени, наступила трансгрессия моря, охватившая обширный район от Шотландии до юго-восточной Европы и от Скандинавии до восточной части Северной Америки. Это было началом весьма длительного периода морского осадконакопления на значи-

тельной части территории Великобритании. Древнейшие отложения представляют собой грубозернистые арениты; несмотря на то, что погружение не везде было одинаково интенсивным, с чем связано значительное разнообразие отложений, нижнекембрийские толщи везде представлены преимущественно песчаными фациями.

В некоторых районах граница между докембрийскими и кембрийскими отложениями проводится по этому крупному несогласию, однако такая картина наблюдается не везде. Во многих частях света кембрийские отложения согласно залегают на толще неметаморфизованных докембрийских отложений большой мощности, выделяемой под названием эокембрий<sup>1</sup>. Основание кембрийских отложений устанавливается только по появлению типичной нижнекембрийской фауны (аналогично тому, как определяют подошву более молодых систем); в действительности нижнюю границу системы часто приурочивают к несогласию, располагающемуся ниже слоев, содержащих нижнекембрийскую фауну. Трудности при установлении границы связаны прежде всего с отложениями, не содержащими фауны, какими, например, являются дальредские отложения, однако даже в северном Уэльсе в нижнекембрийских отложениях фауны недостаточно, чтобы с уверенностью установить положение основания этой толщи. В настоящее время придерживаются той точки зрения, что в ряде мест может наблюдаться постепенный переход от подстилающих докембрийских слоистых вулканических и осадочных пород, тогда как на других участках имеется несогласие и часть нижнего кембрия, возможно, отсутствует.

В Великобритании известны два крупных отдельных участка распространения кембрийских пород, расположенные на северо-западе Шотландии и на севере Уэльса. По литологическим особенностям и фауне отложения этих районов резко отличаются один от другого. В южном Уэльсе, а также в ряде районов Англии кембрийские породы известны по отдельным обнажениям (фиг. 2.1) или вскрыты скважинами; в общих чертах они сходны с отложениями типового разреза северного Уэльса.

**Северный Уэльс.** Кембрийские породы огромной мощности слагают один из отдаленных участков, известный под названием купола Харлех. По литологическим особенностям разрез может быть подразделен на три части (табл. 2.1). В связи с тем что подошва кембрийских отложений не обнажена, характер их контакта с докембрийскими отложениями не известен.

Таблица 2.1

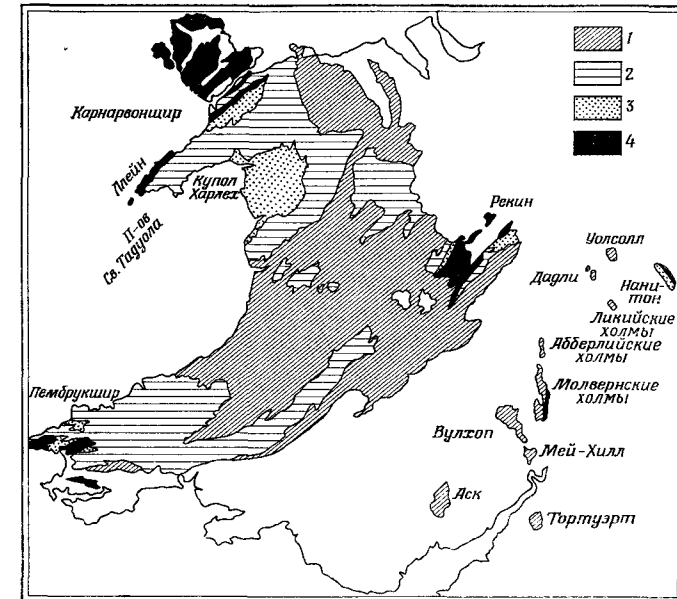
Нижний ордовик	Тремадокский ярус <sup>1</sup>
Верхний кембрий Средний кембрий Нижний кембрий	Плитняки с лингулами (потсдам) Меневи́йская группа (акадий) Харлехские слои (серия)

<sup>1</sup> Тремадокский ярус, который в течение многих лет считался самым верхним подразделением кембрийской системы, в настоящее время многие авторы относят к ордовикской системе.

Харлехская серия представлена мощной (свыше 2100 м) толщей песчаных пластов, содержащих прослои обычно сланцеватых аргиллитов. Самые нижние слои, обнажающиеся в данном разрезе, — это гравелиты Долуэн, которые содержат обломки докембрийских пород, однако они не являются базальными кембрийскими отложениями и сопоставляются с гравелитами Глог, развитыми к северу от Сноудона, в Карнарвоншире, где кембрийские

<sup>1</sup> В Советском Союзе она известна под названием вендского комплекса. — Прим. ред.

породы вновь выходят на поверхность. Глогские гравелиты подстилаются конгломератами, которые залегают на вулканических породах хребта Падарн. Гравелиты Риног, слагающие возвышенности Харлехского купола, имеют мощность 750 м, однако они уменьшаются в мощности в северо-западном направлении, где разрез становится более глинистым. На риногских гравелитах залегают глинистые сланцы, содержащие первичный марганец, которые перекрываются более молодыми гравелитами и глинистыми сланцами. Присутствие марганцевой руды свидетельствует о том, что в рассматриваемом

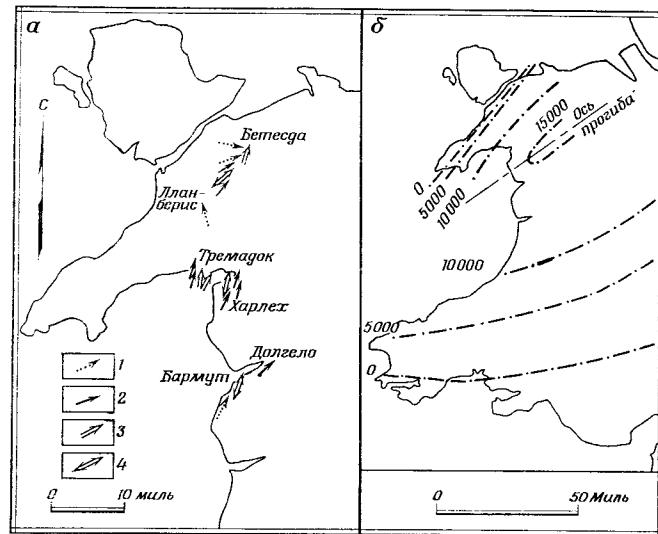


Фиг. 2.1. Обнажения нижнепалеозойских пород в пределах Уэльса и Уэльского бордерленда.

Породы: 1 — силурийские; 2 — ордовикские; 3 — кембрийские; 4 — докембрийские.

районе одновременно с осадконакоплением происходило латеритное выветривание и снос материала. Судя по тому, что далее к востоку песчаники Харлехских слоев становятся более крупнозернистыми, а отложения района Лланберис в северо-западном направлении приобретают более глинистый характер, можно предположить, что материал привнесся в основном с востока. Однако эта точка зрения противоречит тому, что в некоторых конгломератах встречается галька пород монского типа. Самые последние работы по изучению седиментационных текстур пород помогли выяснить направления течения палеопотоков. Поскольку кембрийские осадки отлагались в течение периода, длившегося около 100 млн. лет, причем значительную их часть составляют песчаные слои, несомненно, что направление транспортировки материала существенно менялось во времени. Возможность образования разных частей разреза за счет материала из различных источников сноса признана давно. Тем не менее до сих пор нет единого мнения о направлении палеотечений, существовавших в кембрии; различные критерии определения направлений, такие, как косая слойчатость, гиероглифы волочения, слепки бороздок размыва, ориентировка галек и т. д., приводят порой к противоречивым выводам. В последнее время Краймс и другие исследователи сопоставили различные критерии, в результате чего оказалось, что, хотя для разных горизонтов характерны различные направления палеопотоков (здесь существенную роль приобретают проблемы корреляции), при образовании нескольких горизонтов гравелитов палеопотоки шли преимущественно с юга или

юго-запада. Анализируя линии равных мощностей кембрийских отложений в целом (фиг. 2.2) с необходимой осторожностью, вызванной тем, что после кембрийского периода произошли складчатость и эрозия, можно примерно восстановить конфигурацию кембрийской геосинклинали Уэльса. Хотя эта геосинклиналь четко прослеживается далеко на восток, ее осевая часть простиралась в направлении северо-восток — юго-запад; возможно, что перенос материала происходил вдоль осевой части геосинклинали. Характер харлехских слоев указывает на ритмичность накопления грубозернистого и тонкозернистого материала, которая могла отражать изменения глубины бассейна во время осадконакопления. Сейчас уже никто не считает, что



Ф и г. 2.2.  
а — данные о направлении палеопотоков в слоях Мантурог и Фестиниог (плитняки с *Lingula*) северного Уэльса.  
1 — косая слоистость; 2 — знаки течений; 3 — следы волочения; 4 — следы волочения (не ясен знак движения).  
б — линии равных мощностей кембрийских отложений Уэльса.

харлехские слои целиком являются мелководными образованиями; предполагается, что некоторые из равномернослоистых граувакк, обнаруживающих подошвенные следы, были перенесены мутьевыми потоками.

Самые верхние слои харлехской серии более тонкозернистые и вверх по разрезу переходят в глинистые сланцы Гамлен с прослойками плитняков и гравелитов. Возможно, в среднекембрийской части разреза они переходят в отложения менивийской группы, представленной сланцами Клогоу, пиритизированными аргиллитами с фауной беззамковых брахиопод и трилобитов, включая парадоксиды. Наличие последних подтверждает среднекембрийский возраст отложений. Высокое содержание марганца в некоторых горизонтах кембрийских глинистых сланцев указывает на их образование из кислых гнейсов в результате латеритного выветривания. Не следует считать невозможным существование в раннем палеозое жаркого климата, так как, судя по данным палеомагнетизма, можно предполагать, что в то время Великобритания располагалась вблизи экватора. В основном разрезе северного Уэльса, на участке Харлехского купола, нижележащие слои не содержат трилобитов, однако по аналогии с разрезом южного Уэльса они, по-видимому, относятся главным образом к зоне с *Olenellus*, которая соответствует нижнему кембрию. находка в гравелитах Хеллс-Маут, эквивалентных риногским, трилобитов конца раннего кембрия свидетельствует о том, что харлехская серия частично имеет среднекембрийский возраст.

На среднекембрийских глинистых сланцах залегают плитняки с *Lingula*, представленные песчанистыми плитчатыми породами мощностью более

1200 м. Их формирование свидетельствует о возврате к более мелководным в общем условиям осадконакопления, поскольку в аспидных сланцах Пенрос (эквивалент аспидных сланцев Мантурог) и слоях Фестиниог, которыми сложена большая часть серии лингуловых плитняков, имеется много знаков ряби, косая слоистость, а также отпечатки ходов червей. Однако самая верхняя часть разреза, слой Долгелли, представлена темными аргиллитами, указывающими на новый переход к более глубоководным условиям осадконакопления, несмотря на то что эти отложения содержат фауну трилобитов. Беззамковые брахиоподы *Lingulella davisii* (ранее определенные как *Lingula*), от которых происходит название группы, характерны для фестиниогских слоев. В толще плитняков с *Lingula* появляются вулканические породы; это первое проявление вулканизма в кембрийском периоде, для которого в целом характерно отсутствие проявлений магматизма.

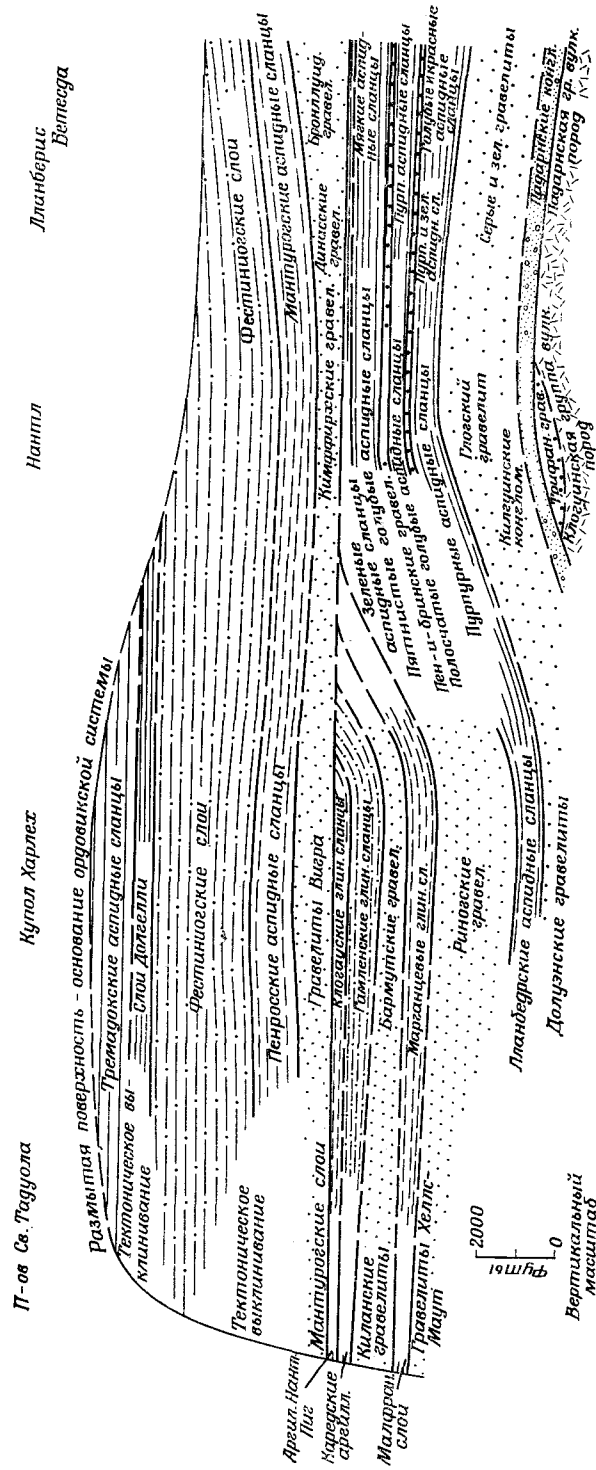
Кембрийские породы, обнажающиеся на полуострове Св. Тадуола (Ллеинский район), могут быть уверенно сопоставлены с породами, развитыми на участке купола Харлех. Здесь развиты плитняки с *Lingula*, представленные мантурогскими и фестиниогскими слоями, причем мантурогские слои содержат верхнекембрийские трилобиты *Olenus*. Подстилающие менивийские отложения, известные здесь под названием аргиллитов Нант-Пиг, содержат *Paradoxides* и другие трилобиты. Часть разреза, эквивалентная отложениям харлехской серии, и здесь сложена переслаивающимися гравелитами и глинистыми породами, причем подошва самой нижней части разреза, а именно гравелитов Хеллс-Маут, не обнажена. Следовательно, наблюдается очень близкое сходство с разрезами отложений, развитых на участке купола Харлех.

К северу от ордовикских пород горы Сноудон, в Карнарвоншире, где вдоль склона Падарнского хребта обнажаются кембрийские породы, на докембрийских вулканогенных породах залегают грубые конгломераты. В настоящее время известно, что вулканические и песчаные породы переслаиваются, но из-за отсутствия фауны нельзя установить, относятся эти слои к докембрию или к кембрию. Представление о том, что самые нижние песчаные пласты представляют собой базальный конгломерат, который залегают с крупным несогласием на поверхности докембрийских отложений, устарело; возможно даже, что крупного перерыва в осадконакоплении не было. Песчаные слои, залегающие в самой нижней части разреза (переслаивающиеся с вулканическими породами), вверх по разрезу переходят в более тонкозернистые песчаники и кварциты общей мощностью 600 м. Выше залегают в основном глинистые отложения несколько большей мощности. Эти осадки впоследствии превратились в аспидные сланцы. Значительная часть разреза лишена фауны, и поэтому его сопоставление с разрезом района Харлехского купола носит условный характер. Возможное сопоставление этих разрезов приведено на фиг. 2.3.

В этом Карнарвонширском обнажении менивийские слои, очевидно, отсутствуют, поскольку выше трансгрессивно залегают плитняки с *Lingula*, представленные здесь мантурогскими аспидными сланцами и фестиниогскими слоями.

**Южный Уэльс.** Кембрийские породы, обнажающиеся в южном Уэльсе лишь в Пембрукшире, в общем сходны по своей природе с кембрийскими отложениями северного Уэльса, однако разрез южного Уэльса менее полный, а мощность отложений не столь велика.

Нижнекембрийские отложения, эквивалентные отложениям харлехской серии северного Уэльса, здесь объединяются в серию Карфей. Выше по разрезу залегают отложения солвской и менивийской серий среднего кембрия, а верхний кембрий представлен только нижней частью серии плитняков с *Lingula*. Вышележащие породы, включая и тремадокскую серию, здесь отсутствуют.



Ф и г. 2.3. Схема, показывающая изменение разреза кембрийских отложений по площади в северном Уэльсе.

Кембрийские породы залегают с четко выраженным несогласием на докембрийских породах, перекрывая различные слои. В основании карфейской серии залегают красноцветные базальные конгломераты, часть галек которых образовалась из близлежащих кебидийских докембрийских вулканических пород. На конгломератах залегают лишённые фауны зеленоватые полевошпатовые песчаники, которые в свою очередь перекрываются ярко-красными глинистыми сланцами. Эти глинистые сланцы представляют собой самые древние кембрийские породы, содержащие фауну; сюда входит зональное ископаемое трилобит *Olenellus* (распространение которого, как теперь установлено, не ограничивается нижним кембрием), следы червей и брахиоподы *Lingulella*. Глинистые сланцы, включая пласты песчаников, постепенно переходят в вышележащую свиту серых песчаников. В южном Уэльсе мощность нижнего кембрия, как и мощность кембрийских отложений в целом, значительно меньше мощностей соответствующих отложений участка Харлехского купола (менее 300 м).

Среднекембрийские отложения южного Уэльса начинаются с базальных слоев, представленных галечниковыми песчаниками серии Солва, залегающей на размытой поверхности отложений карфейской серии. Присутствие трилобитов *Paradoxides* указывает на их среднекембрийский возраст. Выше по разрезу отложения солвской серии представлены песчаниками, аргиллитами с богатой фауной трилобитов и плитняками. Залегающие выше менивийские отложения, также с обильной фауной трилобитов, включая некоторые виды *Paradoxides*, начинаются с плитняков, однако залегающие выше темные глинистые сланцы и аргиллиты свидетельствуют о том, что вскоре установились глубоководные условия осадконакопления. Верхнекембрийские отложения, представленные в южном Уэльсе плитняками с *Lingula*, мощностью всего лишь 600 м не содержат обильной фауны, тем не менее было установлено, что они эквивалентны мантурогским слоям северного Уэльса. Отложение плитняков свидетельствует о восстановлении мелководных условий осадконакопления перед тем, как на обширной площади произошло сокращение области осадконакопления (этим объясняется повсеместное отсутствие верхних частей разреза).

Уэльский борденд и средняя Англия. Как и в северном и южном Уэльсе, нижний кембрий в данном районе представлен песчанстыми породами, начинающимися везде с мелководных базальных отложений. Эти базальные отложения называются кварцитами Рекин в Шропшире, кварцитами Молверн и Лики — в одноименных районах и кварцитами Хартсхилл — в Нанитоне. Несмотря на множество местных названий, эти характерные отложения являются отражением обширной трансгрессии моря. В Шропшире эти породы залегают либо на уриконских вулканических породах, либо на раптонских кристаллических сланцах, а в Нанитоне — на калдекотских вулканических породах. Последние образуют валуны, встречающиеся в нижнекембрийской толще, что свидетельствует о близости береговой линии, по крайней мере временной.

В Шропшире на базальных кварцитах залегают нижние комлийские слои, сложенные песчаниками с мало мощными прослоями известняков, содержащих фауну. Подобный же разрез характерен для района Молверн: на базальных кварцитах залегают песчаники Холлибуш с известковистыми прослоями. В Нанитонском обнажении хартсхиллские кварциты были подразделены на четыре части; они слагают значительную часть разреза нижнекембрийских отложений. Вблизи кровли кварцевой пачки залегают известняки с *Hyolithus*. В конце раннекембрийского времени отлагались глинистые сланцы; об этом свидетельствуют залегающие выше глинистые сланцы Перли (самые низы стокингфордских сланцев), которые частично относятся к этому подразделению.



Нижний кембрий	{ Нижние перлийские глинистые сланцы Кэмп-хиллские гравелиты Татл-хиллские кварциты Парк-хиллские кварциты Базальный конгломерат	{ Нижние стокингфордские глинистые сланцы Хартсхиллские кварциты

Если в северном Уэльсе отложение харлехских грубозернистых песчаников, возможно, продолжалось и в среднекембрийское время, то в Шропшире произошло местное воздымание, в результате которого верхняя часть комлийской серии несогласно залегает на эродированной поверхности нижнекомлийских отложений и содержит гальку нижнекомлийских пород. За этим перерывом в осадконакоплении последовало отложение морских глауконитовых песков и глин. Хотя этот перерыв может примерно соответствовать по времени перерыву между отложениями солвских и карфейских слоев в южном Уэльсе, в Молвернском районе нет признаков перерыва: холлибушские песчаники по возрасту частично среднекембрийские.

В Нанитоне, самом восточном обнажении кембрийских пород (скважинами эти породы вскрыты и восточнее), накопление илов, которое привело к образованию стокингфордских глинистых сланцев, началось в конце раннекембрийского времени и продолжалось в течение среднего и позднего кембрия. Здесь было подтверждено присутствие среднекембрийских зон, установленных в Швеции. Верхнекембрийские породы имеют плитчатый характер и в общих чертах сходны с эквивалентными им по возрасту плитняками с *Lingula*. Разрез здесь существенно отличается от разреза северного Уэльса главным образом в мощности, которая в этом районе составляет всего лишь 1200 м (одна треть максимальной мощности типового разреза). Наличие фосфатов и глауконита указывает на то, что осадконакопление, вероятно, происходило медленно, в условиях сильных морских течений.

В позднем кембрии, по-видимому, произошло сокращение площади, в пределах которой проходило осадконакопление: в южном Уэльсе присутствует только нижняя часть плитняков с *Lingula*; в Шропшире отложений, которые можно было бы с уверенностью отнести к этому возрастному интервалу, не установлено, там верхняя комлийская серия (среднекембрийская) перекрыта глинистыми сланцами Шайнтон, которые целиком считаются тремадокскими (ордовикскими). Однако в Молвернском районе глинистые сланцы Уайтливд-Оук (черного цвета), перекрывающие холлибушские песчаники, относятся к верхнему кембрию.

Приблизительно сопоставление основных стратиграфических подразделений дано в табл. 2.2.

Таблица 2.2

	Северный Уэльс	Южный Уэльс	Шропшир	Молверн	Нанитон
Тремадок	Тремадокские слои		Шайнтонские глинистые сланцы	Бронсилские глинистые сланцы	Стокингфордские глинистые сланцы { Мирвейльские глинистые сланцы Олдберийские глинистые сланцы Перлийские глинистые сланцы Хартсхиллские кварциты
Верхний кембрий	Плитняки с <i>Lingula</i> { Долгеллийские Фестиниогские Мантурогские	Плитняки с <i>Lingula</i>		Глинистые сланцы Уайтливд-Оук	
Средний кембрий	Менивийские отложения	Менивийские отложения Сольские отложения	Верхнекембрийские отложения	Холлибушские песчаники	
Нижний кембрий	Харлехская серия	Карфейские отложения	Нижнекембрийские отложения Кварциты Ренкин	Молвернские кварциты	

### Кембро-ордовикские породы Шотландии

Несмотря на то что нижнепалеозойские породы распространены в Озерном округе северной Англии, на Южно-Шотландской возвышенности и в краевой зоне Северо-Шотландского нагорья, присутствия среди них кембрийских отложений не установлено. Однако в северо-западной Шотландии кембрийские и нижнеордовикские отложения обнажены на значительной площади.

Западнее Мойнского надвига в пределах предгорий каледонской цепи, а также в сумбойнских покровах нижнепалеозойские породы несогласно залегают на докембрийских породах льюисского и торридонского возраста, поверхность которых была выровнена в результате морской эрозии. Обнажение этих пород узкой полосой протягивается на большом расстоянии от Дернесса на северном побережье Шотландии до Слитского участка на острове Скай.

Ни по литологическим особенностям, ни по фауне эти отложения не похожи на разновозрастные отложения Англии и Уэльса; с последними сходны лишь низы разреза, представленные песчаниками и кварцитами. Большая часть разреза мощностью около 1050 м сложена доломитовыми известняками, тогда как в других районах Великобритании известняки редко встречаются в разрезе кембрийской и ордовикской систем. Разрез может быть подразделен на три части.

1. Серия песчаников мощностью 150—180 м. Пачка нижних кварцитов общей мощностью 90 м состоит из базальных конгломератов мощностью всего около 1 м, переходящих вверх по разрезу в косослоистые кварциты и грубозернистые песчаники, обычно не содержащие фауны. Выше залегает пачка верхних кварцитов или «трубчатых пород» примерно той же мощности. Кварциты верхней пачки пронизаны многочисленными ходами червей, в основном рода *Skolithus*, на основании чего их назвали трубчатыми породами. Прежде эти отложения подразделяли на 5 «зон» на основании типа, размеров и обилия ходов червей, однако такое подразделение оказалось обосновательным. Эти зоны не прослеживаются по площади и не выдерживаются в вертикальном разрезе. Недавно было высказано предположение, что два основных вида ходов червей, возможно, отражают различия в скорости осадконакопления.

2. Переходные слои мощностью 15 м. Планолитовые, или «фукоидные», слои представлены доломитовыми глинистыми сланцами со сплюснутыми ходами червей, которые некогда принимались за окаменелые морские водоросли (фукоиды); в тонких пропластках встречаются трилобиты рода *Olenellus*, а также *Olenelloides* и хитиновые брахиоподы. Вышележащий горизонт грубозернистых песчаников с *Salterella* (ранее известный под названием серпулитового), хотя и маломощен, но хорошо выдержан по площади. Этот горизонт также содержит *Olenellus*, *Salterella*, *Skolithus* и брахиоподы.

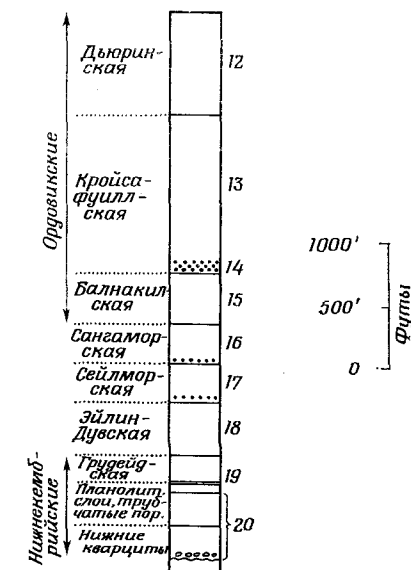
3. Серия известняков Дернесс. Эта серия представлена в основном доломитовыми известняками большой мощности, однако наблюдаются изменения петрографического состава пород и некоторые горизонты представлены кремнистыми породами. В Дернессе, северной части района обнажения этих пород, серия подразделяется по литологическим особенностям на семь горизонтов (фиг. 2.4), причем отложения четырех нижних горизонтов общей мощностью 105 м установлены и на острове Скай, где они имеют местные названия.

Самый нижний в разрезе дернесского известняка горизонт Грюейд содержит *Salterella* и вместе с подстилающими песчанистыми породами относится к нижнему кембрию. Во втором снизу горизонте Эйлин-Дах обнаружены лишь отпечатки водорослей и червей; в следующем горизонте Селмор имеется редкая фауна моллюсков, в основном гастропод, тогда как

в вышележащем горизонте Сангамор фауна отсутствует. Таким образом, толща отложений, измеряемая сотней метров, лишена фауны, на основании которой можно было бы установить их точный возраст. Однако в трех верхних горизонтах разреза известняков Дернесс (Балнакил, Кройсафуилл, Дьюрин), общая мощность которых составляет около 750 м, содержится более богатая и разнообразная фауна, включающая гастроподы, трилобиты, брахиоподы и губки, которая по аналогии с фауной Северной Америки и восточной Гренландии свидетельствует о нижнеордовикском возрасте отложений. Следовательно, большая часть разреза дернесских отложений имеет ордовикский возраст (хотя нижняя часть разреза относится к нижнему кембрию), поэтому отложения верхнего и среднего кембрия не

могут иметь большую мощность, несмотря на отсутствие каких-либо крупных перерывов в осадконакоплении.

Северо-западная часть Шотландии в раннем палеозое, по-видимому, представляла собой часть обширного морского шельфа, простиравшегося к западу в пределы Северной Америки (которая в то время, вероятно, располагалась гораздо ближе к Европе). Первоначально на размытой морем поверхности в мелководных условиях отлагались песчаные породы. Об этом свидетельствуют знаки ряби и следы червей. Поскольку терригенного материала стало поступать меньше, наступил весьма продолжительный период отложения известняков на очень медленно погружавшемся морском ложе. Различия в литологических особенностях и фауне известняков свидетельствуют о том, что они отлагались на разных глубинах, в связи с чем нельзя исключить возможность поднятия суши и прекращение осадконакопления в среднекембрийское и позднекембрийское время, несмотря на то, что данных, подтверждающих это, недостаточно.



Фиг. 2.4. Разрез кембро-ордовикских отложений северо-западной части Северо-Шотландского нагорья.

Одной из самых слабоизученных проблем геологии палеозоя являются взаимоотношения между разрезом отложений Дернесса в Шотландии и разновозрастными отложениями Уэльса, фауна которых существенно различна, несмотря на то что указанные районы находятся на расстоянии не более 500 км один от другого. Данные о развитии кембрийских пород в промежуточных районах очень редки и сложны для интерпретации. Как предполагалось в гл. 1, дальредские породы частично могут иметь кембрийский возраст, хотя они значительно отличаются от кембрийских пород, развитых в районе Дернесс. После периода осадконакопления, завершившегося отложением известняков, стали накапливаться граувакки и преимущественно песчаные отложения с прослоями аргиллитов, вероятно, в пределах погружающегося прогиба.

Породы серии Хайленд-Бордер (их описание приводится ниже), которые распространены в виде клиньев непосредственно к югу от краевого разлома Северо-Шотландского нагорья, по-видимому, полностью имеют ордовикский возраст. Возможно, аренигские по возрасту черные глинистые сланцы и кремнистые породы со спилитовыми лавами, слагающие нижнюю часть серии, несогласно перекрываются более песчанистыми породами,

причем условия накопления этих отложений существенно отличаются от условий осадконакопления почти разновозрастных отложений верхней части дернесского известняка. Более того, отложения серии Хайленд-Бордер имеют мало общего с верхнедальредскими породами, хотя сопоставлять эти разрезы трудно из-за метаморфизма, которому подверглись верхнедальредские породы. Возможно, такое сравнение вообще неуместно, потому что накопление дальредских осадков могло закончиться до начала отложения серии Хайленд-Бордер. Как далеко на юг простиралась область кембрийского осадконакопления, можно только догадываться, поскольку на юге Шотландии кембрийские породы не обнаружены. В действительности на двух участках установлены нижнеордовикские породы, представленные преимущественно лавами и кремнистыми сланцами, но ни на одном из них основание ордовикской системы не обнажается. Возможно, что в кембрийское время между районом осадконакопления северного Уэльса и дальредской геосинклиналью располагалась геоантиклинальная область. Однако к ордовикскому времени осадконакопление в пределах Великобритании распространилось на более обширную площадь, и дернесские известняки, возможно, представляют собой отложения морского шельфа, окаймлявшего сложный район чередования геосинклиналей и геоантиклиналей.

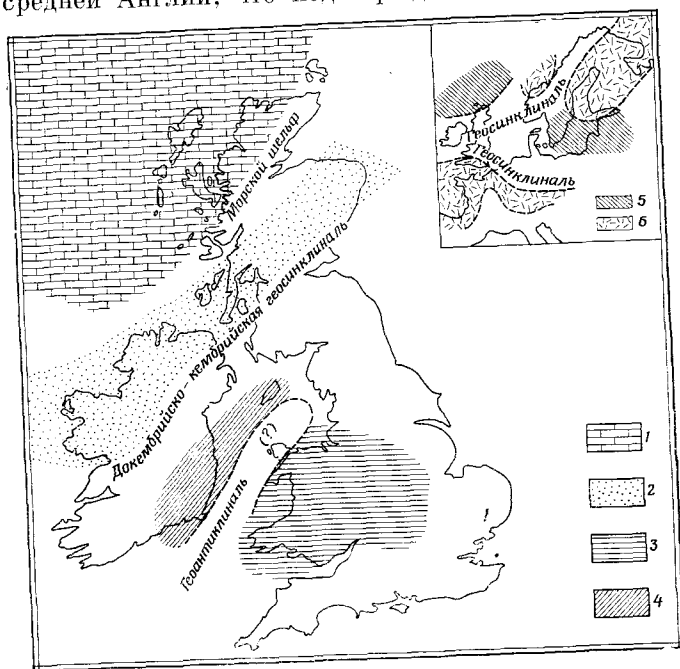
*Ирландия и остров Мэн.* Толща, известная под названием сланцев Мэнкс (Manx Slates) и представленная граувакками, алевролитами и пелитовыми сланцами общей мощностью около 7500 м, почти лишена фаунистических остатков, за исключением ходов и следов червей. Однако пятьдесят лет тому назад в слоях, которые, как подтвердилось в последнее время, залегают в самой верхней части разреза, была найдена фауна *Dictyoneta*; эта находка доказывает, что большая часть мэнкской толщи, по-видимому, имеет кембрийский возраст. На основании литологических особенностей и седиментационных текстур отложений можно предположить, что накопление осадков происходило в общем в глубоководных геосинклинальных условиях. Мэнкские сланцы должны быть значительно древнее сланцев, развитых в северной части Озерного округа, с которыми их некогда сопоставляли. Эти породы приблизительно разновозрастны с отложениями группы Клара в юго-восточной Ирландии. Мэнкские сланцы подвергались многофазной каледонской складчатости и слабому региональному метаморфизму.

В северо-западной Ирландии типичные кембрийские породы отсутствуют; нижнеордовикские породы залегают там на деформированных и метаморфизованных дальредских породах — коннемарских кристаллических сланцах. В юго-восточной Ирландии, в восточном Ленстере (графства Уиклоу и Уэксфорд) обнажается толща доордовикских пород мощностью несколько тысяч метров, известная под названием серии Брей. Эта серия, сложенная в основном граувакками, обычно с подошвенными следами, считается докембрийской, хотя решающего палеонтологического подтверждения этому нет. Залегающие выше породы группы Клара, представленной очень мощными аргиллитами, также являются доордовикскими, но, поскольку они несогласно залегают на породах брейской серии, предполагается, что они относятся к кембрийскому периоду.

Отсутствие кембрийских отложений в Англии (фиг. 2.1) и их вероятное отсутствие на Пеннинах, где имеются выходы докембрийских, ордовикских и силурийских (но не кембрийских) пород, тогда как южнее в тех же Пеннинах глубокая свяжина вскрыла фундамент, сложенный вулканическими породами уриконского типа, — все это свидетельствует о том, что, возможно, уже в кембрийское время на месте Ирландского моря была суша. Этот континентальный массив должен был располагаться между современными обнажениями кембрия в Уэльсе, с одной стороны, и в юго-восточной Ирландии и на острове Мэн — с другой. Однако любую попытку восстановления палеогеографических условий, существовавших на территории Великобритании

в кембрийский период (фиг. 2.5), необходимо рассматривать как приближенную.

Ниже приводится краткое описание кембрийских пород, обнажающихся в отдельных районах Северной Европы, с целью выяснения более общих особенностей палеогеографической обстановки. В районе Осло нижнекембрийские песчаные породы перекрываются преимущественно глинистыми отложениями, накопившимися в интервале от среднего кембрия (на что указывает фауна *Paradoxides*) до тремадокского века. Таким образом, разрез кембрийских отложений этого района в общих чертах сходен с разрезом средней Англии, что подтверждает широкое распространение кембрийской



Фиг. 2.5. Палеогеографическая обстановка в Великобритании в кембрийское время.

На врезке показаны основные черты географии Европы в кембрийское время. 1 — кембро-ордовикские известняки с базальными псаммитами; 2 — геосинклинальный (дальредский) флиш; 3 — кембрийские отложения Уэльса и средней Англии; 4 — кембрийские отложения юго-восточной Ирландии и манские сланцы; 5 — морской шельф; 6 — кратоген.

геосинклинали и ее общее юго-западное — северо-восточное простирание (фиг. 2.5, врезка). Кембрийские породы известны в Бретани, а также в виде отдельных выходов — в Арденнах, однако из-за малочисленности встречаемой в них фауны и сложного строения, явившегося результатом варисской складчатости, трудно установить детальную стратиграфию этих отложений. Формирование толщи кристаллических сланцев, филлитов и асидных сланцев, возможно, происходило с докембрийского времени и продолжалось в кембрии (как и при накоплении дальредской толщи). В южных районах Великобритании сходных разрезов не установлено.

### Кембрийская фауна

В докембрийских отложениях ископаемые остатки встречаются редко, тогда как в кембрийских отложениях фауны много и она разнообразна. Довольно разнообразные ископаемые остатки встречаются даже в самых древних кембрийских слоях, несмотря на то что в Великобритании большая часть нижнекембрийского разреза представлена песчаными породами и в некоторых районах ископаемые остатки не сохранились. Все кембрийские осадочные породы, по-видимому, имеют морское происхождение, во всяком случае, вся кембрийская ископаемая фауна, безусловно, морская. Она представлена главным образом беспозвоночными, обитающими в мелководной

(неритовой) среде, а также некоторыми видами морских простейших растений.

Как считали ранее, когда тремадокский ярус входил в состав кембрийской системы, большинство типов семейства беспозвоночных уже существовало в кембрийское время. Однако некоторые из них появились лишь в тремадокском веке. Среди кембрийской фауны преобладают трилобиты, которые составляют 60% всех ископаемых остатков; все фаунистические зоны в кембрийских отложениях уэльского типа выделены по трилобитам, за исключением двух зон, охарактеризованных брахиоподами, и одной — кольчатыми червями. Последние достигли своего максимального развития в позднекембрийское — раннеордовикское время. Фауна нижнекембрийских отложений в основном представлена трилобитами из семейства *Olenellidae*; другие отряды трилобитов, за исключением *Proparia*, как и хитиновые брахиоподы и *Hyolithes*, были распространены в течение всего кембрия. Типичными для среднекембрийских отложений являются *Paradoxides*, *Microdiscus* и около десяти видов *Agnostus*. Верхнекембрийские трилобиты *Olenidae* (по оленидам названы плитняки с *Lingula*) не встречаются вместе с *Paradoxides*, которые распространены ниже по разрезу, но они сосуществовали с новыми видами *Agnostus*.

Брахиоподы встречаются, начиная с низов кембрия, например, *Paterina* и *Obolella* найдены в нижнекембрийских отложениях. Большинство кембрийских форм являются беззамковыми, но встречаются и примитивные замковые (*Palaeotremata*), а также *Orthacea*. В кембрийских отложениях появляются кишечнополостные, представленные гидроидными полипами и строматопоридеями, тогда как кораллы не обнаружены. Распространены аннелиды, причем иногда в больших количествах. Моллюски в основном относятся к классу гастропод или представлены малоизвестными *Monoplacophora*; в конце периода появляются наутилоидеи. Если тремадокский ярус исключить из кембрийской системы, то оказывается, что кембрийские отложения лишены граптолитов.

В дернесском разрезе, представленном известковистыми породами, трилобиты редки; наиболее широко распространены гастроподы, такие, как *Maclurea* (семейство *Eucomphalidae*), *Hormotoma* (семейство *Murchisonidae*), *Euconia* и *Raphistoma* (семейство *Pleurotomaridae*), а также головоногие моллюски с прямой раковинной, пластинчатожаберные, иглокожие и губки. Родство этой фауны с фауной Северной Америки было установлено более столетия тому назад. Некоторые виды ископаемых организмов встречаются как в отложениях группы Дернесс, так и в отложениях группы Бикмэнтаун Аппалачей.

## Глава 3

### ОРДОВИКСКАЯ СИСТЕМА

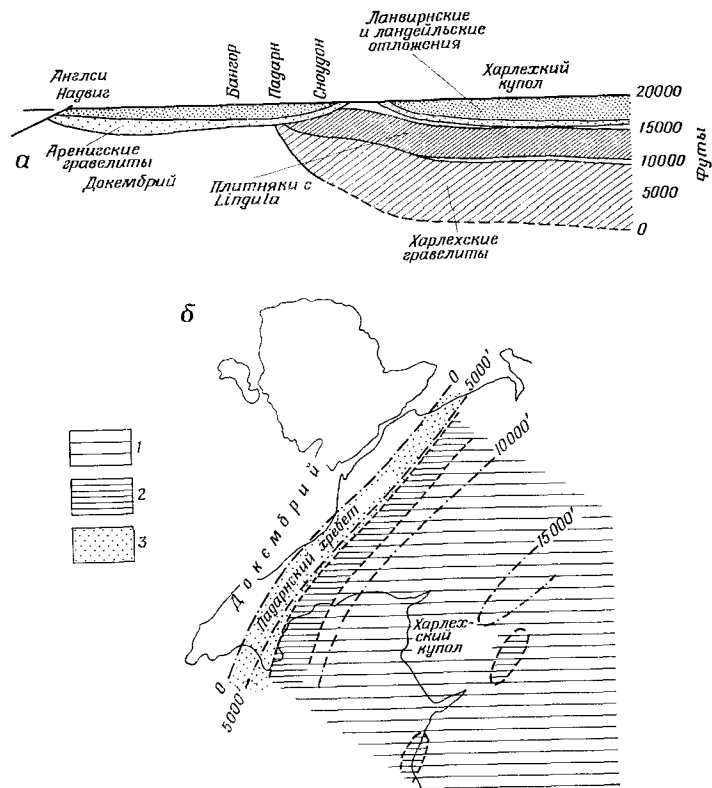
#### Тремадокский ярус<sup>1</sup>

Ордовикская система, выделенная в 1879 г. Лэпвортом, который предложил включить в нее слои, ранее относимые Седжвиком к кембрийской системе, а Мурчисоном — к силурийской, получила свое название от древнего британского племени ордовиков. Начинающиеся тремадокскими слоями отло-

<sup>1</sup> Отложения ордовикской и силурийской систем подразделяются авторами на серии (series), соответствующие ярусам международной шкалы. В русском тексте употребляется термин «ярус». — Прим. перев.

жения описываемой системы почти повсеместно несогласно залегают на более древних отложениях, которые подверглись эрозии и местами смяты в складки.

Тремадокские слои представлены мощной серией сланцеватых аргиллитов, залегающих по периферии Харлехского купола в северном Уэльсе. В окрестностях Тремадока они, очевидно, представляют собой переходные отложения между верхнекембрийскими и аренигскими; возможно, осадконакопление происходило без перерыва. Аренигские гравелиты (нижний ордовик) повсюду залегают с отчетливым несогласием на тремадокских или более древних породах, перекрывая все более древние отложения по мере продвижения на северо-запад. В результате этого породы тремадокского яруса



Ф и г. 3.1. Трансгрессивное залегание аренигских отложений в северном Уэльсе. А — поперечный разрез, вносящий геологическую обстановку в северном Уэльсе в позднеордовикское время. Повторяющийся разрыв (в основании кембрия, верхнего кембрия, аренигского яруса, толщи Бала) в северной части суммируется. Б — схема, иллюстрирующая трансгрессивное залегание ордовикских пород в северном Уэльсе. 1 — тремадокские отложения; 2 — плитняки с *Lingula*; 3 — средне- и нижнекембрийские отложения.

отсутствуют на полуострове Св. Тадуола, к северо-западу от Сноудона в Карнарвоншире, а также на острове Англси.

Хотя тремадокская серия отсутствует также и в южном Уэльсе, на территории Уэльского бордерленда, у Молверна, она представлена глинистыми сланцами Бронсил, а в Шропшире — глинистыми сланцами Шайнтон мощностью более 900 м. Последние были подразделены на следующие зоны:

- зона *Shumardia pusilla* (брахиоподовые слои);
- зона *Clonograptus tenellus*;
- зона *Dictyonema flabelliforme*.

Далее к востоку, в районе Нанитона, тремадокские отложения представлены мирвейлскими глинистыми сланцами, которые слагают верхнюю часть стокингфордской серии. В целом тремадокские отложения распространены так же, как и кембрийские (несмотря на то, что в позднекембрийское время произошла регрессия моря), и иначе, чем аренигские, которые восточнее западного Шропшира не распространены.

В тремадокских слоях содержится значительное количество трилобитовой фауны оленид, например *Angelina*, а также таких предшественников типичных ордовикских семейств, как *Asaphellus*. Появление граптолитов, возможно, имеет наибольшее значение: в нижних частях разреза встречается *Dictyonema*, а также имеется много древовидных анизограпид.

В позднетремадокское время, представленное зоной *Shumardia pusilla*, мелководные условия осадконакопления быстро распространились на обширной площади, в результате чего сформировалась толща песчаных отложений — гравелиты Гарт и их эквиваленты. В Тремадоке толща этих отложений перекрывает пелагические илистые осадки — тремадокские глинистые сланцы, а в других местах несогласно залегают на более древних отложениях. Это, в частности, хорошо видно в северном Уэльсе (фиг. 3.1), а несогласие четко выделяется особенно на полуострове Св. Тадуола, где ордовикские породы на расстоянии всего лишь полутора километров трансгрессивно перекрывают отложения, начиная от плитняков с *Lingula* до гравелитов Хеллс-Маут. В то же время на полуострове Ллеин и острове Англси аренигские породы залегают с перерывом даже на докембрийских отложениях. Южнее несогласие также выражено отчетливо (в отличие от района Тремадок).

#### Осадконакопление в ордовикском периоде

В ордовикский период рассматриваемая территория представляла собой широкий геосинклинальный прогиб, простиравшийся с северо-востока на юго-запад и, по-видимому, ограниченный разломами, так что прогибание происходило в пределах грабена. Несомненно, что районы средней Англии представляли собой кратоген, который существовал в течение всего ордовикского и всего силурийского периодов, хотя временами оказывался погруженным под воды мелкого эпиконтинентального моря. В послетремадокское время образовался Шропширский массив, сложенный докембрийскими и кембрийскими породами и ограниченный системой нарушений Чёрч-Стреттон — Понтесфорд; полный разрез ордовикских отложений встречен лишь к западу от этого массива. Район, расположенный непосредственно восточнее этого массива, до позднеордовикского времени (карадокский век) больше не затоплялся морем, в связи с чем в южном Шропшире, восточнее Лонгмайнда, ордовикские отложения имеют значительно меньшую мощность. Еще далее к востоку, на территории средней Англии, ордовикские отложения на поверхность не выходят, вероятно, главным образом из-за того, что они там не отлагались, хотя одной из скважин были вскрыты породы ланвирнского яруса (среднего ордовика).

После того как в начале ордовика накопились широко распространенные песчаные отложения, произошло общее углубление ордовикской геосинклинали, которое привело к накоплению двух резко различных в фациальном отношении типов осадков. В пределах глубоководных участков отлагались глинистые сланцы с граптолитами и граувакки, также содержащие граптолиты (и незначительное количество других ископаемых), тогда как на мелководных периферийных участках отлагались более песчаные осадки, часто характеризующиеся богатой бентонной фауной. Мелководные отложения достигают мощности тысячи метров, свидетельствуя о постепенном прогибании области осадконакопления. Естественно, что не везде прогибание земной коры происходило с одинаковой скоростью; очевидно, оно

было дифференцированным по площади. В результате этого на отдельном участке в течение некоторого времени могли отлагаться граптолитовые (возможно, батиальные, см. стр. 59), а в другое время — неритовые фации. Другими словами, разрез может быть представлен смешанными фациями. Распределение граптолитовых и неритовых фаций существенно изменялось на протяжении ордовикского периода, длившегося около 60 млн. лет.

В пределах более глубоководных участков осадконакопление было более непрерывным, поскольку незначительные воздымания, изменявшие положение береговой линии, не приводили к подъему этих участков до того уровня, при котором образовавшиеся в их пределах осадки могли быть подвержены субаэральной эрозии или даже воздействию волн. Подобные разрезы отложений должны характеризоваться наиболее полным комплексом фауны. Именно в породах осевой части геосинклинали были найдены граптолиты, которые в течение ордовикского (и силурийского) периода представляли собой быстро развивающуюся группу. Изменение форм граптолитов во времени позволяет четко выделить фациальные зоны. Граптолитовые зоны объединяются в более крупные подразделения, свиты или ярусы, которые получили свои названия от ранее существовавших литологических групп (табл. 3.1). Все ярусы, за исключением ашгилльского, названы по населен-

Таблица 3.1

Верхний ордовик	Ашгилльский ярус	<i>Dicellograptus anceps</i> <i>Dicellograptus complanatus</i>
	Карадокский ярус	<i>Pleurograptus linearis</i> <i>Dicranograptus clingani</i> <i>Climacograptus wilsoni</i> <i>Climacograptus peltifer</i> <i>Nemagraptus gracilis</i>
Нижний ордовик	Ландейльский ярус	<i>Glyptograptus teretiusculus</i>
	Ланвирнский ярус	<i>Didymograptus murchisoni</i> <i>Didymograptus bifidus</i>
	Ареннигский ярус	<i>Didymograptus hirundo</i> <i>Didymograptus extensus</i>
	Тремадокский ярус	<i>Shumardia pusilla</i> <sup>1</sup> <i>Clonograptus tenellus</i> <i>Dictyonema flabelliforme</i>

<sup>1</sup> Трилобитовая фациальная зона.

ным пунктам Уэльса, в которых развиты типовые разрезы отложений этого возраста.

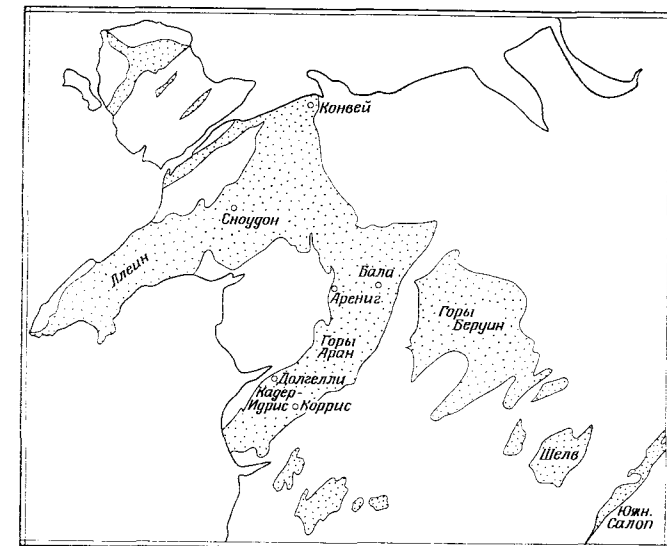
Обмеление геосинклинали приводило к сокращению районов глубоководного осадконакопления и широкому распространению неритовых фаций. Естественно, наблюдались и обратные явления, когда происходило временное преобладание глубоководных условий, вызвавших образование единичных прослоек граптолитовых сланцев в разрезах преимущественно неритовых отложений. Последнее облегчает сопоставление отложений, резко отличающихся друг от друга.

### Ордовикские вулканические породы

Одно из главных отличий ордовикской системы от предшествующей кембрийской состоит в широком проявлении в ордовике вулканической деятельности. В южной части Харлехского купола, в районе Долгелли, а также в южном Уэльсе вулканическая деятельность началась в доареннигское время, и самые древние вулканические породы залегают на плитняках

с *Lingula* и перекрываются базальными гартскими гравелитами аренигского возраста. Позднее вулканическая деятельность охватила обширную площадь, и в северном Уэльсе известно много центров ее проявления. В Озерном округе северной Англии в раннеордовикское время образовалась толща вулканических пород огромной мощности; вулканические породы известны также в пределах Южно-Шотландской возвышенности и в районе краевого разлома Северо-Шотландского нагорья. В Ирландии в ордовикское время магматическая деятельность проявилась на обширной площади; она началась в раннеаренигское время и неоднократно возобновлялась впоследствии.

Вулканические породы Уэльса могут быть подразделены на два типа: основные и кислые. Основные породы представлены спилитами и андезитами, причем спилиты образуют лавовые подушки и, несомненно, образовались в подводных условиях, как и палагонитовые лавы и туфы. Кислые породы представлены риолитами, дацитами и игнимбритами, залегающими вместе со слоистыми туфами. Игнимбриды, легко отличимые по характерной текстуре, которая напоминает сплюснутые черепки, представляют собой продукт вулканического облака — огненного облака лавы и газа, образующегося, когда лава обогащена кремнезёмом и является вязкой. В противоположность



	Ю. Уэльс	Коррис	Долгелли	Бала	Сноудон	Конвей	Горы Беруин
Ашгилльский ярус							
Карадокский ярус					vvv Сноудонская вулканич. серия	vvv Конвейская вулканич. серия	vvv
Ландейльский ярус		vvv Период	vvv	относительного спокойствия			
Ареннигский ярус	vvv	vvv	vvv	vvv			
	vvv		vvv	vvv			

Ф и г. 3.2. Центры ордовикского магматизма в северном Уэльсе.

спилитам, сформировавшимся в подводных условиях, игнимбриды образуются в субаэральных условиях (хотя игнимбриды и встречаются в разрезах, целиком сложенных морскими отложениями). Отсюда следует, что характер вулканических пород тесно связан с условиями осадконакопления. Более

древние вулканические образования представлены главным образом основными породами, а более молодые — обычно кислыми породами. Однако Раст отметил в районе горы Сноудон особый случай перехода от подводных условий к субаэральным, о чем свидетельствует следующий разрез: тонкозернистые осадки — грубозернистые осадки — подушечные лавы — волнистые лавы — игнимбриты.

Мощность раннеордовикских вулканических пород, залегающих на крыльях Харлехского купола, как и ланвирских вулканических образований, быстро возрастает в южном направлении. Возможно, что разлом Бала представляет собой глубинный разлом, по которому поступала подкоровая магма. Вслед за периодом слабой вулканической деятельности в ландейльское время произошли новые вспышки магматизма в кардокском веке в Уэльсе (фиг. 3.2). Описание изверженных пород дается вместе с описанием осадочных отложений, образовавшихся в то же время.

### Отложения ордовикской системы в Уэльсе

*Аренигский ярус.* Вслед за вспышкой вулканической деятельности в районе Долгелли и в южном Уэльсе размытая поверхность кембрийских и докембрийских пород была занята морем. В начале произошло отложение песчаных осадков, известных в северном Уэльсе как гартские гравелиты, а в Шропшире — как кварциты Стайперстонз. Эти древнейшие слои представлены грубообломочным конгломератом в Пембрукшире и на севере Уэльса. В северо-западном направлении они становятся еще менее отсортированными и значительно увеличиваются в мощности: если к востоку от купола Харлех мощность этих отложений составляет лишь около 90 м, то на острове Англиси она достигает 900 м.

Мощность глинистых сланцев с *Tetragraptus*, залегающих на гартских гравелитах, обычно составляет около 360 м, однако она меняется в значительных пределах. На полуострове Ллейн нижняя часть разреза мощностью около ста метров представлена песчаниками и плитняками, а юго-западнее Кадер-Идрис, где эти породы достигают максимальной мощности, очень хорошо развиты пласты песчаников. Вулканические породы, переслаивающиеся с песчаниками, представлены туфами и риолитовыми лавовыми потоками, общая мощность которых в верхней части разреза аренигских отложений на участке Кадер-Идрис составляет около 300 м. Присутствие этих пород свидетельствует о том, что осадконакопление сопровождалось интенсивной вулканической деятельностью. Толща осадочных отложений, ставшая более твердой благодаря прослоям вулканических пород, которые повысили ее устойчивость к эрозии, образует на редкость изрезанный рельеф. В глинистых сланцах содержится множество граптолитов, однако переслаивающиеся со сланцами тонкие пласты известняков, например известняки с *Ogygia*, характеризуются трилобито-брахиоподовой фауной, в состав которой входят также *Ogygiaocaris*, *Neseuretus* и *Ampyx*. Ископаемые организмы, в частности трилобиты, содержатся и в некоторых вулканических туфах, указывая на то, что они образовались в море.

Проявление вулканической деятельности в аренигском веке было интенсивным и в южном Уэльсе. В Пембрукшире и на острове Скомер лавы переслаиваются с осадочными породами. На острове Скомер толща этих пород, известная под названием скомерской серии, достигает мощности около 900 м. Лавовые потоки отличаются удивительным разнообразием пород: от кислых (риолиты и фельзиты) до основных (оливиновые долериты).

В Шропшире отложения, соответствующие глинистым сланцам с *Tetragraptus*, представлены сходными по литологическим особенностям породами, называемыми миттонскими сланцами; в некоторых горизонтах этих сланцев содержатся *Ogygiaocaris* и брахиоподы. Вышележащие слои, характеризующие-

ся большим разнообразием форм граптолитов, отлагались в более глубоководных условиях (или по крайней мере дальше от берега), так как в них отсутствуют неритовые ископаемые остатки.

*Ланвирский ярус.* Спокойные условия осадконакопления, сходные с теми, которые существовали в аренигское время, продолжали преобладать и в ланвирском веке. В это время на обширной площади отлагались темные граптолитовые глинистые сланцы, в которых встречаются «камертоновидные» *Didymograptus*. В основании яруса в южном Уэльсе или по крайней мере в некоторых его районах, например в северном Пембрукшире, залегают туфы, именуемые туфами с *Bifidus*. Мощность свиты меняется в значительных пределах, и если на южном склоне купола Харлех она составляет 120—150 м, то на северо-западном склоне горы Сноудон увеличивается в три раза. Однако наиболее типичный и наиболее полный разрез ланвирского яруса развит в южном Уэльсе (откуда и произошло его название); максимальная мощность этих отложений достигает здесь 600 м. Вулканическая деятельность особенно интенсивно проявилась в районе Кадер-Идрис, а также в Аренигском районе, восточнее купола Харлех и в южном Уэльсе. В Аренигском районе описаны две серии вулканических пород: нижняя, которая, по-видимому, протягивается в район Кадер-Идрис, и верхняя, залегающая над глинистыми сланцами с *D. murchisoni* (вследствие чего она, возможно, имеет ландейльский возраст) и не прослеживающаяся в районе Кадер-Идрис. Несмотря на огромную мощность верхней вулканической серии, составляющую 1200 м, она имеет, по-видимому, более ограниченное распространение. Тем не менее на участке Кадер-Идрис развиты вулканические породы, соответствующие по возрасту верхней серии Аренигского района, но они представлены в основном спилитами и часто характеризуются подушечной структурой.

Джордж отметил взаимосвязь между мощностью осадочных отложений и вулканизмом: мощность осадочных образований максимальна там, где вулканическая деятельность проявилась слабо, например на Сноудонском участке. Было высказано предположение, что в определенные вулканическая активность была столь интенсивной, что в результате излияний лавы и отложения туфов вулканы возвышались над уровнем моря, несмотря на устойчивое прогибание земной коры. Этому противоречит характер осадочных отложений, залегающих вместе с вулканическими породами; обычно осадки представлены граптолитовой фацией. В общем максимальный магматизм в эвгеосинклиналих приурочен к их приосевым участкам. Ясно, что значительные латеральные изменения мощности осадков и интенсивности вулканической деятельности взаимосвязаны, по крайней мере в том отношении, что они являются следствиями неустойчивого режима прогибания земной коры.

В целом сходные условия существовали в ланвирское время в районе западного Шропшира. Об этом свидетельствует тот факт, что на граптолитовых сланцах с *D. bifidus*, известных под названием глинистых сланцев Хоуп, залегают вулканические туфы и лавы, которые вместе с содержащимися в них прослоями глинистых сланцев образуют вулканическую серию Стейпли (магматическая активность приблизительно совпадала по времени с таковой в районах Кадер-Идрис и Арениг). Вышележащие осадки представлены фацией смешанного типа: глинистые сланцы Стейпли содержат фауну трилобитов и брахиопод, но в некоторых горизонтах встречаются граптолиты, указывающие на то, что эти отложения по возрасту относятся к зоне *Bifidus*. Залегающая выше пачка отложений, целиком образовавшихся в прибрежных условиях (уэстонский «ярус» — Weston stage — сложен гравелитами, плитняками и глинистыми сланцами), содержит большое количество трилобитов, брахиопод, моллюсков, а также граптолитов. Располагающийся выше по разрезу беттонский «ярус» снова представлен отложениями смешанных

фаций. В них содержится фауна трилобитов и брахиопод, а в некоторых пластах имеются граптолиты зоны *Murchisoni*. Может вызывать удивление тот факт, что отложения аренигского и ланвирнского ярусов в Шелвском районе западного Шропшира не характеризуются полностью неритовыми условиями накопления, хотя граница области осадконакопления, вероятно, проходила где-то недалеко к востоку. Породы этого возраста неизвестны восточнее Лонгмайнда и отсутствуют на Карадокском участке южного Шропшира, в обнажениях нижнепалеозойских пород средней Англии, районов Молверна и Глостершира (хотя, как уже отмечалось, тремадокские отложения были обнаружены на некоторых из этих участков). Однако далее к востоку отложения ланвирнского яруса установлены в скважине, пробуренной в Хантингтоне, и, таким образом, зона накопления осадков существовала восточнее кратогена средней Англии.

**Ландейльский ярус.** В начале ландейльского века произошло воздымание, которое привело к изменению однообразных условий, существовавших на обширной площади в начале ордовикского периода. На Ландейльском участке в южном Уэльсе ланвирнские граптолитовые сланцы перекрываются слабоотсортированными грубозернистыми песчаниками, на которых залегают известковистые плитняки и известняки, объединяемые под названием ландейльского известняка. Мощность последнего достигает 750 м. Западнее продолжали существовать более глубоководные условия, и на базальном слое, пещлах с *Asaphus*, залегают глинистые сланцы Хендр, которые содержат фауну граптолитов. Одну из фаунистических зон характеризуют *Clyptograptus teretiusculus*, многочисленны двурядные граптолиты с ветвями, растущими вверх вдоль немы, а в нижней части разреза содержатся трилобиты (*Ogygiocarella*). Этот род и многие другие, включая *Calymene* и *Basilicus*, а также *Orthidae* и другие брахиоподы, характерны для ландейльских известняков и плитняков. В результате послеланвирнского воздымания на некоторых участках ландейльские слои залегают несогласно на более древних отложениях.

Как установлено в последние годы, ландейльский ярус включает только слои зоны с *Teretiusculus* и, вероятно, на большей части территории северного Уэльса не распространен, хотя он известен на острове Англси и в районе Беруин-Хиллс. В Беруин-Хиллс развита толща неритовых отложений мощностью 600 м, по фаціальным особенностям эти отложения весьма сходны с плитняками и известняками ландейльского типового разреза и охарактеризованы одинаковой фауной. Далее к востоку, в Шропшире, аналогичные отложения носят название слоев Медоутаун. В ландейльском разрезе встречаются пласты туфов и редко — образования лавовых потоков, хотя по сравнению с ордовикским периодом в целом магматическая активность в ландейльский век в районе Уэльса характеризуется относительным спокойствием.

**Карадокский ярус.** Несмотря на то что, судя по фауне граптолитов, можно предполагать отсутствие отложений ландейльского яруса на большей части территории северного Уэльса, самые нижние слои карадокского яруса (зона с *Gracilis*) по фаціальным условиям их образования сходны с подстилающими ланвирнскими отложениями. Нигде, кроме острова Англси, не наблюдается ни изменения характера осадков, ни явного перерыва в осадконакоплении. В районе же Англси хорошо видно, как карадокские слои трансгрессивно перекрывают докембрийские породы.

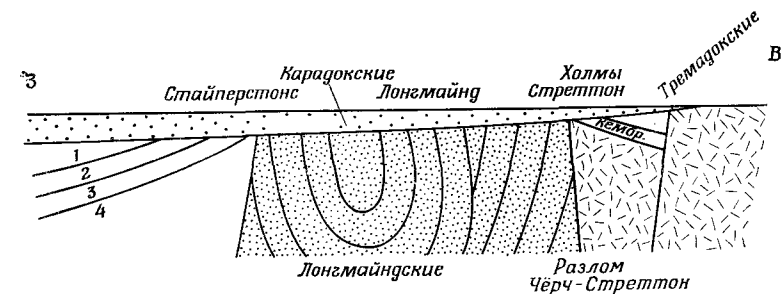
Карадокские слои в районе Сноудона и в целом в окрестностях Харлехского купола выражены граптолитовой фацией и представлены аргиллитами и глинистыми сланцами. Значительные колебания мощности и большое разнообразие литологических особенностей карадокских отложений обусловили появление различной номенклатуры при их описании. В местности Бала, в дерфельском известняке, содержащем обильную фауну трилобитов, появ-

ляются формы, новые для ордовикских отложений Великобритании. Этим подтверждаются изменения палеогеографической обстановки, установленные по многочисленным данным стратиграфии. Дерфельские известняки перекрываются преимущественно глинистой толщей, которая, однако, подразделена на несколько пачек, носящих местные названия. В некоторых районах, например в горах Беруин, основная часть разреза карадокских отложений имеет более песчаный характер и выделяется под названием слоев Сисуин.

В карадокском веке в широких масштабах возобновилась вулканическая деятельность, которая началась в Конвее, где разрез почти полностью сложен вулканическими породами (мощностью 750 м), и северо-восточнее Сноудона, на участке Капел-Куриг. Сноудон стал основным центром вулканической активности, в результате которой образовались риолитовые лавы и туфы общей мощностью 600 м. Они подразделены на нижнюю и верхнюю серии. Вулканические породы этого возраста известны также на полуострове Ллеин и в горах Беруин.

В южном Уэльсе карадокская толща снова представлена главным образом граптолитовыми отложениями геосинклиального типа, глинистыми сланцами Мидрим, которые сходны со сланцами Хендр нижележащего ландейльского яруса. Они хорошо обнажены в полосе, протягивающейся в юго-западном направлении от Билта в сторону Хаверфорд-Уэст, и далее в Пембрукшире. В основании карадокского разреза в некоторых районах развиты нечистые известняки, местами же, как в ядре антиклинали Тоуи, залегают вулканические породы. Однако в южном Уэльсе в карадокское время проявления вулканизма не отличались ни широким распространением, ни продолжительностью.

В Шропшире к западу от Лонгмайнда накапливались отчасти сходные отложения (граптолитовые глинистые сланцы, переслаивающиеся с вулканическими породами), которые ныне обнажаются на Шелвском участке



Фиг. 3.3. Карадокская трансгрессия в Шропшире.

Возможно, до послесилурийских движений падение пластов в районе Лонгмайнда было таким, каким оно показано на профиле, хотя в настоящее время пласты погружаются в общем в западном направлении.

и в холмах Брейден. Тем временем мелководное море распространялось к востоку, на территорию Карадокского района (фиг. 3.3). Здесь на поверхности кембрийских и докембрийских пород отложились конгломераты, песчаники и глинистые сланцы, содержащие многочисленные ископаемые остатки. Возможно, что до этого времени береговая линия проходила вдоль Чёрч-стреттонского разлома, в карадокское же время в результате опускания суши осадконакопление захватило часть континентального массива средней Англии (хотя море, по-видимому, еще в течение долгого времени не распространялось далее к востоку в пределы средней Англии). Естественно, что погружение происходило далеко не равномерно, и, хотя большая часть карадокского разреза представлена неритовой фацией, в некоторых пластах обнаружены граптолиты. Так, в гравелитах Хор-Эдж были

обнаружены *Nemagraptus gracilis*, представители самой нижней фаунистической зоны карадокского яруса. Отложения вышележащей группы Харнидж, которые прежде включали в зону с *Clingani*, теперь относят к зоне с *Peltifer*; признаков выпадения из разреза какой-либо части отложений или временного отступления моря в Карадокском районе не обнаружено. Вероятно, осадконакопление продолжалось без перерыва.

Ниже приводится разрез отложений, развитых в западном Шропшире.

Маррингтонский горизонт <sup>1</sup>	Глинистые сланцы Уиттери
Хаглийский горизонт	Туфы Уиттери
	Глинистые сланцы Хагли и нижняя толща вулканических пород
Олдресский горизонт	Глинистые сланцы Олдресс
	Гравелиг Спай-Вуд
Роррингтонский горизонт	Плитняки и глинистые сланцы Роррингтон

<sup>1</sup> В оригинале «ярус». — Прим. перев.

Зональная система «ярусов», на которые в южном Шропшире подразделяются неритовые отложения карадокского яруса, основана на фауне трилобитов; эта система (табл. 3.2) была разработана Банкрофтом и уточнена

Таблица 3.2

Граптолитовые зоны	Литологические подразделения	Горизонты <sup>1</sup>	
<i>Dicranograptus clingani</i>	Слой с <i>Onnia</i>	Оннианский	14
			13
			12
	Слой Актон-Скотт	Актонский	11
	Верхние слои Чейни Плитняки Лонгвилл	Маршбрукский	10
		Нижние слои Чейни Лонгвиллские плитняки и известняки с <i>Alternata</i>	Верхнелонгвиллский
<i>Climacograptus peltifer</i>	Верхний песчаник Чатуолл	Нижнелонгвиллский	8
		Песчаник Саудли, нижний песчаник Чатуолл, песчаник Хордерли	Саудлийский
	Глинистые сланцы Харнидж		6
			5
			4
<i>Nemagraptus gracilis</i>	Слой Костон Гравелиты Хор-Эдж Базальный конгломерат	Костонский	2
			1

<sup>1</sup> В оригинале «ярус». — Прим. перев.

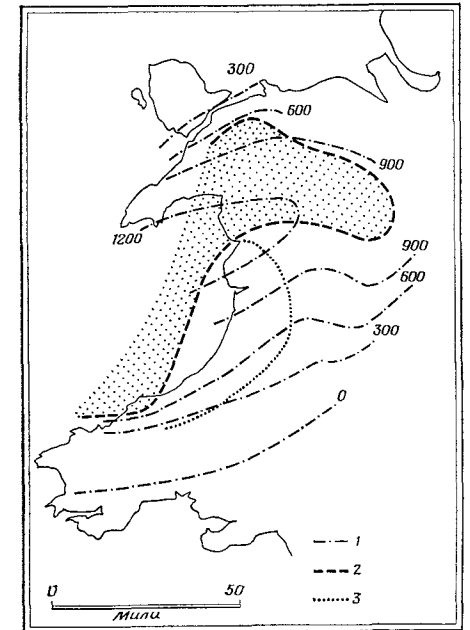
Дином. Поскольку фауна граптолитов редка, подобная система имеет большое значение, особенно для увязки типовых разрезов. Естественно, что эта зональная система связана с давно установленным подразделением разреза по литологическим особенностям и в то же время в ней, к счастью, устранены некоторые существовавшие ранее неясности.

В табл. 3.2 не указаны мощности основных литологических подразделений. Мощность гравелитов Хор-Эдж и базальных конгломератов может достигать 90 м, вышележащих глинистых сланцев Харнидж превышает 300 м, а мощность остальной части разреза составляет не более 150 м.

*Ашгилльский ярус.* Ашгилльский ярус по литологическим особенностям и характеру их изменения по площади имеет некоторое сходство с карадокским. Часто эти два подразделения в соответствии с прежней номенклатурой, предложенной Седжвиком, рассматриваются совместно под названием группы Бала; при этом карадокский ярус приравнивается к нижней подгруппе, а ашгилльский — к верхней подгруппе. В этом случае оба яруса рассматриваются как верхнеордовикские, хотя часто в основании ашгилльского яруса наблюдается стратиграфический перерыв. В промежутке между формированием этих отложений произошли определенные изменения палеогеографической обстановки. Как показано Джонсом, распространение граувакковых фаций в карадокском веке было ограничено в основном районом северного Уэльса, а впоследствии они, захватывая Кармартеншир, получили распространение на западе среднего Уэльса (фиг. 3.4), если эти граувакки на самом деле имеют ашгилльский возраст. Эти отложения характеризуются типичной текстурой мутьевых потоков, не присущей большинству ашгилльских отложений, и состоят из глинистых сланцев, песчаников, алевролитов и алевроитовых аргиллитов. Некоторые из этих осадков отлагались в сравнительно мелководных условиях, они обнаруживают косую слоистость и слоистость гребневидных знаков ряби. Детальные стратиграфические исследования показали, что в течение ашгилльского века и последующего силурийского периода осадконакопление контролировалось воздыманием вдоль осей антиклиналей, которые в эпоху каледонской складчатости должны были превратиться в крупные структурные элементы. Так, антиклиналь Тоуи явилась восточным ограничением бассейна осадконакопления.

Возможно, что в результате карадокского магматизма некоторые вулканические районы, такие, как Сноудон, оказались приподнятыми выше уровня моря, в связи с чем там отсутствуют отложения следующего, ашгилльского яруса. Эти отложения отсутствуют также на острове Англии, однако на крайнем севере Уэльса они представлены черными аргиллитами (аргиллиты Дегануи и Бодейдда), мощность которых, конечно, значительно меньше мощности граувакк.

Изменчивость литологических особенностей описываемых отложений по площади детально проследить нельзя, так как в синклинали центрального Уэльса отложения ордовика перекрыты силурийскими породами (обнажения силура занимают почти половину всей площади Уэльса), однако ордовикские породы обнажаются в виде окон в Плинлиммоне и Лланидлусе (фиг. 2.1). В южном Уэльсе фации черных аргиллитов в южном направлении переходят в более известковистые отложения — слои Редхилл и Слейд, причем некоторые известняки содержат большое количество разнообразной фауны трилобитов и брахиопод. На Карадокском участке южного Шропшира вследствие



Фиг. 3.4. Схема, изображающая линии равных мощностей карадокских отложений и границы распространения карадокских (и ашгилльских) граувакк.

1 — линии равных мощностей карадокских отложений; 2 — границы распространения карадокских граувакк; 3 — граница распространения ашгилльских граувакк.



предсилурийской эрозии наблюдаются резкие колебания мощности отложенный оннианского горизонта карадокского яруса. Выше с несогласием залегают силурийские породы, отложения же ашгильского яруса не обнаружены.

### Нижнепалеозойские породы Озерного округа северной Англии

Озерный округ представляет собой район с гористым рельефом, обусловленным неравномерной эрозией массива нижнепалеозойских пород, который обрамляется более молодыми отложениями, в основном каменноугольными, а на западе — триасовыми. Рассматриваемый район естественным образом подразделяется на три основных участка: северный участок охватывает обнажения скиддавских сланцев, центральная и самая высокая часть Озерного округа сложена вулканогенными породами борроудейлской вулканической серии, и, наконец, южный участок сложен осадочными отложениями группы Бала и силурийскими осадочными породами. Ордовикские отложения подразделяются следующим образом:

Ашгильский ярус	Аплтуэйтские слои	30 м
Карадокский ярус	Конистонская известняковая серия	300 м
Ландейльский и ланвирпский ярусы	Борроудейлская вулканическая серия	3000 м
Аренгский и тремадокский ярусы	Скиддавская группа	1800 м

В последние годы изучению палеозойских осадочных пород Озерного округа уделялось сравнительно мало внимания, однако сведения о породах борроудейлской вулканической серии, ее структуре, каледонских интрузиях и минерализации в течение последних десяти лет непрерывно пополнялись.

Самыми древними ордовикскими отложениями являются породы скиддавской группы (сланцы), подошва которых нигде не обнажается. Поэтому присутствие или отсутствие кембрийских отложений не может быть подтверждено или опровергнуто. Породы скиддавской группы отнесены к низам аренгского яруса (зона с *Extensus*), хотя самые нижние слои лишены фауны и могут относиться к тремадокскому ярусу. Фаунистические остатки многочисленны, граптолиты присутствуют чаще, чем очень редко встречающиеся трилобиты и брахиоподы. В результате многолетних исследований был составлен довольно обширный список фауны.

Строение района развития скиддавских сланцев достоверно не известно, однако ясно, что пласты этих пород интенсивно смяты в складки и местами разбиты кливажем. Общая мощность отложений составляет тысячи метров. Накопление осадков, начавшееся в раннеордовикское время (или ранее), продолжалось до ланвирнского века включительно. Литологические особенности пород несколько меняются, и не все они представлены аспидными сланцами. Имеются также гравелиты, плитняки и аргиллиты, причем более древние породы, залегающие ниже по разрезу, более грубозернистые. В аренгитах отмечены специфические текстурные особенности, в том числе желобковая текстура, знаки внедрения, ритмическая градационная слоистость и т. д. Желобковая текстура, распространенная в плитняках Лоусуотер, свидетельствует о том, что основной источник сноса материала, очевидно, располагался на юге. Несмотря на то что стратиграфическое расчленение рассматриваемого разреза несовершенно, удалось закартировать несколько хорошо выраженных по литологическим особенностям горизонтов. На основании этого предложено подразделять разрез на четыре литологические группы:

- песчаник Лэттербарроу;
- сланцы Моссер-Кёркстайл;

- плитняки Лоусуотер;
- сланцы Хоуп-Бек.

Сходные с описанными породы выходят на поверхность в обнажении Кросс-Фелл, располагающемся между внутренним и внешним Пеннинскими разломами, и они, несомненно, являются скиддавскими сланцами, залегающими вместе с породами борроудейлской вулканической серии, а также с карадокскими и ашгильскими осадочными отложениями.

Почти совместное нахождение ископаемых различных зон в обнажениях, расположенных на западном берегу озера Бассентуэйт в Озерном округе, было истолковано Диксоном как свидетельство их перемешивания. Однако отсутствие структурных данных не дает основания полагать, что подобное залегание ископаемых остатков является нарушением нормального напластования и что причиной их совместного нахождения могли быть интенсивные складчатые движения.

Скиддавские сланцы в результате последующего внедрения интрузий главным образом скиддавских гранитов, подверглись слабому метаморфизму (до образования роговиков). Однако в раннеордовикское время вулканическая деятельность не проявлялась (в противоположность Уэльсу); начало магматической активности приурочено лишь к позднескиддавскому времени, о чем свидетельствуют туфы и лавы, местами переслаивающиеся с осадочными породами, которые рассматриваются как самые молодые скиддавские сланцы. Вслед за этим наступил период наибольшей магматической активности раннепалеозойского времени, когда образовались обширные покровы, состоящие из лав туфов и брекчий, мощностью 3000 м или более. О продолжительности этого периода вулканической деятельности можно судить только приблизительно, так как контакт вулканической толщи с более древними скиддавскими сланцами лишь в редких случаях бывает нормальным; как правило, он осложнен сбросами или надвигом. Однако этот период, возможно, начался в ланвирское время, и почти определенно можно сказать, что он продолжался на протяжении всего ландейльского века. Осадочных пород этого возраста нет.

Породы борроудейлской вулканической серии обнажаются на трех участках Озерного округа в центральной части, где расположены такие известные вершины, как Хелвеллин и Скофел, в обнажении холма Эйкотт (небольшое обнажение пород нижней части вулканической серии) и у холма Бинси, расположенного между Ботелем и Калдбеком, на севере района распространения скиддавских сланцев. Центральная часть Озерного округа характеризуется сложным строением, в связи с чем трудно дать описание разреза, хотя для некоторых участков это было сделано. В обнажении холма Бинси наблюдаются крутые, часто близкие к вертикальным углы падения пластов, однако непрерывную последовательность вулканических пород можно наблюдать в обнажении, протянувшимся более чем на милю. Считается, что общая мощность пород составляет около 3000 м.

Лавы представлены в основном андезитами, которые в результате выветривания приобрели серовато-зеленую окраску. Обычно они тонкозернистые, хотя встречаются и грубозернистые порфириновые лавы с вкраплениями полевого шпата. На хорошо обнаженных участках можно наблюдать пористую текстуру кровельной части отдельных лавовых потоков, и даже при плохой обнаженности последовательно перекрывающиеся друг друга лавовые потоки распознаются по ступенчатому рельефу. Это особенно заметно там, где лавы залегают горизонтально или имеют пологий наклон, как, например, у холма Гаубарроу, севернее Алсуотера. Риолитовые лавы довольно распространены, особенно в верхней части лавовой толщи; они часто характеризуются флюидалной полосчатостью и наличием автохтонной брекчии. Последняя в полевых условиях может быть ошибочно принята за туфы. В целом переслаивающиеся лавы и туфы можно отличить одни от

других по тому воздействию, которое оказали на них последующие деформации: туфы приобрели тонкую сланцеватость (в некоторых местностях они использовались в качестве кровельного сланца), тогда как для лав она не характерна. Зернистость туфов сильно меняется: они представлены как мелкозернистыми разностями, так и агломератами. Несомненно, что большая часть туфов образовалась в водных условиях, поскольку им свойственны ритмическая (градационная) слоистость, эрозионные каналы и другие седиментационные текстуры.

Следует ожидать, что породы вулканического происхождения значительно изменяются по площади, так как, по-видимому, существовало много центров вулканической активности, хотя их местоположение и неизвестно. Очевидно, отдельные лавовые потоки были весьма мощными и слоистые туфы имеют широкое площадное распространение, хотя их мощность быстро убывает в направлении от центров магматической деятельности (при условии, если вулканический материал не разносился подводными течениями). Разрез характеризуется значительной изменчивостью, и его интерпретация осложнена присутствием тектонических структур, возникших главным образом в эпоху каледонской складчатости. Первые исследователи геологии Озерного округа считали, что разрез вулканогенных пород здесь можно подразделить на следующие три части:

- риолиты и андезиты;
- туфы с прослоями лав;
- преимущественно андезиты с прослоями туфов.

В обнажении Кросс-Фелл на вулканических породах борроудейльской серии залегают отложения, известные под названием слоев с *Corona*, которые представлены глинистыми сланцами с известковистыми прослойками. В последних содержится фауна брахиопод *Trematis corona*. Эти слои нельзя сопоставить ни с какими другими отложениями Озерного округа, где осадконакопление, по-видимому, началось несколько позже — с формирования слоев Стайл-Энд, эквивалентных по возрасту нижней части дафтонских глинистых сланцев в обнажении Кросс-Фелл. На участке Кросс-Фелл весь разрез глинистый, тогда как в Озерном округе отложения отличаются большим разнообразием литологических особенностей; в этом районе произошло излияние риолитовых лав и в целом вулканическая активность длилась дольше.

Таблица 3.3

	Озерный округ	Обнажение Кросс-Фелл
Ашгилльский ярус	Ашгилльские глинистые сланцы Известняки со <i>Staurocephalus</i>	
Серия конистонского известняка (Карадокский ярус)	Апплтуэйтские слои, известковистые глинистые сланцы и известняки Конгломерат Стокдейлские риолиты Слои Стайл-Энд, слоистые туфы с фауной	Дафтонские глинистые сланцы  Слои с <i>Corona</i>

В отличие от Уэльса в Озерном округе породы ашгилльского яруса залегают на отложениях карадокского яруса согласно (однако перерыв в осадконакоплении здесь был; он произошел несколько ранее, после излияния стокдейлских риолитов, в период складчатости и эрозии). На базальных слоях известняка, названного известняком со *Staurocephalus*, залегают

30-метровая пачка глинистых сланцев, содержащая в нижней части вулканический пепел. Фауна трилобитов, брахиопод и гастропод позволяет отделить эту пачку от вышележащих силурийских глинистых сланцев с фауной граптолитов, что свидетельствует о заметном изменении условий осадконакопления в конце ордовикского периода, хотя перерыва в разрезе не фиксируется.

В округе Котли к востоку от Кендала известны шесть небольших участков распространения ордовикских пород, которые имеют, однако, очень большое значение, поскольку они представляют наиболее полный по сравнению с другими районами разрез верхнеордовикских отложений, а разрез ашгилльских отложений здесь представлен лучше, чем в Аш-Гилле, Конистон. Эти обнажения были описаны лишь недавно, в 1966 г. Разрез отложений приводится в табл. 3.4.

Таблица 3.4

Ашгилльский ярус	Верхний	Ашгилльские глинистые сланцы, около 60 м	Зона 8
		Цистидовый известняк, до 3 м	
Карадокский ярус	Средний Нижний	Котлийские аргиллиты с вулканическими породами группы Котли вблизи кровли	Зоны 1—7 (между 6 и 7 зоной — вулканогенные породы) Оннианский горизонт
		? Несогласие	
Борроудейл-ская вулканическая свита		Андезиты	

Приведенный выше разрез более полный, чем разрез в Конистонском районе Озерного округа, хотя в последнем ашгилльские глинистые сланцы, возможно, эквивалентны зоне 8 разреза Котли; подстилающие туфы, возможно, образовались в котлийский период магматизма. Разрез верхнеордовикских отложений в обнажении Кросс-Фелл также неполный, так как здесь известняк со *Staurocephalus*, или суиндейлский известняк (эквивалентный зоне 6 Котли), несогласно залегают на породах пушгилльского возраста. Известняк Кисли, приуроченный к ограниченному сбросам участкам обнажения Кросс-Фелл, по-видимому, скорее эквивалентен горизонту, залегающему в нижней части аргиллитов Котли, чем известняк со *Staurocephalus*.

#### Ордовикские отложения Южно-Шотландской возвышенности

Этот район развития нижнепалеозойских пород был подразделен Пичем и Хорном по географическому принципу на три части, и до сих пор это подразделение на северный, центральный и южный пояса остается в употреблении. Нижнепалеозойские породы известны также севернее краевого разлома Южно-Шотландской возвышенности (который служит северной геологической границей возвышенности) в ряде обнажений, в том числе и в районе, имеющем очертания треугольника, в вершине которого расположен Гёрван. Разрез последнего района неизменно рассматривается совместно с отложениями Южно-Шотландской возвышенности, хотя, строго говоря, он расположен вне ее пределов. На юге Южно-Шотландская возвышенность ограничивается выходами верхнедевонских и каменноугольных пород.

Кембрийские породы на юге Южно-Шотландской возвышенности неизвестны, и вопрос о том, залегают ли породы кембрийского возраста (возмож-

но, дальредского типа) на глубине в пределах Средне-Шотландской низменности или даже под ордовикскими породами Южно-Шотландской возвышенности, остается спорным. Хотя данные по южной Шотландии отсутствуют, наличие коннемарских аспидных сланцев дальредского типа в районе Ирландии, расположенном к югу от продолжения линии краевого разлома Северо-Шотландского нагорья, свидетельствует о том, что осадки подобного типа и возраста все же накапливались и южнее разлома. Однако в пределах Южно-Шотландской возвышенности развиты только ордовикские и силурийские породы: ордовикские породы слагают северный пояс и «окна» в центральном поясе, состоящем из нижнесилурийских пород, южный пояс представлен отложениями венлокского и лудловского (верхний силур) ярусов.

*Аренигские слои.* Самыми древними породами являются аренигские; в пределах Южно-Шотландской возвышенности они развиты в Лидхиллсе и Полшилле, но наибольшего развития достигают к югу от Гёрвана, в округе Баллантре. Эти отложения представлены спилитовыми лавами, характеризующимися прекрасно выраженной подушечной структурой, выше которых залегают агломераты и туфы с тонкими прослоями темных глинистых сланцев, содержащих граптолиты. Установлено, что эти граптолиты относятся к зоне *Extensus*, подтверждающая тем самым аренигский возраст отложений. В Шотландии, как и в некоторых районах северного и южного Уэльса, проявления магматизма начались в раннеордовикское время, однако здесь вулканическая деятельность не имела широкого распространения и не была продолжительной. Разрез аренигских отложений венчают красные, зеленые и серые кремнистые сланцы с радиоляриями и маломощными прослоями туфов. Аренигские породы Гёрванского участка прорваны интрузиями серпентинитов, габбро и гранитов.

Вулканические породы, среди которых лавы иногда характеризуются подушечной структурой, обнажаются в ядрах изоклинальных или периклинальных складок. Они прослеживаются на площади Южно-Шотландской возвышенности к югу до Абингтона в центральном поясе, однако, по-видимому, не все эти породы имеют аренигский возраст, как предполагалось ранее.

*Отложения карадокского и ашгилльского ярусов.* Породы ланвирского и ландейльского возраста в южной Шотландии не установлены, а отложения карадокского и ашгилльского ярусов имеют широкое развитие и охватывают весь северный пояс. Здесь они в основном представлены граувакками и граптолитовыми сланцами. В пределах центрального пояса, в котором расположен Моффат, эти породы обнажаются на нескольких участках (одно из таких обнажений, Доббс-Линн, было описано как классическое в работе Лэшворта) и представлены очень маломощными пачками черных глинистых сланцев. На Гёрванском участке, напротив, разрез представлен мощными отложениями, образовавшимися в мелководных морских условиях. Резкое различие между маломощными граптолитовыми отложениями Моффата и мощным разрезом неритовых отложений Гёрвана является одной из примечательных особенностей раннепалеозойской геосинклинали южной Шотландии, поскольку это различие существовало также на протяжении всего раннесилурийского времени.

В Моффатском районе отложения карадокского и ашгилльского ярусов представлены темными граптолитовыми глинистыми сланцами лишь 36-метровой мощности, из которых 6 м приходится на глинистые сланцы Гленкили, а 30 м — на вышележащие сланцы Хартфелл, что свидетельствует о медленном осадконакоплении. В настоящее время такая незначительная скорость накопления осадков характерна для океанических глубин; этот факт, а также отсутствие таких ископаемых организмов неритового типа, как брахиоподы и трилобиты (найден только граптолиты), позволяют предположить, что описанные выше осадки отлагались в глубоководных условиях. Отсут-

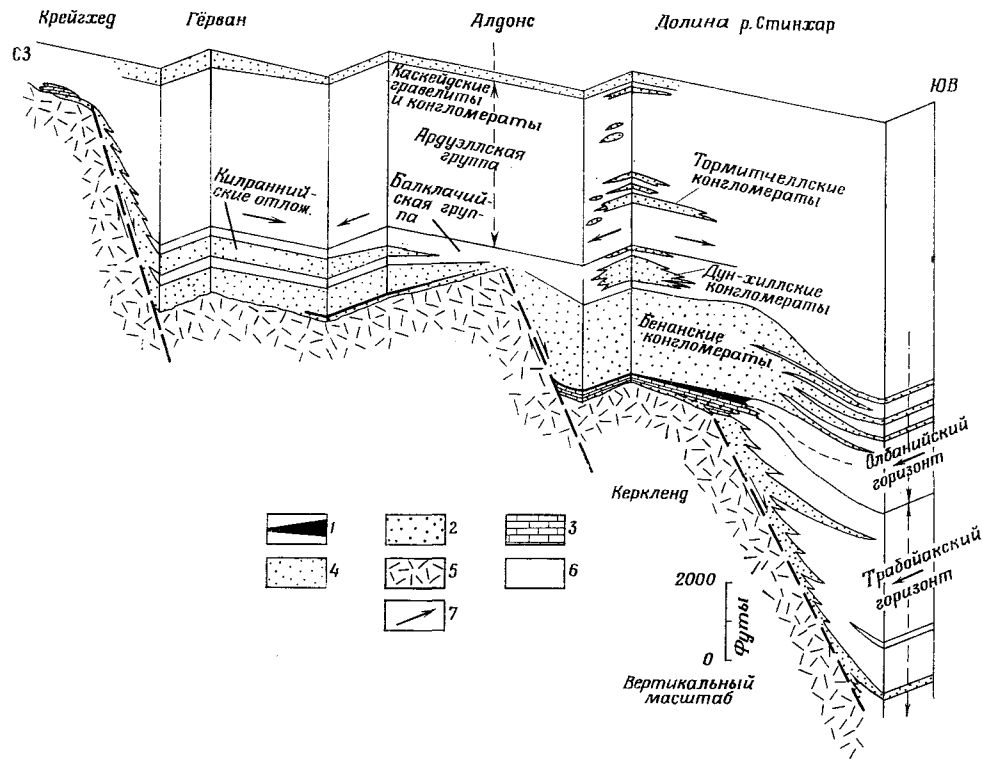
ствие бентонной фауны (граптолиты представлены планктонными или псевдопланктонными формами) свидетельствует о том, что на дне моря не было условий для существования жизни. Нельзя исключить, что граптолитовые осадки могли накапливаться при средних глубинах моря, но по крайней мере осадконакопление должно было происходить далеко от берега. В настоящее время расстояние между породами граптолитовых фаций и разновозрастными неритовыми породами Гёрвана не превышает 80 км, однако постранинепалеозойские движения могли привести к значительному сокращению земной коры на этом участке. С другой стороны, современные передовые прогибы (желоба) расположены очень близко к мелководным морям островных дуг.

Гленкилские глинистые сланцы содержат ископаемые двух нижних зон карадокского яруса, *Nemagraptus gracilis* и *Climacograptus peltifer*, тогда как хартфеллские глины содержат зональную фауну, характерную для остальной части карадокского, а также ашгилльского яруса, т. е. представителей фауны от зоны с *Climacograptus wilsoni* до зоны *Dicellograptus anceps*. По существу обе пачки глинистых сланцев характеризуются одинаковыми литологическими особенностями и отражают сходные условия осадконакопления. Перерывов в осадконакоплении не наблюдается.

По простирацию гленкилские глинистые сланцы изменяются незначительно, хотя в некоторых местах в разрезе появляются кремнистые сланцы и маломощные вулканические образования. Однако к северо-западу — в пределах северного пояса — темные глинистые сланцы начинают переслаиваться с серыми и зелеными аргиллитами и постепенно переходят в серые глинистые сланцы и граувакки, среди которых темные граптолитовые сланцы залегают лишь в виде тонких пропластков. На гленкилских породах согласно залегают литологически сходные с ними глинистые сланцы нижней части хартфеллской свиты, содержащие множество граптолитов. Верхняя часть хартфеллских глинистых сланцев (ашгилльского возраста), хотя и залегают согласно с отложениями нижней части, содержит грубозернистый материал; ископаемых же остатков в ней значительно меньше. Далее к востоку немногие данные, которые получены на обнажении у Этрикбридженда, близ Селкирка, расположенном в пределах центрального пояса, указывают на существование несколько отличных условий осадконакопления, что объясняется близостью краевой части геосинклинали. В верхней части хартфеллских сланцев мощность грубозернистых песчаников достигает 54 м. Однако изменения литологических особенностей пород лучше наблюдать в северо-западном направлении при удалении от осевой части геосинклинали. Как описывалось выше, гленкилские темные глинистые сланцы переходят в прослой, залегающие среди мощных грубозернистых пород. Такой же переход наблюдается и в отложениях хартфеллской свиты, однако изменение условий осадконакопления происходило в хартфеллское время в зоне, расположенной южнее зоны гленкилского времени.

В районе Гёрвана карадокская и ашгилльская серии отложений (серия Бала) представлены мощным разрезом конгломератов, песчаников, аргиллитов и местами известняков. Разрез делится на две серии: нижнюю — Барр, раннекарадокского возраста, хронологически эквивалентную гленкилской группе Моффата, и верхнюю — Ардмиллан, соответствующую по возрасту хартфеллской группе. Первоначально считалось, что мощность отложений серии Барр составляет около 240 м. Однако Уильямс установил, что их мощность значительно больше. Мощность серии Ардмиллан также оказалась намного большей, чем считалось ранее, и теперь общая мощность отложений серии Бала определяется приблизительно в 2400 м. Эти величины характерны для Гёрванского участка, расположенного в пределах шельфа геосинклинали. При переходе к центральной части геосинклинали мощность отложений увеличивается вдвое (фиг. 3.5).

В работе Уильямса также показано, что рассматриваемый разрез более сложен, чем представлял себе Лэпворт. Считалось, что представленные в разрезе известняки коррелируются между собой, однако оказалось, что это не так, и, по-видимому, имеются три довольно четко выраженных горизонта,



Фиг. 3.5. Изменение характера ордовикских отложений, отражающее различия в палеогеографических условиях вкрест простирания разлома Южно-Шотландской возвышенности.

1 — аргиллиты с *Superstes*; 2 — плитняки с *Lingula*; 3 — известняки; 4 — конгломераты; 5 — изверженные породы; 6 — граувакки; 7 — направление течений.

содержащих мощные пласты известняков. Кроме того, ранее при картировании ряд литологически сходных конгломератовых слоев принимали за единый конгломерат Бенан. Разрез отложений серии Бала в Гёрванском районе приведен в табл. 3.5.

Таблица 3.5

Ашгилльский ярус	Верхняя серия Ардмиллан	Слой Драммок
		Плитняки Баррен (Шаллох)
Карадокский ярус	Серия Хартфелл	Гравелиты и конгломераты Каскейд
		Известняки Крейгхед
	Нижняя серия Ардмиллан	Формация Ардуэлл (плитняки и пр. с конгломератами Тормитчелл)
		Аргиллиты Балклачи
	Серия Барр (Серия Гленкилл)	Конгломераты Бенан
Аргиллиты с <i>Superstes</i>		
Известняки Стинхар		
Плитняки с <i>Confinis</i>		
		Конгломераты Керкленд

На аренигских слоях несогласно залегает керклендский конгломерат, мощность которого меняется в значительных пределах. В нижней части

пачки конгломератов, которая имеет пурпурную окраску, содержится весьма разнообразная галька, представленная аренигскими лавами и кремнистыми сланцами, глинистыми сланцами, граувакками, а также породами, которые, вероятно, спесены с Северо-Шотландского нагорья. Обычно выше керклендского конгломерата в разрезе наблюдается перерыв, но местами отмечается постепенный переход к вышележащим известняковым плитнякам с *Confinis*, получившим свое название по характерной фауне брахиопод — *Valcourea* [*Orthis*] *confinis*. Эти известняковые плитняки слагают нижнюю часть преимущественно карбонатной стинхарской группы, вверх по разрезу переходят в аргиллиты, а затем и в стинхарские известняки. В залегающих выше алевролитах и аргиллитах содержатся граптолиты, включающие *Didymograptus superstes*, на основании чего эти отложения можно сопоставлять с верхней частью гленкилльских сланцев. Еще выше, в кровле серии Барр, залегает бенанский конгломерат. По условиям образования и комплексу содержащихся в них галек бенанский конгломерат довольно сходен с керклендским конгломератом, и, кроме того, в нем содержится галька стинхарских известняков. Мощность этих конгломератов изменяется в широких пределах, превышая 600 м в обширном обнажении между Ассел-Уотер и рекой Стинхар. Нижняя часть разреза сложена неотсортированными гальками; вышележащие горизонты слоистые, иногда с косою слоистостью.

К югу от долины Стинхар разрез несколько меняется: он становится мощнее и представлен граувакками, которые объединяются под названием группы Таппинс. Эта группа подразделяется на подгруппы Далреох, Трейбойак и Олбани. Долина реки Стинхар совпадает с границей между граувакковыми фациями серии Бала, развитыми в пределах северного пояса, и прибрежными, или шельфовыми, фациями Гёрванского района.

Аргиллиты Балклачи, слагающие нижнюю часть серии Ардмиллан, хотя и имеют мощность лишь около 30 м, хорошо обнажены на многих участках. Эти отложения представляют особый интерес, так как в них содержится обильная неритовая фауна, состоящая главным образом из трилобитов и брахиопод; были обнаружены также кораллы, а местами и граптолиты исключительной сохранности. Последние были детально описаны Булмэном. Конгломераты, имеющие довольно ограниченное распространение, встречаются в группе Балклачи и выше, в отложениях формации Ардуэлл; они очень сходны с бенанским конгломератом. Ардуэлльская формация, особенно хорошо обнажающаяся на побережье вблизи Ардмиллана, сложена полосчатыми алевролитами и плитняками. Самые верхние слои ардмилланской серии, гравелиты Каскейд, хорошо обнажены в обрывах, с которыми связаны водопады Пенхешл-Берна (откуда и происходит их название — «каскадные»), в разрезе на побережье не обнаружены.

К северу от основного обнажения нижнепалеозойских пород, расположенного к северо-востоку от Гёрвана, находится Крейгхедское обнажение ордовикских и силурийских отложений. Ранее считалось, что крейгхедские известняки могут быть сопоставлены со стинхарскими известняками, с которыми они сходны в общих чертах. Однако последующие исследователи, учитывая фаунистические данные, отнесли их к более молодым частям разреза (табл. 3.5).

Группа Уайтхаус, как указывал Лэпворт, на основании литологических особенностей пород подразделяется на нижнюю пачку серых и зеленых глинистых сланцев и плитняков (с редкими пропластками граптолитовых глинистых сланцев, мощность которых измеряется лишь сантиметрами) и верхнюю пачку глинистых сланцев с пластами известняков и прослоями конгломератов. Часто встречаются следы размыва и подошвенные следы. Граница между карадокскими и ашгилльскими отложениями проходит внутри слоев Уайтхаус; возможно, ее следует проводить по горизонту конгломератов, однако осадконакопление было по существу непрерывным и сколько-нибудь

значительный перерыв в отложении здесь отсутствует. Подтверждением этому служит присутствие слоев, относящихся к зонам *Pleurograptus linearis* (кровля карадокских отложений) и *Dicellograptus complanatus* (нижняя из ашгилльских зон). Наряду с фауной граптолитов в этих отложениях была описана и значительная фауна трилобитов.

Плитняки Баррен, известные также под названием шаллохских плитняков, как свидетельствует само их название [Barren — пустой. — Прим. перев.], бедны фауной. В разрезе Гёрванского побережья они залегают на уайтхаусских отложениях и представлены плитняками с прослойками глин и пластами граувакк. Эти породы слагают здесь самую верхнюю часть разреза ордовикских отложений, приведенную в тектонический контакт с силурийскими породами. Группа Баррен обнажается также и во внутренних районах, в Пенхепл-Берн и в обнажении Крейгхед, причем в последнем видны даже более молодые части ордовикского разреза — драммокские слои. Эти слои, состоящие главным образом из аргиллитов, в некоторых местах, например в Южном Триве, содержат чрезвычайно обильную фауну; здесь представлена богатая неритовая фауна, включающая наряду с трилобитами и брахиоподами моллюсков и иглокожих. Кроме того, были обнаружены граптолиты, из которых *Dicellograptus anceps* указывает на позднеашгилльский возраст отложения.

Ордовикские породы Ирландии, во многом сходные с породами, распространенными в Шотландии, но имеющие также существенные отличия, описаны вместе с силурийскими отложениями в гл. 4.

#### Ордовикские ископаемые

В целом в ордовикских отложениях ископаемые остатки встречаются намного чаще, чем в кембрийских. Граптолиты, появившись впервые в тремадокское время, быстро стали многообразными и весьма многочисленными в темноцветных глинистых отложениях. В неритовых фациях еще долгое время самыми распространенными формами оставались трилобиты и брахиоподы, однако в ордовикский период большое развитие получили иглокожие и мшанки, а также появились остракоды и фораминиферы.

Ордовикская система подразделяется на зоны по граптолитам (стр. 54), однако неритовые шельфовые отложения были подразделены на зоны по формам брахиопод и трилобитов, например, в южном Шрошире и в Гёрванском районе. В редких случаях, когда в зону преобладания неритовых отложений внедряются отложения граптолитовых фаций, появляется возможность сопоставлять эти отличающиеся один от другого разрезы.

В отложениях тремадокского яруса трилобиты — самые распространенные ископаемые. Семейства *Olenidae*, *Agnostidae* и *Ptychoparidae*, сохранившиеся с кембрийского периода, существовали совместно с первыми представителями таких типично ордовикских семейств, как *Asaphidae* и *Trinucleidae*. Наивысшего расцвета трилобиты достигли в ордовикский период (хотя в последующем силурийском периоде их развитие было лишь несколько меньшим), и в целом ордовикские формы совершеннее кембрийских. Они обладают короткими хвостовыми щитами или округлыми хвостовыми сегментами (за исключением *Trinucleidae*); у многих из них отсутствуют щиты туловища. Для большехвостных форм, подобных *Asaphidae*, типично развитие плоских приподнятых периферических частей и отсутствие признаков деления на сегменты. Для семейства *Calymene* характерно увеличение количества долей глабеллы в формах, извлеченных из более молодых отложений.

Ордовикская раковинная фауна обильно представлена брахиоподами. Беззамковые формы имеют меньшее значение, чем в кембрийских отложениях, преобладают же ортиды и строфомениды. Некоторые ортиды существовали в течение длительного времени (*Heterorthis* и *Dinorthis*), тогда как некоторые разновидности «*Orthis*», «*Strophomena*» и *Marcocoelia* [*Rafinesqui-*

*na*] жили недолго и по своему значению для стратиграфии соперничали с трилобитами. В некоторых отложениях, например в известняке с *Alternata* карадокского яруса, брахиоподы настолько многочисленны, что их можно рассматривать как породообразующие организмы. В ашгилльском веке крупные брахиоподы карадокского времени исчезают, уступая место таким видам, как *Dicoelosia* (который продолжает существовать и в силуре) и «*Strophomena*». Появляются ринхонеллиды и спириферы, а также пентамериды.

Фауна брахиопод ордовикских пород Гёрванского района, состоящая преимущественно из ортид и строфоменид, совершенно отлична от фауны, распространенной в отложениях Уэльса. Нет видов, которые были бы общими для обоих районов. Однако девяносто или более видов, описанных Уильямсом для Гёрванского района, имеют близкое сходство с брахиоподами ордовикских пород Аппалачей, которые в настоящее время находятся на расстоянии 6400 км. Для обоих районов характерно не только морфологическое сходство фауны, но даже многие виды являются общими. Уильямс приводит и биометрическое доказательство их сходной изменчивости. Однако, несмотря на то что среди трилобитов Гёрванского района имеется ряд видов, не обнаруженных в других местах Великобритании (хотя они найдены, например, в Северной Америке и Чехии), это не означает, что район Гёрвана был полностью изолирован от Уэльской геосинклинали.

Из моллюсков довольно широко распространены в ордовикских породах гастроподы, однако, за исключением *Bellerophon*, они не имеют большого значения. Из двустворчатых (пластинчатожаберных) распространены *Modiolopsis*, местами в большом количестве представлены цефалоподы, например *Orthoceras vagans* (ашгилльский возраст). В ордовикское время появились примитивные иглокожие, а к концу этого периода достаточно широкое распространение получили морские пузыри. К концу периода появляются также криноидеи. С другой стороны, кишечнополостные остаются типом, имеющим относительно небольшое значение, хотя в ордовике появились некоторые роды подкласса табуляты (потолочковых кораллов).

Типичными для раннего ордовика являются древовидные граптолиты. Отмечается быстрое сокращение числа ножек (ветвей) у сильно разветвленных форм тремадокского возраста *Dichograptidae* (*Bryograptus*, *Clonograptus* и *Dichograptus*) в аренигское время уступили свое место *Tetragraptus*, а позднее *Didymograptus*). Примечательно, что у горизонтальных форм сокращение ножек происходило особенно быстро, в связи с чем широко распространенная форма *Didymograptus* предшествует в стратиграфическом разрезе *Didymograptus* с ветвями, отходящими от спикюлы вниз. Фауна дихрограпид замещается лептограптидами, которые в свою очередь уступают место диплограптидам, найденным в отложениях серии Бала. *Nemagraptus* достигает максимального развития в зоне *N. gracilis*, которая имеет широкое распространение на земном шаре. В отложениях Бала найдена также необычная форма *Dicranograptus*.

#### Глава 4

#### СИЛУРИЙСКАЯ СИСТЕМА (И НИЖНЕПАЛЕОЗОЙСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ ЗА ПРЕДЕЛАМИ ВЕЛИКОБРИТАНИИ)

Силурийская система была впервые выделена Мурчисоном; она получила свое название от древнего племени, населявшего пограничную часть Уэльса. Выходящие на поверхность силурийские породы слагают половину площади Уэльса. Вместе с кембрийскими и ордовикскими породами они окаймляют Харлехский купол, а также протягиваются от побережья север-

ного Уэльса к югу почти до Кармартена. Описанные выше ордовикские породы обнажаются в районе развития силурийских отложений в ядрах антиклинальных складок каледонского возраста. Древнейшие силурийские породы перекрываются более молодыми слоями, которые в краевых частях Уэльской геосинклинали несогласно залегают на докембрийских, кембрийских и ордовикских породах. Основание силурийской системы часто хорошо заметно и легко устанавливается, так как повсюду наблюдается резкий палеонтологический переход. Вверх по разрезу силурийские отложения переходят в девонские, как правило, без резких изменений, в связи с чем вопрос о проведении границы между силурийской и девонской системами является предметом длительной дискуссии. Этот вопрос рассматривается ниже, на стр. 121.

Несмотря на то что в конце ордовикского периода на обширной площади наступил перерыв в осадконакоплении, в силурийское время существовали в общем сходные условия осадконакопления: Уэльс пересекала широкая геосинклиналь, отлагались глубоководные граптолитовые пелагические глины, граувакки и прибрежные осадки. Первоначально бассейн осадконакопления не распространялся восточнее Лонгмайнда и Олд-Раднора, и в то время в северном Уэльсе отлагались тонкозернистые (глубоководные) осадки — глинистые сланцы Джиффин, тогда как в среднем и южном Уэльсе происходило накопление прибрежных фаций. Позднее область осадконакопления распространилась далее к востоку; эта трансгрессия охватила большую площадь, чем карадокская. Доказательством служит присутствие силурийских пород, представленных неритовой фацией, в южном Шропшире, а также наличие многочисленных выходов силура в Уэльском Бордерленде и в средней Англии (Тортуэрт, Аск, Мей-Хилл, Молверн, Вулхоп, а также ряд обнажений в пределах каменноугольного бассейна южного Стаффордшира, из которых наиболее известны расположенные у Дадли). Разрез этих обнажений представляет особый интерес при выяснении палеогеографических условий силурийского периода.

Силурийская система делится на ландоверский (или валентский), венлокский и лудловский ярусы<sup>1</sup>. Эти ярусы в Великобритании подразделяются на 20 граптолитовых зон, большинство которых именуется по встречающимся в них видам *Monograptus* (табл. 4.1). Эта фауна характеризует отложения, образовавшиеся в центральных частях геосинклинали. Шельфовые отложения Уэльского бордерленда были подразделены на зоны по фауне брахиопод и трилобитов.

В позднеордовикское время вулканическая активность значительно снизилась. Эта тенденция существовала и в последующее время, в результате чего в силурийском разрезе вулканические породы почти полностью отсутствуют. В этом заключается одно из главных отличий между этими двумя периодами.

### Силурийские породы Уэльса и средней Англии

*Ландоверский ярус.* В северном Уэльсе (и в некоторых других местах) отложения ландоверского возраста были названы валентскими; впоследствии эти два названия стали употребляться соответственно для обозначения неритовых и граптолитовых фаций. Поскольку в настоящее время существует возможность достаточно уверенного сопоставления этих двух различных типов отложений, один из этих терминов излишний. Удержалось название «ландоверский», однако следует иметь в виду, что смысл его теперь не ограничивается одним понятием шельфовых фаций. В действительности этот

Таблица 4.1

Лудловский ярус	{ В отложениях, развитых в Великобритании, граптолиты отсутствуют <i>Monograptus leintwardinensis</i> <i>Monograptus tumescens</i> <i>Monograptus scanicus</i> <i>Monograptus nilssoni</i>
Венлокский ярус	
{ Верхний подъярус { <i>Monograptus vulgaris</i> <i>Cyrtograptus lundgreni</i> <i>Cyrtograptus ellesi</i> ( <i>C. rigidus</i> Elles) <i>Cyrtograptus linnarssoni</i> <i>Cyrtograptus rigidus</i> ( <i>C. symmetricus</i> Elles)	{ Нижний подъярус { <i>Monograptus riccartonensis</i> <i>Cyrtograptus murchisoni</i>
{ Верхний подъярус { <i>Monograptus crenulatus</i> <i>Monograptus greistoniensis</i> <i>Monograptus crispus</i> <i>Monograptus turriculatus</i> <i>Rastrites maximus</i> <i>Monograptus sedgwicki</i>	{ Средний подъярус { <i>Monograptus convolutus</i> <i>Monograptus gregarius</i> <i>Monograptus cyphus</i> <i>Orthograptus vesiculosus</i> <i>Akidograptus acuminatus</i> <i>Glyptograptus persculptus</i>

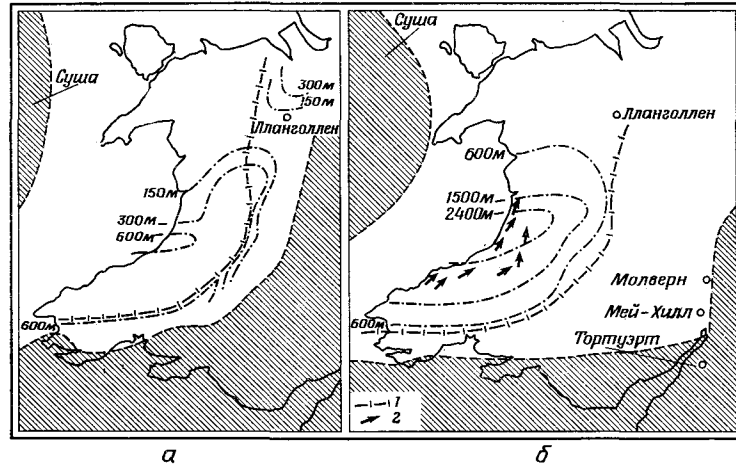
термин применяется не для определения какого-либо фациального типа, поскольку границы распространения фаций не совпадают с границами временных подразделений.

Осадки, накапливавшиеся в непосредственной близости от оси геосинклинали прогиба, — джиффинские глинистые сланцы Конвея и района Бала — имеют мощность всего 90 м; скорость осадконакопления была очень низкой. Сходные отложения развиты в Англии. К югу, в направлении к Махинлету, распространены близкие по характеру нижне- и среднеландоверские отложения, тогда как верхнеландоверские отложения увеличиваются в мощности до 600 м и приобретают характер образований мутьевых потоков. Еще южнее, в направлении к Плинлиммону, эти породы переходят преимущественно в граувакки (с конгломератами), образуя толщу гравелитов Аберистуит. Мощность этих образований, достигающая 2400 м, дает основание предполагать, что на этом участке геосинклинали формировался передовой прогиб (фиг. 4.1). На востоке, в окрестностях Коруэна и Лланголлена, ландоверский разрез имеет значительно меньшую мощность и сложен разнозернистыми породами (от грубозернистых до мелкозернистых) с тонкими прослоями граптолитовых сланцев, хотя они характеризуются главным образом раковинной фауной трилобитов, брахиопод и кораллов. К югу от гор Беруин, в районе Лланвиллина и Уэллпула, мощность ландоверских отложений на расстоянии всего лишь нескольких километров изменяется от 120 до 300 м. На этом участке в разрезе наблюдается послеашгильский размыв, и ландоверские слои в юго-восточном направлении трансгрессивно перекрывают древние породы; в раннеландоверское время здесь проходила граница геосинклинали. Несмотря на то что самые нижние слои неизменно представлены песчанистыми породами, разрез не полностью сложен мелководными отложениями: материалы детальных исследований, проведенных в различных районах разными авторами, свидетельствуют о дифференцированном погружении геосинклинали.

Типичной областью развития мелководных осадков ландоверского возраста является район Лландовери, расположенный к югу от описанной

<sup>1</sup> В оригинале — серии.— *Прим. перев.*

выше геосинклинали северного и среднего Уэльса. В настоящее время Лландоверский участок отделен от одновозрастных граптолитовых отложений зоной размыва, образовавшейся вдоль антиклинали Тоуи. Типовой разрез сложен следующими породами: на базальной серии конгломератов, песчаников и глинистых сланцев залегает толща аргиллитов мощностью 360 м (преимущественно с фауной брахиопод); все эти отложения относятся к нижнему ландовери; следующие 240 м в разрезе представлены аргиллитами (с брахиоподами и трилобитами) среднеландоверского возраста, над которыми залегают песчаники, глинистые сланцы и аргиллиты, относящиеся к верхнему ландовери. Породы, как это видно на некоторых плоскостях напластования, переполнены брахиоподами, причем наиболее распространенным



Ф и г. 4.1. Линии равных мощностей отложений Уэльса:  
а — нижнеландоверских, б — средне- и верхнеландоверских.  
1 — граница шельфа; 2 — палеоэоцена в аберистуитских гравелитах.

ископаемым является *Pentamerus oblongus*. Этот ракушняковый разрез достигает мощности более 900 м, чем резко отличается от разреза одновозрастных граптолитовых сланцев, мощность которых вблизи Конвея составляет лишь 90 м.

В районе Хаверфорд-Уэст наблюдается сходный разрез, однако здесь аргиллиты Гэсуоркс перекрываются гэсуоркскими песчаниками, что указывает на обмеление бассейна осадконакопления к концу раннего ландовери. Затем произошло воздымание этого участка земной коры и размыв: среднеландоверские отложения в разрезе отсутствуют, а верхнеландоверские ракушняковые отложения залегают на подстилающих породах несогласно.

В Уэльском бордерленде осадконакопления не происходило вплоть до позднеландоверского времени, когда произошло расширение бассейна осадконакопления. В это время на обширной площади произошло изменение палеогеографической обстановки; даже в северном Уэльсе оно сказалось на увеличении мощности верхнеландоверских отложений, а в районе антиклинали Тоуи это изменение выразилось в появлении в разрезе конгломератов и песчаников. В Уэльском бордерленде обнаружены прямые признаки береговой линии, литоральные же отложения, залегающие на более древних породах (от ашгилльских до докембрийских), известны более столетия. На южном окончании Лонгмайнда были прослежены детали строения береговой полосы, в том числе морские береговые обрывы, и обнаружены верхнеландоверские конгломераты, которые представляют отложения древних отмелей. Вышележащие пласты, образовавшиеся по мере дальней-

шего погружения, представлены карбонатно-глинистыми отложениями, в которых самой распространенной формой брахиопод является *Pentamerus oblongus* (так же, как и в одновозрастных осадках в районе Лландовери). Выше залегают глинистые сланцы Хагли.

В общем сходные отложения этого возраста были обнаружены в Вулхопском обнажении, где ландоверские (только верхнеландоверские) породы представлены плитняками и глинистыми сланцами, в обнажении Мей-Хилл, где на базальных конгломератах залегает толща преимущественно песчаников, а также близ Молверна. В последнем районе верхнеландоверские известняковые слои переходят в вышележащие вулхопские известняки.

Следует обратить внимание на ландоверские отложения, развитые в Тортуртском разрезе, к северу от Бристоля, так как здесь среди песчаных пластов, содержащих фауну, залегают пласты лавы, а некоторые породы содержат вулканический пепел. В базальных слоях прибрежных фаций в Пембруке отмечены толщи туфа. Вулканогенные породы этих двух районов, а также додевонские вулканические образования в районе Мендипских холмов, очевидно, являются основными свидетельствами проявления магматизма в Великобритании в силурийское время, за исключением лишь юго-западной Ирландии, где магматизм проявился несколько позднее. Тем не менее бентонитовые глины известны в пределах северного Уэльса, Озерного округа и Шотландии — районов, достаточно удаленных один от другого.

Судя по разрезам описанных выше обнажений и фауне слагающих их пород, палеогеографическая обстановка ландоверского века была следующей. Вначале береговая линия располагалась к западу от Лонгмайнда и Олд-Раднора, протягиваясь на юго-запад в сторону Кармартена (фиг. 4.1, а). На смежной площади, а именно в Лландоверском районе, накапливались мощные мелководные отложения, тогда как севернее, в среднем Уэльсе, в пределах передового прогиба накапливались граувакки и глины большей мощности. Еще далее к северу, в северном Уэльсе, на удалении от береговой линии, развиты лишь маломощные пелагические глинистые осадки. Изменение геологической обстановки на обширной площади, которое произошло в начале позднеландоверского времени, вызвало накопление мелководных осадков в пределах Уэльского бордерленда и средней Англии (вплоть до Мей-Хилла и Молверна), которые ранее были суши (фиг. 4.1, б).

Еще позднее, в позднеландоверское время, по мере того как береговая линия все дальше продвигалась к востоку и в осадконакопление была вовлечена площадь Тортуртского района, такие прибрежные формы, как *Lingula* и *Eocelia*, уступили место *Pentameroides* и др. Верхнеландоверские породы в других местах залегают на среднеландоверских или более древних отложениях несогласно, так как региональному погружению суши под уровень моря предшествовал период воздымания, складкообразования и эрозии. Однако на севере геосинклинального прогиба, хотя и накопились значительно большие мощности граувакк, чем в раннеландоверское время, условия осадконакопления, по-видимому, изменились незначительно и отложение граптолитовых глин продолжалось.

В пределах средней Англии верхнеландоверские отложения установлены у Рабери, Бирмингем (Ликийские холмы), где они залегают на кембрийских породах, так же как в Молверне и у Рекина. У Рабери отмечены признаки близости берега: базальные верхнеландоверские слои представлены конгломератом, который заполняет неровности древней поверхности суши, а там, где трещины в подстилающих ликийских кварцитах кембрийского возраста выполнены ландоверским материалом, образовались нептунические дайки. Отложения на участке Рабери обычно представляются мелководными образованиями: на раберийском песчанике залегают раберийские глинистые сланцы. В остальных обнажениях средней Англии подошва силурийских отложений, т. е. ландоверские породы, не обнажается, хотя, судя по всему, в этом районе

силурийские породы должны присутствовать. Характер переотложенного материала (в конгломератах верхней угленосной свиты Уорикшира) свидетельствует о том, что трансгрессия в позднеландоверское время захватила даже более восточные районы.

*Венлокские и лудловские (салопские) отложения.* Уэльская геосинклиналь продолжала существовать и в венлокское время; известны как глубоководные, так и шельфовые фации. Распределение фациальных зон в действительности оставалось таким же, как в позднем ландовери: мелководные осадки отлагались в южном Шропшире и средней Англии (а также в Нембрукшире), а граувакки и пелагические глины накапливались в среднем и северном Уэльсе. Сравнительно недавно были проведены большие исследования шельфовых известняков и глин венлокского и лудловского ярусов в Уэльском бордерленде. В этом районе граптолиты, естественно, не являются распространенными формами, и поэтому разрез, первоначально подразделенный на основании литологических особенностей отложений, расчленен на фаунистические горизонты (или зоны) по их характерным комплексам ископаемых организмов, главным образом брахиопод. Поскольку фаунистические зоны не получили своих наименований, подразделения разреза носят названия местностей Уэльского бордерленда.

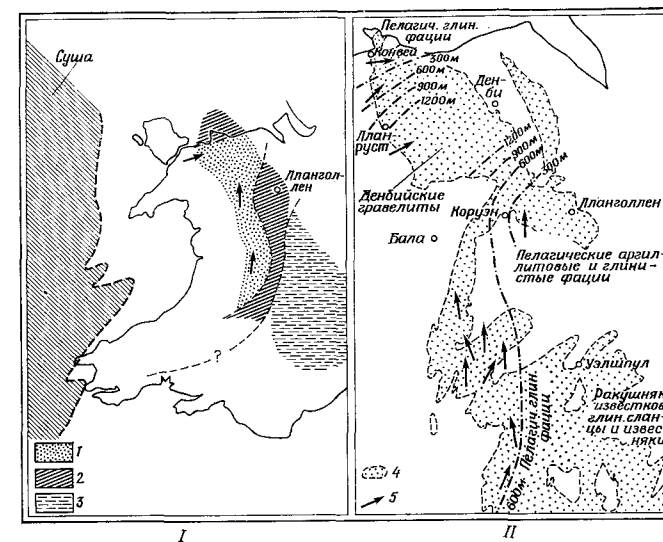
Ярусы	Лудловские зоны	Литологические подразделения
Лудловский	Уитклиффская Лентуордская Бринжвудская Элтонская	Уитклиффские плитняки Глинистые сланцы с <i>Dayia</i> Аймстрийский известняк Нижние лудловские глинистые сланцы
Венлокский		Венлокские известняки Венлокские глинистые сланцы Вулхопские известняки
Ландоверский		Пурпурные глинистые сланцы или вулхопские глинистые сланцы (раберийские глинистые сланцы, ярлтонские слои и т. д.) Ландоверские песчаники

Венлокский ярус в пределах северного Уэльса состоит в основном из песчаных пород, гравелитов Денбишир, мощность которых достигает 1200 м. Сходные отложения развиты в районе Билта; по-видимому, эти граувакки имели широкое распространение, хотя данные для области Центрально-Уэльской синклинали, где послеландоверские отложения были размыты, отсутствуют. Наряду с изменением характера отложений по простиранию происходят значительные колебания их мощности: на крайнем севере, вблизи Конвея, а также на востоке, между Коруэном и Лланголленом, разрез представлен в основном глинистыми сланцами, мощность которых намного меньше — около 90 м. О направлении переноса материала свидетельствуют следы палеотечений в граувакках (фиг. 4.2). К юго-востоку, в Уэллшпурском районе, наблюдается переход к шельфовым условиям осадконакопления, где распространены известковистые глины с обильной неритовой фауной. К поздневенлокскому времени глинистые осадки стали накапливаться на обширной площади.

Наиболее типичным районом распространения шельфовых отложений является Шропшир; здесь силурийские породы, погружающиеся в восточном направлении, создают куэстовый рельеф, а обращенные на запад обрывы, сложенные венлокскими известняками, образуют широко известную Уэнлокскую грядку. В пределах Уэльского бордерленда в Вулхопском обна-

жении и на участках Молверн и Мей-Хилл на ландоверских породах залегают вулхопские известняки, однако далее на север эта часть разреза представлена известковистыми глинистыми сланцами, известными под названием билдуозских глинистых сланцев. Рифовые известняки, распространенные в районе Раднора, где существовал архипелаг островов, очевидно, имеют такой же возраст. Породы, аналогичные вулхопским известнякам, распространены к востоку до Грейт-Барра, расположенного севернее Бирмингема, где они представлены в обнажении на восточной окраине Южно-Стаффордширского угольного месторождения. Здесь они известны под местным названием известняков Барр.

Венлокские глинистые сланцы известковистые, имеют серо-зеленую окраску и содержат множество ископаемых остатков — брахиопод, трилобитов и т. д.; эти породы характеризуются незначительной изменчивостью. Это



Фиг. 4.2. Палеогеографическая обстановка в Уэльсе в венлокское время.

На фигуре показаны линии равных мощностей венлокских отложений, а также направления палеотечений при формировании гравелитов Денби. 1 — граувакковая фация; 2 — пелагические граптолитовые глинистые сланцы; 3 — аргиллитовые фации; 4 — направления палеотечений верхнесилурийских пород; 5 — направления бороздок при желобковой тектуре отложений.

самые древние отложения, обнажающиеся в районе Дадли, в пределах угольного месторождения Южный Стаффордшир, где на них залегают венлокские известняки (некогда называвшиеся известняками Дадли). В этом районе и в пределах Уэнлокской гряды, а также в Вулхопе и Мей-Хилле венлокские известняки содержат обильную фауну, отличающуюся широким разнообразием трилобитов и брахиопод, а также криноидей, мшанок, кораллов, строматопороидей, гастропод и цефалопод. По неизвестным палеоэкологическим причинам в обнажении Уэнлокской гряды трилобиты распространены меньше, чем где-либо в других местах, например в Дадли. Широко распространены рифовые постройки, которые нарушают слоистое залегание пород, что свидетельствует об их образовании в результате роста кораллов и строматопороидей со дна моря. Они были названы «шаровыми камнями» (ball-stones). Известно, что известняки претерпевают некоторые изменения по площади; разрез известняков подразделяется на три части: нижний слоистый известняк, средний желваковый известняк и верхний слоистый известняк. Это подразделение особенно хорошо видно в разрезах у Дадли и у Мей-Хилла (Лонгхопа). В Мей-хиллских и Молвернских обнажениях развиты пизолитовые и оолитовые известняки.

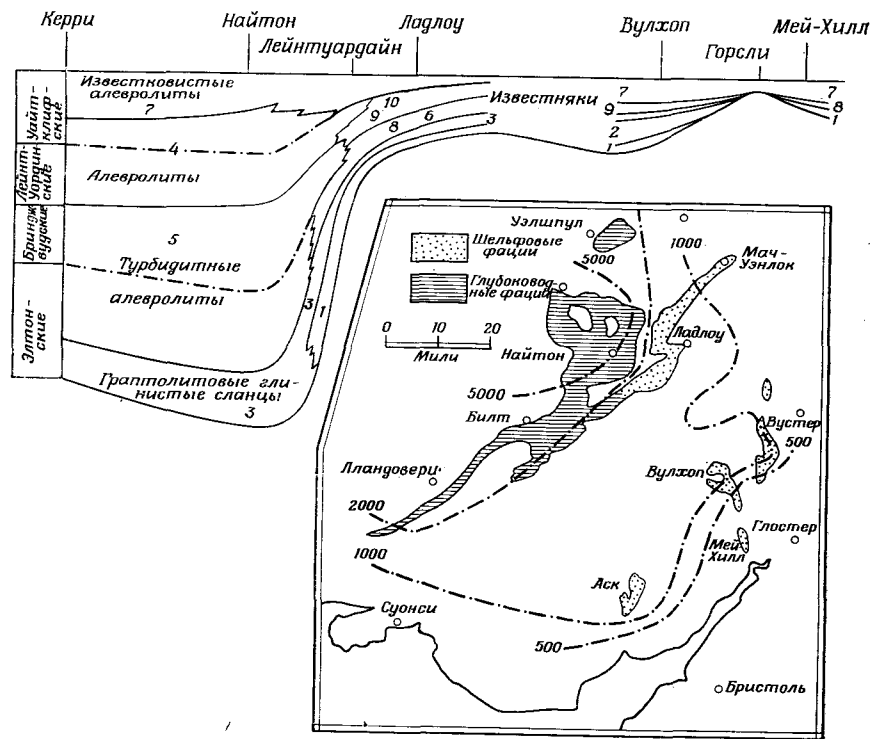
Первоначально лудловская серия отложений подразделялась на нижние лудловские глинистые сланцы, известняки Аймстри и верхние лудловские глинистые сланцы; однако эта классификация не оправдывает себя в связи с недостаточной выдержанностью указанной последовательности отложений.



Кроме того, айместрийские известняки не только характеризуются невыдержанностью, но и могут быть разновозрастными (хотя эта серия приблизительно соответствует верхнебриндждудским отложениям). Хорошо известная крупная форма пентамеридовых брахиопод *Conchidium knightii* имеет очень ограниченное распространение по площади, и ее лучше всего можно видеть во Вью-Эдж, где она встречается в ракушняковых банках. Фация отложений морского шельфа, в которой отсутствуют типичные айместрийские известняки, впервые была описана Лоусоном в обнажении Мей-Хилл; ярусы или зоны в лудловских отложениях, выделенные здесь главным образом на основании фауны брахиопод, четко прослеживаются и в пределах Уэльского бордерленда.

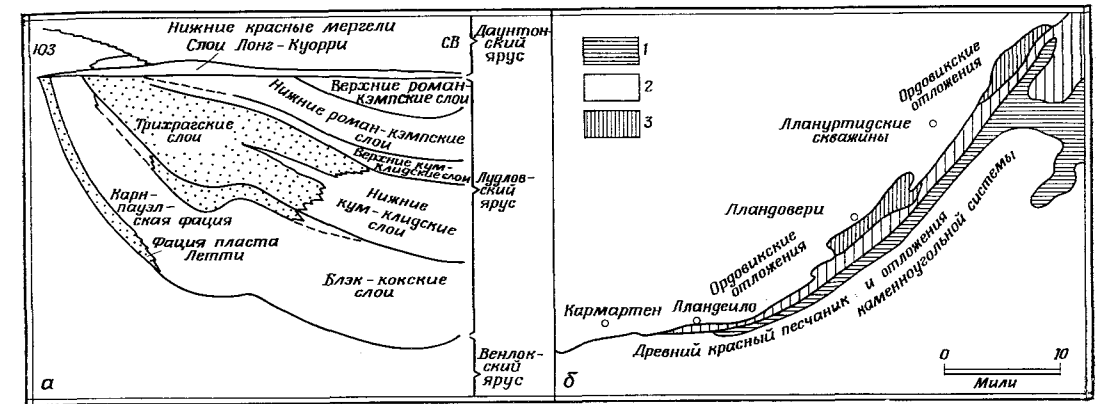
Мощность отложений лудловского яруса в типовом разрезе составляет около 300 м. Нижнелудловские породы, залегающие на венлокских известняках, представлены глинистыми сланцами с фауной граптолитов и цефалопод, однако далее к югу граптолиты встречаются редко и характерная фауна представлена угнетенными раковинными формами. Известковистые алевролиты с фауной брахиопод вверх по разрезу переходят в айместрийские известняки, в которых присутствуют кораллы и строматопороидеи. Выше залегают плитчатые известковистые алевролиты.

В южном и западном направлениях мощность разреза глубоководной фации увеличивается до 1500 м и более, характер отложений сильно изменяется (фиг. 4.3, 4.4). Здесь разрез частично сложен темными граптолитовыми сланцами и грубозернистыми песчаниками (гравелитами), сходными с залегающими на участке Денби-Мурс, тогда как в южной части централь-



Фиг. 4.3. Фации лудловских отложений Уэльского бордерленда.

1 — ракушняковые аргиллиты оливкового цвета; 2 — илестые алевролиты; 3 — граптолитовые глинистые сланцы; 4 — слоистые алевролиты; 5 — турбидитные алевролиты; 6 — алевролиты с *tinesens*; 7 — известковистые ракушняковые алевролиты; 8 — строфоменидовые алевролиты; 9 — массивные известняки; 10 — плитчатые известняки.



Фиг. 4.4. Развитие песчаных фаций в лудловском веке.  
1 — лудловские; 2 — венлокские; 3 — ландоверские.

ного Уэльса (лландоверский район) развиты красные песчаники и кварциты — слои Трихраг (местные дельтовые образования, фиг. 4.4). На основании этого предполагается, что западнее, в Лландейльском районе, располагался массив суши. Хотя присутствие *Monograptus scanicus* наводит на мысль о нижнелудловском возрасте этих дельтовых отложений, фауна брахиопод указывает на то, что они эквивалентны по возрасту айместрийским известнякам.

В Тортуэртском обнажении в разрезе венлокско-лудловских отложений залегают три пачки известняков, однако их нельзя сопоставлять с вулхопским, венлокским и айместрийским известняками. В ядре периклинальной складки восточной части Мендипской возвышенности обнажаются силурийские аргиллиты и песчаники с андезитовыми лавами и туфами. Выходы этих пород известны также в Уикуоре и Шарнессе. Было выдвинуто предположение, что в Сомерсет-Глостерском районе силурийские породы отличаются от разновозрастных отложений в близлежащих обнажениях Аск и Мей-Хилл, потому что Нижне-Северное поднятие (Lower Severn Axis) служило барьером.

Верхние слои лудловского яруса, итклиффские слои, представлены в Уэльском бордерленде фаунистически охарактеризованными зелеными известковистыми плитняками. В пластах самой верхней части разреза отмечены прослойки содержащих органику конгломератов, один из которых называется лудловским костеносным пластом. В этом слое найдено много обломков скелетов рыб, относящихся к видам *Onchus murchisonii* и *Thelodus parvidens*, а также остракод и *Pachythesca*, которая, возможно, относится к морским водорослям. Этот характерный горизонт (лудловский костеносный пласт) часто принимали за границу между силурийской и девонской системами. Однако этот горизонт имеет лишь местное значение, и его нельзя проследить даже в обнажениях, расположенных к северу от угольного бассейна южного Уэльса. Получившее ныне широкое признание в качестве кровли силурийской системы основание зоны с *Monograptus uniformis*, выделяемой в Европе, безусловно, не может быть распознано среди континентальных образований, которые залегают на лудловском костеносном пласте в Шропшире. Возможно, оно находится примерно в пределах горизонта, залегающего на границе между диттонскими и даунтонскими отложениями, которая намечается здесь лишь по незначительному изменению литологических особенностей пород. В связи с этим даунтонские слои логично включать в силурийскую систему, хотя по фаціальным особенностям

даунтонские отложения весьма сходны с вышележащими древними красными песчаниками девонской системы. Поэтому за основание девона здесь принимают низы диттонских отложений, которые отбиваются по появлению ископаемого *Pteraspis*.

**Даунтонские отложения.** На лудловском костеносном пласте залегают породы серого даунтона, или группы Темесайд, которая в Шропшире представлена песчаником Даунтон-Касл мощностью 12 м и перекрывающими его темесайдскими глинистыми сланцами мощностью свыше 30 м. Эти отложения перекрываются пурпурными мергелями и красными песчаниками мощностью до 300 м, известными под названиями красного даунтона или ледберийских слоев. Следовательно, в Шропшир-Херефордском районе силурийские отложения постепенно переходят в девонские. Как далеко распространялись даунтонские отложения далее к северо-западу, неизвестно, однако в Англии конгломераты древнего красного песчаника залегают несогласно на более древних породах, а толща отложений мощностью около 1200 м была размываема. Для объяснения этого необходимо допустить существование длительного периода преддевонской эрозии.

К югу от Шропшира даунтонские отложения претерпевают литологические изменения: песчаник Даунтон-Касл становится плитчатым и известен под названием черепитчатых слоев. В этих породах имеется скудная фауна моллюсков, и костеносные слои, обнаруженные в Шропшире, в них отсутствуют. Наряду с этими фаунистическими и литологическими изменениями установлено, что даунтонские породы трансгрессивно залегают на более древних породах и их основанием в южном Уэльсе служит поверхность несогласия. Это явилось еще одной причиной включения их в девонскую систему. Каледонские структуры Уэльса (рассматриваемые в следующей главе), очевидно, начали формироваться еще в ландоверское время и, как мы отмечали, одна из них — антиклиналь Тоуи — разделяла различные фацциальные зоны. О последующем воздымании этой территории можно судить по наличию в даунтоне поверхности размыва. На черепитчатых слоях трансгрессивно залегают породы красного даунтона, известные здесь под названием рагланских мергелей. В этих породах фаунистические остатки встречаются редко, однако в некоторых горизонтах, например в известняке с *Rammosteus*, содержатся остатки рыб рода *Phialaspis*. Красные мергели распространены на большой площади, однако они, вероятно, уменьшаются в мощности к юго-востоку, в направлении Нижне-Северного поднятия, поскольку установлено, что в пределах Восточно-Мендипской периклинальной складки верхние слои древнего красного песчаника непосредственно залегают на аргиллитах венлокского яруса. Восточнее, в пределах средней Англии, обнажения девонских пород отсутствуют (однако эти породы вскрыты скважинами), даунтонские же отложения развиты на участке Нетертонской антиклинали, расположенной в пределах угольного бассейна южного Стаффордшира и вблизи Горнала, на западной окраине бассейна, где разрез отложений очень сходен с разрезом Шропшира.

Даунтонские красные мергели и перекрывающие их диттонские отложения девона очень сходны и часто неотличимы. Более того, в Уэльском бордерленде наблюдается почти идеально постепенный переход от лудловских отложений к диттонским, что свидетельствует о постепенном же изменении условий осадконакопления от морских к неморским. Сначала мы замечаем, что в самых верхних частях лудловского разреза исчезают граптолиты, затем вся фауна беднеет настолько, что из неритовых морских форм сохраняются лишь моллюски. После этого устанавливаются неморские условия осадконакопления и накапливаются мергели (в мелководной полосе) с известковистыми прослоями и песчаниками. Во многих горизонтах встречены костеносные слои. Таковы слои Тримпли, залегающие на 420 м выше лудловских костеносных слоев.

### Силурийские породы северной Англии

В Озерном округе и в обнажении горы Кросс-Фелл силурийские породы без перерыва ложатся на отложения ашгилльского яруса верхнего ордовика. Тем не менее в условиях осадконакопления должны были произойти заметные изменения, так как ландоверская толща (силурийская), представленная здесь стокейльскими глинистыми сланцами, содержит фауну граптолитов, в отличие от фауны брахиопод и трилобитов, характерной для ашгилльских слоев. Свита глинистых сланцев Стокейла подразделяется на скелгилльские слои и браугилльские глинистые сланцы. Скелгилльские слои представлены черными граптолитовыми глинистыми сланцами, образовавшимися в результате медленного осадконакопления, поскольку эти слои мощностью 15 м включают семь граптолитовых зон, выше которых залегают браугилльские слои — серо-зеленые и черные глинистые сланцы мощностью 60 м, соответствующие только трем зонам граптолитов. Изредка в браугилльских слоях встречаются трилобиты.

После в целом медленного накопления осадков ландоверского яруса произошли значительные изменения условий осадконакопления. Венлокская и лудловская серии отложений в рассматриваемом районе представлены грубозернистыми песчаниками, плитняками и граувакками, редко содержащими фаунистические остатки; общая мощность этих отложений, возможно, достигает 3900 м. Разрез силурийских отложений, составленный Марром, с изменениями, внесенными Геологической службой Великобритании, приводится ниже.

	Лудловский ярус	Плитняки Керкби-Мур Шиферные сланцы Баннисдейл Гравелиты Конистон	~ 450 м свыше 1500 м 1200 м		
				Верхние колдуэллские слои Средние колдуэллские слои Нижние колдуэллские слои	} свыше 450 м
	Венлокский ярус	Плитняки Братей	300 м		
	Ландоверский ярус	Глинистые сланцы Стокейла	75 м		

Братейские плитняки — это глинистые сланцы и плитняки, содержащие граптолиты; предполагается, что они отлагались в более мелководных условиях по сравнению с подстилающими их стокейльскими глинистыми сланцами. Колдуэллские слои представлены гравелитами, алевролитами и плитняками и, за исключением нижней части разреза, содержат раковинную фауну и некоторое количество граптолитов. Конистонские гравелиты являются граувакковыми, и окаменелости в них редки. Верхняя часть конистонских слоев представлена переслаиванием аргиллитов и алевролитов, часто обнаруживающих градиационную слоистость и другие специфические осадочные текстуры; эти слои служат переходными к баннисдейльским шиферным сланцам. Верхние слои конистонских гравелитов, по-видимому, отлагались сравнительно быстро; Лэпворт сравнивает их с флишем. Было выдвинуто предположение, что в течение позднелудловского времени бассейн осадконакопления становился в общем более мелководным, однако в результате слабых колебательных движений он временами углублялся. Даунтонские отложения в разрезе отсутствуют.

Наряду с основным обнажением силурийских пород в южной части Озерного округа в северной Англии есть несколько обнажений нижнепалеозойских пород — на участках Крамакдейл, Хортон и Молхэм, расположенных севернее разломов Крейвен. В этих обнажениях представлены ордовикские породы (хотя наблюдаются лишь отложения ашгилльского яруса, которые, по-видимому, несогласно залегают на инглтонских породах) и породы силурийской системы. Ашгилльские отложения представлены

известковистыми глинистыми сланцами; они содержат трилобиты и некоторое количество граптолитов и характеризуются присутствием туфов и фельзитов, которые образовались почти одновременно с последними проявлениями магматизма в Озерном округе. Ландоверский ярус представлен глинистыми отложениями, которые образовались в зоне накопления стокдейлских глин, хотя в них обнаружены и тонкие известковистые прослойки, содержащие трилобиты. Венлокский и лудловский ярусы содержат плитняки и гравелиты, которые по литологическим особенностям в общем сходны с одновозрастными отложениями, развитыми в южной части Озерного округа. Однако в деталях эти отложения разнятся одни от других; формационные подразделения, выделенные здесь, получили местные наименования. Эквивалент венлокского яруса, братейские или нижнеконистонские плитняки, здесь известны под названием гравелитов и плитняков Остуик. Породы лудловского возраста называются хортонскими плитняками (эквивалентны колдуэллскому слою) и стаффордскими песчаниками (эквивалентны конистонским гравелитам). Более молодых силурийских отложений здесь не обнаружено.

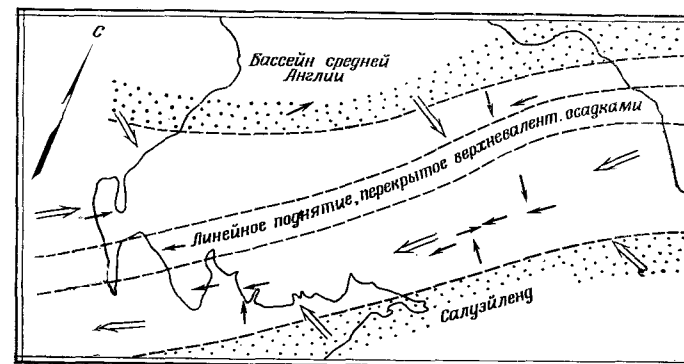
### Силурийские породы южной Шотландии

Силурийские породы Гёрванского участка представлены теми же фациями, что и ордовикские: образовавшимися в мелководных условиях песчаниками, конгломератами и аргиллитами, в которых содержится преимущественно неритовая фауна. Первоначально в пределах центрального пояса Южно-Шотландской возвышенности продолжали господствовать условия, существовавшие во время накопления отложений группы Бала, в связи с чем нижняя часть ландоверского разреза включает маломощную пачку темных граптолитовых глинистых сланцев — глинистые сланцы Беркхилл. Вышележащие хартфеллские глинистые сланцы имеют сходные литологические особенности. Перерыва в осадконакоплении не было, хотя существует обычный крупный палеонтологический рубеж.

Вслед за отложением граптолитовых глинистых сланцев в позднеландоверское время произошло резкое изменение в характере осадконакопления. В центральной части Южно-Шотландской возвышенности накопилась мощная толща граувакк (группа Гала); в это же время в Гёрванском районе отлагались песчаники, плитняки и аргиллиты, а в некоторых случаях, по-видимому, осадки мутьевых потоков. Более того, мощность осадков обоих районов имеет одинаковый порядок, и, очевидно, к позднеландоверскому времени в них установились в целом однообразные условия осадконакопления. Вероятно, к этому времени снос материала происходил в основном в направлении с северо-востока на юго-запад, т. е. был приурочен к оси широкого геосинклинального прогиба (фиг. 4.5).

В результате работ, проведенных в течение последнего десятилетия и ранее в пределах южного пояса Южно-Шотландской возвышенности, где развиты в основном породы венлокского яруса, возникли сомнения в отношении возрастных взаимоотношений литологических групп (Риккартон и Хоик). В разрезе риккартонской группы, хотя он и представлен в основном граувакками, содержатся граптолитовые глинистые сланцы, подтверждающие венлокский возраст этих отложений. Первоначально предполагалось, что хоикская группа располагается ниже риккартонских слоев, и поэтому она включалась в верхний ландовери. Однако данные, полученные при изучении одного из районов Уигтауншира, свидетельствуют о том, что для этой площади характерен обратный порядок напластования. Из этого следует, что хоикские породы моложе риккартонских, в связи с чем хоикскую группу необходимо включать в венлокский ярус. К сожалению, в этих граувакках отсутствует фауна, по которой можно было бы судить об их возрасте. На основании данных, полученных в других районах, было выдвинуто

предположение о том, что хоикские породы представляют собой отложения риккартонской группы, в которых отсутствует фауна. В то же время на крайнем западе Южно-Шотландской возвышенности возрастные взаимоотношения между отложениями двух групп, по-видимому, определить невозможно из-за наличия дизъюнктивных нарушений (табл. 4.2). Ревизия



Ф и г. 4.5. Палеогеографическая обстановка в валентское и ранневенлокское время в районе Южно-Шотландской возвышенности.

Сплошные стрелки нанесены на основании измерений, пунктирные стрелки указывают предполагаемые направления течений.

разреза этой венлокской толщи привела также к необходимости пересмотра представлений о тектонической структуре южной Шотландии. Кроме того, оказалось, что мощность венлокской толщи может достигать около 7500 м,

Таблица 4.2

	Гёрван	Моффат	Кёркубри
Венлокский ярус	Группа Дейлли		Хоикские породы (?) Слой Риккартон и Рабери-Касл
Ландоверский ярус	Группа Ньюлендс	Группа Гала Глинистые сланцы Беркхилл	Хоикские породы (?) —

т. е. более чем в десять раз превышать ранее предполагавшуюся величину мощности. Интересно отметить, что это является в известном смысле возвращением к существовавшему до Лэпворта представлению о том, что район Южно-Шотландской возвышенности сложен породами огромной мощности. Вопрос о строении территории Южно-Шотландской возвышенности будет рассмотрен в следующей главе.

В Гёрванском районе породы группы Ньюлендс представлены конгломератами, плитняками, глинистыми сланцами и известняками, т. е. породами, литологически сходными с верхнеордовикскими породами этого участка. Распространение этих пород на поверхности ограничено узким поясом, протягивающимся от моря в глубь страны, незначительным обнажением на побережье, у мыса Ньюлендс, и выходами в пределах Крейгхедского обнажения. В некоторых песчаниках содержится богатая неритовая фауна, но лишь присутствие темных глинистых сланцев, свидетельствующее о распространении в некоторых случаях более глубоководных условий на значительную площадь (или отступании береговой линии), позволяет сопоставлять эти отложения с беркхиллскими глинистыми сланцами, представленными в обнажениях центрального пояса Южно-Шотландской возвышенности. Мощность пород ньюлендской группы составляет около 300 м, что, естественно, намного больше мощности одновозрастных граптолитовых сланцев.

Породы вышележащей группы Дейлли распространены только в пределах узкого обнажения на южном берегу Гёрванского водоема. Они представлены песчаниками и глинистыми сланцами; содержащиеся в сланцах граптолиты свидетельствуют о венлокском возрасте этой группы. Песчаники местами представляют собой граувакки, напоминающие частично соответствующие им по возрасту граувакки Гала. В Гёрванском районе венлокский ярус был подразделен на формации (табл. 4.3), которые имеют довольно ограниченное распространение.

Таблица 4.3

Венлокский ярус	Группа Дейлли	<ul style="list-style-type: none"> <li>Плитняки Драмйорк и т. д.</li> <li>Стрейтопская формация</li> <li>Барганийская формация (плитняки)</li> </ul>
Валентский (ландоверский) ярус	Группа Ньюлендс	<ul style="list-style-type: none"> <li>Пенкиллская формация (аргиллиты)</li> <li>Камреганская формация (песчаники и аргиллиты)</li> <li>Глинистые сланцы с <i>Monograptus sedgwicki</i></li> <li>Сох-хиллская формация (песчаники и конгломераты)</li> <li>Маллох-хиллская формация (песчаники и аргиллиты)<sup>1</sup></li> </ul>

<sup>1</sup> Нижняя часть этого разреза видна только в Крейгхедском обнажении.

Там, где на силурийских отложениях залегают более молодые породы, наблюдается резко выраженное несогласие. На юге слои каменноугольного возраста залегают на породах, которые, как теперь считают, имеют венлокский или, возможно, лудловский возраст. В Гёрванском районе на породах группы Дейлли венлокского возраста несогласно залегают отложения древнего красного песчаника. Очевидно, в послевенлокское время произошли воздымание и размыв, обусловившие отсутствие в пределах южной Шотландии большей части лудловских отложений (а также даунтонских).

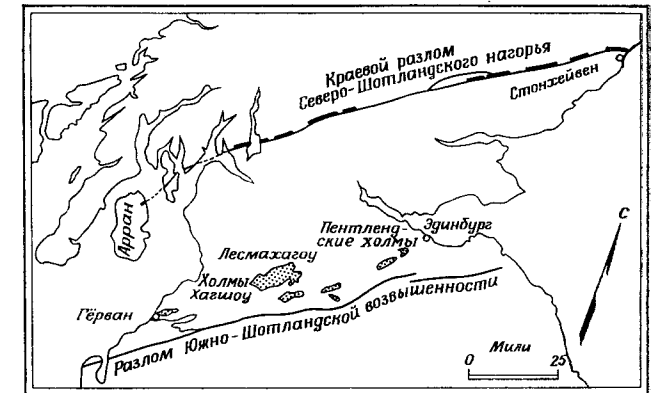
#### Нижнепалеозойские породы Средне-Шотландской низменности

Вдоль южного борта прогиба Средне-Шотландской низменности расположен ряд обнажений нижнепалеозойских пород. Не считая Гёрванского участка, который, хотя и расположен севернее пограничного разлома Южно-Шотландской возвышенности, рассматривается в его составе, самым крупным является обнажение в Лесмахагоу. Другие обнажения приурочены к холмам Хагшоу и Пентлендские холмы; кроме того, имеются небольшие, менее известные выходы (фиг. 4.6).

На северном борту прогиба Средне-Шотландской низменности имеется ряд узких клиньев нижнепалеозойских пород, известных под названием серии Хайленд-Бордер. Обычно эти выходы ограничены разрывами. Обнажения расположены вдоль линии, протягивающейся от Стонхейвена на восточном побережье Шотландии до Аррана и Бьюта на западе. Взаимоотношения этих отложений с более древними породами можно наблюдать только в Арране, где они несогласно залегают на породах дальредской серии, но также деформированы каледонскими орогеническими движениями. Они, несомненно, относятся к ордовику и представлены нижней серией черных глинистых сланцев и кремнистых сланцев со спилитовыми лавами. Эти отложения отчасти по аналогии с баллантрейскими породами были отнесены к аренигскому ярусу, хотя проведенное в 1962 г. Геологической службой Великобритании повторное исследование ископаемых остатков из Аберфойлского обнажения

привело к выводу, что возраст этих пород нельзя определить точнее, чем просто ордовикский. На этих слоях несогласно залегают брекчии, гравелиты и известняки (не обнажающиеся в разрезе Стонхейвена), возраст которых, как предполагают, постаренигский, а так как на всей площади Шотландии осадконакопление не возобновлялось до карадокского века, их возраст можно точнее считать карадокским. Предполагается, что мощность толщ пород, развитой на острове Арран и полностью относящейся к нижней группе, достигает 300 м.

Отложения серии Хайленд-Бордер совершенно не связаны с дальредским периодом осадконакопления, который, вероятно, закончился ко времени отложения этих осадков, однако они, несомненно, накапливались одновременно с ордовикскими породами, развитыми в южной Шотландии,



Фиг. 4.6. Обнажения нижнепалеозойских пород в Средне-Шотландской низменности. Жирными линиями показаны отложения серии Хайленд-Бордер аренигского (?) возраста, точечной штриховкой — обнажения преимущественно силурийских пород.

т. е. на расстоянии около 80 км. Возможно, что нижняя серия отложений Хайленд-Бордер имеет аренигский возраст и отлагалась в одной зоне с осадками, развитыми в Гёрванском районе, а вся Средне-Шотландская низменность являлась областью осадконакопления. Однако есть данные о том, что позднее, в силурийское время, участок, расположенный южнее Средне-Шотландской низменности, претерпел воздымание, в результате которого образовалась геоантиклиналь (она получила название «Кокбёрленд»). Верхнесилурийские отложения даунтонского возраста развиты на востоке Шотландии к северу от Стонхейвена, где они несогласно залегают на породах серии Хайленд-Бордер и представлены песчаниками мощностью более 600 м. Некоторым из них больше подходит название алевролиты. Обнаружены также пласты туфов.

В Кауи-Харбор, который расположен на Стонхейвском побережье, развиты горизонты с остатками рыб и пласт, в котором присутствует главным образом *Dictyocaris slimoni*, а также 8 других родов рыб.

Даунтонские слои прежде были закартированы в обнажениях Пентлендс, Хагшоу и Лесмахагоу, однако теперь считают, что это более древние породы, возраст которых устанавливается в пределах от ландовери до лудлоу (но древнее даунтона). Породы этих обнажений представлены граувакками, глинистыми сланцами, аргиллитами и нечистыми известняками; в граувакках содержатся брахиоподы и моллюски, а в алевролитах — остатки рыб и эвриптериды. Алевролиты, возможно, отлагались в озерах или замкнутых лагунах. Выше по разрезу залегают песчаники, часто красного цвета, с трещинами усыхания, что свидетельствует об отступании моря. Они отлагались в мелководных условиях, поскольку главной составной частью их фауны являются рыбы. Наблюдающееся общее уменьшение содержания бора вверх по разрезу также указывает на постепенный переход от морских условий к неморским. Подобного перехода от осадков мутьевых потоков к пресноводным образованиям в силурийских отложениях Южно-Шотландской воз-

вышенности не наблюдается. Таким образом, если в позднесилурийское время Средне-Шотландская низменность представляла собой бассейн осадконакопления, то северная часть Южно-Шотландской возвышенности (Кокбёрленд), возможно, уже была приподнята.

### Нижнепалеозойские породы Ирландии

Ордовикские и силурийские породы обнажаются в Ирландии в пяти основных районах: 1) на востоке, южнее Белфаста, в массиве Лонгфорд-Даун, который может рассматриваться как продолжение Южно-Шотландской возвышенности; здесь прослеживаются северный пояс, сложенный ордовикскими породами, и более широкий южный пояс силурийских пород; оба пояса сохраняют простирание каледонских структур юга Шотландии и окаймляются выходами пород преимущественно каменноугольного возраста; 2) на юго-востоке острова, где обнажения простираются от Дублина до Уотерфорда и соединяются с породами, возможно, кембрийского возраста, развитыми на Уэксфордском участке; 3) в юго-западной части графства Майо, где они недавно были детально описаны Дьюи; 4) в южной части центральной Ирландии, где имеется ряд выходов силурийских (и девонских) пород среди отложений каменноугольного возраста, слагающих центральную равнину; 5) в обнажениях Средне-Ирландской низменности, главным образом в районе Помроя.

В пределах Лонгфорд-даунского массива ордовикские и силурийские породы очень похожи на одновозрастные породы, развитые в пределах Южно-Шотландской возвышенности. Они представлены в основном граптолитовыми сланцами и граувакками, однако в обнажениях южной части силурийского пояса встречаются и неритовые отложения, фауна которых сходна с фауной Гёрванского разреза. Граптолиты указывают на то, что возраст толщи соответствует периоду от карадокского (гленкилнского) века до конца ландоверского (беркхилл и гала). Так же как и в Шотландии, в граувакках Гала граптолиты относительно редки. По-видимому, разрез отложений, развитых на юге этого района, имеет большее сходство с браугилскими слоями (ландовери) Озерного округа, чем с разрезом Шотландии.

В юго-восточной Ирландии самые нижние слои разреза ордовикских отложений, содержащие древнейшие граптолиты, несогласно залегают на породах серии Клара кембрийского возраста, залегающих в пределах антиклинали Брей. Возможно, осадконакопление началось еще в тремадокском веке, но оно не было непрерывным, поскольку ланвирские породы в разрезе отсутствуют. Вулканические породы достигают здесь большой мощности, время их образования соответствует времени накопления свиты Бала. Позднеордовикские отложения имеют неритовый характер, среди них присутствуют известняки, в которых содержится фауна, подобная той, которая найдена близ Гёрвана, в Скандинавии и Ньюфаундленде. Нижнепалеозойские породы юго-восточной Ирландии по своим литологическим особенностям, характеру разреза и фауне не очень похожи на породы, развитые на противоположном берегу Ирландского моря, — в Уэльсе, что подтверждает существование в раннем палеозое континентального массива в районе, где сейчас располагается южная часть Ирландского моря.

В связи с неполнотой данных о нижнепалеозойских породах, развитых в пределах Средне-Шотландской низменности, а также предположительным характером заключений о природе доордовикского основания (это относится и к Лонгфорд-даунскому району) особый интерес приобретает участок Марриск в ирландском графстве Майо. Здесь ордовикская толща залегают на коннемарских кристаллических сланцах. Присутствие последних, которые относятся к дальредской серии, подтверждает правильность того представления, что накопление дальредских осадков в кембрийское время распро-

странилось к югу от краевого разлома Северо-Шотландского нагорья. Затем последовал период воздымания и эрозии, о чем свидетельствует несогласное, как и на острове Арран, залегание аренигских слоев на подстилающих отложениях. Во время перерыва в осадконакоплении коннемарские кристаллические сланцы претерпели деформации и метаморфизм. Мощность этих аренигских слоев значительно больше их мощности в Гёрванском районе Шотландии (где отложения значительной мощности, возможно, были размывы в результате эрозии, предшествовавшей накоплению свиты Бала); они состоят из спилитовых лав, образующих тиронскую вулканическую серию, а также из гравелитов и аспидных сланцев. В дальнейшем отлагались ордовикские гравелиты, а еще позднее этот район подвергся послекарадокской складчатости. Нижне- и среднеландоверские отложения в этом районе отсутствуют, однако в позднеландоверское время море вновь покрыло территорию западной Ирландии, в результате чего в условиях неровного рельефа дна отложились маломощные верхнеландоверские слои, которые трансгрессивно перекрыты венлокскими породами значительно большей мощности. Изменения палеогеографической обстановки в Маррискском районе были детально исследованы, и все же их нельзя связать с теми изменениями, которые произошли в южной Шотландии, поскольку разделяющий эти районы Лонгфорд-даунский участок изучен в этом отношении недостаточно.

### Полуостров Корнуэлл и северо-западная Европа

В пределах района, расположенного непосредственно к северу от площади развития отложений лизардского комплекса, описанного в гл. 1, давно известны обнажения пород, которые считаются ордовикскими и силурийскими. Эти нижнепалеозойские породы залегают в виде изолированных выходов, или линз, среди брекчированных пород, представленных в основном глинистыми сланцами верхнего девона (так называемая Миниджская зона дробления). Линзы могут протягиваться на расстояние свыше полутора километров.

В кварцитах содержится трилобито-брахиоподовая фауна, включающая виды *Calymene* и *Phacops*, а также брахиоподы-ортиды. В прошлом кварциты условно относили к ланвирскому или ландейльскому ярусу, однако нет реального подтверждения тому, что возраст этих пород обязательно ордовикский. Присутствующие в разрезе темно-синие известняки содержат ископаемые остатки предположительно венлокского возраста. Известняки с *Orthoceras* содержат наутилоидеи с прямой раковиной, например *Actinoceras* и *Barrandeoceras*. Найдены также брахиоподы и двустворчатые (пластинчатожабрные) моллюски.

Эти нижнепалеозойские отложения оказалось невозможным сопоставить с одновозрастными породами северного Уэльса или Уэльского бордерленда, однако высказано мнение, что они сходны с силурийскими породами Бретани (точнее, с песчаниками Грe-де-Мей). Присутствие этих отложений на полуострове Корнуэлл незначительно увеличивает наши знания о палеогеографической обстановке силурийского периода, так как эти породы, возможно, составляют часть надвинутого в северном направлении аллохтона, хотя надвиговый характер северного края Лизардского участка недавно был поставлен под сомнение.

Нижнепалеозойские породы установлены в складчатых разрезах обнажений северо-западной Франции, главным образом в Бретани и в Арденнах на юге Бельгии. В Бретани они сохранились в синклиналих вместе с метаморфизованными породами бриоверской группы, которые считаются докембрийскими. В результате последующих деформаций разрез этих отложений с трудом поддается расшифровке, и сопоставление их с нижнепалеозойскими породами, обнажающимися на территории Великобритании, носит

условный характер. Представление о промежуточной площади получено в результате бурения нескольких скважин, которые вскрыли нижнепалеозойские отложения под Лондоном и Кентом. В результате было установлено наличие ордовикских, ландоверских и венлокских пород, в которых содержатся как граптолиты, так и неритовая фауна.

То, что отложения группы Бала и силурийские породы распространены в пределах северо-западной Франции, сомнению не подлежит, и их наличие помогает завершить составление палеогеографических карт для соответствующих периодов. Присутствие бесспорно кембрийских отложений не доказано, однако ими могут быть красноватые конгломераты и песчаники, залегающие на бриоверских отложениях, хотя в них содержится мало ископаемых остатков. Если они действительно кембрийские, то, являясь континентальными фациями, они заметно отличаются от геосинклинальных отложений, развитых севернее — в Великобритании и Скандинавии, а также южнее — в Средиземноморской области. Ордовикское и силурийское моря охватывали обширные площади в северной и западной Европе. Об их распространении и о палеогеографии соответствующих периодов можно судить по присутствию соответствующих пород в Скандинавии, в уже упомянутых горстовидных обнажениях, а также в Чехии, Тюрингии и т. д. В пределах обширных областей отлагались граптолитовые глинистые сланцы и граувакки, однако вблизи границы Балтийского щита накапливались мелководные осадки, аналогичные прибрежным фациям южного Шропшира и средней Англии. Эти осадки отлагались как по окраинам кратогенного блока (средняя Англия), так и в мелководных (эпиконтинентальных) морях, покрывавших этот кратоген.

#### Силурийские ископаемые остатки

Как мы видели, в силуре, как и в ордовике, присутствуют неритовые и граптолитовые фации, характеризующиеся различными комплексами окаменелостей. Распространены также «смешанные» фации, которые в действительности представляют собой чередование двух фаций. Брахиоподы и трилобиты были весьма распространенными формами, однако если трилобиты начали вымирать, то кораллы, строматопороидеи и мшанки стали многочисленными, особенно в карбонатных осадках; местами они образуют рифы. Значительную часть палеонтологических форм силурийского периода составляют древние позвоночные, особенно рыбы, которые были обнаружены в позднелудловских слоях. Повсюду на земном шаре в силуре впервые появились наземные растения.

Многие формы брахиопод, живших в ордовикское время, продолжали существовать и в силурийском периоде. В изобилии встречались ортиды и строфомениды, однако господствующими формами скоро стали пентамериды, которые быстро достигли своего расцвета. Распространенными стали ринхонеллиды и формы со спиралевидной раковиной, такие, как *Atrypa*, *Meristina* и *Spirifer*.

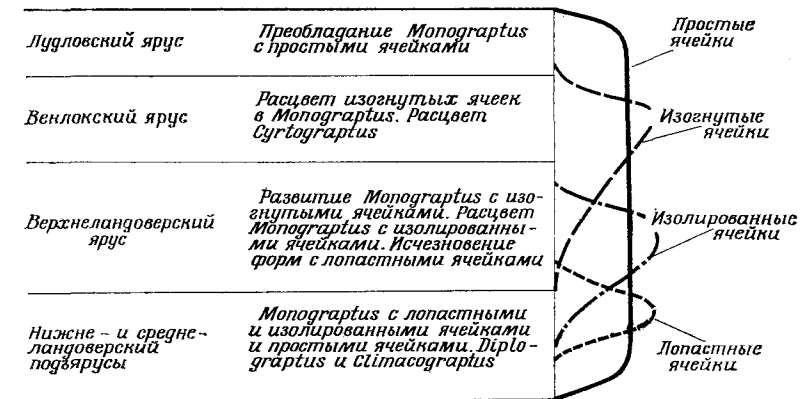
Упадок трилобитов не был очень заметным, и большинство ордовикских семейств, за исключением тринуклеид и азафид, вымерших до наступления силурийского периода, продолжали существовать. Представители родов *Illaenus* и *Encrinurus* были распространены в силуре, однако в послесилурийское время они не сохранились. Встречались некоторые формы с причудливым панцирем, такие, как *Lichas* и *Acidaspis*, а также формы, утратившие трехчленное деление панциря, например *Homalonotus* [*Trimerus*]. Важное значение приобрели другие артроподы, остракоды, а в позднесилурийское время и эвриштериды (иногда достигавшие очень больших размеров).

Среди иглокожих высшей степени организации достигли цистоидеи, например *Lepadocrinus*. В венлокском веке важными порообразующими

организмами являлись крипоидеи. Обнаружены *Bothriocidaris*, которые некогда рассматривались как примитивные морские ежи; в некоторых пластах относительно распространены морские звезды.

Наряду с представителями многих родов четырехлучевых кораллов (ругоз) встречаются, непременно колониями, многочисленные потолочковые кораллы (табуляты), такие, как *Heliolites*, *Favosites* и *Halysites*. Из подкласса ругоз наиболее известны два рода — *Omphyma* и *Goniophyllum*. Достаточно распространенными организмами были моллюски, так как гастроподы стали более многочисленными и разнообразными, чем прежде, хотя они представлены преимущественно формами семейств *Euomphalidae* и *Pleurotomaridae*; пластинчатожаберные стали важной составной частью фауны, хотя их стратиграфическая ценность незначительна. В некоторых горизонтах весьма многочисленны цефалоподы. Таким образом, неритовая фауна в силуре была богаче и разнообразнее, чем в ордовике.

В глинистых породах изобилуют граптолиты. В ландоверских породах распространены бесосные граптолиты *Diplograptus*, *Orthograptus* и *Cephalograptus*, но в сущности силурийский период был временем расцвета *Monograptus*. Этот многовидовый род обнаруживает большое разнообразие ячеистых форм; виды со сложными ячейками возникли и вымерли, тогда как некоторые виды с простыми ячейками продолжали существовать в течение всего силурийского периода, а в лудловском веке стали господствующими (табл. 4.4). В верхнесилурийских породах Великобритании граптолиты



отсутствуют, однако это объясняется тем, что не существовало благоприятных для их жизнедеятельности морских фаций. В других местах, например в ФРГ, ГДР и Польше, граптолиты существовали в течение всего силурийского и в начале девонского периода.

## Глава 5

### КАЛЕДОНСКАЯ ОРОГЕНИЯ

Подобно любой орогении<sup>1</sup> докембрия, описанной в гл. 4, каледонская орогения имела циклический характер и была представлена тремя фазами — геосинклинальной, орогенической (т. е. тектонической и метаморфической) и эпейрогенической. Цикл, вероятно, начался в позднем докембрии и закон-

<sup>1</sup> Термин «орогения» применяется в данной книге в том смысле, который обычно передается в нашей литературе термином «тектогенез» (цикл тектогенеза, тектонический цикл).— *Прим. ред.*

чился в девоне к тому времени, когда стала четко выраженной геосинклинальная фаза варисского цикла. В пределах этого продолжительного периода времени (приблизительно 300 млн. лет) отчетливо наблюдается переход от раннеорогенических движений к синорогеническим, а затем к позднеорогеническим. Однако, несмотря на то что каледонский орогенический пояс — один из наиболее тщательно изученных, до сих пор нельзя сделать определенных выводов относительно общей последовательности событий, которые привели к образованию каледонской горной цепи.

В настоящее время предполагается, что осадконакопление в пределах каледонской геосинклинали в Великобритании происходило в нескольких обособленных бассейнах, которые не всегда имели вытянутую форму, и что на различных участках осадки максимальной мощности накапливались в разное время. В эокембрийское и раннекембрийское время осадконакопление протекало в основном в районе Северо-Шотландского нагорья — Доне-гола, тогда как в интервале времени от кембрия до силура отдельные бассейны осадконакопления существовали в западной Ирландии, в Уэльсе, в юго-восточной Ирландии, в Озерном округе — Арклоу и в пределах Южно-Шотландской возвышенности. В каждом из этих бассейнов скорость осадконакопления в течение данного времени менялась от участка к участку. Из этого следует, что скорость погружения и интенсивность тектонических движений, контролировавших погружение, также должны были быть спорадическими как в пространстве, так и во времени. В связи с этим основное внимание в настоящей главе будет уделено исследованию периодического характера тектонических движений и явлений метаморфизма в процессе заполнения бассейнов осадками и после окончания этого процесса. Хотя метаморфические породы и аспидные сланцы были исследованы с применением изотопных методов определения абсолютного возраста, каких-либо четких и согласующихся результатов в настоящее время не получено. Например, не ясно, были ли основные складкообразовательные и метаморфические процессы хотя бы приблизительно одновременно в пределах всех Британских каледонид. Если учитывать периодический характер многих других аспектов развития в каледонском цикле, следует предположить, что одновременные деформации всего района невозможны. Результаты изотопного анализа не подтверждают, но и не опровергают эту гипотезу. В сущности даже возраст крупных периодов орогенической активности установить нелегко. Орогеническое складкообразование может происходить либо глубоко под поверхностью земли, либо когда процессы складкообразования обусловлены гравитационным скольжением вблизи или же выше уровня моря. В обоих случаях породы, подвергшиеся складкообразованию, древнее, чем стратиграфический возраст этих тектонических процессов, возможно, даже значительно древнее, а осадки, отлагавшиеся в это время в других местах, могут не обнаруживать признаков диастрофизма. Таким образом, время проявления складчатых движений можно установить лишь по возрасту пород, которые подверглись их воздействию. Верхний предел иногда можно установить по несогласию, с которого начинается вышележащая толща, или путем определения возраста недеформированных интрузий, секущих породы, смятые в складки. Данные определения возраста метаморфических пород с помощью изотопного метода менее надежны из-за возможного влияния таких трудно учитываемых процессов, как последующий разогрев или последующая деформация пород, а также из-за того, что остывание пород до температуры, при которой прекращается диффузия изотопов, могло произойти спустя длительное время после «пика» тектонических движений.

Взаимосвязь между движениями земной коры, контролирующими осадконакопление, и периодами интенсивных деформаций остается неясной. Говоря об этом, следует иметь в виду, что тектонисты и стратиграфы, пользуясь различными критериями при изучении деформаций каледонского

цикла, пришли к совершенно различным представлениям об интенсивности различных движений земной коры. Подвижки земной коры, происходящие в период отложения осадков, могут привести к образованию крупных депрессий и поднятий, причем первые становятся бассейнами осадконакопления, тогда как последние подвергаются размыву. Такие структуры, вытянутые на многие километры и имеющие амплитуду всего несколько сотен метров, обычно устанавливаются на основании стратиграфических исследований. Они могут быть совсем не выраженными после периодов складчатости, которые тектонист назвал бы интенсивными. В редких случаях углы падения на крыльях этих складок достаточно крутые, чтобы их можно было измерить, однако в настоящее время невозможно сопоставить структуры этого типа со складками, образовавшимися в результате проникающих деформаций и перекристаллизации в других частях орогенического пояса. Очевидно, лучше всего рассматривать движения земной коры, которые контролируют осадконакопление, и интенсивные проявления складчатости и метаморфизма, характерные для синорогенических движений, как отдельные проявления орогенической<sup>1</sup> деятельности. Сопоставление таких фаз с эпизодами синорогенических деформаций в пределах каледонской складчатой системы в северной Европе или Новой Англии, очевидно, является в большой степени умозрительным, хотя к такому сопоставлению прибегали неоднократно.

**Мойнский район.** Мойнские породы были предметом очень детальных структурных исследований на некоторых ограниченных участках их распространения. Эти участки стали классическими для изучения многократных периодов деформаций пород на глубине; на этих участках можно также наблюдать в крупном и в мелком масштабах типичные взаимоотношения наложенных одна на другую разновозрастных складок (фиг. 5.3). Северо-западная граница распространения мойнских пород представлена Мойнской надвиговой зоной — классическим районом, в котором впервые в Шотландии были установлены надвижение и милонитовый тип пород. Отчетливо прослеживается также связь между деформациями льюисского фундамента и вышележащими мойнскими породами как в бортовых, так и в центральных участках.

Мойнские породы испытали три крупных периода деформаций, кроме поздней фазы, которая отличается разнообразием форм проявления (табл. 5.1). По интенсивности деформаций, проявившихся на отдельных участках, можно представить, что к концу четырех периодов складчатости и перекристаллизации почти не осталось следов ранее существовавших структур. Однако благоприятным обстоятельством является то, что в течение какой-либо одной фазы деформации проявлялись лишь на ограниченных участках и интенсивность их была различной, в связи с чем в некоторых местах можно выделить только одну фазу складчатости. Таким образом, процессы перекристаллизации, обусловленные метаморфизмом, который протекает в период деформаций, не являются региональными. Породы на участках интенсивных деформаций легче всего поддаются перекристаллизации, которая является поэтому наиболее полной. Следовательно, представляется возможным с помощью изотопного метода определить возраст различных фаз, поскольку более поздние деформации не везде привели к разрушению ранее существовавших минералов. (Однако при определении времени проявления ранних фаз следует учитывать влияние регионального разогрева пород в последующее время.)

**Центральный Мойнский район.** В центральной части района обнажения мойнских пород наиболее выражены складки, отвечающие второй и третьей фазам; взаимодействие этих двух рядов структур создает типичную картину наложенных складок (фиг. 5.3, 6—10). На этом участке первый период склад-

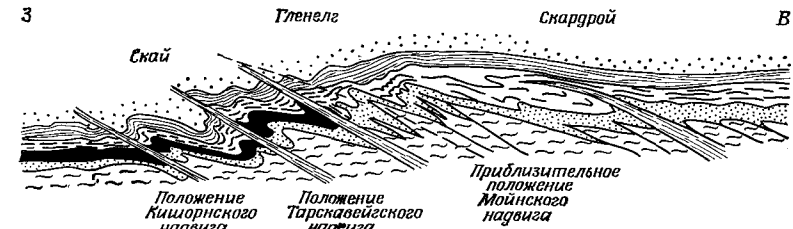
<sup>1</sup> Согласно принятой у нас терминологии — тектонической. — Прим. ред.

Таблица 5.1  
Последовательность структурных процессов в Мойнском районе

Мойнская надвиговая зона, нижние покровы	Участок Мойнского надвига, расположенный выше надвига	Северный Сатерленд и центральный Росс
Несомые целочные перматиты	Поздние жилы сиенитов (372 млн. лет) Средняя часть древнего красного песчаника Струй-хиллский надвиг Нижняя часть древнего красного песчаника	
F <sub>5</sub> Мойнский надвиг и сопряженные складки	Мойнский надвиг и сопряженные складки	Сопряженные складки
Солский, Глен-коулский и Бен-морский надвиги		Бен-лохалкские сиениты Лампрофиты
Ассинтская целочная свита (и перекрывающие ее вулканические породы: бороланские, лох-эйлш-ские, капилеккие порфиры, лампрофиты; 403 млн. лет)	Молодые граниты (404 млн. лет) Аппинитовый комплекс (и (?) вулканический покров)	
Окончание стадии регионального метаморфизма (415—420 млн. лет)		
		Рогарские граниты (424 млн. лет) (глубоководные молодые граниты)
F <sub>4</sub> Фазы образования мелких складок и формирования статических порфирировых областей	Крупные складки, вытянутые с востока на запад (Бак-Гобхар). Фазы образования мелких складок и формирования статических порфирировых областей	
F <sub>3</sub> Складки, простирающиеся с севера на юг и с северо-востока на запад (Тарсканская, Каралашская, (?) Лохалкская)	Складки, простирающиеся с севера на юг и с северо-востока на запад (Нокская, Морарская, Лох-хурнская, Бен-милалайридская, Стурр-морская)	Складки север-северо-восточного и юго-западного простирания
Тарсканский, Балмакарский и Стурр-бигский надвиги. Кипорский и Гинлохьюский надвиги		
F <sub>2</sub> Изоклинные складки восток-юго-восточного простирания и линейная ориентировка пород	Крупные пережатые складки (Бен-а-халушская, Глен-бигская, Тарбетская)	Крупные пережатые складки (Лох-монарская, Стурр-на-фирстейтская, Глен-орринская, Тар-вайская)
F <sub>1</sub> Милониты, образовавшиеся на осевых плоскостях крупных изоклильных складок	Милониты, образовавшиеся на осевых плоскостях крупных изоклильных складок; включение льюисских структур в мойнские.	Крупные изоклинные складки с надвиговыми включениями льюисских пород в мойнские

<sup>1</sup> Указанные в этой главе направления простирания складок, образовавшихся в течение различных фаз складчатости, являются простираниями осевой плоскости складок.  
*Примечание.* Точное сопоставление последовательных процессов невозможно. Поэтому данная таблица должна рассматриваться как предварительная общая схема этих процессов.

частости мог быть установлен лишь после проведения детального картирования на обширной площади, которое позволило произвести надежное стратиграфическое расчленение разреза. В тех местах, где эта работа была проделана, можно наблюдать, что выходы льюисских пород образуют ядра крупных пережатых складок (как в Гленелге) или же гигантские чешуи, внедренные в разрез метасадочных пород (как это наблюдается в Скардройском обнажении, фиг. 5.1 и 5.2). На западе третья фаза часто отсутствует, четвертая же фаза не была столь резкой, чтобы уничтожить результаты проявления первых двух фаз, в связи с чем древние структуры выражены более четко. В толще льюисских пород и в базальной части мойнской толщи складчатость ранних фаз характеризуется большой пластичностью, однако



Ф и г. 5.1. Схематический поперечный разрез района развития мойнских пород после проявления складчатых движений первой фазы.

Фундамент в виде клиньев по разломам внедрен в толщу осадочных пород (например, в районе Скардрой), смят вместе с чехлом осадочных отложений в пережатые складки (например, Гленелгская складка) и милонитизирован в ядрах складок (например, на острове Скай). Положение надвигов в период поздних движений совпадает с зонами милонитизации.

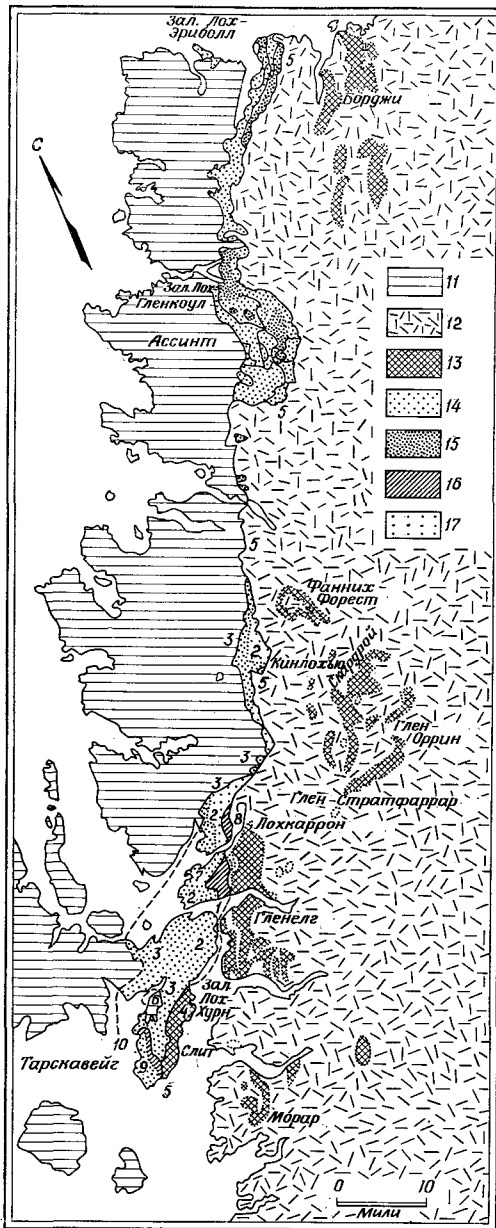
она затухает вверх по разрезу (фиг. 5.1). На крыльях некоторых из этих древних структур имеются тектонические оползни (зоны интенсивного выклинивания), хотя наличие некоторых из них предполагается скорее на основании стратиграфических данных, чем структурных особенностей. Складки, отвечающие второй и третьей фазам, бывают как крупными, так и мелкими; там, где развиты все три системы складок, структура становится очень сложной, и крупные складки невозможно проследить на большом расстоянии. Однако мелкие складки, связанные с более крупными структурами, обнаруживаются на обширной площади. Складки, соответствующие второй фазе, образовались в результате интенсивной проникающей деформации, которая привела к формированию пережатых складок с сильно редуцированными крыльями. Они часто имеют хорошо выраженную линейную ориентировку, параллельную их осям, и сланцеватость по осевой плоскости. Структуры третьей фазы резко выражены лишь в пределах центральной части Мойнского района, хотя вблизи западной окраины обнаружены крупные открытые складки этой же генерации.

*Зона Мойнского надвига, южная часть.* Зона Мойнского надвига простирается от Эриболла на северном побережье по крайней мере до острова Скай, а возможно, и до острова Айлей (надвиг Лох-Скерролл), однако максимальная ширина этой зоны составляет лишь несколько километров. Эта зона отделяет основную часть орогенического пояса от его форланда. Собственно Мойнский надвиг образовался в результате лишь самой последней серии надвиговых подвижек. Положение всего комплекса надвигов в большой степени контролировалось структурами, существовавшими в этом районе ранее, т. е. линия, по которой сейчас протягивается надвиг, являлась границей между форландом и орогеном <sup>1</sup> еще до образования надвига. По Мойнскому надвигу гнейсы орогена полностью перекрыли пограничную зону, так что они залегают на недислоцированных кембрийских и торридонских

<sup>1</sup> В смысле геосинклинали. — Прим. ред.



породах, однако в других местах, особенно между островом Скай и Кинлохью,



Фиг. 5.2. Мойнская надвиговая зона в северо-западной части Северо-Шотландского нагорья.

1 — Балмакарский надвиг; 2 — Кишорнский покров; 3 — Кишорнский надвиг; 4 — Мойнский покров; 5 — Мойнский надвиг; 6 — Ордское тектоническое окно; 7 — Сгурр-Бигский надвиг; 8 — Сламбейские милониты; 9 — Тарскавейгский покров; 10 — Тарскавейгский надвиг; 11 — предгорья; 12 — мойнские породы Мойнского покрова; 13 — льюисские породы Мойнского покрова; 14 — нижние покровы; 15 — льюисские породы нижних покровов; 16 — льюисские породы Тарскавейгского покрова; 17 — льюисские породы Кишорнского покрова.

а также в районе Ассинт — Эриболл, обнажаются более древние складки и нижележащие надвиги (фиг. 5.2 и 5.4). Более вероятно, что подобные структуры образовались в результате поддвигания форланда под ороген; говорить же о том, что одни породы были «надвинуты» на другие, очевидно, неправильно. Следовательно, можно подразумевать лишь относительное перемещение, однако об этом проще говорить на языке традиционных понятий.

Последовательность процессов, предшествовавших надвиговым движениям, отличается исключительным постоянством на всем протяжении от Эриболла до острова Скай и соответствует трем основным фазам складчатости в пределах орогена (табл. 5.4). Первый период деформаций привел к крайне интенсивным нарушениям фундамента и осадочного чехла, в результате чего образовались зоны очень тонко раздробленных пород — милонитов. Образование милонитов происходило в зонах шириной от нескольких метров до нескольких километров; в их пределах имеются небольшие складки, которые являются аналогами крупных складок, наблюдаемых на острове Скай, где прослой милонитов, возможно, образуют ядра крупных складок. Этот период складчатости, вероятно, соответствует первой фазе образования пережатых складок в фундаменте и осадочном чехле в пределах орогена, а также внедрению тонких клиньев пород фундамента в краевую и центральную части орогена (фиг. 5.1).

В следующий период складчатости образовались очень мелкие изоклинальные складки с очень интенсивной, повсеместно выраженной линейной ориентировкой на восток-юго-восток. За этим последовал первый период надвигообразования. Комплекс пород, лежащих выше плоскости надвига, получил название «пок-

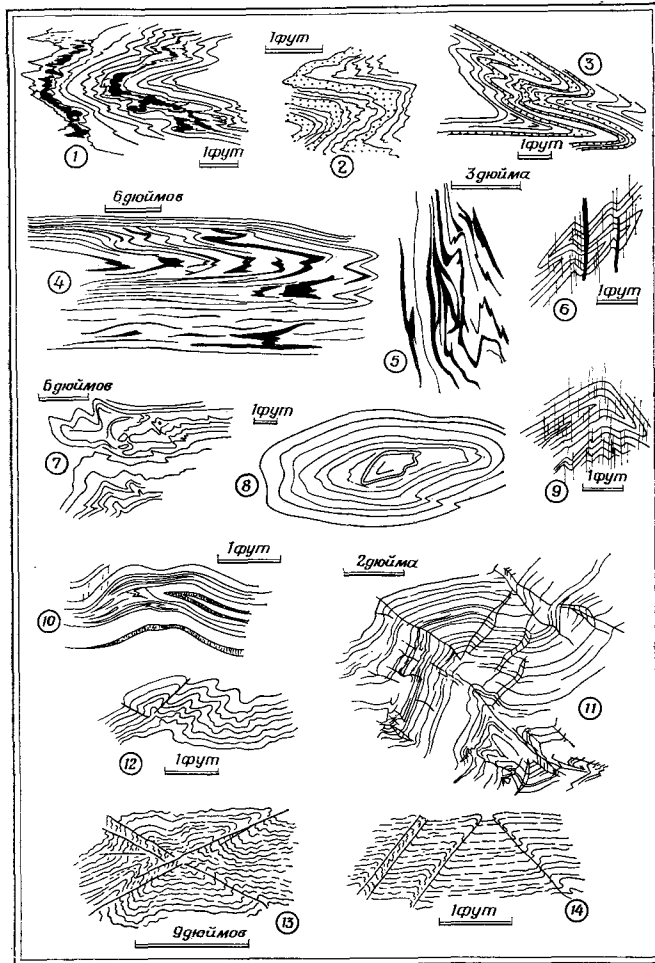
рова» («парре»), например Кишорнский покров надвинут на форланд по Кишорнскому надвигу. В это время, по-видимому, происходило образование серии надвигов, которое привело к брекчированию милонитизированных пород. Впоследствии они сами были смяты в довольно открытые складки. На юге выделяются два покрова. Кишорнский покров занимает самое нижнее положение и является самым крупным. В его пределах выделяются четыре небольших фрагмента более высоко расположенного покрова, образовавшегося в результате надвигания пород по Тарскавейгскому, Балмакарскому и Сгурр-бигскому надвигам; Сламбейский милонит вблизи Лохкаррона, возможно, является частью Сгурр-бигского покрова. Подошва Тарскавейгского надвига проходит вдоль мощного милонитового слоя, залегающего в ядре очень сильно выположенной складки первой генерации, в результате чего в основании покрова образовалась еще одна мало-мощная зона милонитизированных льюисских пород. Как правило, нельзя ожидать образования надвига в теле фундамента непосредственно под поверхностью несогласия, однако в данном случае зоны милонитизации жестко контролируют положение гладких плоскостей надвига. Этим можно также объяснить, почему предшествующие исследователи считали, что образование надвигов является причиной милонитизации, поскольку надвиговые поверхности налегают главным образом на милониты и, по-видимому, в основном соответствуют положению ядер ранее существовавших складок.

Эти первые надвиги подверглись складчатости, в результате которой образовались вытянутые в меридиональном направлении довольно открытые складки; ассоциирующие с ними мелкие асимметричные складки характеризуются кливажем скольжения. В пределах Тарскавейгского покрова образовались три складки этой генерации. На продолжении одной из них, там, где она сминает Кишорнский покров, располагается Ордское окно (участок, где выходят на поверхность кембрийские породы, залегающие в основании Кишорнского покрова). Возможно также, что Лох-алшская синформная структура относится к этой же генерации. На участке этой структуры плоскость Тарскавейгского надвига изгибается в северном направлении, с тем чтобы вновь выйти на поверхность в Балмакаре. Перед последней фазой складчатости происходили менее значительные по масштабу складкообразовательные движения, а также явления статического метаморфизма. В результате этих движений, сопровождавших развитие Мойнского надвига, широко распространены пережатые острые сопряженные складки (фиг. 5.3).

*Зона Мойнского надвига, северная часть.* Далее к северу строение субмойнских тектонических покровов такое же сложное, как и на юге. В Кинлохью видны по крайней мере три надвига с чешуйчатым строением. Эта структура, описанная в классической работе Лэворта, Пича и Хорна, посвященной Мойнскому надвигу (фиг. 5.4), вероятно, обусловлена образованием серии асимметричных складок, отделенных одна от другой крутыми сбросами. В Ассинте обширные участки чешуйчатой структуры обнажаются между нижним, Солским, надвигом и Гленкоулским надвигом. Последовательность надвигов, наблюдавшихся на Ассинтском и Эриболлском участках, подобна таковой на юге (фиг. 5.4). Солский надвиг, с чешуйчатой структурой выше него, срезается плоскостью Гленкоулского надвига, по которой льюисские породы надвинуты на кембро-ордовикские отложения зоны чешуйчатого строения. Гленкоулский покров, который местами также обладает чешуйчатым строением, срезается Бен-морским надвигом. Выше этого надвига располагаются мелкие надвиги (некоторые из них секут породы ассинтской щелочной серии). Плоскости всех этих более древних надвигов изогнуты в пологие складки. Надвиговым процессам предшествовало образование пережатых складок, выраженных в торридонских отложениях (фиг. 5.4). Однако эти надвиги почти несомненно образовались позднее, чем самые древние в южном районе, так как они моложе пород ассинтской щелочной серии,

которые образовались, вероятнее всего, после третьего периода складкообразования. Мойнский надвиг срезает все древние структуры и в Ассинтском районе испытал крупное воздымание, в наиболее повышенной части которого на поверхность выведены более древние надвиговые чешуи.

При изучении северной части обнажений мойнского комплекса получены более определенные данные о времени поздних тектонических процессов, поскольку как породы ассинтской щелочной серии (380—400 млн. лет), так и молодые граниты, возраст которых составляет 400—420 млн. лет, испытали



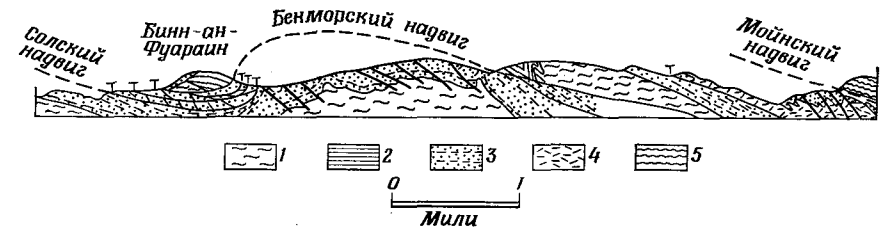
Ф и г. 5.3. Типы складок, характерные для мойнских пород.

1, 2, 3 — складки первой фазы складчатости, Лох-люохартский участок; 4, 5 — складчатость «жилых» гранулитов (породы, возникшие вдоль гравитационных покровов); вблизи Лох-Фрайних, Глен-Оррин; 6, 7 — мелкие вторичные складки, Лох-Монар; 8, 9, 10 — мелкие складки третьей фазы складчатости, которые наложены на мелкие складки второй фазы; Глен-Орринский участок; 11 — сопряженная складка в мильонитизированных льюисских породах у основания Тарскавейского покрова, Слит-оф-Скай; 12 — сопряженная складка в мойнских кристаллических сланцах, Кулин; 13 — сопряженная складка в мильонитизированных льюисских породах, Лохкаррон; 14 — сопряженная складка в торридонских отложениях Кисорнского покрова, Лохкаррон.

тектонические деформации и сопутствовавший им ретроградный метаморфизм (табл. 5.1). Последние орогенические движения в этой части складчатой системы привели к образованию Струй-хиллского надвига, который захватывает толщу нижнего древнего красного песчаника.

**Метаморфизм мойнских пород.** Степень метаморфизма мойнских пород колеблется от слабой до высокой. Ядро мигматизированных пород простирается от Ардгура на юге до Беттихилла на севере, причем в Ардгуре минералы, образовавшиеся в результате интенсивного метаморфизма (главным образом силлиманит) подверглись воздействию второй фазы складчатости. В толще мойнских и дальредских пород к югу от Грейт-Глена также обнаружены высокометаморфизованные зоны, но они смещены примерно на 100 км к северо-востоку. (Этот основной довод в пользу того, что по Грейт-

гленскому разлому произошло крупное левостороннее сдвиговое смещение пород.) Мигматиты окружены кристаллическими сланцами высокой степени метаморфизма, но, поскольку пелитовые (глиноземные) породы встречаются редко, кианит и силлиманит не являются достаточно распространенными, чтобы служить показателями зональности метаморфизма. Степень метаморфизма устанавливается на основании минералогической характеристики основных и известковистых пород. Самые большие изменения степени метаморфизма наблюдаются в этом районе в некоторых подвергшихся ретроградному метаморфизму льюисских породах, слагающих ядра складок. Эти



Ф и г. 5.4. Поперечный разрез Мойнской надвиговой зоны в Ассинте.

Показаны складчатость торридонских пород перед формированием нижних надвигов, складчатая структура самих надвигов и Мойнский надвиг, пересекающий вышеупомянутые структуры. 1 — льюисские породы; 2 — торридонские породы; 3 — кембрийские породы; 4 — лох-эйлшские сланцы; 5 — мойнские породы.

породы в период деформаций подверглись перекристаллизации и превратились в хлоритовые и амфиболитовые кристаллические сланцы; их первоначальный гнейсовый облик, обусловленный метаморфизмом высокой ступени, был полностью утрачен в пределах обширных районов. Часто бывает трудно определить метаморфические фации мойнских пород, так как псаммитовые породы, представленные, за редким исключением, лишь кварцем, полевым шпатом и слюдой, не отражают изменения степени метаморфизма. В редких случаях эти породы отличаются интенсивной сланцеватостью и были неудачно названы «гранулитам» вследствие их гранулярной текстуры, однако они не являются высокометаморфизованными породами и, как правило, содержат ассоциации минералов, свойственных низшим ступеням амфиболитовой или зеленосланцевой фации метаморфизма.

Породы мойнской серии прорваны разнообразными позднекаледонскими интрузиями. Формированию основной части молодых гранитов предшествовало образование небольших трубок ашпинитов и диоритов. Вслед за гранитами образовались породы ассинтской щелочной серии, а еще позднее — жилы слюдястых сиенитов (табл. 5.1).

**Район распространения дальредских пород.** Складчатые структуры толщи дальредских пород также отличаются большой сложностью. Для них характерно, во-первых, наличие крупных опрокинутых складок, сопровождаемых тектоническими оползнями, во-вторых, неоднократные проявления процессов метаморфизма, которые были связаны с периодами складчатости. В классической работе Бейли о юго-западной части Северо-Шотландского нагорья, выполненной на основании результатов детального картирования стратиграфических горизонтов, показано, что дальредские породы были смяты в серию крупных лежащих складок (покровов), иногда разделенных участками резкого сокращения мощности отложений, в пределах которых некоторые части разреза полностью выпадают. Эти участки, названные Бейли оползнями, вероятно, образовались на значительной глубине, так как они сопровождаются ярко выраженными формами проникающей деформации. Иногда можно наблюдать хаотическое нарушение сплошности пород, типичное для явлений гравитационного оползания, и многие исследователи

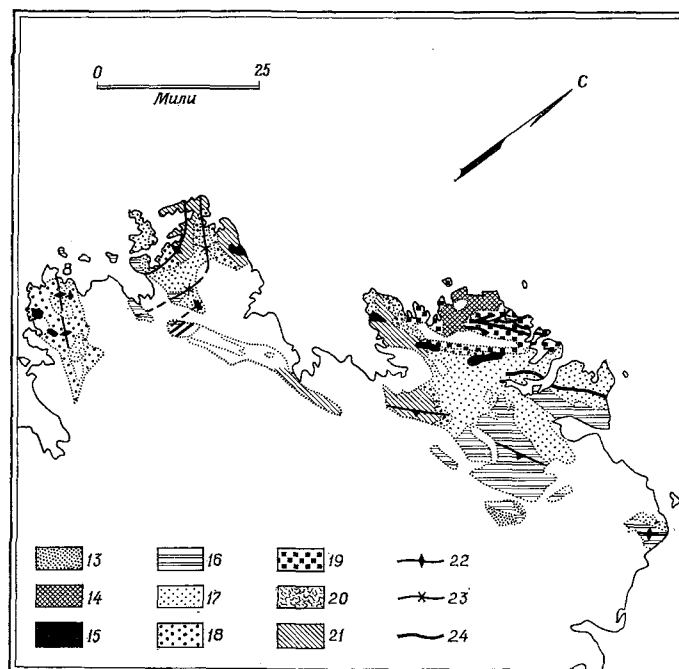
Таблица 5.2

Коннемара	Килмакренские и Окские горы	Крислаф
	F7-8 «Хрупкие» (brittle) структуры, включающие крутопогружающиеся сопряженные складки	
Поздние граниты (384--404 млн. лет)	Метаморфизм низших ступеней зелено-сланцевой фации	Секущие тела гранодиоритов  Брекчии и небольшие интрузивные тела
Острые складки; разрытые нарушения, сопровождающиеся поздними термальными явлениями (445 млн. лет)	F5-6 Острые крутопадающие складки и надвиги, простирающиеся в северо-восточном направлении	
Утерардские граниты (510 млн. лет)		Мигматитовые породы
F4 Коннемарская антиформа, протягивающаяся с востока на запад. Процессы метаморфизма	F4 Складки, вытянутые в направлении восток-северо-восток. Продолжение процессов метаморфизма	Складки, простирающиеся с севера на юг или в северо-западном направлении. Характерен кливаж разлома
F3 Пережатые складки, вытянутые с востока на запад, метаморфизм (460 млн. лет)	F3 Открытые и закрытые вертикальные складки, вытянутые в широтном или запад-юго-западном направлении. Трецинный кливаж	Небольшие складки северо-восточного или широтного простирания. Горизонтальный трецинный кливаж. Основная фаза ретроградного метаморфизма
Мигматизация (725 млн. лет)	Максимум метаморфизма (гранатовая ступень)	
F2 Изоклинные складки, ориентированные в меридиональном направлении	F2 Пережатые подобные складки широтного простирания. Кливаж осевой плоскости и трецинный кливаж. Хорошо выраженная линейная ориентировка	Складки, простирающиеся с востока на запад; кливаж сланцеватости. Складки меридионального простирания
Мигматиты. Основные интрузии. Метаморфизм гранатовой, ставролитовой и силлиманитовой ступени	Начало регионального метаморфизма	Метаморфизм гранатовой ступени
F1 Изоклинные складки	F1 Сланцеватость и небольшие изоклинные складки	Крупные лежачие складки и гравитационные покровы
Основные интрузии		Основные интрузии

Примечание. Приводимые разрезы не всегда сопоставимы, и возраст указанный для Коннемара

Баллапел	Центральная часть Северо-Шотландского нагорья	Бахан
Поздние сдвиговые процессы	Лох-тейский сброс	
«Согласные» (permitted) гранитные интрузии и кольцевые структуры (407 млн. лет). «Несо согласные» (forceful) (423 млн. лет) Вулканические породы, апициты и брекчии	Граниты	
Крутопогружающиеся складки	F5 Крутопогружающиеся складки	
	F4 Пологие прямые складки север-северо-восточного простирания. Метаморфизм низкой ступени, местами высокой	F4 Моноклинали асимметричной формы север-северо-восточного простирания, наклоненные к север-северо-западу; ярко выраженный кливаж осевой плоскости. Регрессивный метаморфизм
Крупные складки, простирающиеся в северо-восточном направлении; гравитационные покровы. Кливаж сланцеватости. Основная фаза ретроградного метаморфизма	F3 Крупные складки широтного или восток-северо-восточного простирания; трецинный кливаж (Бен-лоуэрская синформа, Кауолская антиклиналь, Лох-оская синклиналь)	F3 Пологие складки север-северо-восточного простирания с наклоном к восток-юго-востоку. (Бойндийская синклиналь, Баханская антиклиналь.) Небольшие пережатые подобные складки
	Максимум метаморфизма и мигматизации (по крайней мере 470 млн. лет)	Основная стадия метаморфизма и мигматизации. Интрузии полосчатых габбро (490 млн. лет)
Поперечные складки, простирающиеся в северо-западном направлении. Линейная ориентировка слюд	F2 Пережатые складки северо-западного или широтного простирания; трецинный кливаж. Хорошо выраженная линейная ориентировка. Метаморфизм кианитовой ступени	F2 Пережатые складки; тектонический меланж; четко выраженная линейная ориентировка. Метаморфизм кианитовой ступени
Метаморфизм	Региональный метаморфизм гранатовой ступени. Бен-вурохские граниты (530 млн. лет)	Слабый региональный метаморфизм
Небольшие изоклинные складки северо-восточного простирания. Лежачие складки. Гравитационные покровы	F1 Изоклинные складки северо-восточного простирания (комплексе Илгейского покрова), кливаж сланцеватости (по крайней мере 505 млн. лет)	F1 Изоклинные складки, простирающиеся в направлении север-северо-запад — север — север-северо-восток. Крупные лежачие складки
	Слабый метаморфизм (540 млн. лет)	Слабый метаморфизм

ского разреза, может не соответствовать возрасту в других разрезах.



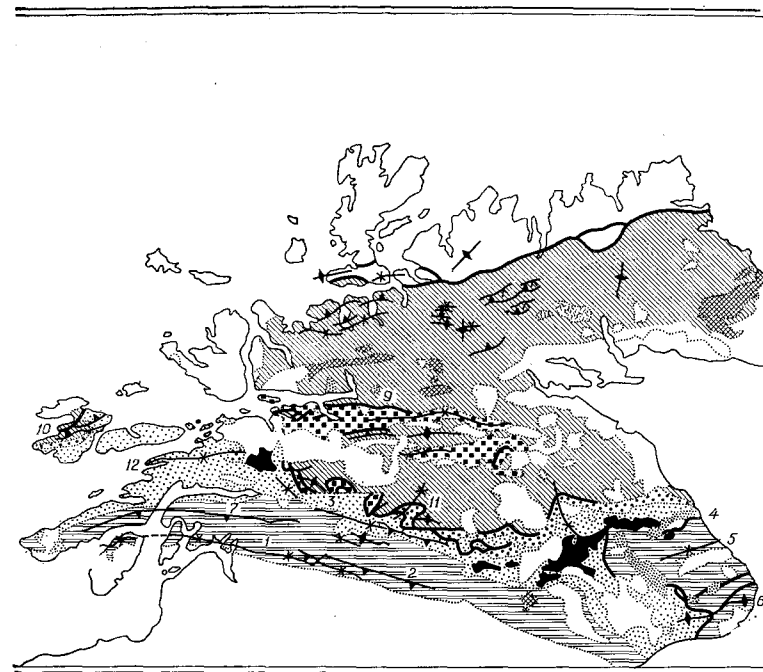
Ф и г. 5.5. Крупные складки в дальредских отложениях.

Местоположение складок определяет распространение основных подразделений дальредского разреза. 1 — Аберфойльская синформа; 2 — Бен-ледийская антиформа; 3 — Бен-лоуэрская синформа; 4 — Бойнская зона отставания; 5 — Бойндийская синформа; 6 — Баханская антиформа; 7 — Кауолская антиформа; 8 — Коннемарская антиформа; 9 — Форт-уильямский гравитационный покров; 10 — Айлейская антиформа; 11 — Илтейский пограничный гравитационный покров; 12 — Лох-оская синформа; 13 — посторогенные основные и ультраосновные плутоны; 14 — мигматизированные граниты; 15 — синорогенные основные и ультраосновные плутоны; 16, 17, 18 — верхние, средние и нижние дальредские породы илтейского покрова; 19 — дальредские породы Баллаппелских покровов; 20 — докаледонские плутоны, Карн-чюннигские гнейсы; 21 — мойнская серия; 22 — крупные антиформы; 23 — крупные синформы; 24 — чешуй.

предполагают, что оползни образовались в результате гравитационного скольжения на ранней стадии тектонического развития района.

Тот факт, что сами плоскости скольжения оползней изогнуты складкообразующими движениями, привел Бейли к выводу, что дальредские породы претерпели неоднократную деформацию; подобное заключение ранее было сделано Клафом в отношении Кауолского района. Позднее была установлена последовательность складкообразовательных движений, а также выделены фазы метаморфизма, совпадающие со складчатостью и промежуточные (табл. 5.2).

*Первая фаза складчатости.* За самый ранний период складчатости обычно принимается период, в течение которого заложилась основная структура дальредского комплекса. Образовались огромные опрокинутые складки с размерами, характерными для альпийских складок. Самой крупной структурной формой является Илтейский покров, простирающийся от Дисайда до Кинтайра и, возможно, представленный также на участке к юго-востоку от Илтейского пограничного оползня, в Северной Ирландии. Эта серия лежащих складок в разрезе имеет форму гриба и осложняется вторичными прямыми антиклиналями и синклиналями. Она замыкается в окраинной части Северо-Шотландского нагорья на участке Аберфойльской «антиклинали», которая преобразована повторными складчатыми движениями в синформу (фиг. 5.5). Обширный участок горизонтально залегающих опрокинутых пород, который включает нижнее крыло описываемой складки, широко



известен под названием «Пологий пояс» (Flat Belt); он охватывает большую часть района юго-западной части Северо-Шотландского нагорья. «Пояс крутых складок» (Steep Belt), т. е. район, в пределах которого складка переходит на вертикальное залегание в своей корневой части, располагается на северо-западе. Под Илтейским покровом залегает лежащая Бен-луиская складка, которая замыкается в северо-западном направлении. В Баханском районе сходный комплекс залегает в основании другого покрова, который ложится на Бойнский оползень. На северо-западе Илтейский покров отделен от наклоненных<sup>1</sup> к северо-западу складок, сложенных Баллаппелскими дальредскими породами, Илтейским пограничным оползнем.

Строение Баллаппелского основания в той части, где оно представлено наиболее крупными (более древними) структурами, более сложное, чем структура Илтейского надвига. В структуре основания выделяется несколько лежащих складок. Двумя основными структурными элементами являются Баллахулишский и Аппинский покровы, но каждый из них осложнен многочисленными тектоническими оползнями, а основание всего сооружения представлено Форт-уильямским оползнем, который отделяет дальредские породы от мойнских. В Донеголе развит аналогичный комплекс складок — Эрригалская, Ахлская и Росгьюльская складки, которые срезаются плоскостями Хорн-хедского, Деррихассенского и Мевахского оползней. Мелкие складки этой генерации во всех районах встречаются редко, однако местами наблюдаются небольшие внутрипластовые складки.

*Поздние фазы складчатости.* В результате последующих складкообразовательных процессов, происходивших в периоды метаморфизма, широкое развитие получили кливаж осевой плоскости, сланцеватость и линейная ориентировка в породах. Образовавшиеся в эти периоды складки представлены, как правило, достаточно открытыми складками, простирающимися

<sup>1</sup> Складки «наклоняются» (обнаруживают вергентность) в направлении замыкания наклоненных антиклиналей; например, складки на фиг. 5.1 наклонены («вергируют») к западу.

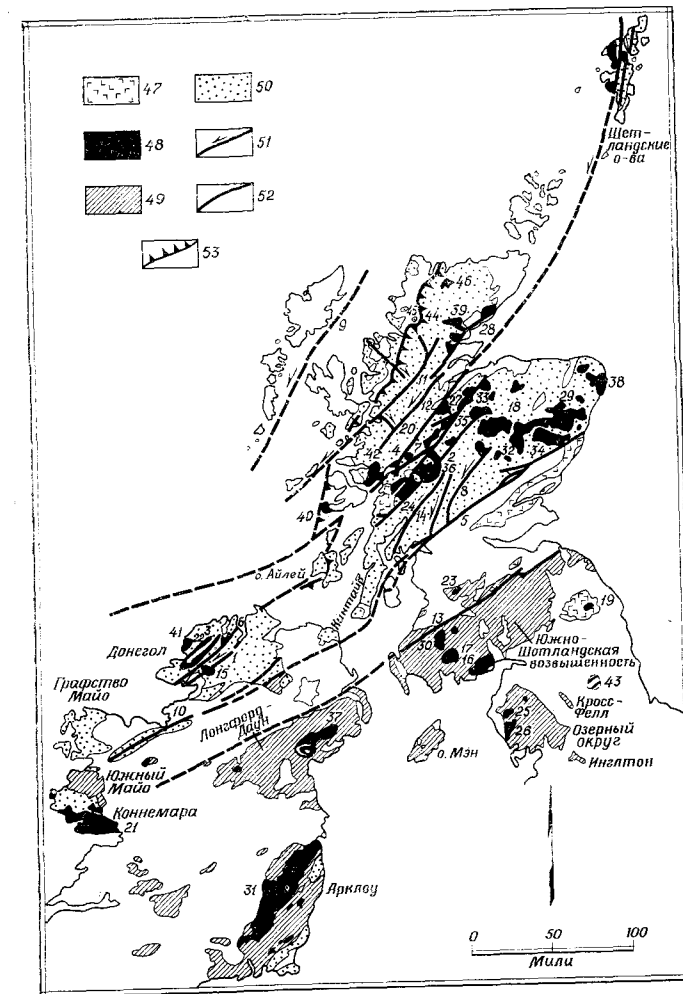
в северо-восточном направлении в Шотландии и в несколько более восточном направлении в Северной Ирландии. В обоих районах встречаются пересекающиеся складки (северного и северо-западного простирания), которые, как полагают, образовались одновременно с главными складками. Позднейшие крупные складки почти все относятся к третьей генерации; к их числу принадлежат Бен-лоуэрская синформа, Кауолская антиклиналь, Бен-ледийская антиформа, Баханская антиформа и Бойндийская синклираль Илтейского покрова. Многочисленные крупные складки этой же генерации известны также в Донеголе. Интенсивные тектонические движения этого времени вызвали дальнейшие подвижки по плоскостям скольжения гравитационных покровов и, возможно, привели к образованию новых покровов. Между второй и третьей фазами складчатости произошли основные процессы метаморфизма, в результате которых образовалось мигматическое ядро в толще дальредских пород, приуроченное главным образом к восточной и северной частям обнажения этих пород («древние граниты»). В Донеголе сходные «древние гранодиориты» занимают обширные участки и маскируют строение и стратиграфические особенности, особенно вблизи границы между двумя разрезами. В результате метаморфизма высокой степени породы превратились в силиманитосодержащие гнейсы, однако большая часть дальредских пород испытала метаморфизм лишь хлоритовой, биотитовой или гранатовой степени и таким образом осадочные структуры и текстурные особенности сохранились. Метаморфизм пород, распространенных на Баханском участке, носит другой характер: присутствуют андалузит и кордиерит, типичные для высокой степени метаморфизма. Процессы метаморфизма, вероятно, затронули здесь более высокие горизонты земной коры.

Третья и четвертая фазы складчатости привели к деформации изотермальных поверхностей, а в дальнейшем на отдельных участках развивались процессы метаморфизма высокой степени. Недавно было высказано предположение о том, что образование всего силиманита происходило в это же время вследствие позднего проявления мигматизации, после основного периода метаморфизма.

**Позднеорогенические явления.** Последним проявлением каледонской орогении в районе развития дальредских пород было образование крутопогружающихся складок, а также «хрупких» структур (кинкбанды), связанных с формированием разломной зоны Грейт-Глен. Последняя является самым значительным из многочисленных крупных левосторонних сдвиговых нарушений, протягивающихся в направлении с северо-востока на юго-запад (фиг. 5.6). Хотя левосторонние смещения по Грейт-гленскому разлому, вероятно, были большими, позднейшие исследования не подтвердили предположения Кеннеди о том, что стронцианские и фойерские граниты эквивалентны. Таким образом, нет определенных данных, по которым можно судить о величине смещения. Многочисленные же кинкбанды являются сопряженными правосторонними структурами, простирающимися с северо-запада на юго-восток и развитыми в филлитовых породах.

Движения по краевому разлому Северо-Шотландского нагорья, очевидно, происходили не один раз; это были подвижки, направленные нормально к простиранию разлома. Вслед за постларенигскими движениями на некоторых участках произошло внедрение интрузивных серпентинитовых тел; основные движения, по-видимому, произошли в период отложения средней части древнего красного песчаника, а также в начале формирования краевого разлома Южно-Шотландской возвышенности. По этим двум разломам образовался недолго развивавшийся грабен Средне-Шотландской низменности. Эти структуры протягиваются и на территорию Северной Ирландии, однако здесь они значительно менее выражены и уступают место серии кулисообразных и косых нарушений или на крайнем западе — моноклинальным структурам.

До и во время формирования Грейт-гленской системы разломов образовалось много диоритовых и аплитовых штоков, а в процессе позднеорогенового вулканизма произошло излияние на поверхность андезитовых и основных лав. Эти лавы, вероятно, покрывали значительную часть площади, занимаемой ныне Северо-Шотландским нагорьем. Впоследствии сформировались позднеорогенические гранитные интрузии; некоторые из них образовали кальдеры обрушения (Глен-Ко и Бен-Невис), поглотившие часть лавовых



Ф и г. 5.6. Структурно-геологическая схема Британских островов к концу каледонской орогении.

Показаны сбросы позднего заложения, включающие Грейт-гленскую систему разломов, краевые разломы Северо-Шотландского нагорья и Южно-Шотландской возвышенности, позднеорогенические граниты, кальдеры в позднеорогенических вулканических породах девонского возраста.

**Разломы:** 1 — Беншейдский; 2 — Эрихт-лейдоуский; 3 — Гуибарраский; 4 — Грейт-гленский; 5 — Краевой разлом Северо-Шотландского нагорья; 6 — Линнанский; 7 — Лаганский; 8 — Лох-гейский; 9 — Краевой разлом Южно-Шотландской возвышенности; 10 — горы Оуэс; 11 — Стратуонский; 12 — Стратгласский; 13 — Краевой разлом; 14 — Тиндремский.

**Гранитные плутоны:** 15 — Барнморский; 16 — Криффел-далбиттийский; 17 — Кэрнмор-оффлитский; 18 — Кэрнгормский; 19 — Чивотский; 20 — Кьюанский; 21 — Кюванский; 22 — Глазговский; 23 — Дистинкхорнский; 24 — Этайвский; 25 — Эннердейлский, гранофировый; 26 — Эскейльский; 27 — Фойерский; 28 — Хелмдейлский; 29 — Хилл-оффейрский; 30 — Лох-дунский; 31 — Ленстерский; 32 — Лохнагарский; 33 — Мойский; 34 — Баттоцкий; 35 — Мур-оффранхокий; 36 — Ньюрийский; 37 — Питерхедский; 38 — Рогартский; 39 — Росс-оффалльский; 40 — Россесский; 41 — Стронтецкий; 42 — Бороланские породы; 43 — Бен-лоуэрские породы; 44 — вулканические образования древнего красного песчаника; 45 — граниты и щелочная свита; 46 — дальредская и мойская серии и т. д.; 47 — поперечные сдвиги; 48 — поперечные сдвиги; 49 — Мойнский надвиг.

**Щелочная свита:** 44 — Лох-эйлские породы; 45 — Бороланские породы; 46 — Бен-лоуэрские породы; 47 — вулканические образования древнего красного песчаника; 48 — граниты и щелочная свита; 49 — дальредская и мойская серии и т. д.; 50 — дальредская и мойская серии и т. д.; 51 — поперечные сдвиги; 52 — нормальные сбросы; 53 — Мойнский надвиг.

покровов. Возраст этих гранитов различен, но в основном соответствует возрасту молодых гранитов, секущих мойнские породы, т. е. около 400 млн. лет.

Время проявления складчатости и процессов метаморфизма значительно менее определенное. Возраст метаморфических пород составляет примерно 425 млн. лет, т. е. несколько больше, чем возраст метаморфизма большей части мойнских пород, однако эта цифра, вероятно, свидетельствует лишь о времени проявления самых поздних процессов регионального метаморфизма. Аспидные сланцы, претерпевшие дислокации первой фазы складчатости, дали возраст 505 млн. лет, а Бен-вурохские граниты, образование которых предшествовало процессам метаморфизма, но, очевидно, происходило после  $F_1$  (первой фазы складчатости), дают 530 млн. лет. Возможно, что по крайней мере в Коннемаре основная складчатость произошла раньше, чем образовались утерардские граниты, возраст которых оценивается в 510 млн. лет; возраст же развитых в этом районе мигматов составляет 725 млн. лет. Однако, если принять, что ленийские известняки являются нижекембрийскими, следует считать, что все дальредские породы Шотландии подверглись складчатости и метаморфизму в послераннекембрийское время. Наличие ставролита в аренигских породах Коннемары, а также обломков метаморфических пород в отложениях свиты Бала и силурийских отложениях Южно-Шотландской возвышенности свидетельствует о том, что дальредские породы были метаморфизованы главным образом в доаренигское время. Часть отложений серии Хайленд-Бордер неопределенного (аренигского?) возраста также подверглась сходным процессам деформации, и теперь представляется наиболее вероятным, что дальредские породы повсюду претерпели складчатость и метаморфизм в период позднего кембрия — раннего ордовика.

**Районы Шотландии и Ирландии к югу от краевого разлома Северо-Шотландского нагорья.** В районе Шотландии, расположенном к югу от краевого разлома Северо-Шотландского нагорья, основные обнажения нижнепалеозойских пород находятся в пределах Южно-Шотландской возвышенности. Однако наличие выходов этих пород в пределах Средне-Шотландской низменности свидетельствует о том, что, вероятно, весь район к югу от краевого разлома Северо-Шотландского нагорья до окончания каледонского цикла складчатости представлял собой единое целое как в Шотландии, так и в Северной Ирландии. Осадконакопление в этом районе началось в аренигское время, и все отложения очень сходные, осадков прибрежного типа не отмечается. Присутствие коннемарских кристаллических сланцев, подстилающих аренигские породы на продолжении Средне-Шотландской низменности в пределы Ирландии, позволяет предполагать, что остальную часть этой площади, возможно, подстилают дальредские породы.

В период осадконакопления в этом районе фазы складчатости были немногочисленны: в Гёрване аренигские породы смяты в складки перед отложением осадков свиты Бала; верхневалентские отложения Коннемары перекрывают крупную, осложненную надвигами складку, выраженную в ордовикских породах, — Коннемарскую синклинали; в пределах Средне-Шотландской низменности отмечается несогласное залегание нижней свиты древнего красного песчаника на отложениях от венлокских до свиты Бала. Однако самые интенсивные складчатые движения, очевидно, произошли повсюду в послесилурийское время, в период накопления нижнего древнего красного песчаника или в конце этого периода.

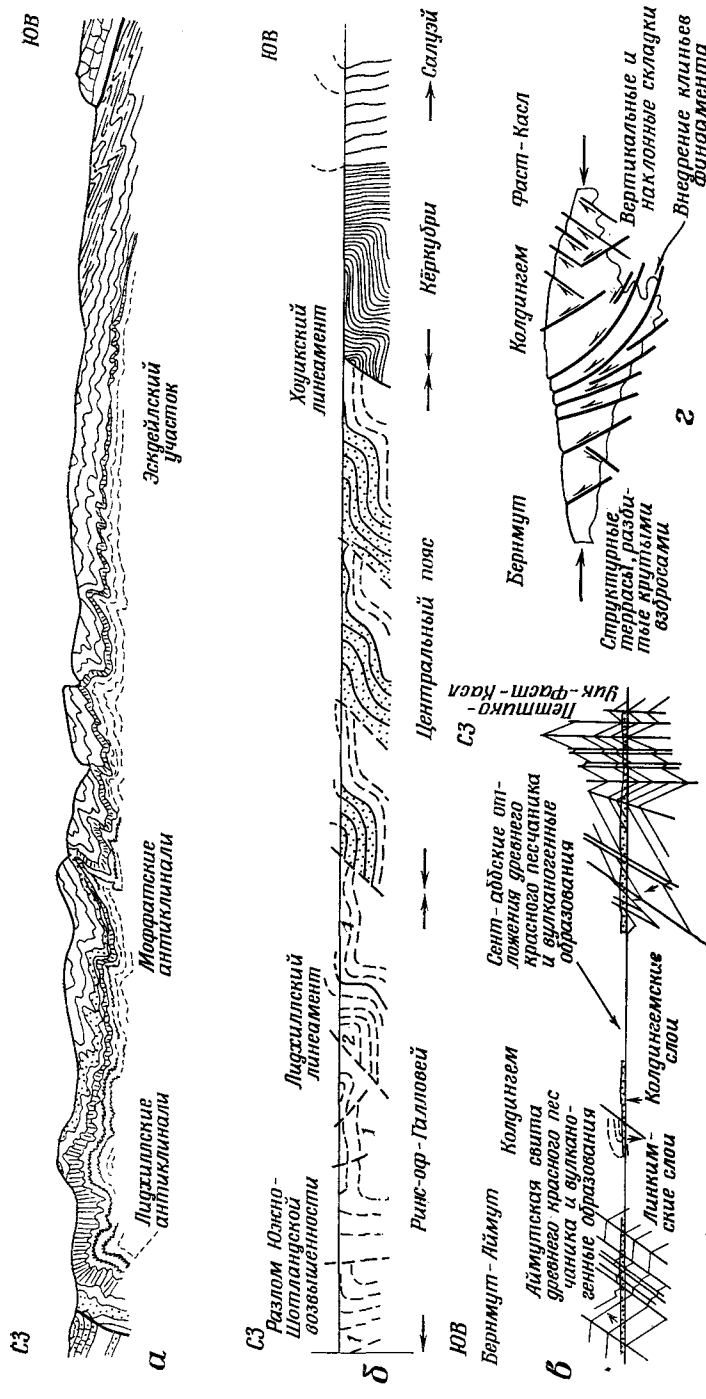
Основной структурой, образовавшейся в результате этих движений в пределах Южно-Шотландской возвышенности, является крупная антиклинальная складка. К ядру этой структуры, простирающейся в пределы Ирландии, а именно в район Северного Даун-Монахана массива Лонгфорд-Даун, приурочен выход силурийских пород, имеющий вытянутую форму. Общий характер структуры Южно-Шотландской возвышенности во многом

определяется крупными складками северо-восточного простирания, осложненными надвигами, которые указывают на южное направление движений на юге и северное — на севере района (фиг. 5.7). Эти движения соответствуют второму из трех основных периодов складчатости. Складки, образовавшиеся в первый период складчатости, представлены пережатыми или изоклинальными структурами, но теперь установлено, что они не являются доминирующим типом мелких складок, как это предполагал Лэпворт (фиг. 5.7). Позднее эти структуры подверглись вторичной складчатости, в процессе которой сформировались асимметричные, а также пережатые крутопогружающиеся складки широтного простирания. Наложенная складчатость особенно хорошо развита на побережье Берикшира. Последние каледонские движения в рассматриваемом районе проявились в образовании сдвигов; эти движения происходили одновременно со складкообразованием, зафиксированным в выходах среди Средне-Шотландской низменности.

В Ирландии складки, сформировавшиеся в послесилурийское время, также асимметричны и осложнены надвигами; выявлены более ранние изоклинальные складки; некоторые из них представлены лежащими складками в пределах Муилрийской синклинали, расположенной к северу от Коннемарского массива.

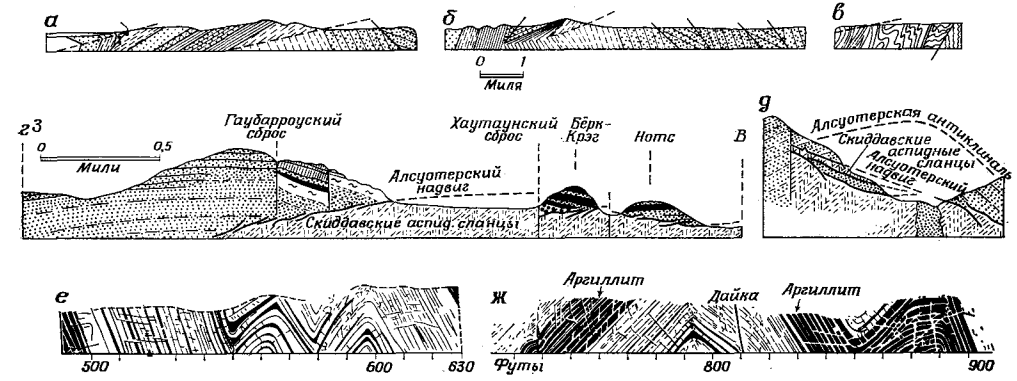
В этом районе нет значительных проявлений регионального метаморфизма (хотя вблизи Гёрвана развиты глаукофановые сланцы), однако рассмотренный комплекс отложений в пределах Южно-Шотландской возвышенности и Средне-Шотландской низменности прорван довольно крупными позднеордовикскими интрузиями, такими, как граниты Лох-Дун, Кейрнмор-оф-Флит, Криффел-Далбитти и Дистинкхорн.

**Озерный округ, остров Мэн и юго-восточная Ирландия.** Тектоническое строение острова Мэн изучено детальнее, чем структурные особенности Озерного округа, которые, вероятно, являются наименее изученными из всех каледонид Великобритании. В строении Озерного округа выделяются три стратиграфических комплекса: скиддавские аспидные сланцы, борроудейлские вулканические породы и силурийские плитняки и аспидные сланцы; каждый из этих комплексов характеризуется складчатостью, тип которой резко отличен от остальных (фиг. 5.8). Это может объясняться относительной жесткостью толщ, а, возможно, также различной историей их тектонического развития. Мэнские аспидные сланцы в структурном отношении близки скиддавским сланцам, которые являются их стратиграфическим продолжением. Обе формации представлены в основном аспидными сланцами и граувакками. На острове Мэн можно видеть, что эти отложения претерпели три крупные фазы складчатости. Складки первой фазы представлены прямыми антиклиналями и синклиналями, простирающимися с северо-востока на юго-запад, причем основной складкой является синклинали острова Мэн. Установлен также образовавшийся в эту фазу крутопадающий тектонический оползень — Найрбилский; многочисленны второстепенные складки. Складки второй фазы имеют пологопадающие осевые плоскости; выделяются три крупные складки, которые простираются, как и складки первой фазы, в направлении с северо-востока на юго-запад. Складки, образовавшиеся в третью фазу, являются секущими структурами и представляют собой открытые флексуры, простирающиеся в направлении с северо-запада на юго-восток. Все три фазы складчатости характеризуются развитием плоскостного кливажа; складкам первой генерации присущ кливаж сланцеватости, а структурам второй и третьей генерации — локально развитый кливаж разлома. Первые две фазы складчатости широко проявились в скиддавских аспидных сланцах, а третья фаза получила лишь локальное развитие. Контакт с борроудейлскими вулканическими породами рассматривается некоторыми исследователями как поверхность несогласия, причем по крайней мере одна из фаз складчатости ограничена скиддавскими аспидными сланцами. Однако



Ф и г. 5.7. Интерпретация геологического строения Южно-Шотландской возвышенности. а — антиклиниорий и синклиниорий. б — серия моноклиналильных складок, нарушенных разрывами. 1 — Гленкиллен; 2 — Харфеллен; пунктирными линиями показаны вальцевые складки, тонами линиями — хауикские породы, прерываемые линиями — мелюкские породы. в, г — региональная синклинали (на восточной окраине Южно-Шотландской возвышенности; северо-западная часть разреза на фигуре расположена справа); д — прибрежные разрывы; е — интерпретация.

это предположение имеет слабое стратиграфическое обоснование, и, где бы контакт между двумя толщами ни был детально изучен, несогласия обнаружено не было. Борроудейлские вулканические породы представлены весьма массивными лавами и пирокластическими образованиями, которые деформированы почти полностью путем скальвания. Вследствие этого широкое развитие имеют надвиги, простирающиеся с северо-востока на юго-запад, что свидетельствуют о подвижках в северо-западном направлении. Надвиговым



Ф и г. 5.8. Типы структур в отложениях трех основных стратиграфических групп Озерного округа и острова Мэн.

а, б, в — крупные складки, осложненные пологими вторичными складками, остров Мэн; г, д — крупные открытые складки и надвиги в борроудейлских вулканических породах, Алсуотер; е, ж — крупные закрытые складки; переходная зона от конистонских гравелитов к баннисдейлским аспидным сланцам, Шеп.

процессам предшествовало формирование крупных открытых складок — Алсуотерской антиклинали и Скофелл-хелвеллинской синклинали (фиг. 5.8, д).

В основании структурного комплекса, залегающего над толщей борроудейлских вулканических пород, отмечается несогласие, приуроченное к конистонским известнякам. Поверхность этого несогласия сечет как борроудейлские вулканические породы, так и скиддавские аспидные сланцы, причем отложения мощностью около 2400 м размыты на расстоянии около 8 км и в Милломе на скиддавских аспидных сланцах залегают отложения Бала. Таким образом, в пределах Озерного округа имела место добавская складчатость с амплитудой складок до 6600 м. Эти складкообразовательные движения Джордж сопоставляет с довалентскими движениями, происходившими в Коннемаре. Складчатость в вышележащих силурийских породах представлена серией прямых симметричных острых складок, вытянутых с северо-востока на юго-запад, а также множеством складок средней величины, располагающихся на крыльях крупной антиклинали, которая пересекает южную часть Озерного округа в широтном направлении. Широко распространены надвиги, образовавшиеся во время формирования складок (фиг. 5.8 ж). Такие же структуры наблюдаются в толще нижнепалеозойских пород, перекрывающих инглтонские отложения в округе Крейвен, тогда как строение скиддавских аспидных сланцев, обнажающихся в Кросс-Фелле, такое же, как в районе главного обнажения. Однако для района Кросс-Фелл характерно также широкое развитие герцинских надвигов, сопровождавшееся некоторыми другими деформациями.

В настоящее время представляется наиболее вероятным, что различия между структурами трех указанных групп обусловлены разной компетентностью толщ, поскольку породы, залегающие над борроудейлской вулканической серией, равно как и подстилающие ее, смяты в значительно более резко выраженные и более пережатые складки. Доказательства же того,

что скиддавские аспидные сланцы подверглись более поздним складчатым процессам, еще нужно отыскать в вышележащих слоях.

Арклоуский и Уиклоуский участки развития нижнепалеозойских пород в восточном Эйре являются естественным продолжением района Озерного округа — острова Мэн, несмотря на различия в стратиграфии и большую сложность тектонического строения последнего, который разбит разновозрастными разрывными нарушениями. Главным структурным элементом Арклоуского участка является синклиналь, профиль которой отличается значительной изменчивостью: на северо-востоке это изоклиальная складка, наклоненная к северо-западу, а в юго-западном направлении она постепенно превращается в неглубокую открытую синклиналь.

В юго-западной Ирландии, в районе вокруг Лейнстерского гранитного плутона, нижнепалеозойские отложения претерпели метаморфизм в значительно большей степени, чем в каких-либо других районах к югу от Северо-Шотландского нагорья. Лейнстерский плутон представляет собой самый крупный гранитный массив на Британских островах, он более сходен с некоторыми из гранитных интрузий Шотландии, чем молодые диапировые граниты Озерного округа и острова Мэн. Этот плутон обладает сильнометаморфизованной контактовой зоной; имеются данные, свидетельствующие о том, что при внедрении гранитов вмещающие породы претерпели интенсивные деформации, в результате чего образовались ставролитовые и силлиманитовые кристаллические сланцы.

Гранитные интрузии Озерного округа, Скиддавский, Эскдейлский и Шэнский плутоны, являются позднеорогенными диапировыми интрузиями, их возраст устанавливается в пределах 380—400 млн. лет. Определения возраста эннердейлских гранитов дают значение лишь 370 млн. лет, и, по-видимому, это соответствует действительности, поскольку нет доказательств того, что они древнее других гранитных пород (хотя ранее это предполагалось). Значения, соответствующие более молодому возрасту, были получены для фоксдейлских гранитов острова Мэн (360—380 млн. лет) и уирдейлских гранитов, залегающих под каменноугольными отложениями Аскригского блока (364 млн. лет). Очевидно, что внедрение этих интрузий происходило в девонский период.

**Уэльс и Уэльский бордерленд.** К юго-востоку от района Озерного округа — острова Мэн лежит геоантиклиналь Ирландского моря, в пределах которой периодические воздымания, вероятно, происходили на протяжении всего раннепалеозойского периода осадконакопления. Нижнепалеозойские породы участка Арклоу, упоминавшиеся в предыдущем разделе, отлагались на северо-западном склоне этого хребта. К юго-востоку от него располагается геосинклиналь северного и среднего Уэльса.

В период осадконакопления несколько раз происходили складкообразовательные движения, признаки которых широко распространены на всей территории Уэльса и Уэльского бордерленда. Складчатые движения раннеордовикского времени проявились в повсеместно наблюдаемом послетремаддокском, доаренигском, наклоне пластов в пределах северного Уэльса и особенно в образовании Тиддиндикумской антиклинали. Эта складка амплитудой 600 м, образованная верхнекембрийскими отложениями, несогласно перекрывается среднеордовикскими породами. В краевой части геоантиклинали Ирландского моря, в Англии, происходило трансгрессивное перекрытие континентального массива всеми послекембрийскими отложениями по серии наклонных блоков, разделенных сбросами. Движения блоков по этим нарушениям, как предполагают, происходили непрерывно от позднекембрийского до по крайней мере каменноугольного времени, что привело к накоплению осадков в пределах юго-восточных участков блоков, ограниченных разломами северо-восточного простирания: Аберффрау — Лигуи, Беру, Диноруик, Бангор и Абер-Динл.

В пределах Уэльского бордерленда в докарадокское время движения происходили также по Понтесфорд-линлийскому и, возможно, по Черчстреттонскому разломам. Затем последовала наиболее широко проявившаяся фаза геосинклинальной складчатости, а именно складчатость и надвигообразование в предвалентское время. В южном Пембрукшире верхневалентские отложения трансгрессивно перекрывают разбитые надвигами ордовикские породы и разбитые на блоки докембрийские породы, надвинутые на ордовикские отложения. Зарождение антиклинали Тоуи, сформировавшейся в основном в среднем девоне, вероятно, произошло в довалентское время, хотя в то время структура простиралась не совсем так, как в настоящее время. О зарождении антиклинали Тоуи в довалентское время свидетельствует присутствие складчатых форм и надвигов этого возраста в ее шарнирной зоне. В пределах Билтского обнажения складки, образовавшиеся в это время, простираются в северо-западном направлении. Позднее, а именно в предвенлокское и поственлокское время в районе Уэльского бордерленда и Шелвской антиклинали и в предлудловское время в пределах возвышенности Мей-Хилл, произошли складкообразовательные процессы, которые привели к формированию пологих складок.

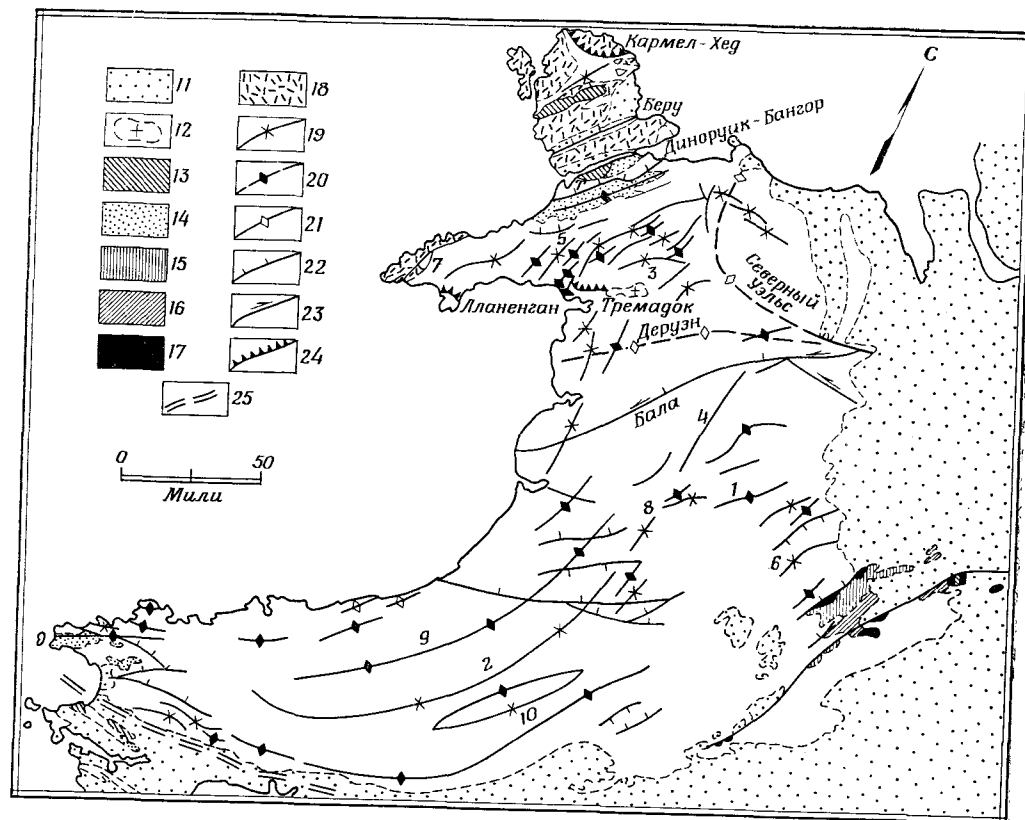
Таким образом, ранние движения, проявившиеся в довалентское время, были приурочены главным образом к периферийным участкам, однако основные движения, сопровождавшиеся развитием кливажа сланцеватости в нижнепалеозойских породах, происходили на значительно более обширной площади и не ранее чем в начале девонского периода. Нет никаких оснований относить эти движения к позднесилурийской орогенической фазе, так как всюду, где обнажается разрез верхнесилурийских отложений и нижней части древнего красного песчаника, перерыв в осадконакоплении отсутствует, а на острове Англии породы древнего красного песчаника претерпели интенсивную складчатость, сопровождавшуюся развитием кливажа по осевым плоскостям.

Последовательность формирования крупных структур Уэльса, по-видимому, сходна с последовательностью образования структур на острове Мэн и в Озерном округе, а поскольку все структуры Озерного округа выражены во всем силурийском комплексе отложений, то наиболее вероятно, что они образовались в послесилурийскую фазу складчатости. Структуры первой фазы складчатости и здесь представлены прямыми складками и характеризуются хорошо развитым кливажем сланцеватости. На крайнем севере складки обычно наклонены к северу, а на юго-востоке — в противоположную сторону. Однако район распространения прямых складок (с вертикальным кливажем) расположен гораздо ближе к северной, чем к юго-восточной окраине.

Так же как и на острове Мэн, складки второй фазы представлены плоскими, открытыми флексурами; их осевые плоскости наклонены к юго-востоку. Движения третьей фазы переработали кливаж первой генерации, что особенно заметно в Коруэне, и образовали вдоль шарнира складки кливаж скольжения и линейную ориентировку. Осевая плоскость этой складки (Северо-Уэльской антиформы) круто наклонена к восток-северо-востоку, и угол наклона близок к вертикальному.

Общую структуру этого района можно видеть на прилагаемой карте и поперечном разрезе (фиг. 5.9 и 5.10). Надвиг Кармел-Хед, по которому смяты в складки ордовикские отложения и породы комплекса Мона надвинуты в юго-восточном направлении на основную часть монского комплекса Англии, характеризуется наличием структур, аналоги которых встречаются далее к юго-востоку в пределах Тремаддокской надвиговой зоны и Беруинской антиклинали. Сноудонский синклинорий и особенно Харлехский купол являются пологими структурами, и лишь кембрийские аспидные сланцы, развитые на северном борту синклинория, претерпели интенсивные деформа-





Фиг. 5.9. Крупные складки и другие структурные элементы Уэльса.

Складки: 1 — Беруинская антиклиналь; 2 — Центрально-Уэльский синклиниорий; 3 — Долуиделанская синклинали; 4 — Лландерфелская синклинали; 5 — Ллуид-морская синклинали; 6 — Лонгмайтинская синклинали; 7 — Сноудонская синклинали; 8 — Тараннонская синклинали; 9 — Тейфийская антиклиналь; 10 — Тоуйская антиклиналь; 11 — постсилурийские породы; 12 — каледон-Д — Джонстонский, Т — Тут-хиллский, Э — Эрколл, С — Сарн); 13 — докембрийские плутоны (Х — Коэданский, свита, 15 — лонгмайндские молассы; 16 — лонгмайндский флиш; 17 — уриконские образования (Х — Хантер); 18 — монские осадки; 19 — синклинали; 20 — антиклинали; 21 — крупные складки позднего формирования; 22 — нормальные сбросы; 23 — поперечные сдвиги; 24 — надвиги; 25 — фронт варисской складчатости.

ции; сжатие здесь было столь интенсивным, что вертикальные размеры увеличились вдвое, а горизонтальные сократились наполовину.

Самой крупной в этом районе интрузией кислого состава является «гранитный плутон» Тан-и-Грисио, который, несмотря на небольшие размеры, характеризуется широкой контактовой зоной, что указывает на присутствие на глубине интрузивного тела значительно больших размеров.

**Этапы развития раннепалеозойской геосинклинали.** Породы раннепалеозойской геосинклинали Британских островов, претерпевшие каледонскую орогению, испытали серию второстепенных подвижек земной коры перед основной, послесилурийской фазой складчатости. Ранние движения имели в общем лишь местное значение; они не отличались ни столь широким распространением, ни достаточной интенсивностью, чтобы их можно было выделить в отдельные фазы с самостоятельными названиями. Стало общепринятым называть движения, происходившие в пределах Великобритании, теми наименованиями, которые были присвоены одновременным орогеническим фазам в Европе, Скандинавии и Новой Англии (табл. 5.3). Такая практика представляется весьма сомнительной, поскольку приходится пользоваться неопределенной терминологией, особенно если учесть, что многие из этих

«орогенических» фаз выражены в тиновых районах лишь стратиграфически несогласиями или даже только конгломератами.

Несмотря на то что осадконакопление происходило в отдельных бассейнах и структуры раннего образования развиты лишь на отдельных участках, в рамках послесилурийской фазы развития может быть выделен сложный комплекс процессов, которые охватывали большую часть территории.

Таблица 5.3

Орогенические фазы раннепалеозойского времени

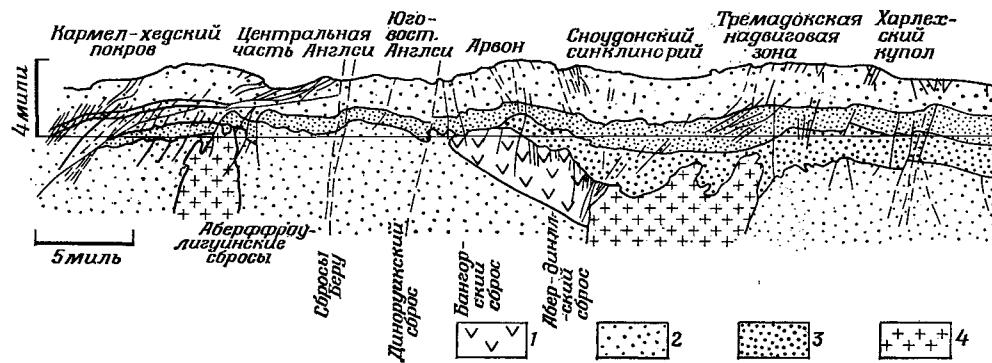
Акадийская	Среднедевонская — позднедевонская
Черускская	Раннедевонская
Эрийская	Постдаунтонская
Арденнская	Преддаунтонская
Каледонская	Позднесилурийская
Таконская	Позднеордовикская
Каухедская	Среднеордовикская
Трисилская	Раннеордовикская
Сардинская	Позднекембрийская
Кадомская	Позднекембрийская

Примечание. Многие из этих терминов применяются различными авторами по-разному.

Отдельные районы осадконакопления отличались своими специфическими структурными особенностями, однако близкое соответствие многих событий и их общей последовательности указывает на то, что вся площадь к югу от Северо-Шотландского нагорья испытала серию складчатых движений, в промежутках между которыми напряжения сжатия ослабевали или сменялись растяжением. Существует тесная зависимость между периодами внедрения даек и периодами образования сбросов растяжения, а следовательно, зависимость между орогенической активностью в земной коре и магматической активностью на глубине. Последняя фаза этих движений проявилась также в образовании Грейт-гленской системы разломов в районе развития дальредских и мойнских пород. Эффузивный и интрузивный магматизм предшествовал этим движениям и сопровождал их, что указывает на тесную связь между процессами, протекавшими на большой глубине, в земной коре или подкоровом пространстве, и образованием разломов и магматической активностью на поверхности земли.

**Каледонская структура.** Таким образом, движения земной коры, которые привели к образованию каледонской горной цепи Британских островов, вероятно, можно разделить на два основных периода многофазной складчатости: раннеордовикский метаморфизм и складкообразование, проявившиеся в пределах Северо-Шотландского нагорья и северной части Ирландии, и послесилурийская складчатость, охватившая южную часть Великобритании. Структуры, образовавшиеся во время позднекембрийского кельтского цикла на острове Англии и в средней Англии, а также, вероятно, однообразные им дислокации в мойнских и дальредских (Коннемара) отложениях представляют собой останцы более древнего орогенического пояса. В связи с этим последовательность геологических процессов, начавшихся накоплением мойнских осадков и завершившихся образованием моласс и вулканогенных пород древнего красного песчаника, можно рассматривать как последовательные фазы геосинклинали и орогенического развития двух сопряженных орогенических поясов, из которых более древний оказался теснейшим образом вовлеченным в орогеническую фазу более молодого пояса.

Торридонско-мойнские осадки отлагались в пределах крупного прогиба с обширной областью накопления в форланде. Впоследствии эти отложения, вероятно, подверглись складчатости и метаморфизму. Монские осадки отлагались в геосинклинали прогиба, в районе, занимаемом Ирландским морем. Они также подверглись докембрийским орогеническим движениям, вслед за которыми на юго-западной окраине прогиба, в районах Лонгмайнд и Чарвуд-Форест, произошло накопление флишевых образований и мо-

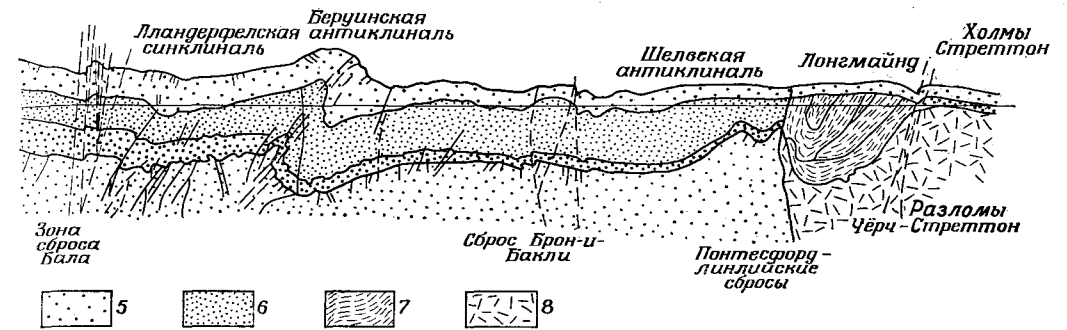


Фиг. 5.10. Поперечный разрез каледонского складчатого пояса Уэльса от Англси до Уэльского бордерленда.

1 — арвонские вулканические породы; 2 — монский комплекс и фундамент; 3 — кембрийские породы; 4 — граниты (Т — каледонские, Тан-и-Грисио; К — докембрийские, Коедана); 5 — силурийские породы; 6 — ордовикские породы; 7 — лонгмайндские породы; 8 — уриконские вулканические породы.

ласс. Осадки дальредской серии, очевидно, отлагались в Коннемаре, Северной Ирландии и Грампианских горах в период накопления и метаморфизма монского комплекса, хотя коннемарские отложения, возможно, подверглись орогеническим процессам несколько раньше, чем остальная часть разреза дальредских пород. После завершения кельтского орогенического цикла на юге Великобритании заложилась кембрийские бассейны Харлеха, южного Уэльса, Брея и острова Мэн; в этих бассейнах вплоть до послесилурийского времени происходило периодическое накопление осадков. В течение позднекембрийской или раннеордовикской орогенической фазы произошло поднятие большей части района развития дальредских пород Северо-Шотландского нагорья, которое предшествовало ордовикскому и силурийскому осадконакоплению, происходившему в ряде бассейнов, располагавшихся между Кельтскими горами острова Англси и только что возникшими нагорьями Шотландии и Ирландии. Осадконакопление на этих участках можно рассматривать как синорогенное отложение флишевых фаций, связанное с дальредской орогенической фазой. Оно продолжалось до послесилурийского времени, когда в результате последних складчатых движений каледонского цикла образовались Южно-Шотландская возвышенность, массив Лонгфорд-Даун, холмы Озерного округа, Кембрийские горы и горы Уиклоу. Вслед за этим начался позднеорогенический магматизм, который, по-видимому, протекал примерно в одно и то же время на всей площади от северной Шотландии до северного Уэльса и Ленстера. Цикл завершился накоплением позднеорогенных моласс в ряде межгорных бассейнов (отложения древнего красного песчаника), сопровождавшимся позднеорогеническим андезитовым вулканизмом.

Формирование серии небольших бассейнов осадконакопления, которые один за другим заполнялись осадками, происходило одновременно со структурным обособлением этих участков. Крупнейшим структурным элементом является район Северо-Шотландского нагорья и Северной Ирландии. Структуры, расположенные на северо-западе этого района, наклонены к северо-западу, а расположенные на юго-востоке — к юго-востоку (единственной крупной структурой района развития дальредских пород, которая наклонена на северо-запад, является Баллапелское основание). Южно-Шотландская возвышенность имеет сходное строение и в основном наклонена к югу, но на северной окраине некоторые структуры имеют наклон на северо-запад. В Озерном округе, на острове Мэн и в районе Арклоу все крупные структуры наклонены к северо-западу, т. е. в обратном направлении от геоантиклинали



Ирландского моря; к югу же от этого структурного элемента, в Уэльсе, структуры, как правило, имеют наклон на юго-запад.

Таким образом, существует много указаний на то, что в пределах каледонского орогенического пояса в течение длительного времени происходили многократные складчатые движения, спорадическое накопление осадков в крупных и мелких бассейнах, а также периодические проявления магматизма. Упрощенная схема орогенеза, включающая накопление осадков в пределах вытянутого прогиба, сжатие, сопровождаемое смятием пород в складки и метаморфизмом, и заканчивающаяся внедрением интрузий и последующим воздыманием, может рассматриваться лишь как самая общая последовательность явлений. Детальные стратиграфические, тектонические, геохронологические исследования выявляют все больше и больше данных, свидетельствующих об эпизодическом и повторяющемся характере практически всех явлений орогенеза.

### III. ВЕРХНЕПАЛЕОЗОЙСКАЯ ЭРА

#### Глава 6

#### ДЕВОНСКАЯ СИСТЕМА

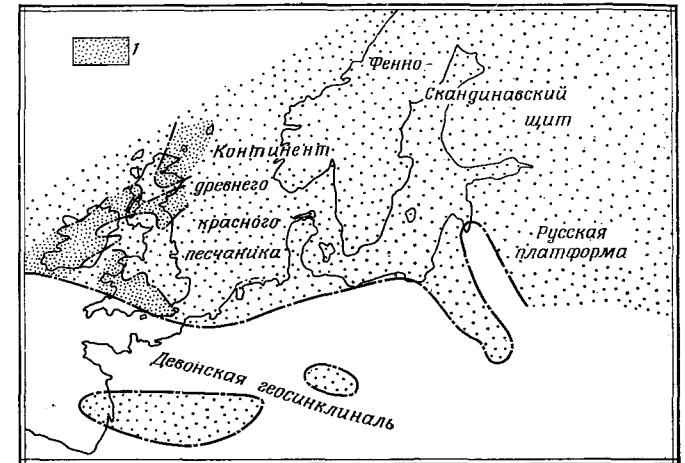
В результате крупных орогенических движений, которые привели к образованию каледонских гор и сложных структур, описанных в предыдущей главе, на обширной площади произошли важные палеогеографические изменения. Эти изменения особенно заметны на территории Великобритании. Как было отмечено выше, каледонскую орогению нельзя ограничивать лишь движениями конца силурийского периода. Так же как и все остальные орогенические циклы, каледонская орогения была продолжительной, но поскольку кульминационный момент этих движений приходится на поздне-силурийское время, остается справедливым то положение, что большая часть территории Великобритании в течение значительного промежутка раннепалеозойского времени являлась областью морского осадконакопления. Однако уже к концу силура (даунтонское время) на обширной площади отлагались континентальные слои, описанные в гл. 4. Скорость осадконакопления превышала скорость прогибания геосинклиналей, и в результате каледонских горообразовательных движений в Уэльсе, Озерном округе и южной Шотландии морские условия осадконакопления перестали существовать. В это время большая часть территории Великобритании стала частью континента древнего красного песчаника, который охватывал большую часть северной Европы, в том числе Фенно-Скандский щит и Русскую плиту<sup>1</sup> (фиг. 6.1).

К югу от континента древнего красного песчаника морские условия осадконакопления сохранились в девонской геосинклинали, которая пересекала территорию Европы. В настоящее время отложения морских фаций можно найти в тех местах, где палеозойские породы выступают среди отложений более молодого возраста, как это наблюдается в герцинских (варисских) массивах. В северной Европе этими породами сложены Арденны и горные сооружения, обрамляющие Рейнскую область, Чехию и полуостров Бретань. Юго-западная оконечность Англии также представляет собой герцинский массив; он включает обнажения Корнуэлла и Девоншира. Последний дал наименование девонской системе, которая впервые была описана Мурчисоном и Седжвиком. Этот район был взят в качестве типового, несмотря на то что он обладает несколькими недостатками, главным образом теми, что основание разреза здесь не обнажено, а мощность отложений не столь велика, как в Арденнах или в германских (Рейнских) массивах. Кроме того, в разрезе до сих пор не установлены все фаунистические зоны.

В девонское время в пределах Великобритании существовали горные сооружения, подвергавшиеся эрозии, и одновременно отлагались осадки двух резко различных фаций. Накапливавшиеся на юго-западе Англии морские девонские отложения и континентальная толща, известная под названием древних красных песчаников, естественно, отличались одни от других и по типу осадков, и по фауне. Название «древний красный песчаник» часто употреблялось в стратиграфическом смысле: прежде континентальные отло-

<sup>1</sup> В оригинале: Русскую платформу, Фенно-Скандинавский (Балтийский) щит не включен в ее пределы; ясно, что речь идет о Русской плите согласно принятой у нас терминологии.— *Прим. ред.*

жения (часто красноцветные) древнее или моложе каменноугольных отложений назывались соответственно древним и новым красным песчаниками. Это название все еще применяется для обозначения неморской фации девонских отложений. Однако поскольку отложения древнего красного песчаника могут быть привязаны к разрезу морских девонских отложений (несмотря на трудности корреляции), не следует более считать, что это название определяет некий отрезок геологического времени; подразделения древнего красного песчаника (верхний, средний и нижний песчаник) также не должны использоваться для обозначения геологического времени. Упомянутое подразделе-



Фиг. 6.1. Палеогеографическая обстановка в Европе в девонское время. Показано положение континента древнего красного песчаника, ограничивающего геосинклинальные области: 1 — район отложения древнего песчаника в Великобритании.

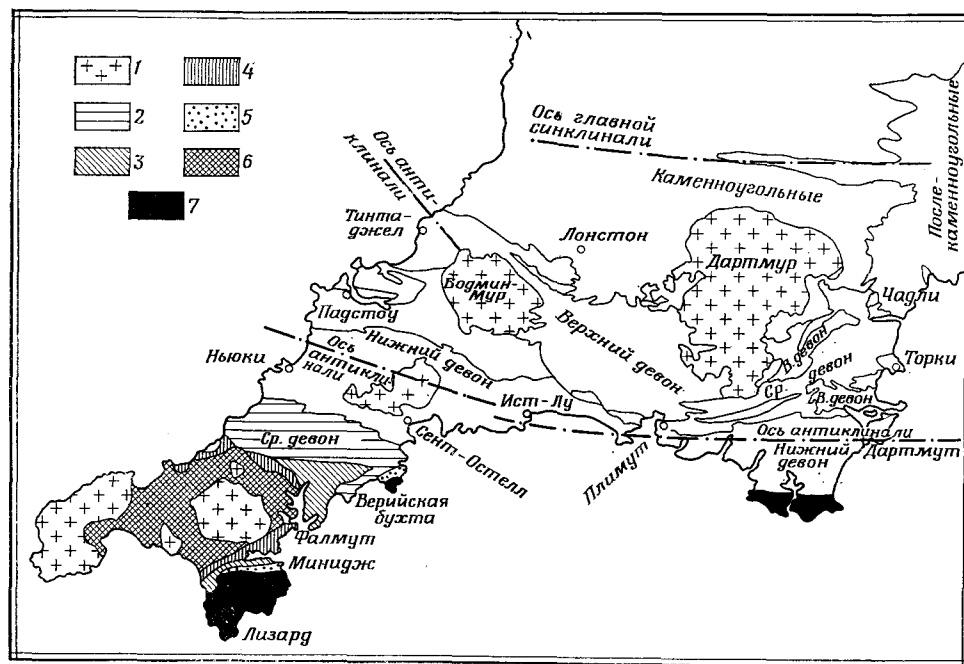
ние древнего красного песчаника, безусловно, останется в употреблении, так как оно основано на литологических особенностях отложений и на характеризующей их различной фауне рыб. Едва ли стоит подчеркивать, что, поскольку название древний красный песчаник носит главным образом описательный характер, значительная часть пород разреза не имеет красной окраски и не представлена песчаниками.

В северном Девоншире морские и неморские отложения встречаются в одном разрезе. Такое переслаивание объясняется чередованием морских трансгрессий (распространявшихся в север-северо-восточном направлении) и регрессий.

#### Юго западная окраина Англии

Юго-западная окраина Англии [полуостров Корнуэлл и Девоншир.— *Прим. перев.*] в основном представляет собой широкую синклиналиную структуру широтного простирания. Хотя крылья синклинали осложнены продольными разрывами и наложенными складками, местами изоклинальными, эта структура в основном контролирует размещение обнажений Девоншира и Корнуэлла. Девонские отложения распространены к северу и к югу от этой широкой синклиналиной структуры, или синклинория, центральная часть которого сложена в основном каменноугольными породами (выше которых местами залегают пермские отложения). Девонские слои на южном крыле структуры (фиг. 6.2) простираются с востока на запад, занимая южную часть Девоншира и Корнуэлла. Эти морские отложения представлены аспидными сланцами, гравелитами и известняками; последние особенно хорошо развиты в районах Торки и Плимута. В западном направлении в связи с наблюдающимися литологическими изменениями девонские отложения становятся более глинистыми. Девонские отложения традиционно подразделяются

на верхне-, средне- и нижнедевонские, а в районе Арденн — Эйфеля — на ярусы и зоны, выделяемые на основании фауны гониатитовых аммоноидей.



Ф и г. 6.2. Геологическая карта распространения девонских отложений южного Девоншира и Корнуэлла.

1 — послекамменноугольные граниты; 2, 3, 4, 5 — отложения, вероятно, среднедевонского возраста (2 — граммаундские слои, 3 — слои Портскато, 4 — фалмутские слои, 5 — миниджские и верийские слои); 6 — нижнедевонские (?) породы (милорские слои); 7 — додевонские породы.

Несмотря на то что в Девоншире и Корнуэлле разрез не полностью охарактеризован фауной, в нем достаточно четко прослеживаются ярусы, выделенные на континенте. Разрез южного Девоншира приведен в табл. 6.1.

Таблица 6.1

	Ярусы	Зоны	Литоология
Верхний девон	Фаменский	<i>Wocklumeria</i>	Пурпурные и зеленые аспидные сланцы
		<i>Cluymenia</i>	
Средний девон	Франский	<i>Platycluymenia</i>	Аргиллиты и глинистые сланцы
		<i>Cheiloceras</i>	
	Живетский	<i>Maenioceras</i>	Известняки, переходящие вниз по разрезу в глинистые сланцы и известняки
Нижний девон	Эйфельский	<i>Anarcestes</i>	Кувинские глинистые сланцы
	Эмский	<i>Mimosphinctes</i>	Стадонские гравелиты
	Зигенский		
	Жединский	Аммоноидеи отсутствуют	Мидфутские слои Дартмутские аспидные сланцы

Девонская система получила свое наименование от названия графства Девоншир, поскольку отложения этой системы были впервые описаны именно здесь (более ста лет тому назад). Лишь недавно в результате кропотливых

исследований в этих отложениях были выявлены некоторые фаунистические зоны, что позволило проводить более детальное сопоставление с разрезами континентальной Европы. Кроме гониатитов, которые встречаются очень редко (за исключением некоторых горизонтов), при сопоставлениях оказалось полезным использовать фауну остракод и конодонт, а также фауну кораллов, встречающуюся в карбонатных отложениях. Даже типичные морские девонские отложения южного Девоншира и Корнуэлла сопоставить трудно, поскольку этому мешает ряд факторов. Прежде всего, трудности вызваны тем, что разрез по существу не является полностью морским, ибо в некоторых пластах морская фауна почти целиком отсутствует. Кроме того, отмечаются изменения литологических особенностей отложений и фауны по площади, отражающие первоначальные различия в условиях осадконакопления. Последующее внедрение в эти отложения гранитных штоков и пластовых интрузий основного состава, сопровождавшееся термальным метаморфизмом, а также кливаж глинистых пород, образовавшийся в процессе последующих складчатости и разрывообразования, в значительной степени усложнили геологическое строение юго-западной Англии.

#### Породы («сланцы», или Киллас) южного Корнуэлла

Отложения самой нижней литологической группы нижнего девона, дартмутские аспидные сланцы, развиты в пределах полосы, простирающейся от Дартмута в западном направлении до Плимутского пролива и далее через Лу к Ньюки на северном побережье Корнуэлла. Эти отложения известны в пределах сложной антиклинальной структуры; основание разреза не обнажается, и не известно, присутствует ли в разрезе самая нижняя часть девонской системы. Мощность нижнедевонских (жединских) отложений, по-видимому, меньше мощности одновозрастных слоев, распространенных в Арденнах, которая достигает 1500 м. Выше дартмутских аспидных сланцев, сменяя их в северном направлении, залегают мидфутские и более молодые отложения. На западе, за Лу, мидфутские слои из-за наличия антиклинального перегиба залегают также и южнее полосы распространения дартмутских сланцев. С мидфутскими слоями граничат отложения неопределенного возраста, развитые в южной части Корнуэлла и известные под названием серии Грамскато, возраст которой обычно определяется как средне- или нижнедевонский (фиг. 6.2).

Непосредственно к северу от района распространения лизардского комплекса (стр. 33) расположена брекчия Минидж, или «зона дробления». Ламберт считает, что сложная структура этих отложений, представленных конгломератами, брекчиями и аспидными сланцами с линзами граувакк, имеет в основном седиментационное происхождение, хотя породы претерпели определенную деформацию. Возможно также, что граница между этими отложениями и породами лизардского комплекса не представляет крупного надвига. Прежде на основании спорных палеонтологических данных возраст известняков, залегающих в этой разнородной серии отложений, считался ордовикским. В настоящее время эти отложения, так же как и «вмещающие их породы» (заполнитель брекчии), относят к девонским. Такие же породы распространены у Веряна. Остальная часть разреза, развитого на юге Корнуэлла, образует следующую последовательность:

граммаундские слои;  
слои Портскато;  
фалмутские слои;  
майлорские слои.

Эти отложения, представленные гравелитами, песчаниками и аспидными сланцами, практически лишены фаунистических остатков, в связи с чем их возраст различными авторами определяется по-разному. Вероятно, все

отложения, за исключением майлорских, которые могут быть нижнедевонскими, следует отнести к среднему девону, хотя они не очень сходны с предположительно одновозрастными породами северного Корнуэлла и южного Девоншира. Однако даже сама последовательность отложений здесь спорна, сходные между собой по литологическим особенностям майлорские и портскатские слои считают одновозрастными. Ископаемые остатки древесной растительности, найденные в некоторых районах в фалмутских и портскатских слоях, подтверждают девонский, возможно среднедевонский, возраст этих отложений. Менее определенно устанавливаются условия их образования. Хотя эти отложения отличаются от типично морских девонских пород, они могут быть морскими, несмотря на то что в них иногда встречаются ископаемые растительные остатки и отсутствует подтверждающая их морское происхождение фауна. Многие из этих пород, ранее описанных в литературе как граувакки, сложены кварцевым материалом (однако иногда встречаются глины и глинистые сланцы) и представляют собой главным образом гравелиты и алевролиты. Несмотря на то что стратиграфическое расчленение проводится на основании литологической изменчивости, подразделения разреза переходят одно в другое постепенно. Возможно, что к югу и северу от Сент-остеллского гранитного плутона развиты все более и более молодые породы, тогда как еще далее к югу ядро антиклинальной структуры сложено майлорскими породами. Наличие спилитовых лав указывает на одновременное проявление подводного вулканизма.

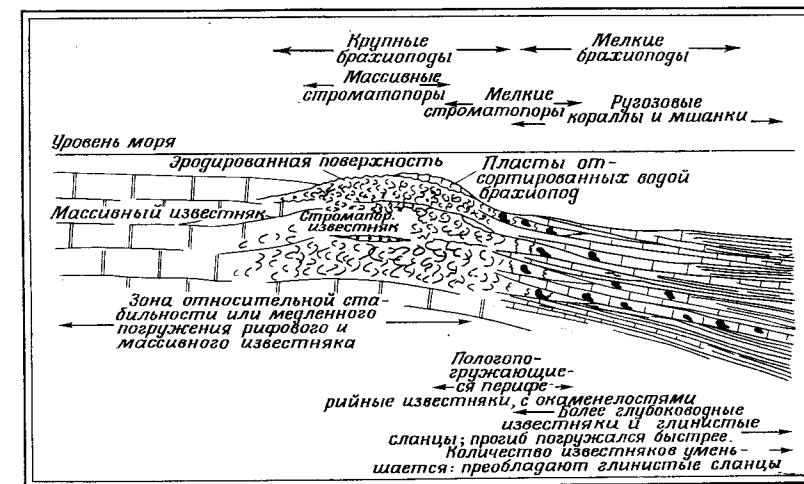
### Морские девонские отложения южного Девоншира

Полоса развития нижнедевонских отложений, начинаясь у Дартмута на востоке, протягивается в западном направлении. Низы разреза представлены дартмутскими сланцами, глинистыми породами зеленого цвета. В некоторых местах в разрезе были найдены *Pteraspis cornubica*, *Stegano-dictum* (цефалоспиды) и другие ископаемые остатки рыб, представители же морской фауны почти не известны, за исключением ранних видов *Bellerophon* (гастропод). Аммоноидеи в дартмутских сланцах отсутствуют, однако на высокое положение этих отложений в нижнедевонском разрезе указывают фаунистические зоны вышележащих слоев. Эти отложения — серые мидфутские слои, перекрытые красными стаддонскими гравелитами, вероятно, эквивалентны зигенскому или эмскому ярусам Рейнских массивов. В состав мидфутских слоев входят глинистые сланцы и местами развиты прослой известняка. В нижней части были найдены ископаемые остатки рыб, в том числе и *Pteraspis*, в вышележащих же горизонтах имеется морская фауна, свидетельствующая о постепенном переходе к типично морским условиям осадконакопления от существовавших ранее условий солоноватых вод или неморской обстановки. Морская фауна представлена брахиоподами, гастроподами и кораллами, например *Petraia*, и *Pleurodictyum problematicum*. Та часть разреза слоев Грамскато, которая раньше носила название маннаканских слоев, рассматривается как возможный эквивалент мидфутских слоев, однако брекчиевидный характер этих отложений и отсутствие в них фауны делает невозможным точное сопоставление. Стаддонские гравелиты, часто окрашенные в красноватый цвет, представлены в основном алевролитистыми глинистыми сланцами с прослоями кварцитов и гравелитов. Фаунистические остатки встречаются редко, однако фауна *Mimosphinctes*, обнаруженная в районе Лу в слоях, которые, как полагают, эквивалентны стаддонским гравелитам, дает основание предполагать эмс-эйфельский возраст этих отложений. Возможно, что возрастной диапазон отложений этой группы колеблется от нижнего до среднего девона.

Развитие надвигов и повторение пластов в разрезе, вызванное интенсивными складкообразовательными движениями, затрудняет интерпретацию

разреза, особенно в обнажениях на западе Корнуэлла. Однако картированию в сложных внутренних районах, где обнажения немногочисленны, способствует то, что в результате внедрения герцинских гранитов отложения подверглись термальному метаморфизму. В результате этого известковые слои превратились в известковые кремнистые роговики, которые очень устойчивы против выветривания и легко прослеживаются на местности.

К северу от обнажений только что описанных нижнедевонских пород развиты отложения, возраст которых, несомненно, среднедевонский. На участках Торки — Бриксем и Плимут — Тависток эти отложения представлены в основном известняками. В пределах первого участка самая нижняя



Ф и г. 6.3. Экология среднедевонских рифов южного Девоншира.

часть разреза среднедевонских пород сложена серыми кальцеоловыми глинистыми сланцами, в которых содержатся ругозовые кораллы *Calceola sandalina*, отличающиеся специфической формой, и брахиоподы *Atrypa reticularis*. Выше залегают известняки. В районе Плимута весь разрез среднедевонских отложений состоит из известняков, в которых обнаружены кораллы, ранее найденные в ФРГ. К западу от этого района происходят значительные фациальные изменения, в связи с чем на северном побережье Корнуэлла разрез сложен серыми аспидными сланцами, и лишь в некоторых местах развиты линзовидные известняки. Здесь отдельные пласты содержат обильную фауну, и недавно в них были обнаружены три явно гониатитовые формы, подтверждающие среднедевонский возраст этих пород. В среднедевонских известняках содержится богатая фауна: в нижней части разреза имеются криноидеи, а верхняя часть переполнена колониальными кораллами, как табулятами, так и ругозами, а также строматопороидами; все вместе они формируют рифы (фиг. 6.3). Эти розовые известняки прежде широко использовались в качестве декоративного «мрамора». В южном Девоншире известняки развиты и выше, охватывая часть верхнедевонского разреза; они перекрыты аспидными сланцами, которые на некоторых участках включают туфы и спилитовые лавы.

При сравнении фациальных различий морских девонских отложений в Великобритании и ФРГ были выявлены некоторые аналогии. В южном Девоншире, на участке Чадли, отложение желваковых глин и известняков происходило, очевидно, в мелководных условиях на поверхности подводных хребтов, тогда как одновозрастные им остракодовые глины в районе Торки отлагались в глубоководных условиях. Отложения глубоководной фауны

широко распространены в Девоне и Корнуэлле, однако эти отложения не везде образовались в один и тот же промежуток времени: в некоторых районах глубоководные условия осадконакопления существовали дольше, чем в других. Во многих горизонтах девонского разреза содержатся вулканические породы; вулканическая активность возростала от начала к концу девонского периода, однако мощные толщи вулканических пород в разрезе встречаются редко. В Корнуэлле в начале позднедевонского времени образовались туфовые породы; особенно хорошо развиты вулканогенные породы, главным образом спилитовые лавы, к западу от Бодмин-Мура. Они также обнажаются на побережье полуострова Корнуэлл, например у мыса Пентайр. В промежутках между спилитовыми лавами подушечной структуры залегают кремнистые, глинистые или известковистые породы.

К северу от района распространения фации остракодовых сланцев, между устьем реки Тамар и Падстоу, фаменский разрез выглядит иначе. При сопоставлении отложений, развитых южнее, все еще остаются нерешенные вопросы; возможно, что эти отложения сменяют вверх по разрезу остракодовые сланцы или частично эквивалентны им. В окрестностях Тинтаджела, расположенного западнее Бодмин-Мура, в результате процессов метаморфизма образовались филлиты, а подушечные лавы превратились в зеленые сланцы, образующие антиклинальную структуру, которая погружается в северо-западном направлении от Бодмин-мурского гранитного плутона. Содержащиеся в породах остатки фауны, например *Spirifer verneuili*, сильно разрушены из-за кливажа сланцеватости. Некоторые горизонты аспидных сланцев, например сланцы Делабол, интенсивно разрабатываются.

Характер верхнедевонских отложений во всех обнажениях свидетельствует о том, что в это время вновь стали отлагаться глинистые осадки. В Корнуэлле серые сланцы перекрываются темноокрашенными сланцами, тогда как в Девоншире выше (преимущественно) среднедевонских известняков залегают зеленые и пурпурные сланцы, хотя темноокрашенные известняки вверх по разрезу сменяются сначала известняками и глинистыми сланцами, а затем переходят в аспидные сланцы франского яруса. В некоторых слоях франского яруса, например в районе Солтерн-Ков, распространены гониатиты, однако они отсутствуют в фаменских аспидных сланцах района Торки, которые содержат лишь небольшое количество остракод. Установлены три вида *Entomis*. К северу от Тавистока и в окрестностях Лонстона, севернее обнажения остракодовых аспидных сланцев, были обнаружены фаменские гониатиты зон *Platyclymenia*, *Clymenia* и *Wocklumeria*.

### Северный Девоншир

В пределах Девонширского синклинория породы девонского возраста обнажаются на поверхности в северном Девоншире, выступая из-под каменноугольных отложений, представленных в фации кульма. Основное обнажение простирается от Багги-Пойнт и Морт-Пойнт вдоль побережья до Майнхеда в Сомерсете, образуя характерные береговые обрывы. Девонские породы слагают также крупное обнажение Куонтокских холмов, расположенное к востоку от основного обнажения.

Разрез отложений северного Девоншира сильно отличается от разреза южного Девоншира и Корнуэлла по литологическим особенностям и фауне, несмотря на то что большая часть отложений имеет морское происхождение. Однако часть разреза сложена неморскими породами, поскольку море вторглось на территорию Девоншира и Сомерсета лишь периодически; в позднем девоне море распространялось к северу от Пембрукшира и юго-западной части Ирландии. Несмотря на эти трансгрессии моря в пределы северного Девоншира, сопоставление отложений северного и южного Девоншира связано со значительными трудностями, и в действительности большая часть

отложений северного Девоншира не может быть точно привязана к гониатитовым зонам девонского разреза.

В результате послекламенноугольных складчатых движений (образовавших в основном изоклинальные складки), разрывообразования и развития кливажа в глинистых слоях геологическое строение сильно усложнилось, тем не менее совсем недавно на нескольких участках удалось составить разрезы отложений и провести их сопоставление. Другим отличием разреза северного Девоншира — Сомерсета от типового разреза является относительно слабое развитие вулканических пород и известняков; последние встречаются в среднедевонском разрезе в виде подчиненных прослоев.

Самыми древними породами являются гравелиты Форланда, обнажающиеся в полосе, протягивающейся от Форланд-Пойнт к востоку. Эти отложения, представленные красными и серыми кварцевыми гравелитами и аспидными сланцами, не содержат никаких ископаемых остатков, кроме растительных, например *Psilophyton* (который обычно рассматривается как растение, присущее нижнему древнему красному песчанику). На основании имеющихся в настоящее время данных разрез северного Девоншира начинается (нижняя часть разреза не обнажена) с этих неморских песчаников. Вышележащие линтонские слои представлены главным образом голубовато-серыми аспидными сланцами с прослоями гравелитов; кроме ископаемых остатков рыб (*Pteraspis*), в них содержатся также пластинчатожаберные и брахиоподы, указывающие на вторжение моря. Наличие определенных видов *Spirifer* свидетельствует о зигенском возрасте отложений, однако присутствие фауны кораллов, как *Pachypora*, так и *Alveolites*, не дает возможности провести уверенное сопоставление этих отложений с отложениями, развитыми в южном Девоншире. Нижняя часть обнажающегося разреза Куонтокских холмов сложена слоями Литл-Куонток, которые, возможно, эквивалентны линтонским слоям. Они представлены аспидными сланцами и содержат *Chonetes*, *Tentaculites* и членики морских лилий.

Вышележащие гравелиты Хангман хорошо обнажены на побережье до Хангман-Пойнт на западе, а также в северо-западной части Куонтокских холмов. Нижняя часть разреза этих отложений, известная под названием слоев Трентишу или слоев Трискум, сложена массивными песчаниками, алевролитами и комковатыми аргиллитовыми конгломератами и содержит растительные остатки. В перекрывающих ронских слоях (входят в состав слоев Ходдер-Кум), которые представлены глинистыми сланцами с прослоями плитчатых песчаников и конгломератов, содержатся растительные остатки, например *Calamites cannaeformis* в обнажении Куонтокских холмов и чешуя рыб *Coccosteus*, типичных для среднего древнего красного песчаника. Хангманские гравелиты свидетельствуют о возвращении условий неморского осадконакопления; возможно, эти гравелиты имеют флювиальное происхождение. Нижняя часть хангманских гравелитов, возраст которой приблизительно устанавливается как кувенский, возможно, эквивалентна стаддонским гравелитам южного Девоншира.

Переходная часть разреза от флювиальных хангманских гравелитов к залегающим выше илфракумским слоям, образовавшимся в результате обширной морской трансгрессии, была детально изучена. Верхнюю часть хангманских гравелитов составляют слои Шерри-Кум, которые представлены песчаниками, содержащими пластинчатожаберные миаляниды с толстой раковиной и гастроподы. В течение долгого времени считалось, что «*Myalina*» является брахиоподой *Stringocephalus burtini* — формой, типичной для среднедевонских отложений южного Девоншира. Действительно, хангманские гравелиты, по-видимому, частично относятся к среднему девону, поскольку явного перерыва в разрезе не наблюдается, а вышележащие илфракумские слои, вероятно, имеют живетский и франский возраст. Море наступало в северо-восточном направлении, достигнув сначала района северного

Девоншира, а затем распространившись в пределы Сомерсета (Брендонских холмов и далее Куонтокских холмов).

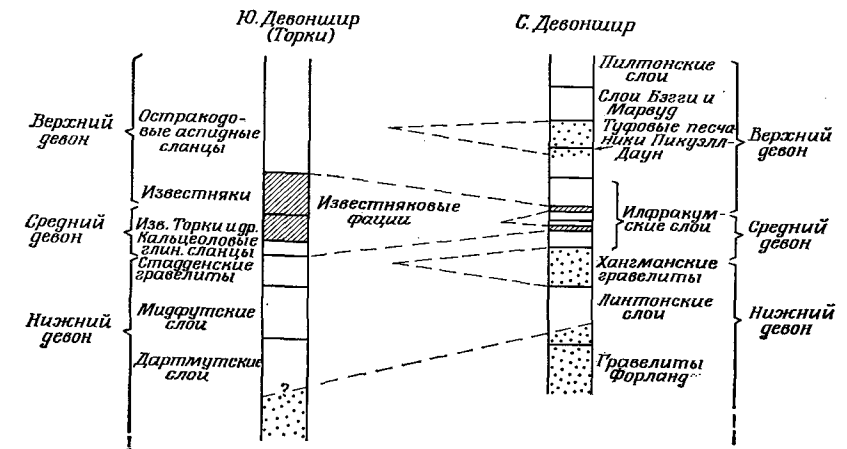
Илфракумские слои представлены в основном аспидными сланцами, мощность которых, очевидно, меньше, чем считалось ранее (1300 футов); хорошо развиты пласт известняка в нижней части разреза и другой пласт известняка, залегающий выше по разрезу на расстоянии 75 м. Маломощный пласт известняка залегают также внутри толщи сланцев, разделяющей нижний и верхний известняки. Эти известняки не линзовидные и хорошо выдержаны по простиранию; на Илфракумском участке они протягиваются за его пределы в сторону моря. Слои, подстилающие известняки в разрезе илфракумских слоев, представлены алевролитистыми глинами и песчаниками, которые, как предполагают, образовались в заливаемой приливом береговой полосе и в передовой части дельты. Эта точка зрения подтверждается наличием *Chondrites* и других, хотя и не очень распространенных, следов органической жизни. Выше залегают морские отложения, содержащие разнообразную фауну кораллов, морских лилий, мшанок и т. д. Нижний известняк, известный под названием Дженни-Старт, имеет, возможно, живетский возраст. В маломощном известняке Кум-Мартин-Бич, а также в известняке Давид-Стон, занимающем самое высокое положение среди этих трех известняковых пачек, содержится сходная фауна, среди которой изобилуют кораллы. Некоторые роды присутствующих здесь кораллов были обнаружены близ Булони (во Франции) и в Чехии; удивительно, что в других обнажениях на территории Великобритании они не известны, в частности они отсутствуют в известняках южного Девоншира, которые имеют тот же возраст. В связи с тем что фауна этих двух районов различна, провести точное сопоставление отложений невозможно, однако граница между живетским и франским ярусами условно проводится по известняку Кум-Мартин-Бич.

Аспидные сланцы Морт, которые залегают выше илфракумских слоев, представлены серыми и зелеными аспидными сланцами с ясно выраженным кливажем, содержащими прослойки алевролитов в верхней части разреза. Ископаемые остатки встречаются редко, главным образом в тонких прослоях песчаника. В нижней части морских аспидных сланцев содержится *Cyrtospirifer*, а также другие брахиоподы и членики лилий, свидетельствующие о том, что по крайней мере нижняя часть разреза имеет морское происхождение. Однако отсутствие ископаемых остатков в большей части морских аспидных сланцев, за исключением растительных остатков и следов неопределимых ископаемых организмов, а также литологические особенности косослоистых алевролитов указывают на постепенное возвращение неморских условий осадконакопления. На основании скудной фауны возраст отложений устанавливается как нижнедевонский, однако если признать, что сопоставление отложений на структурной основе было проведено правильно, то возраст этих слоев должен быть верхнедевонским.

Некоторые исследователи принимают слой вулканического пепла, который, возможно, имеет тот же возраст, что и лавовые образования северного Корнуэлла, за подошву верхнедевонских отложений. Накопление пепла предшествовало отложению в северном Девоншире песчаников Пикуэлл-Даун. Они представлены пурпурными, коричневыми и зелеными песчаниками, среди которых встречаются глинистые прослойки, и содержат остатки рыб, например *Bothriolepis*, *Holonema* и *Holoptychius*, а также окаменелую древесину, что указывает на неморские условия накопления осадков. Фауна по существу та же, что и в верхнем древнем красном песчанике, и возраст этих песчаников, несомненно, фаменский.

Последнее вторжение моря произошло в позднедевонское время, в результате чего отложились песчаные осадки, которые в настоящее время простираются от Багги-Пойнт во внутренние районы до Марвуда и далее. Эти баггские и марвудские слои содержат прибрежную фауну, представленную

главным образом брахиоподами. Выпележащие аспидные сланцы слоев Пилтон, которые содержат фауну трилобитов и брахиопод очень плохой сохранности, представляют собой переходную группу от верхнедевонских к нижнекаменноугольным породам. Их образование явилось результатом максимального распространения девонского моря в северном направлении и, возможно, значительного увеличения глубины моря в северном Девоншире. Отложения, переходные от морских девонских к морским каменноугольным, установлены только в Девоншире, Корнуэлле и районе Тенби



Ф и г. 6.4. Сопоставление разреза северного Девоншира с разрезом морских девонских пород южного Девоншира.

Известняки показаны штриховкой, неморские фации — точками.

Пембрукшира. При наличии этих переходных слоев особенно трудно бывает установить границу между отложениями двух систем. Приближенное сопоставление разреза отложений смешанных фаций северного Девоншира и почти полностью морского разреза южного Девоншира приведено на фиг. 6.4.

Прежде чем возвратиться к обнажениям фации древнего красного песчаника, следует рассмотреть погребенные девонские отложения юго-восточной Англии. В связи с тем что девонские породы слагают часть субстрата под мезозойского хребта палеозойских пород, который в некоторых местах расположен лишь на 300 м ниже уровня моря, все большее количество данных о девонских породах получают из буровых скважин. Девонские отложения фации древнего красного песчаника давно были вскрыты скважинами, пробуренными в северном Кенте и в краевых частях эстуария нижней Темзы. В этих отложениях, представленных в основном песчаниками с волноприбойными знаками и следами дождевых капель, содержатся ископаемые остатки; наличие среди них формы ракообразных *Estheria* указывает на накопление этих осадков в мелководных неморских условиях или в солоноватоводном бассейне. Еще далее к югу, у Брайтлинга (16 км к северо-западу от Гастингса), недавно были обнаружены морские отложения нижнедевонского возраста. Они представлены глинистыми сланцами, песчаниками и аргиллитами, содержащими *Chonetes* и *Pterinea*. Сведения о девонских отложениях юго-восточной Англии открыточны, так как они могут быть получены только в результате бурения глубоких скважин; например, у Брайтлинга девонские отложения залегают на глубине 1170 м ниже уровня моря. Что же касается возможной границы распространения морских отложений к северу или соотношения морских и неморских фаций, об этом пока ничего сказать нельзя. Можно лишь отметить, что граница девонской геосинклинали (по крайней мере нижнедевонской) в настоящее время установлена с несколько большей точностью.

## Древний красный песчаник

Таблица 6.2

Толща континентальных отложений, известных под названием древнего красного песчаника, широко распространена в Великобритании. Эти отложения развиты в северной Шотландии, на Оркнейских и Шетландских островах, в районе Средне-Шотландской низменности, где они распространены за пределами узкой структурной формы, выраженной Средне-Шотландской долиной, в южном Уэльсе и Уэльском бордерленде. Хотя отложения древнего красного песчаника по существу отсутствуют в пределах средней Англии и только изредка встречаются в северной Англии, они, возможно, широко развиты под покровом более молодых пород в восточной и южной Англии. Породы девонского возраста широко распространены в Ирландии, где они полностью представлены фацией древнего красного песчаника, за исключением лишь небольших участков развития морских верхнедевонских отложений на юге страны.

**Англо-Уэльская провинция.** В Шропшире на красных мергелях «красного даунтона» залегают красные мергели диттонского (нижнедевонского) возраста. Перерыва в осадконакоплении не наблюдается, напротив, есть очевидные данные, указывающие на постепенное изменение условий осадконакопления. При выборе основания девонской толщи предпочтение отдается подошве диттонских отложений, а не лудловскому костеносному слою, поскольку первая, по-видимому, одновозрастна с границей между силурийскими и девонскими отложениями в разрезе центральной Европы, представленном граптолитовыми фациями. Основание девонской толщи устанавливается по появлению панцирных рыб и отбивается по картируемому на обширной площади известняку с *Psammosteus*. Базальные слои нижнего древнего красного песчаника прослеживаются в юго-западном направлении, где они несогласно прилегают к северному борту Южно-Уэльского угольного месторождения.

В пределах Уэльского бордерленда фаунистически охарактеризованы лишь нижнее и верхнее подразделения древнего красного песчаника, в интервале между ними возраст отложений не установлен, поскольку почти нет данных, свидетельствующих о наличии несогласия. В результате работ Дж. Р. Л. Аллена разрез отложений Англо-Уэльской провинции подразделен по литологическим и фаунистическим данным, как показано в табл. 6.2.

Отложения, одновозрастные с даунтонскими, которые теперь относят, как правило, к силурийской системе, в Девоншире, по-видимому, отсутствуют. Диттонские же породы, очевидно, соответствуют по возрасту самым древним отложениям, развитым в северном Девоншире, — гравелитам Форланд. В предыдущей главе был упомянут переход от условий солоноватоводных лагун (с редкими вторжениями моря), в которых накапливались отложения «серого даунтона», перекрывающего типично морские лудловские породы, к совершенно другим условиям, в которых образовались красноцветные слои «красного даунтона» и диттонские отложения. Эти красноцветные отложения больше не считаются показателем аридных условий осадкообразования, однако они свидетельствуют о выветривании коренных пород в жарких тропических условиях, возможно, при частых ливнях. Латеритовые глины частично служили источником материала для образования флювиальных отложений слюдистого мергеля. Комковатые породы и песчаники, характеризующиеся разнообразными седиментационными текстурами, например гребневидными знаками ряби, а также изогнутой и плоскостной косой слоистостью, отлагались в водной среде. Эти условия осадконакопления можно сравнить с условиями, существовавшими в субэриальной дельте реки Колорадо, при которых песчаные осадки отлагались в разветвленной сети протока, а иногда во время наводнений — на обширных площадях, затопленных водой. Подобные условия отличались значи-

Ярусы международно-родной шкалы	Ярусы местной шкалы	Подразделения древнего красного песчаника	Англо-Уэльская провинция			Пембрукшир
			Шропшир	Форест-оф-Дин и Бристоль	Центральная часть южного Уэльса	
Фаменский	Фарлоуский	Верхний древний красный песчаник	Серия песчаника Фарлоу, 120 м	Группа песчаника Тинтерн, 120 м	Серые гравелиты, 60 м	Песчаник Скряккл, 300 м
Франский				Группа кварцевого конгломерата, 30 м	Слой Плато, 15 м	
Живетский	Эйфельский	Средний древний красный песчаник	Серия Вудбенк, 231 м	Несогласие		Группа Кошестон, 3000 м Конгломераты Риджуэй, 360 м
Эмский				Железистые песчаники, 750 м	Железистые песчаники, 420 м	
Зигенский	Бреконский	Нижний древний красный песчаник	Аблонская серия, 66 м	Группа Сент-Моанс, 420 м	Сеннийские слои, 240 м	Красные мергели, 840 м
Жеднический	Диттонский		Диттонская серия, 360 м		Красные мергели, 1320 м	
	Даунтонский		Даунтонская серия, 300 м	Мергели Раглан, 300 м		

тельной протяженностью, так как отложения такого типа распространены до Пембрукшира. Существуют данные, указывающие на увеличение мощности отложений в западном направлении: от 360 м в Браун-Кли-Хилл до 600 м в Найтоне. Это свидетельствует о том, что, несмотря на установление одинаковых условий осадконакопления, часть бассейна, расположенная западнее Чёрч-стреттонского разлома, возможно, продолжала погружаться быстрее, чем «блок», находившийся к востоку от разлома. Весь этот район должен был претерпеть интенсивное погружение, причем погружение компенсировалось отложением осадков, в результате чего сохранялись прежние условия осадконакопления. В даунтонское и диттонское время дельта, возможно, распространялась на большую часть южного и центрального Уэльса и на северо-западе ограничивалась возвышающимися каледонскими горами Уэльса, а в восточном направлении простиралась в среднюю Англию, достигая Кента. К югу от нее располагалась описанная выше широкая геосинклиналь, которая простиралась от юго-западной Англии до Польши.

Известняки с *Psammosteus*, содержащие *Traquairaspis* [*Phialaspis*, т. е. *Psammosteus*] и другие ископаемые рыбы, отлагались в лагунных условиях, которые временно установились в раннем девоне (раннедиттонское время) в пределах обширного района от Шропшира до Пембрукшира. В вышележащих отложениях более частым становится присутствие кремнистых известняков (нечистых известняков). Распространены также эрозионные поверхности, свидетельствующие о периодических затоплениях территории и фиксирующие подошвы циклотем среди ритмически переслаивающихся осадков. Мощность циклотем сильно меняется, как это и следует ожидать во флювиальных отложениях, однако состав их постоянен. Они содержат внизу песчаные пачки, сменяющиеся вверх по разрезу более глинистыми пачками.



К концу диттонского времени вновь установились лагунные условия осадконакопления, при которых образовались нижний и верхний абдонские известняки. Грубые песчаники и гравелиты, часто с угловатыми зернами, образующие серию Кли, свидетельствуют о близости источника сноса, поставлявшего продукты разрушения изверженных и метаморфических пород. В конгломератах же обнаружена галька верхнесилурийских пород. Присутствие этой гальки является загадкой, поскольку в это время силурийские породы в пределах Уэльского бордерленда должны были быть перекрыты нижним древним красным песчаником. Отложения клийской серии эквивалентны породам брекконской серии района Бреккон-Биконс, где толща этих пород мощностью около 600 м образует характерный возвышенный рельеф.

В Херефордшире и далее к западу вдоль северного борта углового бассейна южного Уэльса красные мергели даунтон-диттонского возраста перекрыты сеннийскими слоями, которые представлены слюдястыми плитчатыми песчаниками, а также глинистыми сланцами с прослоями кремнистых известняков. По фауне *Pteraspis* и растительным остаткам возраст отложений определяется приблизительно как зигенский — эмский. Выше залегают железистые песчаники, обычно лишённые фауны. Эти породы используются в качестве строительного камня. Выше следуют, по-видимому, согласно залегающие, во всяком случае без крупного перерыва, даунтонские отложения, поэтому железистые песчаники с определенной степенью достоверности могут быть отнесены к нижнему девону. Кроме того, они несогласно перекрыты верхним древним красным песчаником. Однако в небольшом обнажении, содержащем морские раковины, присутствует *Spirifer verneuili*, указывающий на верхнедевонский возраст отложений. Самые верхние слои, конгломератовые слои Плато, слагающие плоскую вершину Бреккон-Биконса, возможно, относятся к верхнему древнему красному песчанику.

В Пембрукшире, южнее Милфорд-Хейвена, на красных мергелях залегают конгломератовая толща мощностью 360 м, в то же время конгломераты отсутствуют к северу от угольного месторождения, где мергели переходят вверх по разрезу в слои Сенни-Кошестон без явного перерыва. Фаунистические остатки и литологическое сходство гальки с песчаниками Гре-де-Мей Бретани находятся в противоречии с очевидными признаками того, что галька не переносилась на большие расстояния. В связи с этим предполагается, что она явилась продуктом разрушения наземного хребта, располагавшегося на месте современного Бристольского залива. В северном Пембрукшире кошестонские слои, представленные песчаниками, мергелями и кремнистыми известняками, с брекчией в верхней части разреза, достигают мощности 3000 м. Эти отложения, которые, возможно, эквивалентны плитняковым сеннийским слоям и железистым песчаникам, развитым на севере (они описывались выше), к югу от Милфорд-Хейвен не обнаружены из-за крупного среза перед отложением верхнего древнего красного песчаника.

Именно в Пембрукшире, в песчанике Скринкл (так здесь называется верхний древний красный песчаник), обнаружены морские отложения с фауной пластинчатожаберных, морских лилий, рыб и брахиопод. Эта фауна включает *Spirifer verneuili*. Она представляет комплекс организмов, обитавших в период последнего наступления моря в девонское время, когда отлагались марвудские слои и нижние пилтонские слои северного Девоншира, и служит явным доказательством того, что трансгрессия распространилась на территорию южного Уэльса. Она захватила также южную часть Эйре, где в гравелитах Кумхола, представляющих собой отложения, переходные от девонских к каменноугольным, содержится фауна пластинчатожаберных и брахиопод, причем последние включают *Spirifer verneuili*. В Шропшире верхний древний красный песчаник, или песчаник Фарлоу, залегают на отложениях вудбенкской серии (вудбенкская серия — аналог железистых песчаников) без видимого перерыва в осадконакоплении, однако

фауна, содержащаяся в песчанике Фарлоу, совершенно иная. Несмотря на кажущуюся непрерывность осадконакопления, нельзя доказать присутствие среднего древнего красного песчаника. В западном направлении несогласие в разрезе становится очевидным: верхний древний красный песчаник, называемый здесь серыми гравелитами, несогласно залегают на железистых песчаниках. Однако в связи с тем, что фаунистических данных мало, не исключено, что железистые песчаники, возможно, частично эквивалентны среднему древнему красному песчанику. (Точно так же часть древнего красного песчаника, развитого в юго-западной Ирландии, возможно, относится к среднему древнему красному песчанику.)

Древний красный песчаник, развитый на острове Англси, хотя полностью и лишен фаунистических остатков, рассматривается обычно как возрастной эквивалент нижнего древнего красного песчаника на основании литологических и минералогических признаков. Анализ структурного положения этого комплекса не дает возможности установить его точный возраст, поскольку он залегают несогласно на ордовикских отложениях и перекрыт нижнекаменноугольными (визейскими) слоями, перед отложением которых он был смят в складки, претерпел подвижки по надвигам и подвергся кливажу. Сходство древнего красного песчаника Пембрука и Уэльского бордерленда свидетельствует в пользу предположения о диттонском возрасте древнего красного песчаника Англси. Несмотря на то что толща песчаника мощностью 500 м целиком образовалась в континентальных условиях, она подразделяется на четыре литологических формации, несколько отличающихся по фациальным особенностям. Различие фаций свидетельствует о том, что осадки накапливались в условиях предгорий, мелководья, рек и озер. Судя по направлению палеотечений, которое было преимущественно юго-восточным, а также на основании литологического сходства предполагается, что район Англси скорее являлся частью Англо-Уэльской зоны накопления древнего красного песчаника, чем отдаленным продолжением Каледонской впадины.

Девонские отложения, обнажающиеся на периклиналях Мендипского поднятия, по-видимому, целиком представлены верхним древним красным песчаником, нижний же песчаник был размыт в пределах меридионально ориентированной полосы, именуемой Батским линейным поднятием. Песчаники с базальными кварцевыми конгломератами залегают несогласно на силурийских вулканических породах. Хотя трансгрессия моря в фаменское время, распространяясь в северо-восточном направлении, достигла Куонтокских холмов, нет оснований полагать, что она захватила и район Мендипской возвышенности. Отложения древнего красного песчаника развиты в ряде мест в Бристольском районе и обнажаются по берегам реки Северн, однако более полный разрез наблюдается западнее, в южном Уэльсе, а также севернее, у Форест-оф-Дина.

**Древний красный песчаник Шотландии.** В результате каледонского орогенеза, который привел к воздыманию Северо-Шотландского нагорья, образовались два межгорных бассейна осадконакопления. Между Северо-Шотландским нагорьем и Южно-Шотландской возвышенностью располагалась Каледонская впадина, хотя отложение осадков происходило и за пределами этого узкого участка Средне-Шотландской долины. Между северной частью Северо-Шотландского нагорья и Грампианскими горами находилась Оркадская впадина. Отложение осадков в этих двух впадинах было не вполне одновременным; значительные различия литологических особенностей пород и характера разреза указывают на то, что близкие условия осадконакопления в обеих впадинах установились лишь в позднедевонское время.

*Каледонская впадина.* Отложение нижнего древнего красного песчаника в пределах Каледонской впадины происходило у подножия горной возвышенности, которая пересекала ложе впадины. Характер основания впадины

малоизвестен в связи с тем, что мощность чехла каменноугольных отложений превышает тысячу метров и эти отложения не пройдены скважинами. Однако в бортовых частях отложения обнажаются широко: выходы древнего красного песчаника занимают большую часть площади Средне-Шотландской долины. Обнажения, приуроченные к северному склону долины, имеют значительную ширину благодаря более поздним складкообразовательным процессам, сформировавшим широкую Мирнскую синклинали. Вулканические породы слагают высокие холмы — холмы Сидло и Охил — на севере и холмы Ренфру, расположенные к югу от реки Клайд, в то время как осадочные породы, представленные главным образом песчаниками, образуют сравнительно плоские участки, используемые как сельскохозяйственные угодья. Древний красный песчаник залегает на отложениях, которые ранее относили к даунтонским, однако в настоящее время эти же отложения в пределах Пентлендских холмов, расположенных южнее Эдинбурга, рассматриваются как силурийские, но несколько более древние, чем даунтонские. Стонхейвенские же слои все еще считаются даунтонскими. В этих отложениях содержатся филокариды, в том числе характерная *Dictyocaris*, эвриптериды и имеющая особое значение для целей стратиграфии форма *Traquairaspis* [*Phialaspis*], сходная с той, которая найдена в районе Уэльского бордерленда.

Нижний древний красный песчаник состоит из грубых конгломератов, песчаников и лавовых образований. Конгломераты, составляющие половину разреза, содержат хорошо окатанную гальку, что указывает на перенос материала в водной среде. Они формировались как пролювиальные образования, или галечниковые отложения конусов выноса, в результате слияния которых возникли весьма изменчивые разрезы. Однако хорошо обнаженные разрезы в восточных прибрежных районах Кинкардин и Ангус (табл. 6.3)

Таблица 6.3

Стратморская группа	450 м	Красные глинистые сланцы и мергели
Гарвокская группа	1200 м	Преимущественно песчаники и конгломераты с маломощными прослоями вулканических пород
Арбутноттская группа	1500 м	Преимущественно вулканические породы, андезиты и базальты, с прослоями конгломератов
Кроутонская группа	480 м	Переслаивание базальтов и конгломератов
Данноттарская группа	2070 м	Грубые конгломераты и песчаники с прослоями вулканических пород в четырех горизонтах

могут рассматриваться как типовые, несмотря на то что лавовые образования в них представлены в основном базальтами, тогда как западнее, в Пертшире, более распространены андезиты.

Мощность конгломератов возрастает в северном и северо-западном направлении, т. е. в направлении источника сноса. На основании нескольких различного состава гальки в разных горизонтах конгломератовой толщи стало возможным восстановить последовательность явлений в процессе погружения бассейна осадконакопления. В нижних горизонтах содержится много гальки яшм, граувакк, кремнистых сланцев и т. д., образовавшейся, вероятно, вследствие разрушения ордовикских пород серии Хайленд-Бордер или аналогичных им пород. Однако типичная галька «нагорья», состоящая из гнейсов, кристаллических сланцев, филлитов, кварцитов и жильного кварца, распространена во всех горизонтах, где присутствуют конгломераты. Краевой разлом Северо-Шотландского нагорья, несомненно, создавал обрыв, по которому проходила северная граница погружающегося бассейна, и подвижки по этому разлому периодически повторялись, поскольку район Северо-Шотландского нагорья время от времени претерпевал воздымание и эрозия

возобновлялась. Тем временем в погружающемся бассейне накопились отложения огромной мощности: от 3600 до 6000 м. Пурпурные, красноватые или коричневатые песчаники, часто слюдястые и аркозовые, содержат до 30% зерен полевого шпата, что свидетельствует об аридной обстановке осадконакопления.

Тем не менее на этой территории существовали временные озера, изобиловавшие рыбой, по мере высыхания которых могли образоваться скопления рыбьих остатков. Одновременность излияния лав и накопления осадков отчетливо наблюдается в Кроутоне на Кинкардинском побережье, где галька конгломератов включена в верхнюю часть базальтов; разнос конгломератов произошел ранее полного затвердевания лавы.

Разрез отложений на острове Арран начинается с брекчии, образовавшейся в результате разрушения пород, развитых поблизости; выше брекчии залегают конгломераты, состоящие из гальки изверженных пород и кварцитовой гальки, причем последняя, возможно, привнесена с островов Айлей и Джура. Эти отложения, в общем сходные с нижним древним красным песчаником, развитым повсюду вдоль северного борта прогиба Средне-Шотландской низменности, отличаются тем, что в них имеется лишь один лавовый покров.

В общих чертах разрез отложений южного борта прогиба Средне-Шотландской низменности сходен с разрезом северного борта, хотя он не столь детально изучен. Нижняя часть разреза сложена песчаниками и конгломератами, перекрываемыми вулканическими породами, среди которых встречаются прослой осадочных отложений, и, наконец, в верхах толщи нижнего древнего красного песчаника присутствуют песчаники и конгломераты, среди которых встречаются лишь подчиненные прослой вулканических пород. Галька конгломератов является продуктом разрушения пород Южно-Шотландской возвышенности и представлена в основном граувакками, кремнистыми сланцами и изверженными породами, а также кварцитами и известняками.

Каледонская впадина не ограничивалась пределами Средне-Шотландской низменности. В районах Аргайлшира (Лорн и Керрара), а также на участках Бен-Невис и Глен-Ко наблюдаются останцы некогда мощных толщ осадочных и вулканических пород. Древнейшие осадочные породы этого района, возможно, эквивалентны стонхейвенским слоям; в этих породах были отмечены остатки рыб и другие ископаемые остатки. В районах Лорн и Керрара осадочные породы сменяются вверх по разрезу вулканогенными. В Глен-Ко и Бен-Невисе среди вулканических пород большой мощности залегают лишь уплотненные отложения, представленные конгломератами, песчаниками и глинистыми сланцами с *Pachythea*. Девонские отложения в этих районах сохранились благодаря тому, что они погрузились примерно на тысячу метров в результате нисходящих движений по разломам; эти движения происходили одновременно с внедрением интрузий, образовавших «кальдеру». Далее к северу, на северо-западном побережье залива Лох-Линне, обнажаются конгломераты, однако они, как и подобные им породы, установленные в Грейт-Глене, относятся к среднему древнему красному песчанику Оркадской впадины. К северу от Краевого разлома Северо-Шотландского нагорья располагается еще одно малоизвестное обнажение, вероятно, нижнего древнего красного песчаника. Третья часть территории города Абердин подстилается этими отложениями; это установлено по данным глубокого бурения, а также по выходам этих пород на берегах реки Дон, где они несогласно залегают на дальредских образованиях. К югу от Средне-Шотландской низменности нижний древний красный песчаник развит в Берикшире, а еще дальше на юг мощная толща девонских андезитовых лав образует холмы Чиввиот, которые прорваны более молодыми гранитными интрузиями.

В пределах Каледонской впадины верхний древний красный песчаник залегает на нижнем с заметным несогласием, а признаки отложения среднего древнего красного песчаника отсутствуют. Напротив, в результате эрозии, последовавшей за надвигообразованием и складчатостью, была уничтожена толща нижнего древнего красного песчаника мощностью около тысячи метров. Грабен Средне-Шотландской низменности, возможно, оформился в среднедевонское время, так как, несмотря на то, что он представлял собой бассейн накопления уже описанного нижнего древнего красного песчаника, накопление последнего распространялось и за пределы Средне-Шотландской низменности. В результате опускания Средне-Шотландской низменности по разрывам примерно на тысячу метров (максимальная амплитуда смещения по Краевому разлому Северо-Шотландского нагорья, возможно, достигает 3000 м) толща нижнего древнего красного песчаника значительной мощности не подверглась эрозии и сохранилась в пределах грабена, в то время как на смежных приподнятых участках эти отложения были полностью размыты. (Возможно, что первоначальная мощность нижнего древнего красного песчаника на этих участках была значительно меньшей.) Таким образом, в районе Средне-Шотландской низменности верхний древний красный песчаник залегает на нижнем древнем красном песчанике, в то время как севернее, например на обоих берегах залива Лох-Ломонд (участок Балмаха) он залегает на дальдердских породах. Точно так же южнее разлома Южно-Шотландской возвышенности верхний древний красный песчаник, широко развитый в Берикшире и Роксброшире, залегает на нижнепалеозойских породах, которыми сложена Южно-Шотландская возвышенность. Это лучше всего видно в разрезе побережья около Сиккар-Пойнта, который был впервые описан Дж. Хеттоном. Установлено, что самый большой участок распространения верхнего древнего красного песчаника — Ламермурские холмы — расположен за пределами прогиба Средне-Шотландской низменности.

Верхний древний красный песчаник представлен главным образом песчаниками, иногда красного цвета, часто косослоистыми. Ископаемые остатки местами очень многочисленны, а на участке Дура-Ден в Файфшире встречаются остатки рыб многих разновидностей.

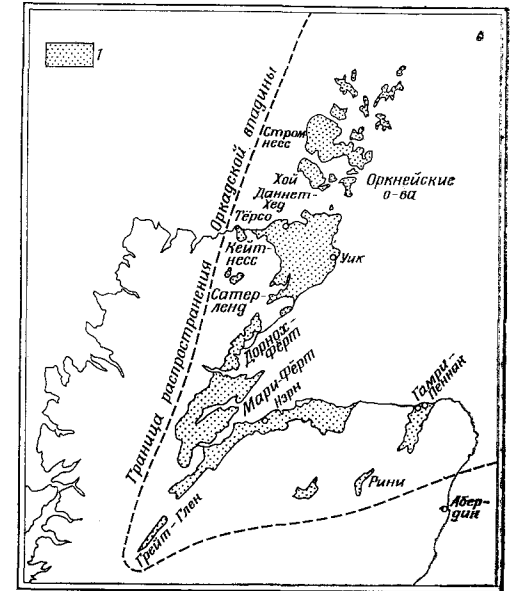
**Оркадская впадина.** Осадки древнего красного песчаника, накопившиеся в Оркадской впадине, слагают все Оркнейские острова (отсюда название трога). Они развиты также в многочисленных обнажениях, расположенных по берегам залива Мари-Фёрт и в Кейтнесском районе. Отдельные выходы, отмеченные западнее, в Сатерленде и Грейт-Глене, а также южнее, в Абердиншире и Банфшире, указывают на положение прежних границ этого обширного осадочного бассейна (фиг. 6.5). Его северная и восточная границы не установлены, однако бассейн простирался за пределы Шетландских островов. Очевидно, впадина по существу не была сформирована до времени накопления среднего древнего красного песчаника (среднего девона). Зарождение этой впадины, возможно, происходило одновременно с возобновлением нисходящих движений в пределах прогиба Средне-Шотландской низменности во время, следующее за отложением нижнего древнего красного песчаника, о чем было сказано выше. Однако в юго-западной части впадины пласты, залегающие ниже характерных базальных слоев среднего древнего красного песчаника и несогласно перекрываемые последними, возможно, имеют возраст нижнего древнего красного песчаника. Было высказано также предположение, что породы, слагающие Ринийское обнажение, могут соответствовать по возрасту нижнему древнему красному песчанику.

Разрез Оркадской впадины начинается с красноцветной брекчии и аркозовых песчаников, которые залегают на эродированных метаморфических породах. Они выходят на побережье у Гамри и Пеннана, а также отчетливо выступают вдоль западной границы основного обнажения. Эти базальные

отложения заполняют углубления древней поверхности суши, но, помимо таких колебаний мощности, к северу, в Кейтнесе, наблюдается трансгрессивное перекрытие этих пород отложениями, занимающими более высокое положение в разрезе. Базальные слои, как правило, не содержат фаунистических остатков, однако в уникальном обнажении у Рини, в Абердиншире, обнаружены прекрасно сохранившиеся сосудистые растения, а также микрофауна в кремнистых сланцах.

Наблюдается некоторое изменение характера разреза по площади: отложения центральной части трога уменьшаются в мощности к его бортам, тогда как отложения, развитые в краевых частях, пальцеобразно выклиниваются по направлению к центру бассейна. Тем не менее разрез, развитый в Кейтнесе и на Оркнейских островах, может рассматриваться как типовой (табл. 6.4).

Древний красный песчаник смят в пологую синклинали, ось которой, простираясь с северо-востока на юго-запад, располагается между Кромарти и заливом Мари-Фёрт (район Черного острова) параллельно им. Породы, залегающие выше по разрезу, естественно, обнажаются ближе к центральной части синклинали. После отложения базальной брекчии и аркозовых песчаников (последние на 70% состоят из зерен полевого шпата, свидетельствующих об их формировании в аридных условиях) образовалось Оркадское



Ф и г. 6.5. Обнажения древнего красного песчаника на севере Шотландии, указывающие на возможные первоначальные границы Оркадской впадины.

Приводятся географические названия, упоминаемые в тексте.  
1 — обнажения древнего красного песчаника.

Таблица 6.4

Кейтнесс		Оркнейские острова		
Фаменский ярус	} Верхний древний красный песчаник	Даннетские и хойские песчаники		
Фланский ярус		} Песчаники Джон-О'Гроут Плитняки Тёрсо	} Слои Идей Плитняки Рузей Верхние стромнесские слои	
Живетский ярус				} Средний древний красный песчаник
Эйфельский ярус	} Плитняки Кейтнесс			
		} Слои Ачанаррас	} Группа плитняков	
				} Переходная группа
	} Уик			
		} Группа плитняков		
			} Группа Баррен	

озеро. Вышележащие слои уикской группы плитняков характеризуются большим разнообразием литологических особенностей, они представлены толщей мощностью приблизительно 1800 м, состоящей из песчаников, глинистых сланцев, песчанистых плитняков и известняков. Переходные слои мощностью 750 м представлены серыми известковистыми плитняками, а вышележащие фосфоритонесущие плитняки Тёрсо (1800 м) имеют голубоватую окраску и содержат серые известковистые плитняки и песчаники. Несмотря на литологическое разнообразие отложений, разрез в целом (после отложения барренской группы) свидетельствует о ритмическом типе осадконакопления. Типичная циклотема состоит из следующих пачек:

Аргиллиты с трещинами усыхания	3 м
Песчаники	3,6 м
Черные сланцеватые плитняки с песчанистыми прослоями	4,5 м
Известняки	1,2 м

Весь разрез представлен преимущественно озерными отложениями; осадки накапливались в мелководной среде, мощность циклотем, как правило, изменяется от 9 до 21 м. После отложения ранней угловатообломочной (пролювиальной) брекчии озеро, по-видимому, вступило в стабильную фазу своего существования (в отличие от временных бассейнов Каледонской впадины), хотя бассейн должен был непрерывно погружаться, чтобы обеспечить накопление присутствующих здесь девонских отложений мощностью 6000 м. Песчаник Джон-О'Гроутс и отложения, эквивалентные ему по возрасту, по-видимому, несогласно ложатся на кейтнесские плитняки; такая же картина, безусловно, наблюдается и на Шетландских островах.

Среди ископаемых широким распространением пользуются лишь рыбы, как и следовало ожидать в подобных условиях; в некоторых слоях ископаемые рыбы встречаются в изобилии. Фауна песчаника Джон-О'Гроутс включает ряд родов, характерных только для этой формации, т. е. она совершенно отлична от типичной фауны кейтнесских плитняков.

Верхний древний красный песчаник залегает несогласно на среднем древнем красном песчанике. Это наблюдается повсюду, где обнажается граница между ними, например на острове Хой. В период, предшествовавший отложению верхнего древнего красного песчаника, произошли складчатые движения, за которыми последовала эрозия, с связи с чем считается, что верхний древний красный песчаник трансгрессивно залегает на среднем древнем красном песчанике. Однако в последнее время установлено, что нигде вдоль южного борта Оркадского бассейна не наблюдается признаков, которые свидетельствовали бы о трансгрессивном перекрытии; верхний древний красный песчаник лишь приведен в тектонический контакт с мойнскими породами к югу от Нэрна. В основании разреза верхнего древнего красного песчаника залегают вулканогенные породы, представленные пещлом и пластами лав; их образование отразило непродолжительную вспышку вулканической деятельности. Вслед за этим отложились толща мощностью 1050—1200 м, состоящая из песчаников с несколькими прослоями конгломератов и кремнистых известняков. Толща песчаников мощностью до 300 м обнажается местами в береговых обрывах острова Фаула и некоторых из Оркнейских островов.

В Кейтнесе и на Оркнейских островах толща верхнего древнего красного песчаника представлена даннетскими и хойскими песчаниками, содержащими мало ископаемых остатков. Южнее, по берегам залива Мари-Фёрт, на основании фаунистических данных можно выделить четыре или пять пачек (табл. 6.5).

В целом породы верхнего древнего красного песчаника менее грубозернистые, чем отложения нижнего и нижние слои среднего песчаников. Этот факт указывает на то, что к позднедевонскому времени рельеф Северо-

Таблица 6.5

Ярус	Мари-Фёрт	Кейтнес и Оркнейские острова
Фаменский	{ Слои Розбре Слои Скаат-Крейг Слои Алвес Слои Богхол и Уайтмайр Нэрпские песчаники	{ Даннетские и хойские песчаники Плитняки Брессей Конгломераты
Франский		
Живетский		

Шотландского нагорья был сглажен. Породы представлены главным образом желтыми и красными песчаниками, часто косослоистыми, с отдельными прослоями конгломератов, мергелей и кремнистых известняков. Отмечается некоторое изменение характера отложений по площади; например, пролювиальные образования бортовой зоны впадины переходят к центральной его части в аллювиальные и озерные отложения. Тем не менее к позднедевонскому времени на обширной площади установились одинаковые условия осадконакопления, в связи с чем верхний древний красный песчаник, развитый в пределах как Оркадской, так и Каледонской впадин, имеет одинаковый характер. В самом деле, отложения, развитые в районе залива Мари-Фёрт, сопоставляются с отложениями Балтийского региона на основании близкого сходства ископаемых остатков рыб. В связи с тем что в Балтийском регионе континентальные отложения переслаиваются с морскими девонскими отложениями, стало возможным с определенной степенью уверенности сопоставлять верхний древний красный песчаник Шотландии с разрезом девонских морских отложений, характеризующихся наличием фаунистических зон.

Было сделано предположение, что верхний древний красный песчаник может иметь не только девонский возраст, но и захватывать часть каменноугольной системы. В Кейтнесе и на Оркнейских островах из-за отсутствия фаунистических остатков невозможно определить, когда прекратилось формирование древнего красного песчаника. В пределах Каледонской впадины нижнекаменноугольные отложения обычно залегают на верхнем древнем красном песчанике согласно, хотя присутствие раннекаменноугольных отложений (турнейского возраста) не доказано. Это делает правдоподобным предположение, что в Шотландии отложения древнего красного песчаника не полностью принадлежат девонской системе.

### Девонские отложения Ирландии

Породы девонского возраста почти целиком представлены в фации древнего красного песчаника, и существуют данные, свидетельствующие о том, что их накопление происходило во впадинах, аналогичных развитым в Шотландии. Однако временами осадконакопление распространялось на большую часть территории Ирландии. В конце девонского периода максимальная трансгрессия моря в северном направлении, достигая Пембрукшира, распространилась и в пределы юго-западной Ирландии.

Известные в настоящее время обнажения девонских пород могут быть условно сгруппированы в три района: обширные обнажения располагаются на юго-западе, в пределах Армориканского пояса, где девонские и каменноугольные породы смяты в складки широтного простирания; в пределах Центральной равнины древний красный песчаник вместе с силурийскими породами часто выступает среди каменноугольных отложений, образуя

заметные в рельефе возвышенности; на севере распространены обнажения древнего красного песчаника, аналогичного развитому в пределах Каледонской впадины Шотландии. Девонские отложения накапливались на большей части территории Ирландии и должны подстилать значительную часть Центральной равнины, хотя они и отсутствуют в массивах Лонгфорд-Даун и Уиклоу-Уэксфорд.

Вопрос о возрасте пород, развитых в пределах Армориканского пояса юго-западной Ирландии, не решен из-за отсутствия фаунистических данных. Это в особенности относится к толще, сформировавшейся на северном побережье залива Дингл, где конгломераты, гравелиты, песчаники и аспидные сланцы мощностью около 3000 м несогласно залегают на породах бесспорно силурийского возраста (венлокских и лудловских) и в свою очередь несогласно перекрываются типичным древним красным песчаником. Эти слои, очевидно, целесообразно относить к даунтонским, несмотря на отсутствие палеонтологических данных. Существуют явные признаки того, что эти слои, подразделяемые на слои Дингл и залегающие выше гравелиты Гленгарифф, являются пролювиальными отложениями, которые образовались в бассейне, ограниченном с севера горными сооружениями каледонид. За пределами юго-западной Ирландии эти отложения не установлены. Возможно, они являются разновозрастными с дельтовыми даунтонскими отложениями Англо-Уэльского трога, однако нет оснований считать, что эти области осадконакопления соединялись одна с другой, хотя обе они обязаны своим происхождением воздыманию каледонских гор, расположенных севернее. В Ирландии распространены одновременные с осадкообразованием риолитовые лавы, которые встречены на крайнем западе полуострова Дингл.

Древний красный песчаник в юго-западной Ирландии залегают на расчлененной эродированной поверхности, не подвергшейся пенецпленизации, в связи с чем мощность этих отложений изменчива, однако она достигает по крайней мере тысячи метров. Пролувиальные брекчии, такие, как, например, брекчия Инч, а также конгломераты в южном направлении и вверх по разрезу переходят в песчаники дельтово-флювиального происхождения. Косослоистая текстура последних подтверждает, что снос материала в общем происходил с севера или северо-запада. В Комерахских горах Уотерфорда мощность древнего красного песчаника достигает 3000 м. Здесь, в восточной части Армориканского пояса, древний красный песчаник залегают на ордовикских и силурийских аспидных сланцах и вулканических породах, в результате разрушения которых образовалась значительная часть гальки, присутствующей в конгломератах. За пределами Комерахских гор древний красный песчаник уменьшается в мощности, которая на участке к югу от Уотерфорда составляет всего лишь 450 м, а еще восточнее эти отложения отсутствуют совсем, так как нижнекаменноугольные отложения трансгрессивно залегают на нижнепалеозойских породах. К позднедевонскому времени на обширной площади установились однообразные условия осадконакопления, при которых образовались песчаники и алевролиты килторанских слоев. Эта формация отличается исключительным постоянством литологических особенностей и мощности во всех обнажениях южной Ирландии. Как растительные остатки, так и ископаемые остатки рыб подтверждают верхнедевонский возраст отложений (возраст верхнего древнего красного песчаника). В отличие от нижнего древнего красного песчаника в верхнем песчанике местами содержится богатая фауна, а на Килторанском участке, расположенном близ Килкенни, обнаружены самые ранние неморские пластинчатожаберные, *Archaeodon*. Наиболее важными ископаемыми растительными остатками являются *Archaeopteris hibernica*.

Отложения, развитые на периклинальных структурах Центральной равнины Ирландии, представлены в основном нижним древним красным

песчаником. Накопление его, возможно, происходило на участке, прилегающем к продолжению Каледонской впадины.

В северной части Ирландии наблюдаются выходы древнего красного песчаника, который палеогеографически относится к Каледонской впадине. Самое большое обнажение расположено в основном в графстве Тирон, но отдельные пятна прослеживаются и юго-западнее, где эти отложения образуют горы Керлью, а еще дальше обнажаются у залива Клу. Древний красный песчаник отлагался и за пределами «Средне-Ирландской низменности» и обнажается к северу от продолжения Краевого разлома Северо-Шотландского нагорья, на северо-восточном Антримском участке побережья, между Кашендаллом и Кашенданом. Так же как и на острове Арран, толща древнего красного песчаника залегают несогласно на дальредских породах; она сложена грубыми конгломератами и песчаниками, а также лавами преимущественно андезитового состава. Галька конгломерата образовалась при разрушении местных пород: на северо-восточных участках она обязана своим происхождением дальредским породам, а в Финтонском районе графства Тирон она включает дальредские, ордовикские и силурийские породы и частично породы тиронской вулканической серии.

#### Девонские ископаемые остатки

Несмотря на то что девонские отложения морского происхождения ограничены в своем распространении юго-западной частью страны [полуостров Корнуэлл и Девоншир], а содержащиеся в них ископаемые остатки сильно разрушены в результате последующих тектонических деформаций, девонская фауна имеет важное значение при корреляции отложений различных районов и дает возможность сопоставить девонские отложения Великобритании и континентальной Европы. Кроме того, можно сравнить девонскую фауну с нижнепалеозойскими ископаемыми остатками и выявить существенные различия между ними. К девонскому времени важное значение приобрели цефалоподы, причем аммоидеи (гонииатиты) используются как зональная фауна. Широко распространены также наутилоидеи и бактритиды. Это в особенности относится к отложениям, распространенным в южном Девоншире и Корнуэлле, которые принадлежат к так называемой герцинской магнафации [фацциальному комплексу], содержащей глинистые сланцы и известняки. В известняках обычно встречаются рифообразующие кораллы, как ячеистые табуляты, например *Heliolites* и *Favosites*, так и ругозовые колониальные кораллы. Важной составной частью рифов являются также строматопороидеи. Распространены и одиночные ругозовые кораллы, некоторые из них имеют необычную форму (например, *Calceola sandalina*).

Трилобиты в девонских отложениях, хотя и являются менее распространенными, чем в силуре, достаточно многочисленны и разнообразны. Обычно встречаются *Phacops* и *Cheirurus*, и по существу в девоне представлено большинство силурийских семейств трилобитов, за исключением илленид и энкринурид. Иголкожие, как правило, немногочисленны, за исключением переполняющих некоторые горизонты криноидей, из которых характерной является *Cupressocrinus*. Однако более распространенными формами становятся бластоидеи, начинающие вытеснять отмирающих цистоидей. Очень немногие беззамковые брахиоподы продолжали существовать в девонское время. Те из них, которые сохранились, например *Lingula* и *Orbicuioidea*, существуют до настоящего времени. В больших количествах представлены ортиды, строфомениды и ринхонеллиды, а также спиралевидные формы: на основании видов *Spirifer* можно приблизительно расчленить морские девонские отложения на зоны. В это же время появляются атириды.

Из моллюсков, кроме цефалопод, распространены гастроподы и двустворчатые (пластинчатожаберные), однако они более характерны для пород

кварцитовый «Рейнской магнафации», которая представлена граувакками, кварцитами, песчаниками и глинистыми сланцами. Породы этой фации содержат много характерных родов ископаемых, которые отсутствуют в герцинской карбонатной магнафации. Кроме того, в основном только в породах кварцитовый фации встречаются кораллы *Pleurodictyum*, трилобиты *Homalonus*, *Tentaculites* и сильно ребристые брахиоподы, включая очень крупных спириферов.

Фауна древнего красного песчаника наряду со следами жизнедеятельности организмов и микрофауной включает многочисленных эвриптерид [гигантострак] и позвоночных, а именно рыб. Ископаемые остатки рыб в нижнем, среднем и верхнем древнем красном песчаниках весьма характерны. Ископаемые рыбы в нижнем древнем красном песчанике представлены в основном тремя группами. Одну из них составляют бесчелюстные панцирные рыбы со спинными щитками и пластинчатым панцирем, которые появились в верхнелудловских слоях силурийской системы и являются типичными для нижнего древнего красного песчаника. Широко распространенными родами являются *Pteraspis*, *Cephalaspis*, *Thelodus*, а в Шотландии — *Lanarkia*. Распространены также акантодии с парными плавниками и спинным плавником, поддерживаемым позвоночником; появляются и артродейры. В среднем древнем красном песчанике обнаружено несколько групп рыб. Сохранилось несколько родов рыб, присущих нижнему древнему красному песчанику; одним из них является *Cephalaspis*; панцирные же рыбы представлены такими формами, как *Pterichthys*. Распространены крупные артродейры с панцирными головой и туловищем, например *Coccosteus* и *Homosteus*, а также двоякодышащие, например *Dipterus*. Присутствуют тонкие веретенообразные кистеперые рыбы с ромбической чешуей и парными плавниками (например, *Osteolepis* и *Diplopterus*, а также ранние лучеперые или лучеплавниковые рыбы с маленькими ромбическими чешуйками). Фауна верхнего древнего красного песчаника сходна с фауной среднего древнего красного песчаника, хотя многие продолжавшие существовать семейства организмов представлены совершенно другими родами. Наиболее важным элементом фауны являются кистеперые рыбы, среди них распространены роды *Holoptychius*, *Bothriolepis* и *Asterolepis*.

Девонские отложения примечательны тем, что в них содержатся остатки самых древних в Северном полушарии наземных растений. В нижнедевонских отложениях Великобритании растительные остатки редки, однако известны их фрагменты, которые, вероятно, относятся к *Psilophyton*. На редкость хорошо сохранившиеся ископаемые растения среднедевонского возраста обнаружены в Рини, Абердиншир, в 1910 г.; они относятся к родам *Rhynia*, *Hornea* и *Asteroxylon*. Новых ископаемых остатков не было найдено, однако при повторном анализе прежних образцов были обнаружены водоросли и грибы. Растения встречаются чаще в верхнем древнем красном песчанике, где появляются также первые признаки более богатой каменноугольной флоры.

## Глава 7

### КАМЕННОУГОЛЬНАЯ СИСТЕМА

В Великобритании и Западной Европе каменноугольная система по традиции подразделяется на нижний и верхний отделы<sup>1</sup>. Выделяемые в Северной Америке две системы, миссисипская и пенсильванская, в целом соответствуют этим двум подразделениям. В связи с тем что по отложениям

<sup>1</sup> Это деление отличается от принятого в СССР тем, что наш нижний карбон включает намюрский ярус, который в Европе относится уже к верхнему отделу, соответствующему в остальном нашим среднему и верхнему отделам, вместе взятым.— *Прим. ред.*

каменноугольной системы опубликован обширный материал, представляется полезным рассмотреть нижнекаменноугольный и верхнекаменноугольный отделы как два различных объекта. Такое подразделение легко осуществляется во многих районах, поскольку тектонические движения середины каменноугольного периода привели к существенным изменениям палеогеографической обстановки и условий осадконакопления. Следует, естественно, вспомнить, что название системы связано со скоплениями угля, промышленные залежи которого приурочены в основном к верхнему отделу.

### Основание каменноугольной системы

В тех районах, где морские каменноугольные отложения согласно залегают на девонском древнем красном песчанике, основание каменноугольных отложений легко устанавливается по появлению ископаемых остатков морских организмов. Такое положение наблюдается в Юго-западной провинции (Бристольско-Сомерсетский район). Естественно, что на территории полуострова Корнуэлл и прилегающих районов юго-западной Англии, так же как и в Арденнах и многих других районах континентальной Европы, где морские каменноугольные отложения залегают на морских девонских породах, присутствуют переходные морские слои и основание каменноугольной системы можно установить лишь по наличию фауны и появлению окаменелостей определенно каменноугольного возраста. В Шотландии при решении этой проблемы возникают трудности, так как неморские нижние слои каменноугольной системы содержат крайне мало фаунистических остатков; во многих же других выходах на территории Великобритании подошва каменноугольных отложений не обнажена. В других местах нижнекаменноугольные отложения залегают несогласно на более древних породах. Проблема установления верхней границы каменноугольной системы в Великобритании затрудняется тем, что пермские отложения залегают на каменноугольных несогласно. Несогласие выражено резко, поскольку нигде в Великобритании разрез каменноугольных отложений не представлен полностью (из разреза выпадает также большая часть нижнепермских отложений).

Основные общепринятые подразделения каменноугольной системы приведены в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Отделы	Ярусы	Название свит																					
Верхнекаменноугольный	Силезский	<table border="0"> <tr> <td rowspan="2"> <table border="0"> <tr> <td rowspan="2"> <table border="0"> <tr> <td>Стефанский</td> <td rowspan="2">}</td> <td rowspan="2">Угленосная свита</td> </tr> <tr> <td>Вестфальский</td> </tr> <tr> <td>Намюрский</td> <td></td> <td>Жерновые песчаники и т. д.</td> </tr> </table> </td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Нижнекаменноугольный</td> <td>Динантский или эйвовский</td> <td> <table border="0"> <tr> <td rowspan="2"> <table border="0"> <tr> <td>Визейский</td> <td rowspan="2">}</td> <td rowspan="2">Каменноугольный известняк и известковистые глинистые сланцы</td> </tr> <tr> <td>Турнейский</td> </tr> </table> </td> <td></td> <td></td> </tr> </table> </td> </tr> </table></td></tr></table>	<table border="0"> <tr> <td rowspan="2"> <table border="0"> <tr> <td>Стефанский</td> <td rowspan="2">}</td> <td rowspan="2">Угленосная свита</td> </tr> <tr> <td>Вестфальский</td> </tr> <tr> <td>Намюрский</td> <td></td> <td>Жерновые песчаники и т. д.</td> </tr> </table> </td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Нижнекаменноугольный</td> <td>Динантский или эйвовский</td> <td> <table border="0"> <tr> <td rowspan="2"> <table border="0"> <tr> <td>Визейский</td> <td rowspan="2">}</td> <td rowspan="2">Каменноугольный известняк и известковистые глинистые сланцы</td> </tr> <tr> <td>Турнейский</td> </tr> </table> </td> <td></td> <td></td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	<table border="0"> <tr> <td>Стефанский</td> <td rowspan="2">}</td> <td rowspan="2">Угленосная свита</td> </tr> <tr> <td>Вестфальский</td> </tr> <tr> <td>Намюрский</td> <td></td> <td>Жерновые песчаники и т. д.</td> </tr> </table>	Стефанский	}	Угленосная свита	Вестфальский	Намюрский		Жерновые песчаники и т. д.			Нижнекаменноугольный	Динантский или эйвовский	<table border="0"> <tr> <td rowspan="2"> <table border="0"> <tr> <td>Визейский</td> <td rowspan="2">}</td> <td rowspan="2">Каменноугольный известняк и известковистые глинистые сланцы</td> </tr> <tr> <td>Турнейский</td> </tr> </table> </td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	<table border="0"> <tr> <td>Визейский</td> <td rowspan="2">}</td> <td rowspan="2">Каменноугольный известняк и известковистые глинистые сланцы</td> </tr> <tr> <td>Турнейский</td> </tr> </table>	Визейский	}	Каменноугольный известняк и известковистые глинистые сланцы	Турнейский		
<table border="0"> <tr> <td rowspan="2"> <table border="0"> <tr> <td>Стефанский</td> <td rowspan="2">}</td> <td rowspan="2">Угленосная свита</td> </tr> <tr> <td>Вестфальский</td> </tr> <tr> <td>Намюрский</td> <td></td> <td>Жерновые песчаники и т. д.</td> </tr> </table> </td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Нижнекаменноугольный</td> <td>Динантский или эйвовский</td> <td> <table border="0"> <tr> <td rowspan="2"> <table border="0"> <tr> <td>Визейский</td> <td rowspan="2">}</td> <td rowspan="2">Каменноугольный известняк и известковистые глинистые сланцы</td> </tr> <tr> <td>Турнейский</td> </tr> </table> </td> <td></td> <td></td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	<table border="0"> <tr> <td>Стефанский</td> <td rowspan="2">}</td> <td rowspan="2">Угленосная свита</td> </tr> <tr> <td>Вестфальский</td> </tr> <tr> <td>Намюрский</td> <td></td> <td>Жерновые песчаники и т. д.</td> </tr> </table>	Стефанский			}			Угленосная свита	Вестфальский	Намюрский		Жерновые песчаники и т. д.			Нижнекаменноугольный	Динантский или эйвовский		<table border="0"> <tr> <td rowspan="2"> <table border="0"> <tr> <td>Визейский</td> <td rowspan="2">}</td> <td rowspan="2">Каменноугольный известняк и известковистые глинистые сланцы</td> </tr> <tr> <td>Турнейский</td> </tr> </table> </td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			<table border="0"> <tr> <td>Визейский</td> <td rowspan="2">}</td> <td rowspan="2">Каменноугольный известняк и известковистые глинистые сланцы</td> </tr> <tr> <td>Турнейский</td> </tr> </table>	Визейский	}
		<table border="0"> <tr> <td>Стефанский</td> <td rowspan="2">}</td> <td rowspan="2">Угленосная свита</td> </tr> <tr> <td>Вестфальский</td> </tr> <tr> <td>Намюрский</td> <td></td> <td>Жерновые песчаники и т. д.</td> </tr> </table>	Стефанский	}		Угленосная свита	Вестфальский		Намюрский		Жерновые песчаники и т. д.												
Стефанский	}		Угленосная свита																				
Вестфальский																							
Намюрский		Жерновые песчаники и т. д.																					
Нижнекаменноугольный	Динантский или эйвовский	<table border="0"> <tr> <td rowspan="2"> <table border="0"> <tr> <td>Визейский</td> <td rowspan="2">}</td> <td rowspan="2">Каменноугольный известняк и известковистые глинистые сланцы</td> </tr> <tr> <td>Турнейский</td> </tr> </table> </td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	<table border="0"> <tr> <td>Визейский</td> <td rowspan="2">}</td> <td rowspan="2">Каменноугольный известняк и известковистые глинистые сланцы</td> </tr> <tr> <td>Турнейский</td> </tr> </table>	Визейский	}	Каменноугольный известняк и известковистые глинистые сланцы	Турнейский																
<table border="0"> <tr> <td>Визейский</td> <td rowspan="2">}</td> <td rowspan="2">Каменноугольный известняк и известковистые глинистые сланцы</td> </tr> <tr> <td>Турнейский</td> </tr> </table>	Визейский	}		Каменноугольный известняк и известковистые глинистые сланцы			Турнейский																
	Визейский		}		Каменноугольный известняк и известковистые глинистые сланцы																		
Турнейский																							

### Нижний карбон

**Общий обзор нижнекаменноугольных отложений Великобритании.** В раннекаменноугольное время геосинклиналь, возникшая в девонское время, продолжала развиваться и расширяться. История геологического развития Великобритании в каменноугольное время — это история рас-

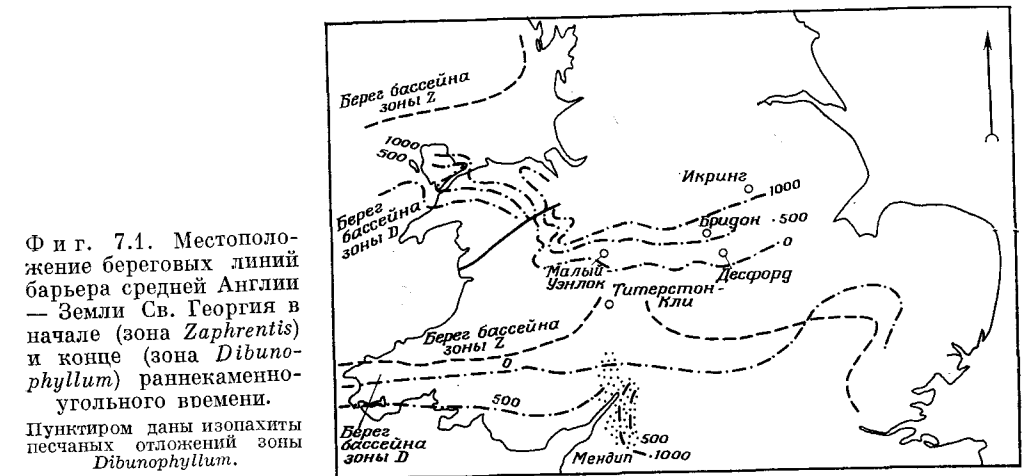
пространения морских условий и постепенного вторжения преимущественно мелкого эпиконтинентального моря в пределы континента древнего красного песчаника. В это время в более южных районах осадки накапливались в условиях геосинклинального передового прогиба (иногда в глубоководных условиях); эти отложения известны под названием фации кульма. Такое название дано благодаря присутствию в толще пластов угля низкого качества, которые залегают главным образом в более молодых слоях, образовавшихся в то время, когда некоторые участки передового прогиба были занесены алевритовым материалом, хотя в целом под кульмом понимают морские, частично глубоководные отложения, содержащие фауну цефалопод. Распределение отложений кульма близко соответствует распределению морских девонских отложений, поскольку каменноугольный геосинклинальный прогиб располагался к югу от континента древнего красного песчаника. В Западной Европе геосинклинальные каменноугольные отложения распространены в Армориканском массиве (главным образом в Бретани), горном массиве Гарца, Шварцвальде и Центральном массиве Франции, а также в Девоншире, Корнуэлле и в юго-западной Ирландии. Каменноугольные отложения развиты также далее к югу и юго-востоку, в Альпийской области, однако там они характеризуются большей степенью метаморфизма, чем даже в пределах Франко-Германских горстов, в связи с чем их изучение затруднено.

Большая часть Великобритании, располагавшаяся к северу от геосинклинали, представляла собой участок, покрытый в общем мелководным морем. К северу от линии Бристольский залив — Арденны нижнекаменноугольные породы представлены преимущественно неритовой фацией. Однако прогибание земной коры в пределах рассматриваемого района, по-видимому, было далеко не одинаковым, так как процесс постепенного наступления каменноугольных морей шел сложным путем и каменноугольные отложения характеризуются значительными изменениями мощности и фациального состава разреза по площади. Основные черты палеогеографической обстановки каменноугольного периода наметились еще в процессе каледонского орогенеза, несмотря на то что в предкаменноугольное и в раннекаменноугольное время происходили тектонические движения, известные под названием бретонских. Горные сооружения, возникшие в додевонское или раннедевонское время, не были уничтожены эрозией, и Шотландские нагорья, а также горные массивы северного и среднего Уэльса сохранились. Горы Уэльса составляли часть крупного приподнятого участка, известного под названием Земли Св. Георгия (St. George's Land)<sup>1</sup> и Средне-Английского барьера, который являлся основным элементом палеогеографической обстановки каменноугольного времени (фиг. 7.1 и 7.2). Область, в которой не происходило отложения осадков и которая часто являлась зоной размыва и источником сноса материала в соседние районы осадконакопления, протягивалась в западном направлении до гор Уиклоу Ирландии, а в восточном направлении — через южную часть средней Англии и восточную Англию в пределы Бельгии (включая Брабантский массив). Восточное продолжение этой области в настоящее время погребено под чехлом более молодых пород, в основном мезозойского возраста. Несмотря на общее широтное или северо-запад — юго-восточное простирание, древние породы, образующие Землю Св. Георгия, принимают участие в строении хребтов Чарноидского пояса (простирающегося с северо-востока на юго-запад). Среди каледонских сооружений наименьшее влияние на распределение фаций каменноугольных

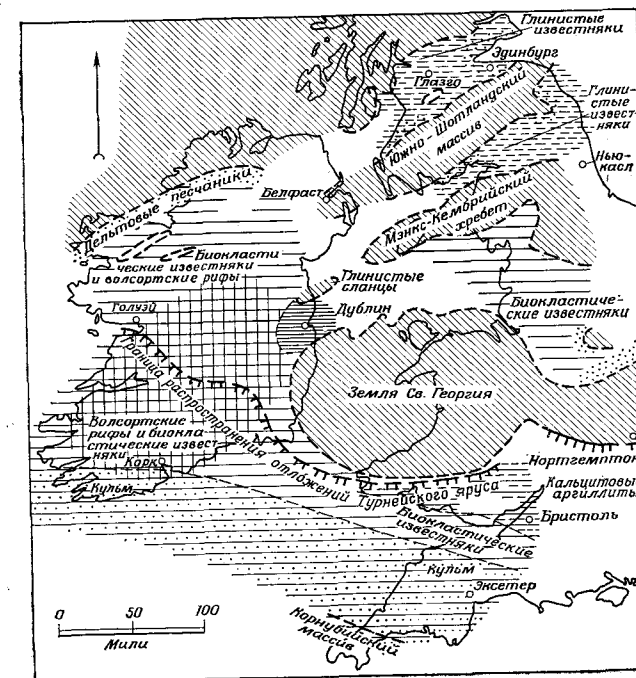
<sup>1</sup> Земля Св. Георгия — суша, располагавшаяся в визейское время в центральной части Уэльса и простиравшаяся до Ирландии. Она протягивалась к востоку в виде узкого перешейка, так называемого барьера средней Англии. В вестфальское время она сохранилась в виде длинной приподнятой полосы, возвышающейся над угленосными лагунами. Эта полоса протягивалась через всю Англию от Ирландии до Брабанта. (См. М. Жиньон, Стратиграфическая геология, ИЛ, М., 1952.) — Прим. ред.

отложений имела, по-видимому, Южно-Шотландская возвышенность, хотя она, возможно, никогда не была полностью покрыта каменноугольными морями. Большое влияние на характер осадконакопления оказали молодые тектонические элементы, в особенности Северо-Пеннинский тектонический блок, хотя история его более раннего развития слабо изучена.

**Нижнекаменноугольные отложения Юго-западной провинции.** Бристольский район, Мендишские холмы и южный Уэльс, в пределах которых обнажаются нижнекаменноугольные отложения, входят в так называемую Юго-западную провинцию. Разрез здесь представлен наиболее полно, причем это один из районов, где хорошо развиты отложения турнейского яруса, обнажающиеся в непрерывном разрезе в ущелье реки Эйвон. Здесь обнажена толща нижнекаменноугольных отложений мощностью около 800 м; это лишь немногим меньше самого мощного разреза Мендишского поднятия (приблизительно



Фиг. 7.1. Местоположение береговых линий барьера средней Англии — Земли Св. Георгия в начале (зона *Zaphrentis*) и конце (зона *Dibunophyllum*) раннекаменноугольного времени. Пунктиром даны изопахиты песчаных отложений зоны *Dibunophyllum*.



Фиг. 7.2. Палеогеографическая обстановка в Великобритании в раннедевонское время.

тельно 900 м). Несмотря на то что разрез сложен главным образом известняками, начинается он с известковистых глинистых сланцев, которые отлагались в виде илов; в результате привноса более грубого материала образовались также прослойки песчаников и конгломератов. Эти «известковистые глинистые сланцы» широко распространены в Юго-западной провинции; лучше всего они развиты у Меддических холмов и уменьшаются в мощности в северном направлении. Глинистые сланцы перекрываются известняками, одни из них — массивные, кальцитовые, другие — оолитовые или доломитовые, что явилось отражением различных условий их образования. Выделяется ряд «фаз». Фаза, характеризующаяся развитием четырехлучевых кораллов *Zaphrentis* и *Cyathaxonia*, представлена илстыми известняками. Присутствие одиночных кораллов, а также брахиопод и мшанок указывает на то, что отложение осадков происходило в глубоких, но слишком илстых водах, для того чтобы могли развиваться массивные колониальные кораллы. Выше накапливались глинистые осадки. Фаза нормальных известняков состоит из известняков, сложенных кальцитовыми обломками раковин, которые сцементированы вторичными кристаллами кальцита. Известняки часто содержат большое количество криноидей, местами в изобилии встречаются кораллы и фораминиферы. Фаза с *Modiola*, или так называемая лагунная фаза, представлена в нескольких горизонтах каменноугольного разреза Юго-западной провинции. Она свидетельствует об отложении осадков в условиях мелководных банок, возможно, не в изолированных лагунах; отложения представлены фарфоровидными известняками или кальцитовыми аргиллитами (известными под названием «китайский камень»), из фауны встречены лишь *Modiola*, остракоды и другие ископаемые микроорганизмы. Фаза настоящих известняков рифового массива в этой провинции не представлена; встречаются образовавшиеся в мелководных приливно-отливных морских условиях оолиты и пизолиты, часто косослоистые.

Нижнекаменноугольные отложения известны как эйвонские, по названию типового разреза в ущелье реки Эйвон, где они впервые были детально описаны и расчленены на зоны Воганом в 1905 г. Более широко известно другое название этих отложений — динантские отложения — по названию Динанского бассейна Бельгии, где разрез представлен в той же фации. Почти аналогичный разрез обнажается там в ущелье реки Маас, между Динаном и Намюром. По названиям городов Турне и Визе, расположенных в Динанском бассейне, получили наименование ярусы нижнекаменноугольных отложений. Однако выделение фаунистических зон по фауне кораллов и брахиопод производится на основании приоритета по разрезу Эйвонского ущелья (табл. 7.2).

Таблица 7.2

Нижнекаменноугольные зоны		
Динантские, или эйвонские отложения	Визейский ярус	Зона <i>Dibunophyllum</i> D (D <sub>3</sub> , D <sub>2</sub> , D <sub>1</sub> )
		Зона <i>Seminula</i> S <sub>2</sub>
		Верхняя зона <i>Caninia</i> C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
	Турнейский ярус	Нижняя зона <i>Caninia</i> C <sub>1</sub>
		Зона <i>Zaphrentis</i> Z (Z <sub>2</sub> , Z <sub>1</sub> )
		Зона <i>Cleistopora</i> K (K <sub>2</sub> , K <sub>1</sub> и переходные слои)

Хотя коралл *Cleistopora* был отнесен к роду *Vaughania*, а брахиопода *Seminula* — к роду *Composita*, сохраняется первоначально разработанная номенклатура.

Зональная последовательность характерна главным образом для разрезов известняков, а следовательно, расчленение на зоны может проводиться

лишь на отдельных участках, однако оно дает возможность провести детальное сопоставление с нижнекаменноугольными отложениями Динанского бассейна и с преимущественно известняковым разрезом северо-западной Англии. В этих районах некоторые из характеризующих фаунистические зоны ископаемых либо встречаются редко, либо отсутствуют, в связи с чем было предложено пользоваться другими видами (для северо-западной Англии это было предложено Гарвудом в 1918 г.). Основная проблема при корреляции нижнекаменноугольных отложений, несомненно, состоит в определении взаимосвязи между типичными отложениями морских шельфов и преимущественно глинистыми, глубоководными отложениями. Для последних были установлены зоны по фауне гониатитов; они приблизительно сопоставлены с коралло-брахиоподовыми зонами (стр. 148), несмотря на тот факт, что кораллы и гониатиты являются по существу взаимоисключающими формами.

В Сомерсете верхние слои древнего красного песчаника называются тинтернскими песчаниками (хотя в Эйвонском ущелье они называются портисхедскими слоями), в то время как в Пембрукшире верхняя часть разреза древнего красного песчаника представлена скринклскими песчаниками. Осадконакопление продолжалось в каменноугольное время без перерыва, хотя нижнекаменноугольные отложения трансгрессивно перекрывают древний красный песчаник, налегая в окраинных частях Южно-Уэльского угольного бассейна на все более древние его горизонты. Изменение литологических особенностей отложений и фауны происходило постепенно: переходные глинистые слои (с прослоями песчаников), содержащие остатки рыб, а в верхних частях — червей спирорбис и остракод, вверх по разрезу замещаются известняками с фауной криноидей и мшанок. Последняя свидетельствует об окончательном установлении морских условий. Мощность известковистых глинистых сланцев, которые в значительной степени эквивалентны зоне *Cleistopora*, в Меддических холмах, т. е. в районе их наибольшего развития, достигает 150 м. Кроме *Vaughania*, они содержат мало кораллов, однако брахиоподы распространены достаточно широко. Далее к северу отложения низов турнейского яруса не известны; к тому же имеется мало данных о положении береговой линии и прибрежные фации отсутствуют. Однако несомненно, что море занимало обширную площадь, о чем свидетельствует развитие отложений этого возраста от юго-западной Ирландии до Кембриджшира и Кента (установлено бурением) и за пределами этой территории.

В Юго-западной провинции переход от известковистых глинистых сланцев к главному известняку произошел сравнительно быстро и сопровождался появлением кораллов *Zaphrentidae*. Зона *Zaphrentis* состоит из известняков; более глубоководные условия, установившиеся в пределах восточного и центрального Мендипа, способствовали образованию темных криноидных известняков, тогда как в западном Уэльсе распространены доломиты. Выше почти повсеместно, за исключением восточного Мендипа, где продолжали существовать глубоководные условия, залегают светло-серые известняки и доломиты (такие, как доломит с *Laminosa*). Появляется коралл *Caninia* (в пласте γ) и характерны также некоторые брахиоподы, например *Syringothyris*. В самой кровле турнейских отложений залегают оолиты с *Caninia*, часто косослоистые, отлагавшиеся в мелководной среде. Отличительной особенностью турнейского времени является установление сходных условий осадконакопления на обширной площади, хотя в северных районах преобладала мелководная обстановка, а в восточной части Мендипской возвышенности, как уже отмечалось, сохранились более глубоководные условия.

С другой стороны, в визейском веке наблюдались более значительные фациальные изменения как по площади, так и с течением времени. В кровле зоны C<sub>1</sub> наблюдается в общем отчетливо выраженное изменение литологиче-



ских особенностей и фауны, а в некоторых местах — видимый перерыв, обусловленный прекращением осадконакопления в результате тектонических движений среднеинантского времени. Одним из проявлений этих движений явилось воздымание Нижне-Северного поднятия, которое привело к изменению фациальной обстановки и установлению крайне мелководных условий в пределах этого поднятия и к северу от него. Южнее и северо-восточнее сохранились более глубоководные условия. Например, известняки зоны  $C_2$  в восточном Мендипе представлены светло-серыми массивными, содержащими фауну известняками, сходными с нижележащими слоями, однако в пределах значительной части Мендипа отлагались белые бёррингтонские оолиты. В северном направлении они переходят в серые известняки с многочисленными гастроподами; еще далее к северу в более мелководной среде накапливались обнажающиеся в настоящее время в Эйвонском ущелье доломитовые «китайские камни» (доломит с *Caninia*). К западу от реки Северн в условиях крайнего мелководья отлагались водорослевые известняки, содержащие, кроме водорослей, еще и некоторые ископаемые организмы, такие, как *Mitcheldeania*.

Таблица 7.3

Визейский ярус	{	$D_3$	Песчаные слои (гравелиты Брандон-Хилл)
		$D_2$	Нормальные известняки с псевдобрекчией
		$D_1$	
		$S_2$	«Лагунная» фаза с <i>Modiola</i> , конкреционный известняк Оолиты с <i>Seminula</i>
Турнейский ярус	{	$C_2S_1$	«Лагунная» фаза с <i>Modiola</i> Доломит с <i>Caninia</i>
		$C_1$	Оолиты с <i>Caninia</i> Доломит с <i>Laminosa</i>
		Z	Нормальный известняк
		K	Массивный криноидный известняк
			Глинистые сланцы с «лагунной» фазой ( <i>Modiola</i> )

Во время  $C_2S_1$  произошло новое воздымание массива Св. Георгия, и терригенный материал стал поступать в пределы Юго-западной провинции, в связи с чем севернее Бристоля и к западу от реки Северн отложились нижние драйбрукские песчаники. Тем временем в Бристольском и Мендипском районах продолжали отлагаться известняки; на Мендипском участке образовались массивные известняки с редкими оолитами, а у Бристоля существовали более мелководные условия и накапливались отложения с более разнообразными литологическими особенностями: коралловые известняки, оолиты (например, оолит с *Seminula*), пизолиты и водорослевые известняки. Известняки зоны D оолитовые или обломочные, последние содержат псевдобрекчию и характеризуются многочисленной фауной, среди которой преобладают самые разнообразные ругозовые кораллы. В каменноугольное время в пределах Юго-западной провинции отмечались небольшие вспышки вулканической деятельности, но продолжительная и широко распространенная магматическая деятельность проявлялась в карбоне (как и в девоне) главным образом на территории Шотландии.

Песчаные слои верхов нижнекаменноугольной толщи, развитые в Юго-западной провинции и относимые одно время к «жерновым песчаникам» (намюр), принадлежат главным образом к визейскому ярусу (однако они захватывают и часть намюрского яруса). Южная граница распространения песчаных отложений достигла Бристоля не ранее, чем в конце времени  $D_2$ , а района Мендипа — еще позднее. Песчаные слои, отложение которых началось ранее на севере Юго-западной провинции и постепенно перемещалось

к югу, представляют собой один из ярких примеров разновозрастных толщ, начало формирования которых колебалось от времени  $C_2$  до  $D_2$  и позже. На различных участках эти отложения называются по-разному, например драйбрукские песчаники или брандон-хиллские гравелиты.

Несмотря на значительную фациальную изменчивость по площади, особенно характерную для визейских отложений, можно дать типовой разрез для нижнекаменноугольной толщи Юго-западной провинции.

Нижнекаменноугольные отложения обрамляют Южно-Уэльский угольный бассейн, за исключением участка, занятого морем, а в Гауэре разрез повторяется в результате армориканских складчатых движений. Для этих отложений характерно изменение мощности и литологических особенностей. Мощность отложений уменьшается в общем в северо-восточном направлении, достигая минимальной величины к северу от Понтипула. Тектонические движения, проявившиеся в среднеинантское время, оказали более сильное воздействие на характер осадконакопления; следствием этих движений явилось отчетливо выраженное изменение петрографического состава отложений между зонами  $C_1$  и  $C_2S_1$  и размыв кровли оолита с *Caninia*. Выше трансгрессивно залегают верхнеинантские отложения.

**Юго-западная Англия.** Обнажения каменноугольных пород занимают обширную площадь в Девоншире (и северо-восточном Корнуэлле), лишь в осевой части синклиория каменноугольные отложения перекрыты более молодыми породами, развитыми в пределах узкой полосы. Каменноугольные отложения этого района резко отличаются как по литологическим особенностям, так и по фауне от каменноугольных отложений разреза Юго-западной провинции (Бристоль—Мендипский район), удаленной на расстоянии всего лишь 40 км к северо-востоку. Между двумя этими районами развития каменноугольных отложений расположено обнажение Каннингтон, где на поверхность выходят оолитовые и доломитовые известняки, относящиеся по возрасту к зоне  $C_2S_1$ . Они, несомненно, принадлежат к отложениям Юго-западной провинции. В связи с этим переход к геосинклинальным отложениям юго-западной Англии должен быть сравнительно резким, однако он недоступен для изучения, поскольку переходная зона скрыта под мезозойскими отложениями.

Геосинклинальные каменноугольные отложения, известные под названием кульма в связи с присутствием в них отдельных тонких пропластков нечистого углистого материала, являются преимущественно глинистыми; в разрезе присутствуют также кремнистые и песчаные (граувакки и гравелиты) слои. Встречаются нечистые известняки, однако они резко отличаются от типично известковистых фаций, установленных на Мендипском и Бристольском участках. Фаунистические данные, по которым можно было бы судить о происхождении этих отложений, противоречивы, так как, помимо наиболее распространенных гониатитов, встречаются трилобиты (особенно в верхнем кульме) и растительные остатки, а также плохой сохранности пластинчатожаберные неморского происхождения. Судя по литологическим особенностям, отложения кульма почти несомненно накапливались в условиях быстро погружавшегося геосинклинального, или передового, прогиба, и эти осадки аналогичны геологически более молодым отложениям альпийского «флиша». Время от времени возникали глубоководные условия, способствовавшие развитию гоиаатитов, а иногда прогиб полностью заполнялся осадками. Временами в бассейн осадконакопления выносились растительные остатки.

Отложения нижнего кульма, развитые благодаря региональному наклону как к северу, так и к югу от участка распространения отложений верхнего кульма, перекрывают пилтонские слои позднедевонского — раннекаменноугольного возраста. Взаимосвязь между этими отложениями сложная, поскольку они разбиты крупными продольными нарушениями, образовав-

шимися главным образом в армориканское время, а разрез кульма характеризуется фациальной изменчивостью по площади. Тем не менее в северном Девоншире был описан разрез, литологические особенности которого характерны для отложений нижнего кульма.

Слой Инстоу 450 м	Граувакки и глинистые сланцы
Слой Лаймкили 30—60 м	Алевриты и черные глинистые сланцы
Кремнистые слои 45—90 м	Фаши центральной части бассейна целиком кремнистые; фаши северной части включают известняки и глинистые сланцы
Пилтонские слои	

В период отложения нижнего кульма на обширной площади проявился магматизм, в результате которого образовались спилитовые лавы и туфы, хотя в обнажениях северного Девоншира они отсутствуют. Лучше всего вулканические породы можно наблюдать на северном побережье Корнуэлла и вблизи Лонстона.

Отложения верхнего кульма по своим литологическим особенностям и, возможно, по условиям образования частично сходны с угленосной свитой. Растительные остатки и неморские пластинчатожаберные подтверждают верхнекаменноугольный возраст отложений. Однако для удобства изложения отложения верхнего и нижнего кульма рассмотрены вместе и совместно же рассматриваются все вопросы стратиграфии каменноугольных отложений юго-западной Англии. Определение последовательности слоев кульма усложняется из-за наличия периклинальных складок и продольных разрывов армориканского возраста. Тем не менее разрез отложений кульма был составлен на ряде участков, например в окрестностях Бидефорда в северном Девоншире.

Инстоуские слои нижнего кульма перекрыты нортгемскими и абботшемскими глинистыми сланцами и песчаниками, толщей типа угленосной свиты, свидетельствующей о резком изменении петрографического состава отложений и условий осадконакопления. Местами тонкие прослои кульма залегают без подстилающей глины. Главный пласт кульма, залегающий вблизи кровли формации, имеет в основании ганистероподобный прослой. Выше лежащие гринклифские слои сложены алевритами и песчаниками, в верхней части которых появляются граувакки. В граувакках кокингтонских слоев, залегающих выше, отмечены подошвенные знаки, характерные для мутьевых потоков.

В сущности история геологического развития Девоншира и Корнуэлла в каменноугольный период представляла собой образование геосинклинального прогиба в результате углубления и расширения девонского моря, за которым последовало распространение к югу зоны накопления дельтовых, типа «угленосной свиты» осадков, после чего возобновились условия турбидитного осадконакопления. Значительный отрезок каменноугольного периода, по-видимому, характеризовался отсутствием осадконакопления: на пилтонских слоях безусловно фаменского возраста (фаунистическая зона *Cleistopora* и *Zaphrentis*) залегают отложения нижнего кульма поздневизейского возраста, о котором явно свидетельствует гониатитовая фауна, относящаяся к зоне P (см. стр. 148, где показаны зоны пластинчатожаберных — гониатитов). Кроме того, редкая фауна, встречающаяся в отложениях верхнего кульма, указывает на их намюрский и нижневестфальский возраст; здесь обнаружены гониатиты зоны *Reticuloceras* и неморские пластинчатожаберные зон *Lenisulcata* и *Communis*.

Разрез отложений северного Девоншира в общем виде приведен в табл. 7.4.

В нижнекаменноугольной толще фациальные пояса прослеживаются приблизительно с востока на запад, так что известняковые фаши, сходные с фашиями Юго-западной провинции Англии, распространены в южной

Таблица 7.4

Крупные стратиграфические подразделения	Формации	Фаунистические данные	Отложения отсутствуют (перерыв в осадконакоплении)
Пермо-триас	—	—	Стефанский ярус и значительная часть вестфальского яруса
Верхний кульм (верхний карбон)	Кокингтонские слои	Зоны <i>C. communis</i> и <i>A. lenisulcata</i>	
	Гринклифские слои		
Нижний кульм (верхний и нижний карбон)	Нортгемские и Абботшемские слои	Зоны G и R	Нижний намюр
	Инстоуские слои	Зона G	
	Лаймкилинские слои	Зона R	
Нижний карбон — верхний девон	Пилтонские слои	Кремнистые слои	P <sub>1a</sub> и P <sub>2a</sub>
		Z, K и фаменские	Значительная часть визейского яруса и верхняя часть турнейского яруса

Ирландии, а фашия кульма развита на крайнем юге (фиг. 7.2), к юго-западу от Корка. Так же как и в юго-западной Англии, переход от шельфовых известняков к фашии кульма должен происходить на очень коротком расстоянии. Было высказано предположение, что в Ирландии терригенный материал фашии кульма, хотя и накапливался на погруженных участках, возможно, не отлагался в геосинклинальном передовом прогибе, поскольку в разрезе представлены тонкие прослои известняков.

**Центральная провинция Англии.** В раннекаменноугольное время на северном борту рассмотренного выше бассейна осадконакопления располагалась Земля Св. Георгия, а поэтому до позднекаменноугольного времени в пределах средней Англии осадки вообще не отлагались. Однако северная береговая линия бассейна Юго-западной провинции, должно быть, доходила до Титтерстон-Кли, где древний красный песчаник перекрывают известняки K и Z. Выше несогласно залегают дельтовые песчаники вестфальского возраста, именуемые корнбрукскими песчаниками. Несогласие свидетельствует о том, что на протяжении значительной части каменноугольного периода осадконакопления не происходило. Вплоть до конца раннекаменноугольного времени трансгрессия моря не распространялась к северу от Земли Св. Георгия, и, хотя в северном Уэльсе накопились известняки мощностью 900 м, большая их часть относится к зоне D. Нижнекаменноугольные отложения на северной окраине Земли Св. Георгия залегают с отчетливым несогласием на более древних породах, и мощность этих отложений постепенно уменьшается в южном направлении. Мощность нижнекаменноугольных отложений составляет приблизительно 600 м в южных Пеннинах и уменьшается немного более чем в два раза в районе Бридона в северном Лестершире, а в Десфорде, в 16 км западнее Лестера, мощность отложений, установленная в скважинах, составила лишь 7,5 м (фиг. 7.1).

В раннекаменноугольное время береговая линия протягивалась приблизительно с востока на запад, хотя она, безусловно, не была прямой, поскольку структурные линии в пределах возвышенности ориентированы в направлении с северо-востока на юго-запад. Возможно, существовали заливы, например в Лланголлене, где присутствуют базальные прибрежные

отложения. Нижнекаменноугольные осадки отлагались на участке от Англии, где имеются их обнажения, до Линкольншира на востоке, где они установлены в скважинах. Основные обнажения простираются от Грейт-Орма и вдоль западного склона долины Клуида; они отделены от обнажений, расположенных к западу от Флинта и Девбийского угольного месторождения, Клуидским хребтом (лудловские слои). В южном направлении это последнее обнажение сужается из-за трансгрессивного перекрытия верхнекаменноугольными отложениями. Вследствие этого перекрытия нижнекаменноугольные отложения в основных угольных месторождениях западной части средней Англии (Южный Стаффордшир и Уорикшир) не обнажаются, однако небольшие выходы этих пород (хотя и имеющие важное значение при выяснении палеогеографических условий) установлены в Шропшире и Лестершире. Движения земной коры в среднеинантское время, которые к югу от Земли Св. Георгия привели к эрозии отложений, образованию поверхности несогласия и фациальным изменениям, явились причиной изменения палеогеографической обстановки на обширной площади и вызвали начало трансгрессии визейского моря, которое в конце концов покрыло почти всю территорию Великобритании. Однако только к концу раннекаменноугольного времени северные склоны Земли Св. Георгия оказались погруженными (северная и южная части бассейна осадконакопления не были полностью разобщены, так как между ними в Лестершире существовал пролив). В Уэльском бордерленде и северном Уэльсе каменноугольные отложения приобретают прибрежный характер, и даже в известняках, залегающих непосредственно на фундаменте, имеются снесенные с суши фрагменты ископаемого растительного материала; некоторые горизонты известняков песчанистые. Песчанистые известняки, залегающие в верхних горизонтах разреза, к северу переходят в черные известняки, прослеженные от Денби до Флинтшира; на севере развиты также рифовые известняки. Наблюдаемые в Малом Уэнлоке базальты свидетельствуют о том, что одновременно с осадконакоплением протекала слабая вулканическая деятельность, возможно, в подводных условиях.

**Северная часть Англии и Пеннинские горы.** Каменноугольные отложения слагают Пеннинские горы, которые простираются с севера на юг, от Нортумберленда до Дербишира. Однако каменноугольные отложения Пеннинских гор не образуют простой структурный элемент, они не являются литологически или стратиграфически однородными. Условия осадконакопления в каменноугольное время тесно связаны с существовавшими в то время структурными элементами и в целом могут быть охарактеризованы следующим образом:

#### Южно-Шотландская возвышенность

Нортумберлендский прогиб

(Частично дельтовые и эстуариевые отложения мощностью 1800 м)

Пеннинский тектонический блок

(На известняке залегают толща ритмических отложений мощностью 450 м)

Средне-Пеннинский прогиб

(Толща глинистых морских отложений мощностью более 3000 м с подчиненными прослоями известняков)

Южно-Пеннинский массив

(Толща преимущественно известняков мощностью 600 м)

Земля Св. Георгия — Средне-Английский барьер

К сожалению, нижнекаменноугольные отложения не могут быть прослежены на всем протяжении Пеннин (они перекрыты намюрскими отложениями — жерновым песчаником, — которые обнажаются в высоко расположенных Пеннинских болотах западного Йоркшира), однако можно предполагать наличие изменений мощности и фаций.

В пределах Пеннинского тектонического блока осадконакопление не начиналось до времени  $S_2$ , когда он оказался погруженным. Вследствие этого каменноугольные отложения имеют здесь гораздо меньшую мощность. Южнее описываемого блока располагался погружавшийся Средне-Пеннинский прогиб, в котором накапливались преимущественно глинистые осадки большой мощности. Здесь можно наблюдать лишь небольшое сходство с разрезом Эйвонского ущелья как по литологии, так и по фауне. Пеннинский блок до его погружения в средневизейское время представлял собой надежный барьер или порог, препятствовавший распространению в южном направлении дельтового материала, в результате чего разрез Нортумберлендского прогиба имеет мало общего с разрезом Средне-Пеннинского прогиба, причем первый заполнен главным образом дельтовыми и эстуариевыми отложениями. С другой стороны, нижнекаменноугольные отложения Нортумберлендского прогиба и прогиба Средне-Шотландской низменности обнаруживают общее сходство, несмотря на то что Южно-Шотландская возвышенность оставалась не покрытой морем на протяжении большей части раннекаменноугольного времени.

Западнее северных Пеннин, в Северо-западной провинции, нижнекаменноугольные отложения также имеют специфический характер. На западе и юге этого района разрез представлен в основном известняками и более всего напоминает разрез Юго-западной провинции, несмотря на существенные фаунистические различия. Из-за широкого разнообразия фаций не удивительно, что подразделение разреза Эйвонского ущелья на фаунистические зоны не может быть безоговорочно применено к разрезу нижнекаменноугольных отложений северной Англии. В разрезе Северо-западной провинции могут быть установлены зональные эквиваленты, однако с помощью руководящих ископаемых, которые более распространены в этой провинции.

Зона <i>Dibunophyllum</i>	= Зона D
Зона <i>Productus corrugato-hemisphaericus</i>	= Зоны $S_2$ и $S_1$
Зона <i>Michelina grandis</i>	= Зона $C_2$
Зона <i>Athyris glabristria</i>	= Зона $C_1$

Кроме перечисленных зональных форм, *Saccaminopsis* (фораминифера), обнаруженная в зоне  $D_2$  и известковистые водоросли, установленные в трех горизонтах, составляют характерные и полезные опорные горизонты. Слой с *Girvanella* отмечает основание толщи  $D_2$ , а в зоне  $C_1$  встречены *Ortonella* и *Solenopora*.

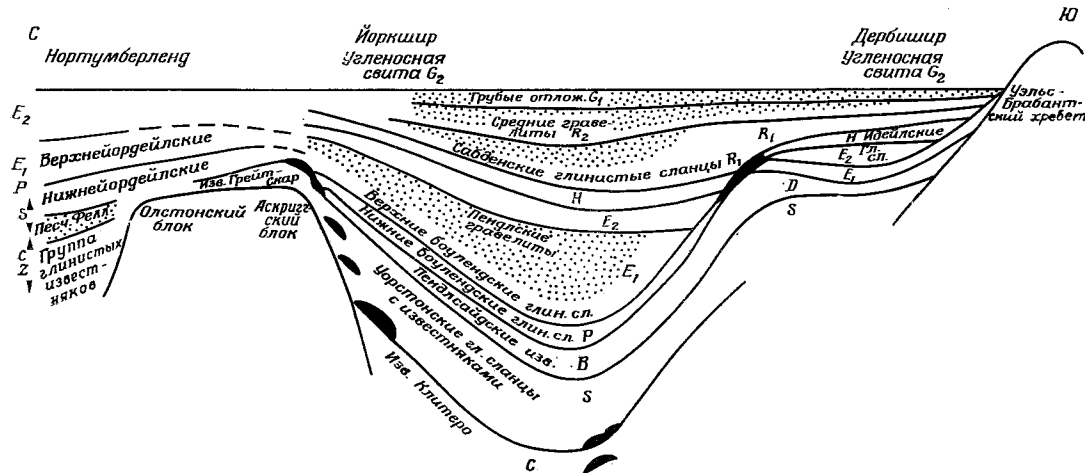
В Средне-Пеннинской провинции, ограниченной с севера Крейвенской системой разломов, которые образовались, по-видимому, также в раннем карбоне (хотя по разломам этой системы происходили и послекаменноугольные подвижки), располагался бассейн или прогиб, который продолжал погружаться и в котором накопились огромные мощности нижнекаменноугольных отложений. Осадконакопление началось позднее времени Z, но основание разреза не обнажено и присутствие турнейских отложений не доказано. В разрезе присутствуют известняки (возраст их  $C_1$  (?)), однако большая часть разреза весьма сходна с отложениями кульма юго-западной Англии. Вследствие этого кораллы в разрезе встречаются редко, однако в нем можно выделить ряд зон по фауне гониатитов — пластинчатожаберных.

Зона P, известная иногда как болландийская, на основании фауны подразделяется на  $P_{1a}$ ,  $P_{1b}$ ,  $P_{1c}$ ,  $P_{1d}$ ,  $P_{2a}$ ,  $P_{2b}$ ,  $P_{2c}$ .

Известняки, возможно зоны  $C_1$ , развиты в Крейвенской низменности, в районе Скиптон — Клитеро — Боуленд и распространены к югу до Довдейла.

Зоны пластинчатожаберных — гониатитов		Зоны кораллов — брахиопод (приблизительные эквиваленты)	
Намюрские отложения	Ярус E <i>Eumorphoceras</i>		
Динантские отложения	Зона P <i>Posidonia</i>	{ P <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>
		{ P <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
	Зона B <i>Beurichoceras</i>	{ B <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>
Девонские отложения	Зона Pe <i>Pericyclus</i>	{ B <sub>1</sub>	S <sub>2</sub> и C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
	Зона Pr <i>Protocanites</i>		
	<i>Wocklumeria</i>		

Несмотря на то что рассматриваемая территория с севера, несомненно, ограничивалась Пеннинским блоком, а с юга — Дербиширским массивом (фиг. 7.3 и 7.4), прибрежные отложения не выходят на поверхность вслед-



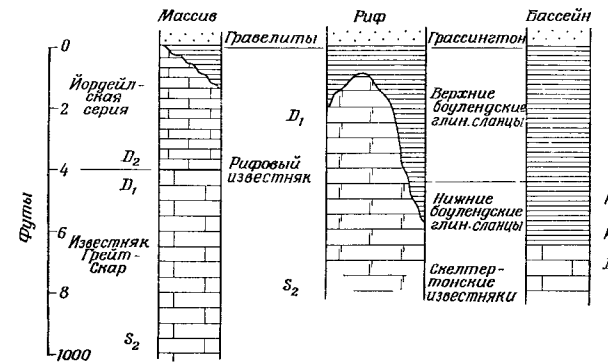
Ф и г. 7.3. Изменения по площади характера визейских и намюрских отложений северной Англии.

Рифы показаны темными пятнами, основные участки развития песчаных фаций — точками.

ствие трансгрессивного перекрытия вышележащими слоями. В визейском веке краевые части прогиба являлись участками развития рифовых известняков. Южнее Средне-Крейвенского разлома неслоистые рифовые известняки слагают заметные холмы, представляющие собой рифовые выступы, которые располагались вблизи края бассейна, в то время как передние рифы помещались на его склонах. Иногда, кроме кальцитового аргиллита, лишённого фаунистических остатков, в состав рифообразующего материала входят ракушняковые известняки, в которых содержится разнообразная характерная фауна. В нижних слоях разреза Средне-Пеннинского прогиба содержится в достаточном количестве фауна, которая позволяет выделить зоны С, S и D<sub>1</sub>, тогда как верхние глинистые слои, судя по содержащимся в них гониатитам и пластинчатожаберным, принадлежат к зоне Р. Отложения глубокой части бассейна, образовавшиеся в условиях погружающегося прогиба при непрерывном поступлении терригенного материала, содержат редкие ископаемые остатки, в основном моллюски, и имеют некоторое сход-

ство с отложениями кульма. Подобные условия осадконакопления продолжали существовать в позднекаменноугольное время, хотя между верхними боулендскими глинистыми сланцами (E<sub>1</sub>) и нижними боулендскими глинистыми сланцами (P<sub>1-2</sub>) отмечается несогласие. Вследствие дифференцированного погружения бассейна граница между глубоководной и шельфовой фациями была неустойчивой, в связи с чем разрез отличается изменчивостью и установить типовой разрез трудно. Ни в одном из обнажений нельзя наблюдать полный, непрерывный типовой разрез. Изменения разреза по площади обобщены на фиг. 7.3.

Южный борт Средне-Пеннинского прогиба не может быть полностью изучен, поскольку он покрыт более молодыми каменноугольными породами,



Ф и г. 7.4. Сравнительная характеристика разрезов отложений Грассингтонского участка (массив), участка Торп (риф) и участка Скелтертон-Бек (бассейн).

однако в северном Дербишире можно наблюдать переход от глубоководных отложений к шельфовым фациям массива Дербишир, где разрез представлен нормальными известняками. Передние рифы, по-видимому, формировались на обрыве массива, сложенного нормальными известняками.

Основное обнажение нижнекаменноугольных пород в южных Пеннинах приурочено к Дербиширскому куполу, а небольшие выходы этих пород встречаются на его крыльях в виде окон в Ашвере, Крихе и Найтоне. Около 450 м визейских известняков выходят на поверхность, остальные 270 м вскрыты скважинами. Турнейские отложения в рассматриваемом районе отсутствуют, поскольку в турнейском веке осадконакопления не происходило, и визейское море, возможно, покрывало докембрийское основание, о котором известно очень мало. Известняки — толстослойные, иногда кремнистые. Установлены оливиновые базальтовые лавы и туфы, а также интрузивные породы более позднего возраста. Породы, как правило, минерализованы. В обнажениях на фоне светло-серых известняков четко выделяются темные базальты, тогда как туфы часто имеют зеленую окраску и сильно выветрелые.

На западе рифовые известняки развиты на Каслтонском участке, на северном склоне Дербиширского массива.

Полоса нижнекаменноугольных отложений широтного простираения в пределах соседних угольных бассейнов вскрыта сравнительно небольшим количеством скважин. У Икринга, в Ноттингемшире, нефтяная скважина вскрыла известняки мощностью 900 м, которые залегают на красноцветных песчаниках и конгломератах, содержащих на некоторых уровнях изверженные породы. Фация массивных визейских известняков, несомненно, имеет широкое распространение; пояс их развития протягивается в широтном направлении. Возраст подстилающих красноцветных пород по крайней мере частично может быть девонским.

Крупное опускание на участке Молд, в северном Уэльсе, хотя и произошло недалеко от береговой линии, которая проходит около Коруэна,

привело к накоплению нижнекаменноугольных отложений мощностью более 600 м. Примечательно, что, несмотря на такую амплитуду прогибания, разрез сложен известняками.

Западнее Пеннинского тектонического блока накопилась мощная толща каменноугольных осадков. Район Рейвенстондейла можно рассматривать

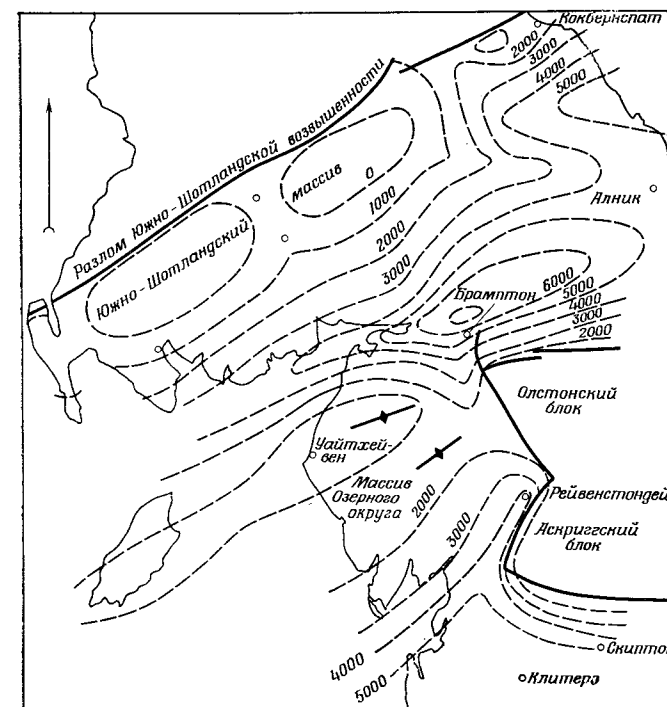
Зона	Разрез Каслтона
Е и Н	Идейлские глинистые сланцы
Р	Нанлоуские известняки, темные, кремнистые Известковистые туфы
В <sub>2</sub>	Каслтонские фации рифовых выступов (биогермы) Серые кремнистые известняки Верхние лавы Серые криноидные известняки Известняки Миллерс-Дейл Нижние лавы Известняки Чи-Тор Темные тонкослоистые известняки

как залив Средне-Пеннинской провинции, несмотря на то что разрез здесь представлен не глубоководными фациями, а преимущественно известняками. (Этот район часто рассматривается как Северо-западная провинция.) На востоке Озерного округа мощная толща конгломератов несогласно залегает на нижнепалеозойских отложениях. В пределах западного окончания Алсуотера конгломераты Мелл-Фелл имеют мощность около ста метров. Примечательным является отсутствие в этой толще борроудейлских галек вулканического происхождения, хотя в ней встречается галька конистонских гравелитов и конистонских известняков, принесенная из более далеко расположенных (в настоящее время) обнажений. Данные о возрасте этих конгломератов

отсутствуют, однако его, по-видимому, можно считать докаменноугольным. Очевидно, конгломераты представляют собой образования конусов выноса, уменьшающиеся в мощности по простиранию, хотя они и прослеживаются в северном направлении по периферии Озерного округа до Кокермута и в южном направлении — до Рейвенстондейла. Вероятно, нельзя рассматривать конгломераты Мелл-Фелл как базальные конгломераты нижнекаменноугольной толщи. В самых низах каменноугольной системы имеется несколько слоев конгломератов. Древнейшими каменноугольными слоями являются серо-зеленые слои Пински-Гилл, которые подстилают типично красноцветные «базальные» конгломераты карбона близ Шэпа. Там они залегают на силурийских братьейских плитняках. Эти породы, возраст которых неясен, подстилают известняки С<sub>2</sub>. Известняки, развитые в районе Шэп-Рейвенстондейл, доломитизированы в подошвенной части. Южнее Пенрита известняки слагают большую часть разреза. В северном направлении известняки, хотя и хорошо выдержаны, имеют меньшую мощность, а в верхней части разреза они очень похожи на одновозрастные отложения Пеннинского блока и большей части северной Англии. В северном направлении, т. е. в сторону Мэнкс-Кембрийского поднятия, вышележащие слои трансгрессивно перекрывают более древние отложения (фиг. 7.5).

**Пеннинский тектонический блок.** В структурном отношении северная часть Пеннинских гор представляет собой ограниченный разрывами блок, или горст, наклоненный к востоку в результате проявления миоценовых движений. Разломы — древнего заложения; они играли важную роль — контролировали условия осадконакопления в каменноугольное время. Блок ограничен с севера Стабликским разломом, с запада — Пеннинским и Дентским разломами и с юга — Крейвенской системой разломов; восточная граница блока скрыта под более молодыми отложениями. Пеннинский блок подразделяется протягивающейся с востока на запад пологой Стейнморской синклиналию на северную часть, часто называемую Олстонским блоком, и южную часть, именуемую Аскриггским блоком. Докамменноуголь-

ные породы, слагающие Пеннинский блок, обнажаются только в глубоких долинах, расположенных севернее Крейвенских разломов, а также в небольшом обнажении в Тисдейле, однако они были вскрыты глубокими скважинами, последняя из которых была заложена с целью изучения уирдейлских гранитов. Поскольку докаменноугольная толща сложена интенсивно дислоцированными силурийскими, ордовикскими и докембрийскими породами, о форме ее поверхности можно лишь делать предположения. Несомненно, что блок был покрыт каменноугольным морем значительно позднее, чем расположенный к югу Средне-Пеннинский прогиб или располагавшийся к северу Нортумберлендский прогиб. Общая мощность нижнекаменноугольных отложений в пределах блока, который, за исключением своей



Фиг. 7.5. Изопахиты визейских отложений, развитых в северной Англии и южной Шотландии.

южной окраины, вплоть до конца времени S возвышался над уровнем моря, составляет менее 600 м. Отложения относятся к шельфовому типу, а разрез как по мощности, так и по литологии отличается от разрезов отложений, развитых в пределах этих прогибов. Данные, полученные недавно при бурении скважин, а также результаты геофизических исследований свидетельствуют о существовании залива к востоку от Аскриггского блока в восточном Йоркшире, а также ранее описанного залива Рейвенстондейл, располагавшегося к западу от блока.

В пределах Пеннинского тектонического блока осадконакопление в каменноугольное время началось с образования базальных конгломератов и песчанистых слоев, которые можно наблюдать на ряде участков вдоль западного обрыва северной части Пеннинских гор. Везде, где нижнекаменноугольные отложения залегают несогласно на более древних породах, разрез начинается с такой базальной серии пород. Однако, несмотря на сходство литологических особенностей, возраст этих пород далеко не одинаков, поскольку на различных участках накопление осадков каменноугольной системы началось в разное время. На базальной серии пород залегают нижние, самые мощные в разрезе известняки. Известняк Грейт-Скар, разви-

тый в южной части блока (известняк Мелмерби-Скар эквивалентен его нижней части), однороден по площади, что указывает на значительную цено-пленизацию поверхности докаменноугольных отложений, которая привела к широкому распространению условий морского шельфа.

Разрез отложений района Лонг-Фелл — Роман-Фелл, расположенного между Внешним Пеннинским и Суиндейл-бекским разломами, представляет интерес в том отношении, что он резко отличается от разреза Пеннинского блока. Более полный разрез на участке, расположенном к западу от Суиндейл-бекского разлома (который начинается с отложений подзоны *Seminula gregaria* возраста  $C_1$ ), свидетельствует о том, что формирование разлома происходило в начале раннего карбона; береговая линия была приурочена к нарушению, а сам блок служил источником сноса материала в Рейвенстондейлский залив (например, так образовался ашфеллский песчаник). Позднее на обширной территории установились одинаковые условия осадконакопления. В разрезе этого района залегают несколько конгломератовых слоев. Во взброшенном Роман-феллском блоке роман-феллские слои, представленные песчаниками и глинистыми сланцами с кварцевыми конгломератами, залегают на «полигенетическом» конгломерате не установленного возраста, однако галька конгломерата содержит андезиты и образовалась, вероятно, в результате разрушения древнего красного песчаника.

После образования грейт-скарского известняка установилось ритмичное осадконакопление, в результате которого сформировалась йордейльская серия. Эти отложения образуют типовой разрез в Уэнслидейле; они встречаются также в пределах всего Пеннинского блока и очень сходны с разновозрастными отложениями большей части северной Англии и Средне-Шотландской низменности. Таким образом, Йордейлский участок осадконакопления связывает Пеннинский блок с районом, расположенным далее к северу, а не со Средне-Пеннинским прогибом, где развиты отложения такого же возраста — боулендские глинистые сланцы и породы певдлсайдской серии. Подошва йордейлской серии условно проводится по слою с *Girvanella*, имеющему возраст  $P_1$ , однако циклическое осадконакопление не везде началось одновременно: в Уэнслидейле раньше, чем в районе Инглборо. Условия ритмичного осадконакопления продолжали существовать и в позднекаменноугольное время, и основание намюрской толщи в северной Англии и Шотландии фиксируется по появлению намюрских гониатитов, а не по изменениям литологических особенностей отложений. На стр. 171 приведена типичная циклотема, хотя следует отметить, что многие циклы неполные и продуктивные пласты угля встречаются лишь в некоторых из них.

Петрографический состав отложений	Предполагаемые условия осадконакопления
Уголь	} Суша с почвенным покровом и лесами
Огнеупорная глина	
Песчаник	
Песчанистые глинистые сланцы	} Морские
Черные глинистые сланцы	
Известковистые глинистые сланцы	
Известняки	

Отдельные известняки редко достигают мощности более 6—9 м, тогда как для циклотем характерна мощность около 18—27 м, так что известняки не составляют большей части разреза, хотя и являются наиболее постоянным его элементом. Наличие различных литологических пачек (пластов) отражает изменяющиеся условия осадконакопления — от условий чистого мелкого моря, в которых отлагались известняки, до условий заполнения

бассейна терригенным материалом, в связи с чем наблюдалось воздымание выше уровня моря, приводившее к развитию почвы, на которой произрастала флора. Эти изменения свидетельствуют о том, что погружение носило колебательный характер. Известнякам были даны либо такие описательные названия, как «пятырдовый» (Five Yard) или «ракушечник спиралевидных моллюсков» (Cockleshell), либо такие местные названия, как «корбриджские». Одновозрастные известняки при прослеживании их от Йоркшир-Дейлса через Дарем до Нортумберленда могут иметь несколько названий. В табл. 7.5 приводятся разрезы известняков Пеннинского тектонического блока и йордейлской серии и их возможные эквиваленты в других районах северной Англии. Циклическое осадконакопление сходного характера к концу визейского времени охватило обширную площадь.

**Нортумберлендский прогиб (включая северо-восточный Камберленд).** Северная часть Пеннинского разломного блока, к северу от Стабликских разломов, представляла собой погружавшийся бассейн, в котором накопилось около 1800 м нижнекаменноугольных осадков. Погружение началось рано, возможно в турнейском веке, и самые древние отложения, несогласно залегающие на чивийотских лавах древнего красного песчаника, вероятно, относятся к зоне  $C_1$  или даже  $Z_2$ . К разрезу нижнекаменноугольных отложений данного района давно применяется двучленное деление на бернисийскую и тьюдийскую толщи.

Зоны	Литологические группы
Бернисийские отложения	$\left\{ \begin{array}{l} D_1 - E \\ S \end{array} \right.$ <ul style="list-style-type: none"> <li>Группа верхних известняков</li> <li>Группа средних известняков</li> <li>Группа нижних известняков</li> <li>Скремерстонская угленосная группа</li> <li>Группа известняков Бёрдосвалд</li> <li>Группа песчаников Крейгхилл</li> </ul>
Тьюдийские отложения	$\left\{ \begin{array}{l} C_2 \end{array} \right.$ <ul style="list-style-type: none"> <li>Феллский песчаник</li> <li>Группа глинистых известняков</li> <li>Конгломераты</li> </ul>

Группа глинистых известняков сложена главным образом серыми или красными глинистыми сланцами с тонкими прослоями нечистых известняков, образующими ритмическое переслаивание. В долине реки Твид обнажаются до 900 м этих пород, однако в направлении Чивийота мощность отложений этой группы уменьшается. В основании указанной группы в Лиддсдейле обнажаются породы бирренсуолкской вулканической группы, а в долине Твида развиты широко известные траппы Келсо. Ископаемых остатков в группе глинистых известняков мало, но те, которые встречаются (*Spirorbis*, *Naiadites*, чешуи рыб и фрагменты растений), свидетельствуют о неморских условиях осадконакопления, обычно называемых лагунными. Однако в западном направлении, в пределах Камберленда, развиты известняки с фауной морских лилий и брахиопод, что указывает на установление морских условий в конце периода накопления группы глинистых известняков.

Выше лежащий феллский песчаник мощностью от 180 до 300 м образует в пограничной полосе между Англией и Шотландией характерные выступы в рельефе. Формирование этих песчаников отражает поступление огромного количества обломочного материала. Фаунистические остатки редки, в основном встречаются лишь растительные остатки; исключение составляет западная часть, где на основании фауны, содержащейся в известняках, эти отложения по возрасту отнесены к зоне  $C_2$ . Угленосная группа Скремерстон, характер которой свидетельствует о возобновлении циклического осадко-

Таблица 7.5

Зона	Кокермут	Уэлсдейл	Тисдейл/Брамpton	Северный Нортумберленд	Шотландия
На-мюр E <sub>1</sub>	Небольшой 1-й или Большой	Стопдейлский Круэсский Верхний небольшой Главный	Верхний Фелл-Топ Нижний Фелл-Топ Корбридж Небольшой Большой	Верхняя группа известняков Ликар Драйберн	Группа известняков и углей
	2-й, или 24-футовый 3-й (5-ярдовый Скар Сигл-Пост Тайн-боттом Джью Раф	Андерсетт 3-ярдовый 5-ярдовый Средний Саймпстон Хардрю Генл Хос	24-футовый 3-ярдовый 5-ярдовый Скар Коклиелл Сигл-Пост Тайн-Боттом Джью Нижний большой Смилли	Сандбанк Акр Илуэлл Бадл Банкауские или Оксфордские	Кровельный хозийский Хёрлет
Визе D <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	5-й, или Белый 6-й 7-й	Грейт-Скар	Мелмерби-Скар	Уотчлоу Вуденц Дан	Нижняя группа известняков

(Для детального ознакомления с разрезом отложений, развитым в Шотландии, см. табл. 7.6.)

накопления, состоит из известняков, глинистых сланцев и углей. Это самые древние в Великобритании угли, имеющие промышленное значение; на севере, вблизи Берика, насчитывается до 10 угольных пластов промышленного значения, а общая мощность отложений группы составляет около 300 м. В южном направлении мощность и количество продуктивных пластов уменьшаются. В западном направлении мощность отложений группы увеличивается, но это сопровождается фаціальными изменениями; на крейтхиллских дельтовых песчаниках залегает ритмическая толща бёрдсвалдских известняков. Арбиглендские слои Салуэйского района отражают дальнейшее изменение фаций; они содержат многочисленные фаунистические остатки.

Нижняя, средняя и верхняя группы известняков представляют собой ритмические осадки йордейлского типа, соответствующие по возрасту зоне D; осадконакопление продолжалось и в намюре. Отдельные пласты известняка обычно маломощны, однако некоторые из них, относящиеся к средней группе известняков, имеют мощность до 18 м. В целом нижнекаменноугольные отложения становятся более карбонатными в южном и юго-западном направлении, что свидетельствует о поступлении обломочного материала с северо-востока.

**Средне-Шотландская низменность.** Нижнекаменноугольные отложения Шотландии образовались в условиях погружающегося прогиба, в котором накопились осадки мощностью около 1800 м. Здесь развиты неморские дельтовые и терригенные ритмические осадки, а известняки составляют лишь незначительный процент общей мощности каменноугольных пород. Они характеризуются некоторым сходством с каменноугольными отложениями Нортумберлендского района, но есть и существенные отличия, свидетельствующие о том, что бассейны осадконакопления не соединялись. По-видимому, Южно-Шотландская возвышенность покрывалась каменноугольными морями периодически и, вероятно, лишь частично. Обнажающиеся местами, например в Торнхилле, нижнекаменноугольные отложения имеют малую мощность, указывая на длительные периоды воздымания и эрозии и лишь отдельные периоды осадконакопления. Другими словами, Южно-Шотландская возвышенность представляла собой отчетливо выраженную южную границу Шотландского каменноугольного прогиба. Положение северной окраины бассейна и северной границы распространения каменноугольных осадков остается неясным, так как накопление осадков происходило к северу от Краевого разлома Северо-Шотландского нагорья. Восточное продолжение Шотландского прогиба неизвестно: сведений об уменьшении мощности отложений в восточном направлении не имеется, напротив, мощность отложений большинства групп каменноугольной системы к востоку увеличивается. Продолжение прогиба к западу, в пределы Ирландии, подтверждается наличием здесь останцов этих пород.

В Шотландии нижние слои каменноугольной системы, по-видимому, залегают согласно на отложениях верхнего древнего красного песчаника, однако в них отсутствует фауна кораллов и брахиопод или гониатитов, по которым можно было бы установить их относительный возраст. Считается, что они должны быть по возрасту турнейскими. Проф. Джордж не согласен с этим. Он подвергает сомнению факт непрерывности разреза и полагает, что каменноугольные отложения древнее визейских в этом прогибе не накапливались. (Не исключено, что верхний древний красный песчаник может быть частично турнейским.) Можно определенно сказать, что та часть разреза нижнекаменноугольных отложений, возраст которой был установлен на основании зональной фауны гониатитов, относится к верхам визейского яруса и что едва ли залегающие ниже породы отлагались в течение всего турнейского и ранневизейского времени.

Подосва каменноугольных отложений проводится на основании литологии: по самым нижним глинистым известнякам. Глинистые известняки широко развиты в западных и центральных частях Средне-Шотландской низменности, однако в Кинроссе на древних красных песчаниках залегают каменноугольные песчаники, в связи с чем установить границу между системами трудно. Даже одинаковый возраст самых нижних глинистых известняков представляется сомнительным, поскольку основание группы глинистого известняка, вероятно, разновозрастное. Обобщенный разрез Шотландии приводится ниже.

Ярус или зона	Литологическая группа		
Намурский	H—G <sub>2</sub>	Переходная группа (прежнее название — жерновой песчаник)	
	E <sub>2</sub>		Верхняя группа известняков
	E <sub>1</sub>		Группа известняков и углей
Визейский	P <sub>2</sub>	Нижняя группа известняков	
	V <sub>2</sub> P <sub>1</sub>		Группа горючих сланцев
? Турнейский	V <sub>1</sub>	Группа глинистых известняков	

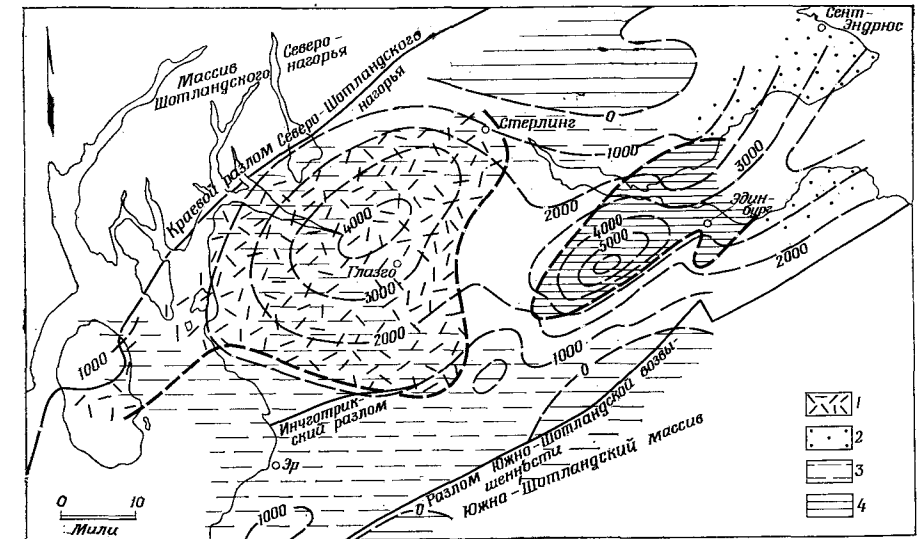
} Прежнее название — каменноугольная известняковая серия

} Серия кальцитоносных песчаников

Группа глинистых известняков серии кальцитоносных песчаников представлена ритмами глинистых известняков и известковистых глин. Эти отложения лучше всего обнажаются в Баллаган-Бёрн на южном склоне Кэмпси-Феллс, где разрез содержит более сотни ритмично повторяющихся пачек общей мощностью свыше 60 м; их часто называют баллаганскими слоями. Однако большая часть серии кальцитоносных песчаников состоит из вулканических пород, носящих название базальтов плато Клайд. Лавовые потоки изливались один на другой так, что накопилась толща магматических пород, мощность которой составляет более 600 м. Лавовые покровы в кровле имеют шлаковидный характер, однако часто несут признаки субаэрального выветривания, в результате которого перед очередным излиянием лавы происходило образование красной железистой известковистой глины (bole). Лавы представлены в основном базальтами, однако южнее обнаружены более кислые разности. Относительно устойчивые к эрозии лавы плато Клайд слагают холмы Килпатрик и Кэмпси, севернее реки Клайд, а также холмы Ренфрушира и северного Эршира, к югу от этой реки. Над лавами залегают отложения верхней осадочной группы, характеризующейся разнообразными литологическими особенностями, в которую входят обломки вулканических пород, а также угольные пласты.

Серия кальцитоносных песчаников в южном Эршире и восточном Файфшире не содержит вулканических пород. В районе Файфшира она достигает максимальной мощности — около 1200 м. Стратиграфия этих отложений все еще несовершенна, однако можно сказать, что толща представлена крупными ритмическими пачками, содержащими известняки, глинистые сланцы, песчаники и угли. Направления палеотечений указывают на транспортировку материала с северо-востока; возможно, поток проходил вдоль осевой части прогиба, поскольку в западном Файфе мощность отложений быстро уменьшается до сотен метров. Группа горючих сланцев отделена от глинистых известняков примерно трехсотметровой толщей лав с прослоями туфов, которые вместе с жерлами вулканов образуют своеобразные обнажения в Парке королевы в Эдинбурге (Трон Артура и др.). История магматических проявлений района была восстановлена с большой детальностью; развиты базальты нескольких типов и, кроме жерл вулканов, прорывающих

лавовые потоки, распространены послекламенноугольные пластовые интрузии. Возможно, что эти лавы образуют единое поле с лавами плато Клайд, залегаая в промежуточной зоне на глубине, под покровом более молодых пород. Накопление горючих сланцев происходило в глубоководных условиях бассейна (фиг. 7.6). Горючие сланцы (или торбаниты) встречаются в виде маломощных пластов в глинисто-песчаной толще, причем большая часть пластов промышленного значения залегают вблизи кровли разреза. Эти пласты разрабатываются на участке к западу от Эдинбурга более двух столетий. В процессе перегонки сланцев образовались терриконы красной



Ф и г. 7.6. Изопахиты кальцитоносной песчаной серии Шотландии, показывающие связь между фациями и структурой.

Изопахиты для центральной части Центрального угольного месторождения проведены условно. 1 — приблизительная площадь распространения мощных лав плато Клайд; 2 — мощные дельтовые песчаники; 3 — хорошо развитые глинистые известняки; 4 — основной район развития горючих сланцев.

глины, которые служат отличительной особенностью пейзажа Мидлотиана. Толща этих отложений характеризуется ритмическим переслаиванием пачек, которые имеют в основном неморское происхождение. Они образовались в пределах ограниченного участка, являвшегося, вероятно, нормальной лагуной. Ископаемые остатки встречаются редко, тем не менее они имеются в разделяющем нижние и верхние горючие сланцы бёрдихауском известняке, образовавшемся в пресноводных условиях. Редкая неморская фауна представлена остракодами, остатками рыб и некоторыми неморскими пластинчатожаберными, но в пачке глинистых сланцев Уорди присутствуют горизонты морского происхождения.

Севернее реки Форт вулканические породы встречаются среди отложений группы верхних горючих сланцев, обнажающихся к югу от Кёрккалди. Мощность отложений, вскрытых в угольных конях, составляет 420 м; вулканические породы, развитые в окрестностях Форта, возможно, соединяются с вулканическими образованиями Гарлтонской возвышенности в Восточном Лотиане (в 25 км к востоку от Эдинбурга).

История проявления магматической деятельности в пределах Средне-Шотландской низменности исключительно сложна. Кроме уже описанных проявлений магматизма в диантское время, вулканическая активность продолжалась без перерыва и в намюре — в Западном Лотиане. Вулканические породы преимущественно туфового состава накапливались в трех



основных районах: в восточном Файфе, западном Файфе и на западе Средне-Шотландской низменности. Они, как и послекамменноугольные интрузии, описываемые в гл. 8, образуют повышенные элементы рельефа (например, возвышенности Ларго-Лоу и Соляные холмы).

Породы серии каменноугольных известняков (это их прежнее название) состоят из нижней группы известняков, группы известняков и углей и верхней группы известняков. Все три группы представлены сходными ритмическими пачками отложений. Возраст этих отложений некогда был определен как нижнекаменноугольный; гониатиты же свидетельствуют, что только породы нижней группы известняков относятся к визейскому ярусу, а две другие группы принадлежат намюрскому ярусу. Подошва нижней группы известняков отбивается по выдержанному известняку, именуемому хёрлетским. В различных частях Средне-Шотландской низменности этот известняк называется по-разному (табл. 7.6). Верхняя граница группы проводится

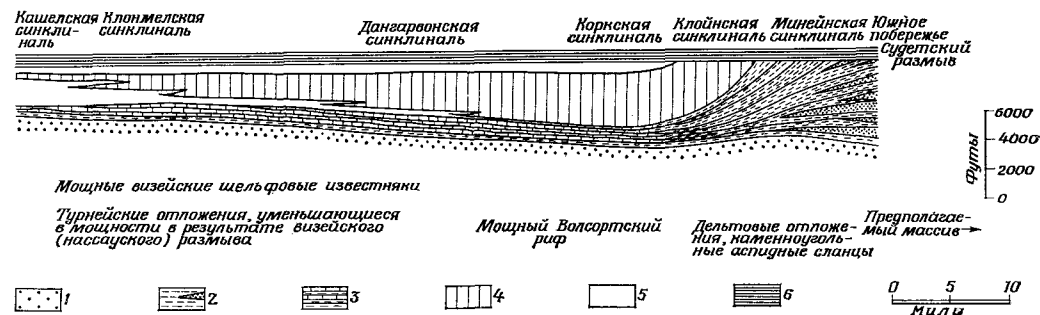
Таблица 7.6

		Северный Эршир	Ланаркшир	Мидлотшир	Файфшир
Наморский ярус	Верхняя группа известняков	Каслкэрийские (верхнелинские) или калмийские	Ливенситские Арденнские или калмийские	Каслкэрийские Калмийские	Каслкэрийские Дженни-пейтские
	E <sub>2</sub> -Н	Нижнелинские или линбригские Тёрд-Пост-Индекс или Хайфилдские	Орчардские Лайонкросские Индексские	Орчардские Лайонкросские Индексские	Кашдрейские Морской прослой Морские глинистые сланцы Индексские
	?E <sub>1</sub>	Группа известняковых углей			
Визейский ярус	Нижняя группа известняков P <sub>2</sub>	Хози D	Кровельные хозийские	Кровельные хозийские	Верхние кинниийские
		Хози C	2-е хозийские	Билстоу-бернские	Средние кинниийские
		Хози B	Среднехозийские	Верхние вексхимские	Нижние кинниийские
		Хози A	Главные хозийские	Нижние вексхимские	Сифилдский морской прослой
		Докра	Блэкхоллские Крейгенхиллские Хёрлетские	Норт-гринские Драйденские Джилмертонские	Главный Чарльзтаун Зеленый Чарльзтаун-Стейши

по кровле известняков Хози. Отложения нижней группы известняков, подобно отложениям других групп, характеризуются значительными колебаниями мощности. В общем мощность увеличивается в восточном направлении, достигая максимальной величины в Лотианском районе, и изменяется также с севера на юг. Изменения мощности в меридиональном направлении могут быть связаны с развитием конседиментационных нарушений при медленном погружении Средне-Эрширского шельфа. По-видимому, осадконакопление в пределах всего Шотландского бассейна не было непрерывным, а на части территории Ланаркшира осадки не отлагались совсем. С другой

стороны, хотя характер вулканических пород серии кальцитонных песчаников свидетельствует о том, что они подверглись субэральной эрозии, почти вся территория оказалась покрытой морем во время отложения хёрлетского известняка. Погружение было незначительным (известняки, возможно, отлагались в мелководных условиях), однако оно охватило обширную площадь, поскольку хёрлетские известняки сопоставляются с оксфордскими известняками Нортумберленда.

**Нижнекаменноугольные отложения Ирландии.** Породы нижнекаменноугольного возраста развиты в пределах всех графств, кроме Уиклоу. Однако, несмотря на их широкое распространение и относительно слабое развитие покрывающих более молодых отложений, обнажения этих пород в пределах



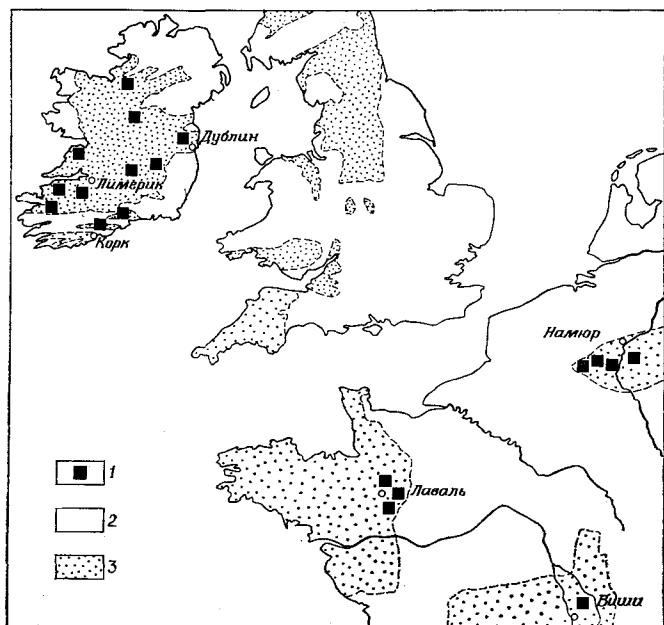
Фиг. 7.7. Изменения характера нижнекаменноугольных пород Ирландии. 1 — древний красный песчаник; 2 — каменноугольные аспидные сланцы; 3 — турнейский главный известняк и глинистые сланцы нижнего известняка; 4 — волсортский риф; 5 — визейские шельфовые известняки; 6 — болландские намюрские глинистые сланцы.

Центральной равнины и на других участках плохо видны из-за наносов. На юге Ирландии в синклиналиях от Корка на запад до залива Бантри развиты каменноугольные аспидные сланцы. Эти породы, относимые к фации кульма, претерпели послекамменноугольные (армориканские) деформации, которые привели к образованию кливажа. (Фронт армориканской складчатости, как и в Пембрукшире, протягивается севернее и параллельно северной границе распространения фаций кульма.) Осадконакопление, начавшееся в девоне, продолжалось без перерыва в начале каменноугольного времени. Позднедевонские гравелиты Кумхола дельтового происхождения, относящиеся по возрасту к зоне *Cleistopora*, приблизительно соответствуют скринклским песчаникам Пембрукшира. Выше залегают отложения типичной фации кульма мощностью 900—1500 м, верхняя возрастная граница которых относится к зоне P<sub>2</sub> или даже является более молодой. Данных, свидетельствующих о палеогеографических условиях, которые существовали в то время в юго-западной Ирландии, мало, однако, судя по направлениям палеотечений, поступление материала шло с юго-запада, хотя характер разреза и содержащаяся в отложениях фауна указывают на то, что бассейн был ограничен шельфом с севера.

Центральная равнина Ирландии в раннекаменноугольное время была покрыта мелководным шельфовым морем. До линии Уотерфорд-Харбор — Голуэй на севере нижнекаменноугольные отложения залегают согласно на древнем красном песчанике; здесь в разрезе присутствуют турнейские отложения. Участок, расположенный севернее этой линии, море покрыло в визейское время. Визейское море заняло почти всю оставшуюся часть Ирландии (фиг. 7.7). На северных склонах бассейна кульма, который одно время занимал, по-видимому, почти половину Ирландии, в некоторых горизонтах визейского яруса обнаружены рифовые известняки большей мощности (фиг. 7.8) — волсортские рифы, названные так за их сходство с рифами на

южном берегу Динанского бассейна (Волсорт расположен к юго-западу от Динана). Рифы, протягивающиеся широкой полосой, не обязательно имеют первичное органическое происхождение; широко распространены также рифовые выступы, приуроченные к склонам массивов.

В Ирландии, за исключением продолжения континентального массива Св. Георгия в пределы Ленстера, по-видимому, не существовало крупных, выступающих над уровнем моря барьеров, которые имелись в пределах Великобритании. Однако массив Лонгфорд-Даун, возможно, представлял



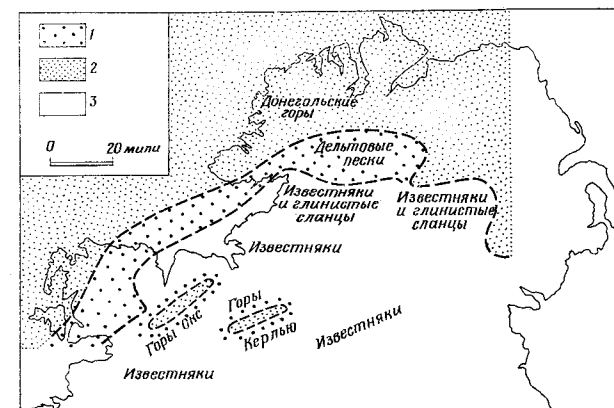
Фиг. 7.8. Распространение волсортских рифов в северо-западной Европе в раннекаменноугольное время.

1 — волсортские рифы; 2 — обнажения каменноугольных пород в Великобритании; 3 — Армориканские горы, выполненные палеозойскими породами, включая каменноугольные.

собой щит, едва покрытый мелководным морем; в пределах его восточного окончания отлагались только осадки зоны D. Отсюда следует, что переход от одной фацальной зоны к другой здесь происходит постепенно. Исследования, проведенные в течение двух последних десятилетий, позволили уточнить многие вопросы палеогеографии, особенно для северной половины Ирландии. Характер осадконакопления в региональном плане контролировался каледонской тектоникой. К северу от Земли Св. Георгия в погружающемся бассейне накопились отложения большой мощности. Здесь на аспидных сланцах Раш, относящихся к зонам Z — C<sub>1</sub>, и рашских конгломератах C<sub>2</sub> залегают кремнистые и глинистые известняки. В северном направлении мощность нижнекаменноугольных отложений быстро уменьшается, и в настоящее время сохранилась лишь незначительная часть каменноугольных отложений, покрывавших ранее массив Лонгфорд-Даун. Мощность развитых здесь каменноугольных отложений, относимых к визейскому ярусу, вероятно, никогда не превышала 450 м, тогда как в Дублинском прогибе мощность отложений составляет 1200 м.

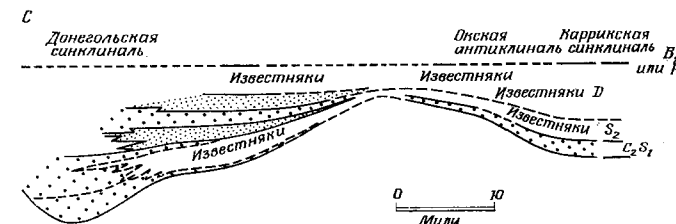
Прогиб Слив-Бей, являющийся юго-западным продолжением Средне-Шотландской низменности, сходен с Шотландским прогибом, хотя мощность нижнекаменноугольных отложений здесь в два раза меньше. В западном направлении эти важные каледонские структуры утрачивают свое значение, однако здесь имеется единственное в своем роде поднятие — горы Окс, — севернее которого в пределах погружавшегося прогиба накопились мощные песчаные осадки. В Шотландии Краевой разлом нагорья не

является северной границей каменноугольного осадконакопления, однако данные о присутствии этих пород ограничиваются обнажениями в Кинтайре, на острове Арран и вблизи южного окончания Лох-Ломонда. В Ирландии же имеются более полные данные, свидетельствующие о том, что продолжение Краевого разлома Северо-Шотландского нагорья было покрыто морем в ранневизейское время. Погружение было значительным в пределах той части бассейна, которая располагалась к югу от горного сооружения



Фиг. 7.9. Палеогеографическая обстановка в северо-западной Ирландии в ранневизейское время.

На разрезе показано изменение характера визейских пород по площади (песчаники показаны редкими точками, глинистые сланцы — частыми точками, известняки не заштрихованы). 1 — дельтовые фации; 2 — суша; 3 — известняки и глинистые сланцы.



и о которой имеется мало прямых сведений, хотя наличие дельтовых и конгломератных слоев, содержащих обломочный материал, включающий чистый кварц, кристаллические сланцы, слюду и полевые шпаты, указывает на то, что береговая линия располагалась к северу от Доневогской синклинали (фиг. 7.9).

#### Верхнекаменноугольные отложения — намюрский ярус

Песчаники и глинистые сланцы, известные под названием жернового песчаника, слагают вересковую возвышенность между Шеффилдом и Манчестером и обрамляют Дербиширский купол. Однако фацальное разнообразие отложений, накапливавшихся одновременно с типичным жерновым песчаником, так велико, что в отношении этой толщи предпочтительнее пользоваться стратиграфическим термином «намюр», оставляя термин «жерновой песчаник» для отложений этого же возраста, но выраженных в определенной (дельтовой) фации. Это в общем аналогично тому, как термин «древние красные песчаники» ограничивается определенными породами девонского возраста.

В пределах юго-западной Англии и на продолжении этого фацеального пояса в юго-западной Ирландии и на Европейском континенте условия, в которых отлагались фацис кульма, продолжали существовать по крайней мере на протяжении части намюрского века. В северной Англии, Шотландии

и Северной Ирландии, где в позднединамское время накапливались ритмические отложения йордейского типа, этот тип осадконакопления продолжал существовать и в начале намюрского времени. В связи с этим повторное распространение в разрезе дельтового материала, образующего грубозернистые песчаники, переслаивающиеся с морскими глинистыми сланцами, которое обычно и считается типичным жерновым песчаником, не везде может быть отнесено к намюру. Намюрские отложения развиты главным образом в Великобритании, в центральной и южной частях Пеннинских гор, в южном Уэльсе и, разумеется, в Динан-Намюрском бассейне Бельгии, откуда и происходит их название.

В средних Пеннинах мощность жернового песчаника достигает максимального значения — 4800 м, уменьшаясь постепенно в южном направлении, в сторону Земли Св. Георгия. Местами осадконакопление на рубеже раннего и позднего карбона было непрерывным; при этом основание намюрской толщи определяется по смене визейских гониатитов другими родами, например *Eumorphoceras* и *Cravenoceras*, которые типичны для нижненамюрских отложений. Таким образом, верхние боулендские глинистые сланцы залегают на нижних боулендских глинистых сланцах без перерыва. Такое согласное залегание является исключительным, и в основном оно характерно для глубоководной части каменноугольного бассейна. В пределах массивов донамюрский рельеф визейских рифов перекрывается намюрскими отложениями, так что жерновой песчаник несогласно залегает на нижнекаменноугольных отложениях. Такое соотношение между этими отложениями можно наблюдать в Инглборо, а еще более отчетливо — южнее, по периферии Дербиширского массива. В районе Пик отложения жернового песчаника снова согласно залегают на нижнекаменноугольных отложениях, однако южнее они трансгрессивно прилегают к массиву Св. Георгия и в свою очередь трансгрессивно перекрываются угленосной свитой верхнего карбона. Тектонические движения середины каменноугольного периода — судетские движения — явились причиной несогласного залегания намюрских отложений, наиболее отчетливо проявляющегося в Юго-западной провинции. В Южно-Уэльском угольном бассейне о несогласии с очевидностью свидетельствует трансгрессивное перекрытие намюрскими пластами ордовикских отложений, тогда как на Бристоль-Мендипском участке намюрские отложения почти полностью отсутствуют. Пласты, представленные песчанистыми отложениями, являются в основном визейскими, а породы угленосной свиты залегают несогласно на пластах древнее намюрских, что наблюдается и далее к востоку, в пределах Кентского угольного месторождения, куда протягивается этот фациальный пояс. Еще далее к юго-востоку, у Намюра, намюрские отложения широко развиты и очень сходны с намюрским жерновым песчаником Великобритании. В Шотландии отложение фации жернового песчаника последовало за периодом ритмического осадконакопления, значительно позднее, чем это происходило в средних Пеннинах.

**Средне-Пеннинская провинция.** После образования подобных кульму боулендских глинистых сланцев на обширной площади отлагались дельтовые пески. Хотя истинных дельтовых форм здесь не установлено, известны последовательно распространявшиеся покровы дельтового материала. Вслед за этим наступил период циклического осадконакопления, однако в отличие от йордейских циклотем известняки здесь отсутствуют и разрез сложен морскими глинистыми сланцами или аргиллитами, которые перекрываются аргиллитами, обычно лишенными фауны; за ними отлагались мощные грубозернистые песчаники, выше которых залегают угли с подстилающими глинами. Ископаемые остатки, особенно в верхней части разреза жернового песчаника, представлены преимущественно гониатитами и морскими пластинчатожаберными. Гониатиты часто приурочены к сравнительно маломощным, но выдержанным прослоям морских пород. Ископаемые остатки обычно

встречаются в аргиллитах и известковистых глинистых сланцах, где они разрушены или представлены в виде конкреций, содержащих окаменелости («bullions»). Намюрские отложения были подразделены на зоны по фауне гониатитов; подразделение на фаунистические зоны было разработано Бисатом еще в 1924 г. при изучении разреза Пеннинских гор. Старая классификация, основанная на литологических особенностях, может быть применена только к разрезу в средних Пеннинах, в то время как подразделение разреза на гониатитовые ярусы находит широкое применение. Шесть выделенных гониатитовых ярусов названы по родам гониатитов, например нижний ярус *Eumorphoceras* (E<sub>1</sub>). Ранее они назывались зонами, но затем были признаны ярусами<sup>1</sup> и в свою очередь подразделены на 16 зон (и многочисленные подзоны). Поскольку эти подразделения стали называться ярусами, им, как это обычно принято в стратиграфии, были присвоены наименования местностей, в которых развиты типовые разрезы. Они приведены в табл. 7.7.

Таблица 7.7

Ярусы	Названия ярусов	Зоны
Нижний <i>Gastrioceras</i> G <sub>1</sub>	Йедонский	{ <i>G. cumbriense</i> <i>G. rurae</i>
Верхний <i>Reticuloceras</i> R <sub>2</sub>	Марсенский	{ <i>R. superbilingue</i> <i>R. bilingue</i> <i>R. gracile</i>
Нижний <i>Reticuloceras</i> R <sub>1</sub>	Киндерскаутский	{ <i>R. reticulatum</i> <i>R. eoreticulatum</i> <i>R. circumplicatile</i> [inconstans]
<i>Homoceras</i> H	Сабденский	{ <i>H. eostriolatum</i> <i>H. beyrichianum</i>
Верхний <i>Eumorphoceras</i> E <sub>2</sub>	Арсбергский	{ <i>Nuculoceras nuculum</i> E <sub>2c</sub> <i>Cravenoceratoides nitidus</i> E <sub>2b</sub> <i>E. bisulcatum</i> E <sub>2a</sub>
Нижний <i>Eumorphoceras</i> E <sub>1</sub>	Пенделский	{ <i>Eumorphoceras</i> sp. E <sub>1c-d</sub> <i>E. pseudobilingue</i> E <sub>1b</sub> <i>Cravenoceras leion</i> E <sub>1a</sub>

Намюрские отложения в классическом районе их распространения в Великобритании начинаются с боулендских глинистых сланцев, представляющих собой отложения, переходные от визейских. Их перекрывают пендлские гравелиты, представленные почти лишенными фауны гравелитами большой мощности, а еще выше залегают песчаники и глинистые сланцы, слагающие оставшуюся часть нижнего яруса *Eumorphoceras*. Наиболее известен среди слоев верхней части яруса грасингтонский гравелит, широко распространенный в средних Пеннинах и, возможно, эквивалентный Уорли-уайзским гравелитам, которые залегают на пендлских гравелитах. Далее к югу, в Дербишире, нижний и верхний ярусы *Eumorphoceras* представлены идейлскими глинистыми сланцами.

Отложения верхнего яруса *Eumorphoceras* в основном глинистые и представлены сабденскими глинистыми сланцами, однако местами существенную роль играют песчаники и в кровле развиты гравелиты. Отложения яруса *Homoceras*, представленные песчаниками и глинистыми сланцами мощностью около 150 м, которая уменьшается к югу, охватывают верхнюю часть идейлских глинистых сланцев.

<sup>1</sup> Эти «ярусы» являются чисто местными подразделениями и явно не соответствуют ярусам международной стратиграфической шкалы. — Прим. ред.

Слои, относящиеся к нижнему ярусу *Reticuloceras*, названы киндерскаутскими благодаря мощным киндерскаутским гравелитам, развитым в кровле. Они имеют мощность 450 м и слагают однообразную вересковую равнину в Дербишире. На изрезанных участках выделяются «гребни», крутые обрывы или склоны долин. На востоке Дербиширского купола, как в обнажениях близ Ашовера, так и в скважинах, пробуренных в Ноттингемшире, выше визейских пород залегают слои с фауной яруса  $R_1$ , на основании чего можно предположить выпадение из разреза нижнеамюрских отложений. Несмотря на то что отложения верхнего яруса *Reticuloceras* представлены в основном песчаниками или гравелитами, толща отличается ритмическим характером. В разрезе встречается уголь, широко развиты пропластки морского происхождения. В других ракушняковых пластах представлены неморские пластинчатожаберные. Залегающие в кровле гравелиты, холкумбрукские гравелиты Йоркшира и чатсуортские гравелиты Дербишира имеют широкое площадное распространение. Нижний ярус *Gastrioceras* состоит из ритмически переслаивающихся отложений типа угленосной свиты, содержащих продуктивные угольные пласты, которые разрабатываются открытым способом. Наиболее важное значение имеет песчаник Раф-Рок; в некоторых районах Ланкашира в толще этого песчаника залегают угольный пласт, именуемый Сандрок-Майн.

Судя по данным, полученным при изучении обнажений, можно считать, что к намюрскому времени вулканическая деятельность в Англии, по-видимому, прекратилась, однако при бурении скважин в Ноттингемшире были установлены вулканические породы намюрского возраста.

К югу от района максимального осадконакопления — Ланкашира — мощность намюрских пород уменьшается, однако они развиты в Дербишире, Стаффордшире и Флинтшире. В угольных месторождениях западной части средней Англии, расположенных около Земли Св. Георгия, снова отмечается уменьшение мощности в южном направлении. В Стаффордшире и Лестершире полностью развиты лишь отложения ярусов  $R_2$  и  $G_1$  (Раф-Рок и третья группа гравелитов), тогда как в южном Стаффордшире и Уорикшире жернового песчаник трансгрессивно перекрыт породами угленосной свиты, которые в Дадли залегают на силурийских отложениях, а в Нанитоне — на кембрийских. В южном направлении, от Флинтшира до Денби и далее в пределы Шропшира, обнажения жернового песчаника становятся уже и наблюдаются фациальные изменения; развитые на севере холиуэллские глинистые сланцы (ср. с идейлскими глинистыми сланцами) на юге сменяются песчаными отложениями.

**Юго-западная провинция.** В районе Бристоля — Сомерсета намюрские отложения представлены не полностью, и повсюду отложения угленосной свиты залегают несогласно на нижнеамюрских или донамюрских породах. (Слои, представленные песчанистыми фациями, имеют в основном визейский возраст.) Остается неясным, был ли разрез намюрских отложений более полным и размыт впоследствии или неполнота разреза отражает первичные условия осадконакопления. Складчатые движения и воздымание в южном Уэльсе, несомненно, произошли в донамюрское время, в связи с чем отложения жернового песчаника несогласно залегают на более древних породах — на древнем красном песчанике и нижнепалеозойских породах — вдоль северного борта угольного бассейна, где воздымание было максимальным. Обнажения жернового песчаника обрамляют Южно-Уэльский угольный бассейн (за исключением участков, занятых морем), однако только в западной части разрез представлен полностью. Там установлены самые нижние слои, однако в северном и северо-восточном направлениях они трансгрессивно срезаются на южном склоне массива Св. Георгия. Нижнекаменноугольные отложения подверглись эрозии в осевой части антиклинали Аск,

в пределах которой в послекамменноугольное время возобновилось воздымание и обнажились породы, подстилающие жерновой песчаник (фиг. 7.10).

Мощность отложений жернового песчаника достигает максимума в Гауэре — 600 м, однако она сокращается в северном и восточном направлениях и в окрестностях Понтипула и Мертера составляет лишь 90 м; это объясняется как уменьшением мощностей ярусов, так и выпадением из разреза (выклиниванием) древних ярусов. В южном Уэльсе принято трехчленное подразделение жернового песчаника на основании литологических



Фиг. 7.10. Поверхность донамюрских отложений в южном Уэльсе.

особенностей, хотя развитые здесь отложения отличаются преимущественно ритмическим характером, как и в Средне-Пеннинской провинции.

Естественно, что в пределах южного Уэльса наблюдаются фациальные изменения по простиранию, так как жерновой песчаник отлагался на склонах Земли Св. Георгия, а к югу от него, в Девоншире, располагался прогиб, где накапливалась фацция кульма. Мощные гравелиты северных обнажений уступают место более мелкозернистым породам, развитым на юге. Ясно, что материал сносился с севера и являлся продуктом разрушения докембрийских и нижнепалеозойских пород Уэльса. Колебания мощности могут быть объяснены постдиантскими складкообразовательными движениями, которые привели к дифференцированному прогибанию рассматриваемого участка.

Ярус	Литологическое подразделение	Литологическая характеристика	
$G_2$	Фэруэллские породы	Песчаники	
$G_1$	Средние глинистые сланцы	Глинистые сланцы и песчаники (в основании залегают двенадцатифутовый песчаник)	
$R_2$ $R_1$ H	Базальные гравелиты	Песчаники, конгломераты, глинистые сланцы, особенно в верхней части	
E			Слои пластичной глины

**Юго-западная Англия.** Отложения верхнего кульма, описанные на стр. 144, несомненно, являются частично намюрскими по возрасту, поскольку гониатитовый ярус R давно известен в этих отложениях. Однако комплекс признаков — присутствие гониатитов, неморских пластинчатожаберных и ископаемых растений — указывает на то, что значительная часть отложений верхнего кульма имеет вестфальский возраст, т. е. соответствует нижней угленосной свите. Отлагались ли в юго-западной Англии более ранние намюрские осадки, неизвестно.

**Северная Англия.** Самые ранние формы намюрских гониатитов были обнаружены в отложениях, залегающих непосредственно над Большим известняком йордейлской серии. Этот известняк располагается в основании верхней группы известняков; из этого следует, что отложение ритмических осадков йордейлского типа продолжалось и в начале позднекаменноугольного времени. Присутствие в отложениях верхней группы известняков северной Англии (и Шотландии) *Tylonautilus nodiferus* подтверждает намюрский возраст этой группы. Предпринятые раньше попытки однозначно установить нижнюю границу намюрских отложений в северной части Олстонского блока, где не выявлена фация жернового песчаника, окончились неудачей. На этом участке породы угленосной свиты перекрывают отложения верхней группы известняков и представляют собой подобную же толщу ритмически переслаивающихся отложений, отличаясь главным образом лишь отсутствием известняков. В Брамptonском районе гониатиты обнаружены не были, однако, поскольку известняки коррелируются на обширной площади, установлено, что верхняя группа известняков относится к намюрскому ярусу. Это также подтверждается тем, что возраст пород угленосной свиты, несомненно, нижевестфальский. Далее к северо-востоку, в Дареме и Нортумберленде, развиты ритмические серии, в которых большее значение приобретают песчаники. Однако они мало похожи на фацию жернового песчаника, развитую в средних Пеннинах. Возможно, произошло возобновление восходящих движений на приподнятом участке острова Мэн и Озерного округа; это поднятие, разделявшее в раннем карбоне участки с различными разрезами, по-видимому, и в намюрском веке препятствовало распространению гониатитовых форм в северном направлении. В Нортумберлендском районе присутствие ярусов *Homoceras* и *Reticuloceras* палеонтологически не может быть подтверждено.

**Шотландия.** В Шотландии на ритмических отложениях нижней группы известняков (визе) залегают сходные ритмические отложения намюрского возраста (фиг. 7.11). За нижнюю границу намюрской толщи принимается подошва группы известняков и углей, т. е. кровля известняков Хози. Эти три группы, объединявшиеся ранее под названием «каменноугольный известняк», отличаются мало, но в группе известняков и углей отсутствуют известняки. Ее прежнее название — группа углей и железняков (в Мидлотиане она также называется «краевым угольным пластом») — было более удачным, поскольку в ней присутствуют продуктивные угольные пласты. Более 50% шотландского угля добывается из пластов этой группы, а в прошлом разрабатывались в промышленном объеме и глинистые железняки. Мощности всех групп увеличиваются в восточном направлении, достигая максимального значения севернее эстуария реки Форт. Кроме того, происходит изменение мощности с севера на юг, особенно на западе Шотландии. Наблюдаемые изменения мощности сравнительно резкие, они совпадают с местоположением тектонических нарушений, формирование которых, очевидно, происходило одновременно с осадконакоплением, хотя подвижки по разломам происходили также и в послеканноугольное время. Отложения групп имеют максимальную мощность в северном Эршире и уменьшаются в мощности в среднем Эршире, поверхность которого представляла собой медленно погружавшийся шельф; в южном Эршире мощность вновь возрастает, за исключением участков, расположенных вблизи разлома Южно-Шотландской возвышенности. Однако береговая линия не была приурочена к разлому, так как отложения этого возраста перекрывают зону разлома и точное положение берега не установлено. Уменьшение мощности отложений группы известняков и углей на некоторых участках, очевидно, происходит по двум причинам: во-первых, представлено меньшее количество циклотем и, во-вторых, отдельные циклотемы развиты не столь полно. Количество продуктивных пластов угля на том или ином участке не находится в прямой зависимости

от мощности отложений группы, поскольку в некоторых циклотемах уголь имеет малую мощность или отсутствует. Наличие многочисленных продуктивных угольных пластов, как, например, в южном Эршире, отражает скорость погружения, способствовавшую частому возникновению условий, благоприятных для углеобразования (образование почвы, развитие растительности), вслед за которыми устанавливались оптимальные условия для сохранения углеобразующего торфа.

Ф и г. 7.11. Палеогеографическая обстановка в ранненамюрское время (ярусы E и H).

1 — граница распространения грассингтонских гравелитов дельтового происхождения; 2 — циклические известковые отложения; 3 — глинистые сланцы и алевролиты; 4 — преимущественно глинистые сланцы; 5 — дельтовые фации.



Известняки этих групп содержат фауну брахиопод и кораллов, не имеющую явного диагностического значения для определения возраста. В некоторых горизонтах присутствуют неморские пластинчатожаберные, однако их стратиграфическое значение также невелико. При установлении возраста опираются на фауну гониатитов. Нижнюю группу каменноугольного известняка относят к зоне P<sub>2</sub>, а верхнюю группу — к ярусам E<sub>2</sub> и H. Отсюда вытекает, что группа известняков и углей должна относиться к намюрскому ярусу (возраст E<sub>1</sub>). Корреляция пластов такой толщи, как группа известняков и углей, приобретает первостепенное значение, поскольку в них развиты пласты, представляющие промышленный интерес. Корреляцию облегчает наличие слоев с *Lingula*, однако она частично основывается на литологических особенностях пород в различных разрезах.

Выше каслкэрийского известняка, по которому устанавливается кровля верхней известняковой группы, залегают породы переходной группы, ранее называвшейся шотландским жерновым песчаником. Новое название было дано в связи с тем, что термин «жерновой песчаник» приобрел стратиграфический смысл и что возраст отложений переходной группы является частично намюрским, а частично вестфальским. Сложенная преимущественно песчанистыми отложениями, группа включает глинистые сланцы и имеющие важное промышленное значение разрабатываемые огнеупорные глины. Угольные пласты продуктивны лишь в некоторых местах, хотя в переходной группе развиты самые мощные в Великобритании угольные пласты; эти пласты образовались в условиях погружавшегося бассейна близ Уэстфилда,

в Файфе. Песчаники образовались в результате разноса дельтового материала, они имеют пеструю, иногда красноватую окраску.

На западе Шотландии отмечается возобновление магматической активности, и вулканические породы установлены в Кинтайре, на острове Арран и в Эршире. В последнем лавы образуют толщу мощностью 150 м. В результате выветривания в условиях субтропического климата они послужили материалом для образования эрширских бокситовых глин, которые разрабатывались в северном Эршире. Колебания мощности отложений переходной группы в общем происходят аналогично изменениям мощности нижележащих групп; на западе мощность группы незначительна, за исключением тех районов, где развиты вулканические породы. В восточном направлении мощность переходной группы увеличивается, достигая максимальной величины свыше 300 м в Клакманнэне, в то время как к востоку от Пентленда она составляет около 150 м; здесь группа представлена преимущественно песчаниками, называемыми рослинскими слоями.

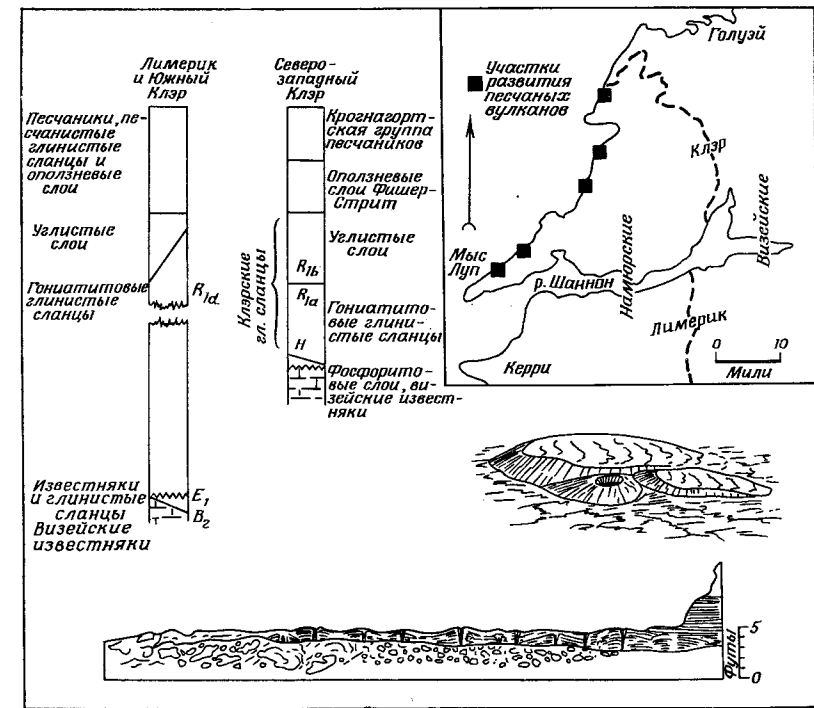
Естественно, что в подобных отложениях дельтового происхождения гониатиты не обнаружены, в связи с чем наличие ярусов между  $E_2$  и  $G_2$  не подтверждено. Вверх по разрезу на расстоянии около одной трети от подошвы переходной группы зафиксирован «растительный перерыв» (изменение характера ископаемых растительных остатков), однако последние палинологические исследования показали, что по крайней мере некоторые из ранее не доказанных ярусов в разрезе присутствуют. Вероятно, перерыв в осадконакоплении был непродолжительным.

**Намюрские отложения Ирландии.** Залегающие на визейских породах намюрские отложения, некогда широко развитые в значительной части Ирландии, сохранились лишь в немногих местах. В настоящее время намюрские породы установлены в трех районах; они всегда перекрывают нижнекаменноугольные отложения и, как правило, обрамляют угленосные бассейны. Они развиты на западе, от графства Клэр до Керри, в районе Килкенни — Карлоу, а также в нескольких незначительных обнажениях на севере.

Намюрские отложения Ирландии в общих чертах аналогичны одновозрастным отложениям Великобритании. На юго-западе продолжали существовать фациальные условия кульма, а на севере, т. е. в пределах западного продолжения Средне-Шотландской низменности, из визейского в намюрский век перешло циклическое осадконакопление йордейлского типа. Однако циклы в верхнем визе и нижнем намюре представлены переслаивающимися глинами и песчаниками и не содержат известняков.

В графстве Клэр в условиях погружавшегося прогиба, расположенного в центре эстуария реки Шаннон, сначала отлагались фойнские (клэрские) глинистые сланцы. В результате судетских движений образовалось несогласие, в связи с которым в разрезе местами отсутствуют те или иные слои. В частности, выпадают из разреза слои  $P_2$  и  $E_1$ , а в направлении к бортам бассейна вышележащие слои трансгрессивно перекрывают более древние. Этот бассейн осадконакопления имел каледонское простирание; он может быть также установлен в Дублинском районе. Клэрские глинистые сланцы с прослоями алевролитов имеют мощность от 15 до сотен метров (180 м в эстуарии реки Шаннон) и, как правило, несогласно залегают на нижнекаменноугольных отложениях, как, например, идейские глинистые сланцы на склоне Дербиширского массива. Несмотря на выклинивание нижних ярусов в направлении от центра бассейна (выклиниваются слои вплоть до нижней части яруса с *Homoceras*), намюрские отложения характеризуются большой мощностью вследствие интенсивного развития слоев верхнего яруса *Reticuloceras*. Так, даже в северной части графства Клэр мощность достигает 390 м, хотя она составляет менее половины мощности отложений, обнажающихся вдоль реки Шаннон в центральной части Клэра. В некоторых частях

северо-западного Клэра развиты конкреции и выдержанные по площади маломощные пласты фосфорита, отлагавшегося в периоды отсутствия привноса обломочного материала; возможно, это происходило в лагунных условиях. Залежи фосфорита имеют промышленное значение. Обнажения в прибрежных районах графства Клэр дают яркие примеры образования оползней; осадки, бывшие еще в неконсолидированном состоянии, сползли вниз по склону в сторону осевой части прогиба, т. е. в южном направлении. Подобные же оползни имеются в обнажениях на участке Типперэри — Карлоу, однако оползание здесь происходило в северном направлении, т. е. в направлении оси прогиба. Оползневые структуры представлены в виде покровов и широких каналов, глубина размыва которых достигает 45 м.



Ф и г. 7.12. Распространение песчаных вулканов в намюрских отложениях графства Клэр, Ирландия.

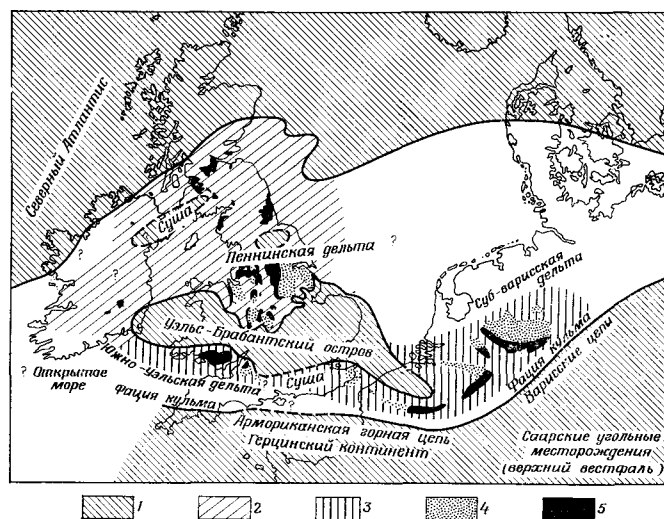
На эродированной поверхности некоторых гравитационных покровов встречаются небольшие песчаные вулканы (фиг. 7.12). Они образовались в результате того, что водонасыщенные пески (пльвуны) под действием веса вышележащих осадков были выжаты под давлением сквозь покров оползневой материала.

Северо-западнее Дублина в пределах Саммерхиллского обнажения мощная толща глинистых намюрских пород, вплоть до отложений яруса *Homoceras*, согласно залегают на визейских отложениях; этот разрез сходен с разрезом Средних Пеннин. Намюрские отложения в нескольких обнажениях, расположенных к юго-западу от озера Лох-Ней, содержат циклические осадки, среди которых встречаются лишь тонкие прослои известняков, но зато представлены продуктивные угольные пласты. При отсутствии гониатитов, которые распространены в намюрских отложениях других районов Ирландии, намюрский возраст подтверждается присутствием *Tylonautilus*.

### Верхнекаменноугольные отложения — вестфальский и стефанский ярусы

**Проблемы корреляции.** В пределах Британских островов большая часть угленосной свиты относится к вестфальскому ярусу, и лишь самые верхние слои разреза некоторых угольных месторождений (обычно это красноцветные слои) относятся к стефанскому ярусу. Поэтому для этой страны термины «продуктивная угленосная свита» и «вестфальский ярус» являются почти синонимами. Первоначально эта толща была подразделена на литологической основе на нижнюю, среднюю и верхнюю угленосные свиты; впоследствии в связи с выделением в разрезе фаунистических зон это расчленение было пересмотрено (см. стр. 143).

Общая палеогеографическая обстановка вестфальского века была сходна с палеогеографическими условиями намюрского времени. Важным структурным элементом все еще оставался Уэльс-Брабантский островной массив, оставалась приподнятой северная оконечность Великобритании, на юге



Ф и г. 7.13. Палеогеографическая обстановка в северо-западной Европе в вестфальское время.

1 — суша; 2 — прибрежные болота Шотландии — Пеннин; 3 — прибрежные болота южного Уэльса — Рура; 4 — погребенные угольные месторождения; 5 — поверхностные угольные месторождения.

располагался герцинский континент (фиг. 7.13). В других местах в результате эрозии образовались обширные плоские участки, которые временами затоплялись мелководным морем, а иногда являлись местами разноса и накопления дельтового материала. Периодически скорость осадконакопления превышала скорость погружения; в этот период развивались болотистые леса и формировалась почва. Развитие небольших депрессий или поднятий земной коры, поверхность которых всегда располагалась вблизи уровня моря, обусловило широкий диапазон типов отлагавшихся осадков.

В результате послекамменноугольных складчатых движений отложения угленосной свиты сохранились, как правило, в синклиналиях, которые, хотя и отделены сейчас одна от другой, характеризуются близким сходством разрезов. Отличительной особенностью вестфальского века является существование сходных условий осадконакопления на чрезвычайно обширной площади. Условия, в которых происходило образование углей, установились в одно и то же время на расстоянии от Ирландии до Силезии, а временами они охватывали даже Донецкий бассейн. Угольные бассейны Великобритании, а также Франко-Бельгийский, Рурский и Силезский бассейны,

принадлежащие к единой обширной области осадконакопления, называют паралическими, т. е. морскими. Они отличаются от озерных бассейнов Бретани, Саара и Центрального массива Франции, т. е. от бассейнов герцинского континента. В настоящее время аналоги таких обширных угленосных паралических бассейнов не могут быть установлены с уверенностью, хотя болота Дисмал в Виргинии, возможно, представляют собой область, в пределах которой существуют благоприятные условия для образования угля. Углесодержащие отложения озерных бассейнов накапливались в пределах межгорных бассейнов и были пространственно разобщены. Для них характерно отсутствие признаков вторжения моря. В Великобритании Южно-Уэльский и Сомерсетский угольные бассейны по палеогеографической обстановке, существовавшей в пеннантское время, приближаются к этому типу бассейнов (вопрос будет рассмотрен ниже).

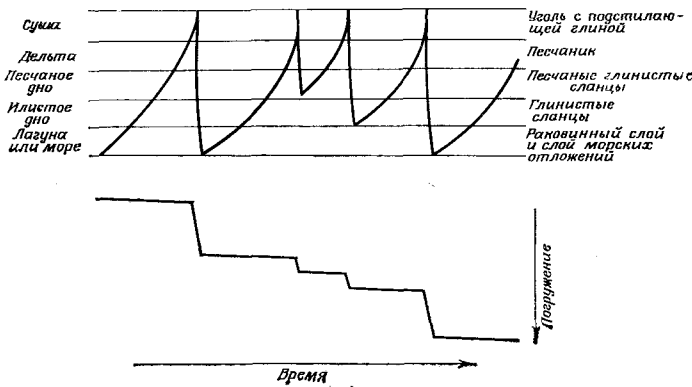
Угленосная свита сложена ритмическими осадками. Ниже приводится полная циклотема:

- уголь;
- подстилающая глина;
- песчаные глинистые сланцы;
- алевролиты;
- глинистые сланцы;
- глинистые сланцы с неморскими пластинчатожаберными;
- глинистые сланцы с морскими ископаемыми остатками.

Уголь представлен в виде слоев или пластов разной мощности: от пропластков до пластов мощностью обычно около 1,8 м (мощность разрабатываемых пластов в среднем составляет 1,35 м). Уголь слагает не более 4% общей мощности разреза. Кроме угля, промышленную ценность представляют глины, подстилающие угольные пласты. При выщелачивании глинистых почв образуется серая огнеупорная глина глыбовой структуры (часто с корнями растений), которая иногда имеет достаточную мощность для ее рентабельной разработки. Песчаные почвы служили исходным материалом для образования очень чистых кремнистых песчаников, называемых ганистером и представляющих промышленный интерес, тогда как из песчаных глинистых почв образовался нечистый ганистер, не имеющий промышленного значения. Железняки, т. е. глинистый материал, сцементированный карбонатами железа, могут содержать более 25% железа и ранее широко разрабатывались. Близость месторождений угля и железа обусловила распределение тяжелой железной руды в Великобритании, хотя разработка других залежей железной руды изменила характер этого распределения. Самыми распространенными породами в угленосной свите являются алевролиты и глинистые сланцы, хотя песчаники также встречаются достаточно часто. Различные литологические особенности отложений свиты являются отражением разных условий осадконакопления, однако можно сказать, что в целом это эстуариевые отложения.

Угленосные толщи встречаются не только в разрезе каменноугольной системы, они известны в отложениях каждой геологической системы, начиная с широкого распространения наземной растительности в конце девонского периода. Однако для сохранения угольных пластов было необходимо существование двух факторов: во-первых, обязательный пышный расцвет наземной флоры, условием которого было наличие периодов осушения, во-вторых, захоронение образовавшегося в этих условиях торфа под слоем осадков, чтобы предотвратить быстрое разложение материала бактериями. Следовательно, должно было происходить быстрое погружение, приводившее к ликвидации благоприятных для углеобразования условий (фиг. 7.14). Тип флоры и ее обилие свидетельствуют о существовании в то время субтропического климата, что согласуется с палеомагнитными данными о положении земных полюсов в каменноугольное время.

В связи с важной ролью, которую играет уголь, продолжающий оставаться основным сырьевым богатством страны, детальной корреляции угленосной свиты было уделено большее внимание, чем какому-либо другому стратиграфическому интервалу. Однако циклический характер осадков создает определенные трудности при сопоставлении, поскольку пачки одной циклотемы сходны с пачками другой. Кроме того, ископаемые остатки морских организмов, обычно используемые в целях корреляции, встречаются слишком редко, чтобы с их помощью можно было произвести корреляцию требуемой точности. Однако горизонты отложений морского происхождения



Ф и г. 7.14. Диаграмма, иллюстрирующая циклическое осадконакопление. Показано, что многие циклы неполные (погружение периодически ускорялось, что приводило к образованию новых циклотем).

(называемые морскими прослоями) иногда развиты на очень большой площади и служат чрезвычайно важными маркирующими горизонтами. Наиболее значительные из них могут быть прослежены в пределах угольных бассейнов Великобритании, Бельгии и ФРГ. Несмотря на то что морские ископаемые остатки встречаются лишь в отдельных интервалах разреза, так как немногие циклотемы содержат морские глинистые сланцы, при расчленении разреза опираются также на гониатиты, использовавшиеся для расчленения на зоны визейских и намюрских отложений. Это позволило разделить угленосную свиту на ярусы *Gastrioceras* и *Anthracoseras*. Основание вестфальского яруса устанавливается по наличию морского прослоя с *Gastrioceras subcrenatum*. На континенте вестфальский ярус обычно делится на вестфаль А, В, С и D на основании фауны гониатитов, встреченных в наиболее значительных морских пластах (табл. 7.8).

Самая первая попытка классификации угленосной свиты по палеонтологическим данным была предпринята Кидстоном более полувека тому назад, для чего были использованы ископаемые остатки растений. Кидстон выделил четыре подразделения: ланаркское, йоркское (первоначально неудачно названное вестфальским), стаффордское и радстокское. Самое нижнее из этих подразделений, выделяемых по растительным остаткам, включает отложения верхней части намюрского яруса. Намного более точное подразделение на зоны угленосной свиты (и верхнего намюра) было произведено Диксом с использованием комплексов ископаемых растений; им были выделены зоны от А до I. При таком способе зоны выделяются приблизительно с той же точностью, что и при более обычном использовании неморских пластинчатожаберных. Неморские пластинчатожаберные встречаются в «раковинных прослоях», развитых в основании многих циклотем, а в вышележащих слоях они встречаются реже. Для угленосной свиты типичны семь родов. Зоны выделяются на основании характерных комплексов видов и именуется по названиям наиболее часто встречающихся видов ископаемых. В морских отложениях, особенно в кумгорском, или кровельном морском, прослое, который разделяет вестфальские отложения на морганские (вверху) и амманские (внизу), фауна неморских пластинчатожаберных существенно изменяется. Перечень встречающихся родов, приведенный в табл. 7.9, свидетель-

Таблица 7.8

Европа	Литологические подразделения	Подразделения, выделенные по ископаемым остаткам растений	Флористические зоны	Гониатитовые ярусы	Зоны неморских пластинчатожаберных	Основные морские пласты
Стефан		Радсток	I		<i>Prolifera</i>	Морган Кровельный морской пласт
Вестфаль D	Верхняя угленосная свита	Стаффорд	II		<i>Tenuis</i>	
Вестфаль C			G		<i>Phillipsi</i>	
Вестфаль B	Средняя угленосная свита	Йорк («вестфаль»)	F	<i>Anthracoseras A</i>	<i>Верхняя Similis-pulchra</i>	Морской пласт Мансфилд
Вестфаль A			E		<i>Нижняя Similis-pulchra</i>	
			D		<i>Modiolaris</i>	
Намюр	Нижняя угленосная свита	Ланарк	C	<i>Gastrioceras G</i>	<i>Communis</i>	Морской пласт Клей-Кросс
			B		<i>Lenisulcata</i>	
			A			

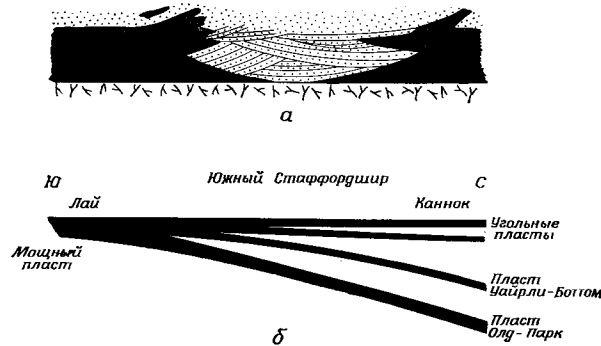
Таблица 7.9

	<i>Lenisulcata</i>	<i>Communis</i>	<i>Modiolaris</i>	<i>Similis-Pulchra</i>	<i>Phillipsi</i>	<i>Tenuis</i>
	← <i>Carbonicola</i> →					
			← <i>Anthracosia</i> →			
		← <i>Anthracosphaerium</i> →				
	← <i>Naiadites</i> →					
	← <i>Anthraconauta</i> →				← <i>Anthraconauta</i> →	
			← <i>Anthraconia</i> →			
Пор-Клей			Клей-Кросс (амманский)	Мансфилд (Северно-Йоркский)	Кровельный кумгорский	Прослой морских отложений



ствует о том, что в средней морской пачке с *Modiolaris* исчезает *Carbonicola* и вместо нее появляется *Anthracosia*; в морских слоях Севн-Коуд и Кумгорс исчезают другие роды. Широкое распространение раковинных прослоев от месторождения к месторождению (особенно в амманских отложениях) подтверждает, что некогда отложения угленосной свиты имели непрерывное площадное распространение.

Помимо выделения зон с помощью неморских пластинчатожаберных и макроскопических остатков растений, корреляция пластов угленосной свиты производилась с использованием микроспоровых комплексов и путем детальных литологических сопоставлений. Последний метод остается очень ценным при корреляции отложений на коротких расстояниях, где местные



Фиг. 7.15. Разрыв угольного пласта, при котором размытый участок был заполнен косослоистыми песчаниками (а). Расщепление угольного пласта в Южно-Стаффордширском угольном месторождении; вблизи Уэльс-Брабантского острова развита мощная угольная толща (б).

изменения в пластах незначительны и ими можно пренебречь. Корреляция усложняется в связи с тем историческим фактом, что названия пластам были даны до того, как стали известны современные методы корреляции. В результате этого выдержанные по площади пласты могут иметь разные названия на различных участках одного и того же угольного бассейна. Как следствие этого одно и то же название может быть дано разным пластам. Наименования угольных пластов сами по себе представляют интерес для изучения. Многие из них носят чисто описательный характер, например верхний твердый, двухфутовый или крошечный, однако большинство наименований соответствует названию местностей, где эти пласты обнажаются или же разрабатывались, например таптонские угли, олтонские угли и т. д. Такие общие наименования, как главный пласт и кеннельский уголь, привели к путанице в корреляции.

Основная трудность корреляции пластов обусловлена палеогеографической обстановкой, существовавшей в вестфальском веке. Вблизи участков суши, таких, например, как Уэльс-Брабантский остров, где погружение было медленным, благоприятные условия для образования угля существовали на протяжении длительного периода времени, в результате чего образовались мощные пласты угля. Однако по мере удаления от склонов таких стабильных участков мощные пласты расщепляются на ряд пластов, разделяемых глинистыми сланцами и песчаниками, что свидетельствует о том, что углеобразующие условия существовали лишь периодически (фиг. 7.15). Самым известным примером мощного угольного пласта может служить угольный пласт (Thick Coal) (мощность более 9 м), развитый в южном Стаффордшире и Уорикшире. В северном направлении этот пласт расщепляется на несколько прослоев. Такие же примеры известны почти в каждом угольном месторождении. В «девятифутовом» угольном пласте южнее Барнсли имеется прослой пустой породы мощностью 2,5 см; в северном направлении он увеличивается в мощности до 15 м, отделяя верхние барнслийские отложения, или пласт Уоррен-Хаус, от нижних барнслийских углей. Часто, хотя и не всегда, наличие мощного угольного пласта свидетельствует о бли-

зости стабильного участка, в пределах которого углеобразующие условия не устанавливались.

Перерывы в распространении угольных пластов, называемые размывами, представляют собой русла, заполненные обломочным материалом. Время образования многих размывов полностью или почти совпадает со временем образования углей, а сами размывы являются результатом внедрения меандрирующих потоков в торфяную толщу углеобразующих болот. Песчаное выполнение этих русел часто косослоистое и может быть представлено конгломератовым материалом, включающим гальку железняков. Размывы образовались после уплотнения торфа, приводившего к тому, что пласты обычно имели увеличенную мощность по краям (фиг. 7.15).

Описание угольных бассейнов удобно приводить по районам, которые характеризуются общностью как палеогеографических условий, так и тектонических особенностей.

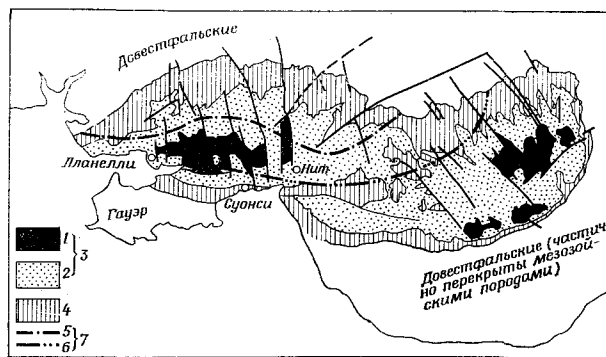
**Угольные месторождения варисского передового прогиба.** В настоящее время к югу от Уэльс-Брабантского острова угольные месторождения установлены в южном Уэльсе, Сомерсете и Кенте. Последнее является совершенно закрытым, т. е. отложения угленосной свиты не обнажаются на поверхности, залегая под покровом более молодых пород. Разрезы всех этих месторождений представлены нижней глинистой серией, содержащей уголь. Выше следуют песчаные отложения дельтового или озерного происхождения, среди которых встречаются и продуктивные угольные пласты. Эти отложения везде, за исключением Кентского месторождения, перекрыты верхней глинистой серией, содержащей уголь.

**Южный Уэльс.** Южно-Уэльское угольное месторождение представляет собой крупную синклинали, погружающуюся на восток; ее западное окончание в районе Пембрука смято в результате надвиговых явлений. Отмечено много разрывных нарушений, образовавшихся в послеканноугольное время и протягивающихся главным образом с севера на юг; развиты также вторичные мелкие складки. Разрез отложений представлен в табл. 7.10.

Таблица 7.10

		Прежние литологические подразделения	Флора	Зоны	Прослой морских отложений
Морган	Пеннантская серия (верхняя угленосная свита)	Верхнепеннантские	Верхняя угольная серия	Вестфаль D	<i>Tenuis</i>
		Нижнепеннантские	Пеннантская серия	Вестфаль C	<i>Phillipsi</i>
Амман	Средняя угленосная свита	Нижняя угольная серия	Фэруэллские породы		<i>Similis-pulchra</i>
	Нижняя угленосная свита				<i>Modiolaris</i>
					Амманский
					<i>Communis Lenisulcata</i>
					<i>G. subcrenatum</i>

Отложения нижней угольной серии обнажаются по периферии, а также вдоль размытой антиклинали Мастег. На участке Рондда эти отложения обнажаются в ложах долин, причем пеннантский песчаник слагает вересковое плоскогорье между этими долинами. Мощность отложений серии уменьшается от 900 м в Суонси до 420 м в Мертер-Тидвиле и в Понтизуле составляет лишь 180 м. Отложения пеннантской серии залегают на верхне-кумгорских морских слоях и представлены мощными полевошпатовыми слюдястыми песчаниками, которые широко используются в строительстве. Данные о минеральном составе этих отложений свидетельствуют о том, что часть их образовалась за счет разрушения древних красных песчаников. Судя по направлениям палеотечений, снос материала происходил с разных сторон, но в основном с юга или с юго-востока; небольшое количество материала поступало также с севера. Пеннантский песчаник, вероятно, отлагался в бассейне осадконакопления, форма которого была сходна с его современной



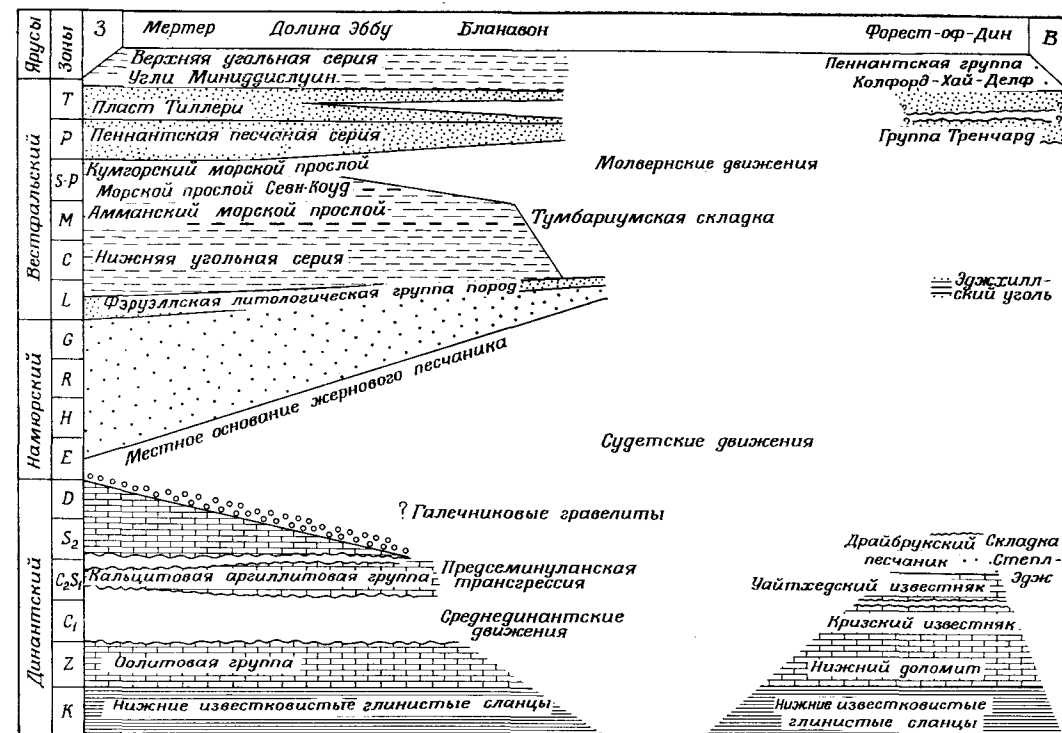
Ф и г. 7.16. Схематическая геологическая карта Южно-Уэльского угольного месторождения; показаны участки развития антрацитовых слоев.

1 — верхняя угольная серия; 2 — пеннантская серия; 3 — пеннантская свита; 4 — нижняя угольная серия; 5 — южная граница распространения антрацитов; 6 — южная граница распространения паровячного угля; 7 — в нижней угольной серии.

структурной формой, но размеры больше, а снос материала осуществлялся в направлении к осевой части. Однако изменение мощности отложений пеннантской серии носит тот же характер, что и нижней угольной серии: от максимальных величин в районе Суонси мощность уменьшается в северном и восточном направлениях. В западных частях бассейна эти отложения содержат продуктивные угольные пласты. Отложения верхней угольной серии сохранились в синклиналих и опущенных по разломам мульдах. В пределах Мастегской антиклинали они были уничтожены эрозией. Нижние слои представлены обычными сериями сероцветных пород с угольными пластами, однако верхняя часть разреза мощностью 60—90 м сложена красноцветными породами — мергелями, песчаниками и глинистыми сланцами, — подобными красноцветным отложениям, которые характерны для верхней части разреза любого угольного месторождения Великобритании. Об этом будет сказано ниже.

Характерной особенностью Южно-Уэльского угольного месторождения является присутствие в разрезе антрацитовых пластов. Эти чрезвычайно ценные низколетучие угли (содержание углерода составляет приблизительно 94%) развиты в нижней угольной серии западной и северо-западной частей месторождения (фиг. 7.16). Распространение антрацитовых пластов не связано ни с современной глубиной залегания пластов, ни с прежней глубиной захоронения осадка (что вытекает из закона Хилта), хотя следует признать, что данных о прошлом распределении и мощности мезозойских отложений в южном Уэльсе, безусловно, недостаточно. Метаморфизм углей, как правило, увеличивается в северо-западном направлении, однако удовлетворительного объяснения этому дать нельзя.

**Форест-оф-Дин.** Восточнее Южно-Уэльского угольного бассейна располагается месторождение Форест-оф-Дин, представляющее собой маленький бассейн, разрез которого в значительной степени сходен с разрезом Южно-

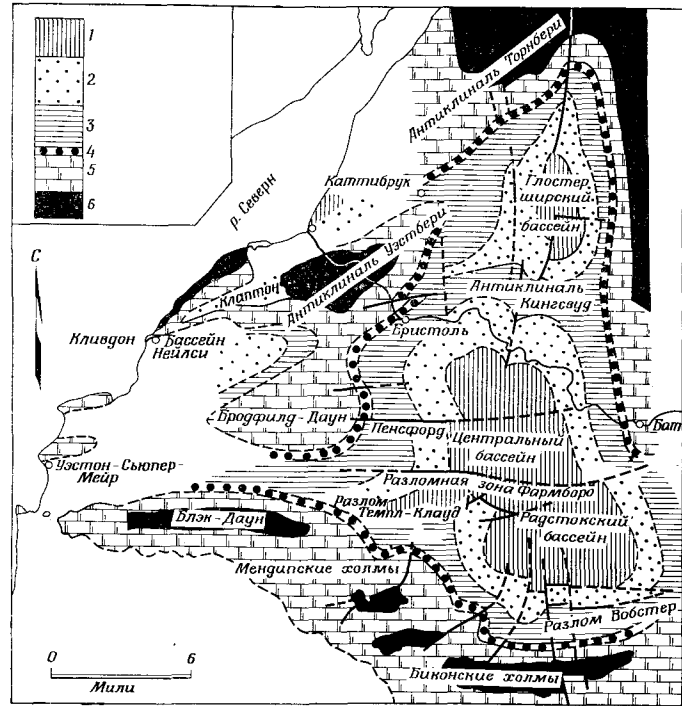


Ф и г. 7.17. Диаграмма, иллюстрирующая стратиграфические и структурные взаимоотношения каменноугольных пород в восточной части Южно-Уэльского месторождения и месторождения Форест-оф-Дин.

Уэльского бассейна, за исключением того, что отложения здесь менее нарушены послекамменноугольными движениями. Намюрские отложения в основном отсутствуют, и отложения нижней группы, называемой здесь группой Тренчард, залегают на слоях от верхних драйбрукских песчаников до нижнего древнего красного песчаника (фиг. 7.17). По основному продуктивному угольному пласту отбивается основание пеннантской серии, которая представлена здесь мощными песчаниками с небольшими прослоями глинистых сланцев и углей. Угленосные пласты развиты в разрезе надпеннантской серии, установленной в центральной части бассейна.

**Угольные месторождения Сомерсета — Глостера.** Эти угольные месторождения разрабатываются со средних веков, возможно, и с римских времен. Главный бассейн, или Центральный бассейн, по существу отделяется от Глостерского бассейна Кингсвудской антиклиналью. Однако три четверти угленосной свиты скрыты под толщей мезозойских отложений, и часто встречаются лишь отдельные обнажения. Кроме того, имеются изолированные бассейны, например Эйвонмутский и Нейлсийский, расположенные западнее основных обнажений (фиг. 7.18). Отложения угленосной свиты, несогласно залегающие на более древних породах из-за отсутствия значительной части намюрской толщи, подразделяются на нижнюю угольную серию, пеннантскую серию и верхнюю угольную серию. Разрабатываемые пласты приурочены как к нижней, так и к верхней угольным сериям. В предпеннантское время произошло воздымание вдоль линейного поднятия нижнего Северна, имеющего меридиональное простирание; в результате размыва отложения пеннантской серии залегают на древнем красном песчанике (фиг. 7.19).

Вблизи Мендипской возвышенности, в Радстокском бассейне, слои имеют крутое падение, сильно нарушены и характеризуются наличием пологопадающих надвигов или «оползней». В настоящее время уголь разрабатывается только из пластов верхней серии, однако сложное строение толщи хорошо видно в прежних выработках в отложениях нижней серии, например в районе Вобстера (фиг. 7.20). Из-за ограниченного числа обнажений

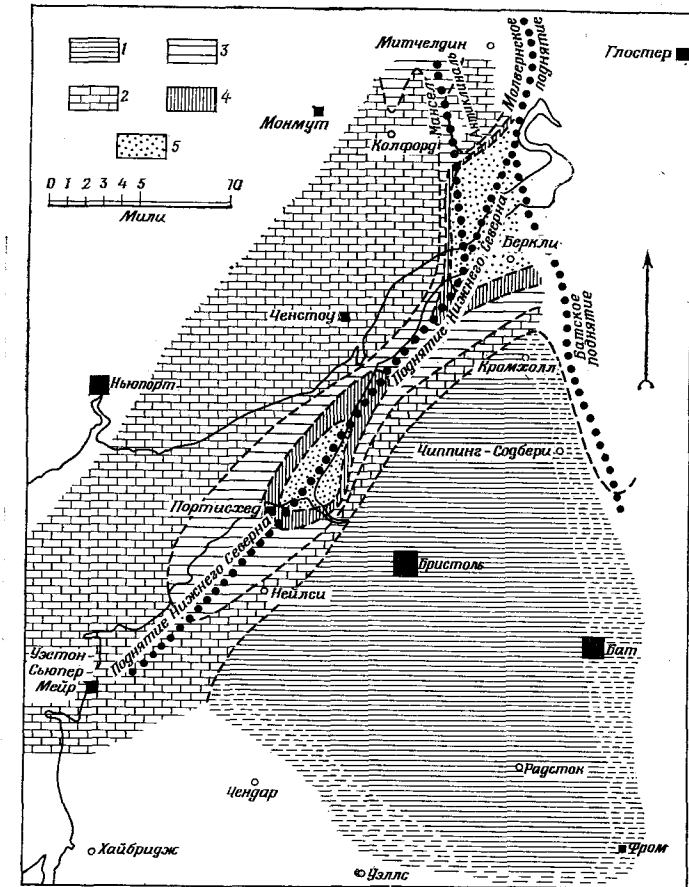


Фиг. 7.18. Угольные месторождения в допалеозойских породах юго-западной Англии. 1 — верхняя угольная серия; 2 — пеннантская песчаная серия; 3 — нижняя угольная серия; 4 — жерновой известняк; 5 — каменноугольный известняк; 6 — древний красный песчаник.

детальное строение толщи неизвестно. Угольные пласты нижней серии разрабатываются в районе Кингсвудской антиклинали, а угольные пласты верхней серии разрабатываются севернее, в Глостерском бассейне, известном также под названием бассейна Колпит-Хит. Пласты верхней серии разрабатываются в Эйвонмуте, где угольные пласты развиты частично под рекой Северн, однако Севернский туннель проходит главным образом сквозь толщу песчаников пеннантской серии.

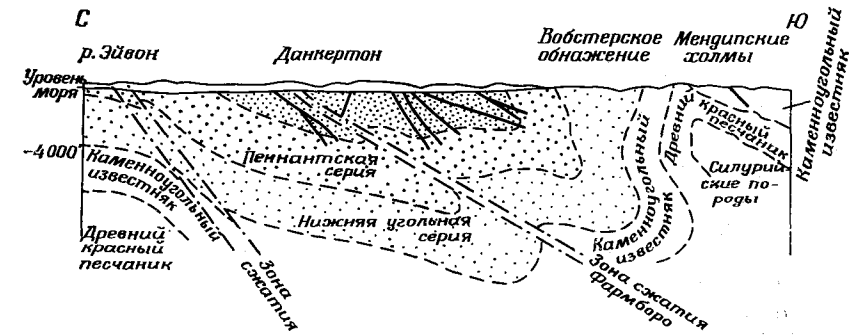
Красноцветные пласты широко развиты в угольных месторождениях Глостера — Сомерсета, особенно в бассейне Колпит-Хил, где их мощность достигает 300 м. Условия, в которых формировались красноцветные отложения, возникли не везде в одно и то же время (на юге они возникли позднее), однако эти отложения принадлежат частично зонам *Tenuis* и *Phillipsi*. Из-за скудости фауны остается неясным, какая часть разреза относится к стефанскому ярусу. Разумеется, это классический район развития радстокской флоры.

**Кент.** Угольное месторождение Кент полностью закрыто чехлом более молодых отложений. Породы вестфальской угленосной свиты, несогласно залегающие на визейских отложениях (так как намюрский ярус здесь отсутствует), слагают часть «платформы» палеозойских пород, которая образует хребет, простирающийся от Лондона до Кента и далее в пределы Бельгии



Фиг. 7.19. Палеогеологическая карта, соответствующая времени перед отложением пеннантской серии.

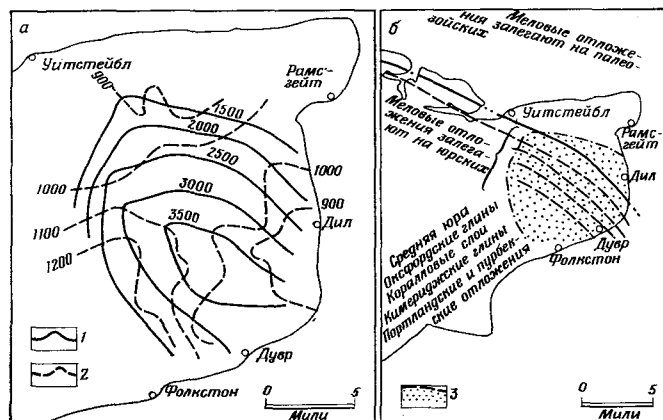
1 — нижняя угольная серия; 2 — слои D и S серии каменноугольного известняка; 3 — слои C и Z серии каменноугольного известняка; 4 — слои K серии каменноугольного известняка; 5 — древний красный песчаник и более древние формации.



Фиг. 7.20. Разрез угольного месторождения Бристоль — Сомерсет.

(В течение значительного отрезка мезозойского времени он являлся важным элементом палеогеографии.) Мощность чехла мезозойских и третичных пород достигает 300 м и более. Контуры месторождения известны со средней точностью, лишь по данным нескольких шахт и данным скважин (фиг. 7.21).

Месторождение приурочено к синклинали, погружающейся в восток-юго-восточном направлении. На западном погружении синклинали происходит внезапное исчезновение пород угленосной свиты; возможно, это связано со сбросом, протягивающимся с севера на юг. Наблюдается значительное стратиграфическое сходство разреза этого месторождения и месторождений Сомерсета и южного Уэльса. Нижняя пачка глинистых сланцев мощностью около 210 м соответствует зонам от *Communis* до *Similis-Pulchra*, что свидетельствует об отсутствии нижней части вестфальского яруса (зоны *Lenisulcata*). Выше следует пачка песчаников, очень сходная с пеннантской серией



Ф и г. 7.21. Структурная карта по подошве угленосной свиты в Кенте; показана форма Кентского угольного бассейна (а). Характер покровных отложений Кентского угольного месторождения (б).

1 — изолинии по подошве угленосной свиты; 2 — глубина залегания кровли угленосной свиты; 3 — приблизительные контуры угольного месторождения.

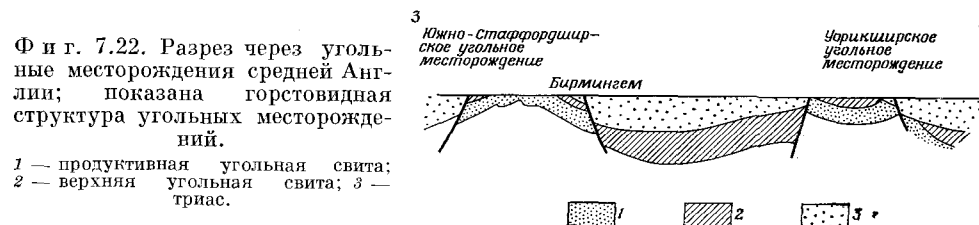
других угольных месторождений, причем толща мощностью около 600 м относится к зонам *Phillipsi* и *Tenuis*. Имеются данные, свидетельствующие о перерыве в осадконакоплении в предпеннантское время. Угольные пласты развиты в песчаной пачке, например кентский пласт № 1 (самый верхний); угольные пласты имеются также в пачке глинистых сланцев. Последние представлены полуантрацитами.

Несмотря на то что Кентское угольное месторождение не прослежено на большое расстояние в пределы Ла-Манша, бассейн, сходный по ряду характерных особенностей, расположен в Па-де-Кале на продолжении Кентского бассейна. Там амманские отложения также отличаются небольшой мощностью и залегают несогласно на доамюрских породах.

Все эти угольные месторождения, располагающиеся к югу от Уэльс-Брабантского острова, имеют много общего. Хотя мощность угленосной свиты в южном Уэльсе превышает 2400 м (максимальная величина в пределах Великобритании), а мощность амманских отложений составляет приблизительно 900 м, отложения зоны *Lenisulcata* развиты слабо. Однако в амманских отложениях (нижняя угольная серия) развиты крупные пласты. Пеннантская серия, несмотря на ее образование в озерных условиях (что установлено в районе южного Уэльса), представлена повсеместно. В основании ее часто наблюдается перерыв, связанный с резким изменением палеогеографических условий перед накоплением пеннантских осадков в результате воздымания территории. Верхние части разреза пеннантской серии (верхняя угольная серия) там, где они сохранились (местами их мощность составляет 300 м), представлены сероцветными породами с углями, которые перекрывают красноцветными породами, причем последние охватывают и часть стефанского яруса.

**Угольные месторождения на северном склоне Уэльс-Брабантского острова.** В описанных ниже угольных месторождениях, расположенных по периферии Пеннинских гор, отложения угленосной свиты достигают большой мощности. Максимальное прогибание земной коры произошло в Ланкашире,

где накопились отложения мощностью более 1500 м. (Район максимального прогибания впоследствии стал местом максимального воздымания; это распространенное геологическое явление.) Отложения угленосной свиты уменьшаются в мощности к югу, в направлении Уэльс-Брабантского массива, где они трансгрессивно залегают на жерновом песчанике и каменноугольном известняке. В обнажениях горстов отложения угленосной свиты залегают на нижнепалеозойских породах, на тремадокских отложениях в Уорикширском месторождении и на венлокских и лудловских (даунтонских) породах в Южно-Стаффордширском месторождении. Наряду с несогласным залеганием на более древних отложениях эти угольные месторождения западной части средней Англии и Уэльского бордерленда имеют другие



Ф и г. 7.22. Разрез через угольные месторождения средней Англии; показана горстовидная структура угольных месторождений.

1 — продуктивная угольная свита; 2 — верхняя угольная свита; 3 — триас.

характерные особенности, обусловленные их близким расположением к массиву суши на юге. Мощные пласты угля, описанные выше, развиты в южном Стаффордшире и Уорикшире, причем к северу, по мере удаления от стабильного участка, пласты угля расщепляются. На юге широко развиты также огнеупорные глины, которые разрабатываются открытым способом и в шахтах.

**Угольные месторождения Стаффордшир и Уорикшир.** Хотя эти угольные месторождения существенно отличаются по своему строению, поскольку Уорикширское месторождение представляет собой погружающуюся к югу синклинали, в северо-западной и северо-восточной частях которой обнажаются подстилающие кембрийские породы, а Южно-Стаффордширское месторождение является по существу антиклиналью (в ядре местами обнажаются силурийские породы, фиг. 7.22), в обоих месторождениях развит очень сходный разрез отложений. В обоих случаях, судя по характеру разреза, можно с очевидностью сказать, что недалеко на юге располагался приподнятый участок. Естественно, угленосная свита развита между этими двумя угольными месторождениями, залегая на значительной глубине, однако она не исследована, в связи с чем при реконструкции палеогеографических условий можно опираться лишь на данные обнажений и угольных выработок.

Наличие в обоих месторождениях низов вестфальского яруса вызывает сомнение; основные угольные толщи образовались не ранее конца времени накопления зоны *Communis* или позднее. Продуктивные разрезы не отличаются большой мощностью, хотя они увеличиваются в мощности в северном направлении, в сторону от Уэльс-Брабантского острова. На юге в обоих месторождениях хорошо развит угольный пласт «Мощный»: в южном Стаффордшире — южнее Дадли и в Уорикшире — от Ковентри в южном направлении. В Южно-Стаффордширском месторождении мощность этого пласта составляет до 9 м, и он все еще разрабатывается открытым способом. Железняки ранее также представляли собой важное промышленное сырье, в особенности те, которые залегают в нижней части разреза, а огнеупорные глины еще и сейчас представляют промышленный интерес в южном Стаффордшире, вблизи Стурбриджа (где они добываются в шахтах и в открытых разработках) и в Уорикшире. Однако в настоящее время добыча огнеупорной глины снизилась, и большое ее количество приходится ввозить из угольного месторождения Колбрукдейл, для того чтобы обеспечить сырьем местное гончарное производство. В пределах Южно-Стаффордширского угольного

месторождения развиты интрузии (более позднего образования). Примечательно развитие преимущественно красноцветных пород в верхней части угленосной свиты (морганской толщи). Несомненно, что часть их относится к стефанскому ярусу, а по мнению некоторых исследователей, они частично принадлежат к пермской системе, хотя фаунистических данных для такого заключения недостаточно.

Мощность этих преимущественно красноцветных слоев достигает 900 м в южном Стаффордшире, где они залегают на крыльях антиклинали, а в Уорикшире, где они развиты в центральной части синклинали, в южной части месторождения мощность их достигает 1500 м. Разрезы отложений, развитых на обоих участках, очень сходны между собой и приводятся ниже.

Клентская группа

Энвиллская, или конгломератовая, группа

Килская группа

Хейлсоуэнская, или ньюкаслская, группа

Этрурийская группа

Разрез, представленный в основном красноцветными отложениями, свидетельствует об изменении условий осадконакопления. Это изменение вначале было постепенным, поскольку из-за приподнятости участка трансгрессии моря не происходило, и образованию красных глин этрурийской группы предшествовало накопление сероцветных отложений, в которых отсутствуют продуктивные пласты угля. Отложения этрурийской группы, часто рассматриваемые как мергели (это является ошибкой, так как содержание известковистого материала в них составляет менее 2%), состоят из красных и пурпурных глин с отдельными прослоями конгломератов, известных под местным названием «espleys». Конгломераты свидетельствуют о распространении грубообломочного материала; галька состоит из пород, развитых достаточно близко от места накопления осадков (в Стаффордшире она сходна с породами, слагающими холмы Лики, а в Уорикшире представлена кембрийскими глинистыми сланцами). Галька сцементирована грубозернистым зеленовато-коричневым песчаным материалом. Ее присутствие указывает на дальнейшее воздымание Мерсийской возвышенности (бывшего Уэльс-Брабантского острова), которым объясняется также отсутствие горизонтов морских отложений и прекращение существования условий, благоприятных для углеобразования. Развитые здесь глины имеют большое промышленное значение и широко разрабатываются для производства кирпича.

В дальнейшем на некоторых участках произошло воздымание, так как отложения следующей, хейлсоуэнской группы (известной также под названием ньюкаслской группы, а в Колбрукдейле — колпортской группы) залегают несогласно на нижележащих породах, а на участке между Шрусбери и Лиллсхоллом они, по-видимому, не отлагались совсем. Тем не менее это свидетельствует о том, что вновь стали накапливаться ритмические сероцветные осадки типа угленосной свиты, хотя продуктивных пластов угля хорошего качества здесь не установлено. Преобладающими породами в этом разрезе являются песчаники, встречаются также пресноводные озерные известняки со *Spirorbis*. Характер распространения отложений хейлсоуэнской группы свидетельствует о том, что Уэльс-Брабантская возвышенность (Мерсийское нагорье) в то время, вероятно, не представляла собой единого целого. Несогласно залегающие на продуктивных отложениях угленосной свиты или на довестфальских породах хейлсоуэнские слои осложняют поиски скрытых под ними залежей угля. Наличие углей в синклиналих зависит от степени предхейлсоуэнского размыва. По результатам геофизических исследований, а также по данным ряда пробуренных скважин известно, что в южной Англии существуют домезозойские бассейны. Разведочные скважины подтвердили наличие вестфальских отложений под покровом мезозойских пород (например, вблизи Стратфорда), тогда как в других скважинах (напри-

мер, в Берфорде, Оксфордшир) было доказано наличие хейлсоуэнских отложений, однако не установлено, подстилаются они породами продуктивной угленосной свиты или нет. Вероятно, на участке, расположенном к югу от Уэльс-Брабантского острова, в общем существовал довольно длительный период предхейлсоуэнской эрозии. Возвращаясь к северным склонам Уэльс-Брабантской возвышенности, следует отметить, что здесь на хейлсоуэнских отложениях залегают красные и пурпурные глины с отдельными прослоями песчаников, известные под названием килской группы; залегают они согласно, за исключением участков, где хейлсоуэнские осадки не отлагались, как, например, холмы Хофмонд. Породы этой группы, частично относимые к зоне *Tenuis*, по возрасту, возможно, в некоторой своей части относятся к стефанскому ярусу.

Как считает Уиллс, последующие красноцветные отложения могут быть отнесены к нижней перми (красный лежень), хотя не исключено, что они являются и позднекаменноугольными. Характер отложений энвиллской группы, в состав которых входят конгломераты, брекчии и мергели, указывает на возобновившееся воздымание Мерсийского нагорья; об этом свидетельствует и распространение конгломератовых конусов выноса у подножия возвышенности. Однако в целом условия осадконакопления были сходны с теми, в которых происходило накопление килских слоев, когда на обширной площади возникали и временами высыхали озера. В отложениях обеих групп известны отпечатки следов земноводных. Удивительно, что зубы не сохранились, однако кости, найденные более полувека тому назад в окрестностях Кенилуорта, в южной части Уорикширского угольного месторождения, подтверждают точку зрения о пермском возрасте отложений энвиллской группы. Галька конгломератов в конусах выноса представлена преимущественно каменноугольными известняками и кремнистыми сланцами, а также силурийскими известняками и докембрийскими вулканогенными породами.

В Уорикшире установлено до пяти горизонтов конгломерата, что свидетельствует о повторяющихся воздыманиях Мерсийского нагорья, приводивших к новому поступлению обломочного материала. В северном направлении конгломераты переходят в песчаники и мергели — энвиллские мергели, которые увеличиваются в мощности по мере удаления от Мерсийского нагорья.

На тех участках, где контакт между отложениями может быть установлен, на породах энвиллской группы, как правило, несогласно залегают породы группы Клент. Так называются слоистые брекчии, имеющие различные местные названия; они образовались на склонах или у подножия Мерсийского нагорья и по характеру распространения сходны с энвиллскими конгломератами. Из-за отсутствия фауны возраст этих отложений остается неопределенным и датируется интервалом от позднего карбона до перми. При удалении от Мерсийского нагорья клентская брекчия переходит по простиранию в мергели, которые неотличимы от энвиллских мергелей, что свидетельствует о сходстве палеогеографических условий. Обломки брекчии, отличаясь одни от других на различных участках, представлены преимущественно докембрийскими вулканическими породами; они совершенно не окатаны, плохо отсортированы. Несмотря на неоднократное возобновление воздыманий Мерсийского нагорья (об этом свидетельствует наличие нескольких конусов выноса конгломерата и брекчии) и погружение района, расположенного севернее (которое привело к накоплению красноцветных осадков мощностью более тысячи метров), происходила постепенная пенизация района средней Англии, которая, как это будет показано ниже, завершилась к позднепермскому времени.

В пределах Уэльсского бордерленда угленосная свита развита по периферии зоны триасовых пород Чеширского бассейна, в западной и южной частях графств Флинт, Денби и Шропшир. Продуктивная угленосная свита

угольного месторождения Колбрукдейл-Форест-оф-Уайр развита вблизи Уэльс-Брабантского острова и содержит большие запасы огнеупорной глины, тогда как морские прослои и раковинные слои встречаются редко. Отложения хейлсоуэнской группы (известной здесь под названием группы Коуд-айр-Олт) залегают несогласно на более древних породах, причем поверхность несогласия первоначально принималась (ошибочно) за плоскость сброса Саймон. В морганское время осадконакопление распространилось к югу от Шрусбери; здесь отложения хейлсоуэнского возраста залегают на лонгмайндских породах.

**Угольные месторождения по периферии Пеннинских гор.** Угольные месторождения северного Стаффордшира, Ланкашира, Йоркшира — Ноттингемшира — Дербишира, Камберленда и Нортумберленда, хотя и разделяются Пеннинской зоной воздымания и размыва и поднятием широтного простирания, имеют между собой много общего. Мощность угленосной свиты на южном склоне Пеннинских гор достигает 1500 м, уменьшаясь в западном направлении в пределах Ланкаширского угольного месторождения и в восточном направлении — в пределах Йоркширского месторождения. Из этого следует, что осадки максимальной мощности накапливались вблизи участка, где впоследствии произошло воздымание Пеннинских гор. В этих месторождениях хорошо развиты отложения зоны *Leniscalcata*, однако в них содержится мало угольных пластов, а главные продуктивные пласты приурочены к отложениям в интервале от зоны *Communis* до зоны *Similis-Pulchra* включительно. Погружающиеся под покров триасовых пород синклинали Северо-Стаффордширского и даже сильно разбитого нарушениями Ланкаширского угольных месторождений исследованы лишь на незначительном расстоянии. С другой стороны, закрытая часть Йоркшир-Ноттингемширского угольного бассейна по площади превосходит обнажающуюся его часть. Помимо того, что каменноугольные отложения Ноттингемшира образуют угольное месторождение (крупнейшее в Великобритании по запасам угля), к ним приурочены нефтеносные структуры, которым обязано своим образованием нефтяное месторождение Великобритании — Икрингское. Многие продуктивные пласты угля нижней и средней частей угленосной свиты, несмотря на данные им различные местные названия, в целом хорошо сопоставляются в пределах каждого месторождения. Значительный успех был также достигнут при их корреляции от месторождения к месторождению.

К морганскому времени (зоны *Phillipsi* — *Tenuis*) условия, благоприятные для углеобразования, фактически перестали существовать, и в северном Стаффордшире типичными образованиями стали этрурийские мергели и отложения ньюкаслской (хейлсоуэнской) группы. На обнажениях этрурийских мергелей некогда выросли поселки гончаров. В разрезе Ланкашира представлены и красноцветные отложения, хотя и не очень широко; здесь они образуют ардуинскую группу. К востоку от Пеннинских гор красноцветные породы угленосной свиты обнаружены лишь на глубине. В Ноттингемшире они залегают менее чем в 60 м над кровельным морским прослоем, однако в северном направлении переходят в сероцветные породы, в связи с чем в Йоркшире красноцветные породы залегают уже в 300 м над кровельным морским прослоем. В красных слоях содержатся «espleys», подобные тем, которые обнаружены в отложениях этрурийской группы южной части средней Англии.

Угольные месторождения, расположенные на северных склонах Пеннинских гор, месторождения Камберленд и Дарем — Нортумберленд характеризуются некоторыми сходными чертами строения. В обоих случаях мощность разреза не превышает 600 м, и нижняя часть разреза, включающая отложения группы ганнистера Нортумберленда и Дарема, содержит мало угольных пластов. В Дареме обнаружены коксующиеся и газовые угли ниже

маркой, чем шаровичные угли Нортумберленда, хотя в районе Дарема месторождение частично закрыто пермскими и триасовыми отложениями, тогда как в пределах Нортумберленда продуктивные отложения обнажены. Интересно было бы попытаться представить себе, какова была в прошлом мощность мезозойского покрова в Нортумберленде. В угольных месторождениях, расположенных по обе стороны Пеннинских гор, основные угольные пласты приурочены к интервалу разреза, заключенному между средней частью зоны *Communis* и кровлей зоны *Similis-Pulchra*. После этого времени развитие этих участков происходило по-разному: верхняя часть разреза в Дареме и Нортумберленде представлена сероцветными породами с незначительными прослоями красноцветных, тогда как в Камберленде отложения уайтхейвенской песчаной группы (180—210 м песчаников с тонкими прослоями известняков со *Spirorbis*) имеют частично красную или пурпурную окраску, и их накоплению предшествовали воздымание и эрозия. Ни один из пластов не может быть прослежен на всем протяжении северных Пеннин, несмотря на присутствие нескольких промежуточных обнажений угленосной свиты, таких, как Миджхолм. С другой стороны, корреляция пластов в пределах самого Нортумберленд-Даремского месторождения разработана, возможно, наилучшим образом по сравнению с другими районами Великобритании. Эта корреляция опирается на изучение раковинных слоев и пластов с *Lingula*.

**Шотландия.** В пределах Средне-Шотландской низменности расположены четыре угольных месторождения, в которых продуктивные отложения представлены угленосной свитой вестфальского яруса. Месторождения отделены одно от другого складчатостью, проявившейся после формирования угленосной свиты. К ним относятся Эрширское, Центральное (или Ланаркширское), Мидлоттианское и Файфское месторождения. Значительные угольные пласты приурочены, разумеется, к отложениям группы известняков и углей и жернового песчаника, которые относятся к намюрскому ярусу. В Шотландии накопление фации жернового песчаника продолжалось в течение длительного времени, а отложения зоны *Leniscalcata* не установлены, поскольку условия, благоприятные для образования угля, в общем возобновлялись до начала формирования зоны *Communis*. Образование отложений продуктивной толщи продолжалось до конца времени, соответствующего зоне *Similis-Pulchra*, за которым последовало накопление красноцветных отложений. Характер изменения мощности продуктивной угленосной свиты и красноцветной угленосной свиты сходен с таковым других групп каменноугольной системы: мощность увеличивается, как правило, в северо-восточном направлении, достигая максимальных величин в Файфе. В северном Эршире мощность продуктивной свиты составляет около 210 м, однако в Файфе она увеличивается более чем втрое. Таким же образом изменяется и мощность красноцветных отложений, хотя здесь картина осложняется двумя факторами: объемом сохранившихся отложений и разновременностью наступления условий, в которых образовались красноцветные слои. Примером последнего могут служить красноцветные отложения Эршира: в центральном Эршире (Мохлине) они залегают в 9 м выше элльских углей, тогда как в южном Эршире (Камноке) они развиты в 126 м над элльскими углями.

Останцы пород угленосной свиты, свидетельствующие о границах их прежнего распространения, установлены в Кинтайре (угольное месторождение Махриханиш) и к югу от разлома Южно-Шотландской возвышенности (угольное месторождение Санкухар). В последнем месторождении породы угленосной свиты трансгрессивно перекрывают маломощные выклинивающиеся намюрские отложения и залегают на нижнепалеозойской толще. Южнее, в Дамфрисе, расположено угольное месторождение Каноби, которое обеспечивало «связь» с Камберлендским угольным месторождением. Доказательств же существования положительного [структурного] элемента в районе южной Шотландии к вестфальскому времени имеется мало.

**Ирландия.** Отложения угленосной свиты вестфальского возраста не имеют широкого распространения в Ирландии, так как большая часть их была уничтожена эрозией. Небольшие угольные месторождения известны на севере в Колисленде, непосредственно к западу от озера Лох-Ней и около Лох-Аллена. На юге крупнейшим является Ленстерское, или Каслкомерское, угольное месторождение; к юго-западу от него насчитывается ряд угольных месторождений, которые располагаются севернее Армориканского фронта, в структурном отношении занимая позицию, аналогичную таковой южного Уэльса. В этих месторождениях развиты антрацитовые пласты. Сохранившиеся в Ирландии угленосные отложения относятся к нижней и средней частям угленосной свиты (амманская серия) и имеют некоторое промышленное значение. Они представляют интерес с геологической точки зрения, поскольку расширяют наши знания, касающиеся палеогеографии. Их палеогеографическое значение, как и в случае останцов более поздних формаций, установленных в Ирландии, очень велико по сравнению с масштабом самих останцов. Участок развития отложений угленосной свиты на юго-западе страны, к югу от эстуария реки Шаннон, значительно меньше, чем предполагалось ранее; он ограничен угольными месторождениями Кроталоу и Кантурк. Наличие погребенных месторождений под плато Антрим было предсказано по структурным данным, геофизические исследования подтверждают это предположение.

#### Ископаемые остатки в каменноугольных отложениях

В каменноугольных отложениях, представленных в известняковых фациях, содержится богатая фауна кораллов и брахиопод, на основании которой разрез динантских отложений подразделяется на зоны. Хотя брахиоподы с петлеобразным скелетом створок стали более распространенными, господствующими формами все еще оставались брахиоподы-протрематы; обычными были *Productus*, а также спиралевидные формы (спириферы): эти две группы организмов продолжали развиваться до конца палеозоя. Объяснить их отсутствие в значительной части разреза верхнекаменноугольных отложений можно только изменениями условий осадконакопления, так как в СССР они используются для выделения зон в московском ярусе верхнего<sup>1</sup> карбона. Важное значение имеют кораллы, и не только те, от которых происходят названия фаунистических зон; с течением каменноугольного времени кораллы становятся разнообразнее. Так, визейский век характеризуется появлением кораллов-киссиофилид (до них развивались простые зафрентиды и такие многосептальные кораллы, как, например, каниниды и *Palaeosmilia*). Типично неритовые отложения содержат весьма разнообразную фауну, в том числе и многие другие формы организмов. Хотя значение трилобитов существенно уменьшилось и остались только Phacopsidae, Cyphaspidae и Proetidae, последние продолжали существовать и в позднекаменноугольное время; распространенными формами были иглокожие и моллюски.

Большое значение имели прикрепленные иглокожие, особенно морские лилии, хотя интересно отметить, что они не были ни столь распространенными, ни столь разнообразными, как в миссисипских отложениях Северной Америки; максимального развития достигли бластоидеи (морские бутены). Последние обычно встречаются в рифовых банках, содержащих неритовую фауну, которая отличается от фауны залегающих рядом слоистых неритовых известняков. Среди рифовой фауны встречаются гастроподы, пластинчатожаберные, брахиоподы, например *Rugosa*, а также кораллы *Amplexus*. Распространенными формами были и морские ежи.

Гониатитовые цефалоподы, имевшие большое значение при выделении

<sup>1</sup> Среднего яруса нашей номенклатуры.— *Прим. ред.*

зон в фации кульма, приобрели еще большее значение для типичного намюрского жернового песчаника. Они также встречаются в морских прослоях угленосной свиты. Расчленение разреза на зоны приведено в двух таблицах.

Верхнекаменноугольные отложения, где они представлены в морских фациях, например в тех районах, где циклическое осадконакопление известняков продолжалось в намюрском веке, по фауне в целом не имеют резких отличий от нижнекаменноугольных отложений. Однако широкое развитие эстуариевых условий осадконакопления в вестфальское время привело к сохранению неморских и континентальных организмов, включая многие растения. Самое важное значение приобретают неморские пластинчатожаберные, появившиеся в позднедевонское время (зональное расчленение разреза приводилось). Широко распространены папоротниковидные *Pteridospermae* (тогда как настоящие папоротники встречались редко); появившиеся в раннекаменноугольное время *Lepidodendron*, *Sigillaria* и *Calamites* в позднем карбоне приобрели очень важное значение. Из семейства позвоночных рыбы продолжали развиваться без больших изменений с девонского периода, хотя панцирные рыбы к каменноугольному времени вымерли. Земноводные, появившиеся в позднем девоне, стали наиболее важными позвоночными, хотя в карбоне развиваются и первые примитивные пресмыкающиеся. Таким образом, в этот период осуществляется переход позвоночных от жизни в воде к наземным условиям обитания.

## Глава 8

### ВАРИССКАЯ ОРОГЕНИЯ

#### Великобритания: общая картина тектонического строения и связь с тектоникой Европы

Варисская орогения объединяет тектонические движения, происходившие в течение девонского и каменноугольного периодов, кульминационным моментом которых явились горообразовательные процессы в конце каменноугольного периода, в частности в Великобритании после отложения угленосной свиты. Маловероятно, чтобы сколько-нибудь существенные деформации верхнепалеозойских пород фаций кульма имели место до позднекаменноугольного времени. В Великобритании и Ирландии интенсивность деформаций растет в направлении с севера на юг, а еще далее на юг деформации были максимальными. Это видно на примере палеозойских горстов Франции, ФРГ и северной Испании. В пределах Великобритании структуры юго-западной Англии и Пембрукшира отличаются по тектоническому характеру и интенсивности деформаций от структур, расположенных далее на север. Точно так же и в Ирландии: линия залив Дингл—Дангарван разграничивает области с разным строением. По своим масштабам, а возможно, и продолжительности варисская орогения не уступала каледонской, но в силу того что эпицентр этих движений находился южнее Великобритании, проявления этой орогении носили здесь в основном эпейрогенический характер и привели к сбросообразованию и формированию относительно пологих складок. Надвигообразование и формирование опрокинутых складок, сопровождавшиеся процессами метаморфизма, имели место только в юго-западной Англии (и Пембрукшире) и юго-западной Ирландии. Эти районы входят в состав «Армориканской» складчатой области, структуры которой имеют широтное или северо-запад—юго-восточное простирание. Аналогичные структуры развиты в Бретани (Арморика), откуда и произошло название «арморикан-

ская орогения». Другой часто употребляемый термин — «герцинская орогения» — обязан своим происхождением горам Гарц. Первоначально эти термины использовались для названия различных складчатых зон, а потом и направлений тектонических движений позднекаменноугольной орогении, но затем они стали во многом взаимозаменяемыми, и в настоящее время наиболее употребительным стал термин «варисская орогения».

Среди наиболее важных структур, образовавшихся к северу от складчатых поясов, следует отметить пологие складки каменноугольных пластов, последующая эрозия которых привела к образованию отделенных одно от другого обнажений угленосной свиты, представляющих собой современные угольные месторождения. Интрузии магматических пород и явления минерализации, связанные с варисской орогенией, широко развиты в Великобритании.

На геологической карте Англии хорошо видны результаты трансгрессии, которая привела к несогласному залеганию пермо-триасовых пород на более древних пластах. Можно видеть, что основные структуры являются послевестфальскими, но допермскими. Однако есть многочисленные геологические признаки более ранних тектонических движений. Наиболее ранние движения, относящиеся к бретонской фазе варисской орогении, привели к существенным изменениям палеогеографической обстановки в Бретани. Однако признаков этих движений не наблюдается ни в более южных участках геосинклинали, ни на участке Британских островов, где отмечается постепенный переход от девонского к каменноугольному осадконакоплению. Средне-Эйвонское несогласие, четко выраженное в Нембрукшире, и смена фаций в Юго-западной провинции (район Бристоля и южного Уэльса) свидетельствуют о движениях предпозднекаменноугольного возраста, относимых к нассауской фазе, которые затронули по меньшей мере зоны морских шельфов. Значительно более интенсивные тектонические движения, объединяемые в судетскую фазу (название происходит от Судетских гор, где, как считали ранее, проявились эти движения), произошли перед намюрским веком. Вполне возможно, что они привели к наклону территории Великобритании вдоль широтной оси; несомненно же то, что в результате этих движений в поздне-визейское время произошло распространение пород дельтовых фаций далее к югу. Однако главным следствием судетских движений явилось широко распространившееся несогласие в намюрской толще и уменьшение ее мощности в районе Бристоля, где смятая в пологие складки угленосная свита залегает на более интенсивно дислоцированных нижнекаменноугольных и более древних отложениях. Эта картина хорошо видна в районе Форест-офф-Дин. С варисской орогенией связана вся сложная история раннекаменноугольной трансгрессии Великобритании (описанная в предыдущей главе), а также дальнейшее воздымание Земли Св. Георгия и барьера средней Англии, которое привело к образованию Мерсийского нагорья. Циклический характер значительной части разреза визейских, намюрских и вестфальских отложений свидетельствует о мобильности земной коры, предшествовавшей основным тектоническим движениям. Установление режима накопления красноцветов в поздневестфальское—стефанское время отражает палеогеографические изменения, вызванные этой орогенией.

### Орогенические фазы

К настоящему времени выделено множество фаз и подфаз варисской орогении. Хотя более поздние исследования нередко показывали, что некоторые из этих фаз имеют узколокальное значение или их выделение вообще не имело оснований, общая закономерность такова: по мере увеличения степени изученности количество выделяемых фаз возрастает. Еще более десяти лет назад на это обратил внимание Жинью. В Великобритании, по крайней

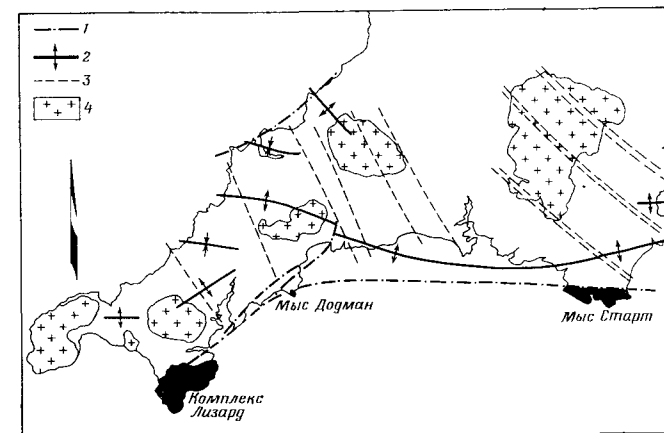
мере на ряде участков, последовательность фаз тектонических движений была следующей:

- перед накоплением отложений зоны  $C_2S_1$  (нассауская фаза);
- перед намюрским веком (судетская фаза);
- перед накоплением морганских отложений (молвернская фаза);
- перед накоплением отложений зоны *Tenuis* (т. е. до отложения слоев Хейлсоуэн);
- перед накоплением слоев Кил (ориентировочно предстефанское время<sup>1</sup>, астурийская (?) фаза);
- перед накоплением слоев Клент.

Предпермское несогласие, наблюдаемое в северо-восточной Англии, возможно, обусловлено астурийской фазой или (более поздней) заальской фазой, причем перерыв в осадконакоплении длился значительное время — этот вопрос рассматривается в следующей главе.

### Варисский складчатый пояс в Великобритании

Интенсивная складчатость, соизмеримая по масштабу с альпийской, имела место в северной Испании, в Кантабрийских горах и в зоне леонид. В палеозойских массивах центральной и северо-западной Европы развиты опрокинутые складки и надвиги (видна многофазность складкообразования), а также слабый метаморфизм. Степень метаморфизма в общем увеличивается в южном направлении. В пределах этой структурной зоны в юго-западной части Англии и в юго-западной Ирландии развиты складки и надвиги, имеющие почти широтное простираие. Понимание строения крупных тектонических элементов полуострова Корнуэлл связано с решением вопроса корреляции пород юго-западного Корнуэлла со среднедевонскими породами, а в этой области еще много нерешенных проблем. Граница между породами полуострова Лизард и девонскими породами, развитыми севернее, так же как и контакт между кристаллическими сланцами участка Старт-Болт и девонскими породами и сочленение филлитов Додман с девонскими породами, рассматривается как надвиг в северном направлении. (Эти контакты интерпретируются также как сдвиг.) Кроме того, надвиговые чешуи более древних пород как бы ограничиваются с двух сторон девонскими породами, как это наблюдается, например, на Верийском участке. Деформация этих древних пород полуостровов Лизард, Додман и Старт частично обусловлена докаменноугольными движениями. Определение абсолютного возраста древнейших метаморфических пород на полуострове Лизард, выполненное изотопным методом, дало величину приблизительно 360 млн. лет, что свидетельствует о деформации их во время одной из последних фаз каледонской орогении.



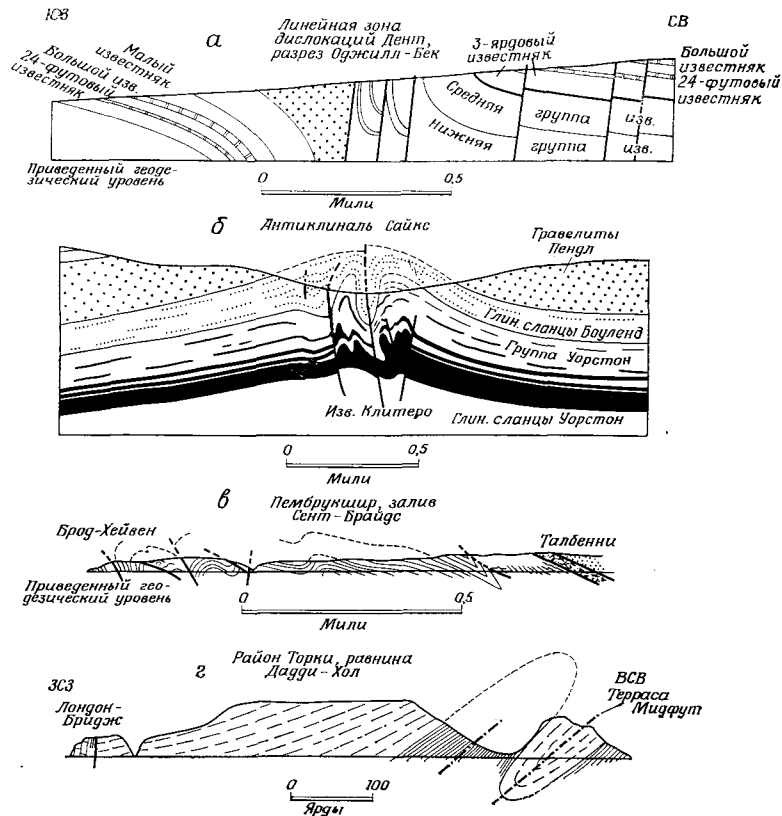
Ф и г. 8.1. Основные черты строения юго-западной Англии.

1 — надвиги; 2 — основные антиклинальные структуры; 3 — сдвиги третичного возраста 4 — выходы гранитов.

<sup>1</sup> Слои Кил могут быть разновозрастными.



Структурой первого порядка на территории юго-западной Англии, безусловно, является синклинорий, ибо в осевой ее части развиты молодые породы: верхний кульм, как правило, окаймляется с севера и с юга отложениями нижнего кульма, за которыми следуют выходы девонских пород в северном Девоншире, а также в южном Девоншире и Корнуэлле (фиг. 6.2). Это весьма упрощенная картина строения данного района; в действительности структура осложняется разрывными нарушениями, среди которых



Фиг. 8.2. Разрезы, иллюстрирующие типы варисских складок.

а — линейная зона дислокаций Дент, северная Англия; б — антиклиналь Сайкс, центральные Пеннины; в — Пембрук, южный Уэльс; г — район Торки, южный Девоншир.

важное место занимают взбросы с крутыми углами наклона плоскости смещения, а также вторичными складками меньшей амплитуды. Выяснение строения варисских структур усложняется еще и тем, что юго-запад Англии позднее подвергся сжатию во время третичной (альпийской) складчатости, которое привело к образованию множества нарушений (и общему воздыманию, хотя и без ярко выраженной складчатости). Тем не менее на ряде участков структура выяснена достаточно детально, но пока слишком рано проводить обобщение этих работ. Помимо главной структуры — синклинория, — на многих участках описаны складки амплитудой от одного до первых десятков метров. Складки, выраженные в кульмской толще в районах северного Девоншира и Эксетера, являются прямыми и острыми, тогда как в девонских глинистых сланцах и известняках к югу от Торки наблюдаются изоклиналильные складки (фиг. 8.2). О существовании складок промежуточных размеров можно судить по геологической карте; эти складки слишком велики, чтобы их можно было видеть полностью в одиночном обнажении. Форми-

рование складок, как и главного синклинория, очевидно, предшествовало внедрению гранитов Юго-западного батолита, хотя и складкообразование, и интрузия — это формы проявления варисской орогении.

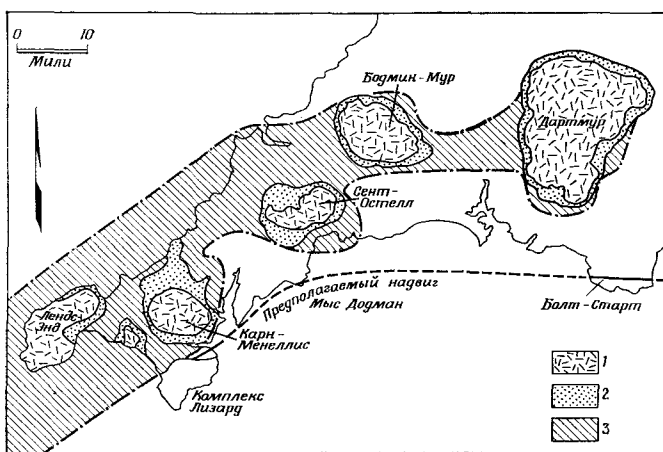
Одной из основных варисских структур юго-западной Англии является Мендипская возвышенность, представляющая собой три периклиналильные кулисообразно расположенные складки. Складки эродированы так, что в ядрах выходят породы девонского возраста. С севера они ограничены надвигами фронта армориканской складчатости, за которыми начинается область менее интенсивных деформаций, в пределах же Мендипской возвышенности пласты опрокинуты и разбиты сложной системой нарушений. Угольное месторождение Вобстер, расположенное непосредственно к северу от Восточно-Мендипской складки, дает типичную картину интенсивно смятых пластов; пласты угля благодаря изгибанию и разрывам повторяются в разрезе. Погружающиеся к югу линейно вытянутые поднятия Нижнего Северна и Батское вместе с Мендипскими структурами образуют треугольник, в котором складки и надвиги широтного направления, например зона сжатия Фармборо, являются результатом тектонических напряжений, направленных с юга (фиг. 7.20). Известно, что горизонтальное смещение по плоскости Радстокского гравитационного надвига составляет 450 м. Далее к северу простирание осей складок заметно отклоняется от широтного и порой даже становится меридиональным (молвернское направление), как, например, на участке Форест-оф-Дин. На последнем эти складки параллельны послевизейским складкам, однако их осевые плоскости не совпадают.

В южном Уэльсе основной варисской структурой является главная синклиналь угольного бассейна. Она имеет более сложное строение, чем это представляется на основании почти концентрического расположения обнажений; синклинали располагаются кулисообразно. В восточной части антиклиналь Понтиприт разделяет синклинали, расположенные к югу и к северу от нее; благодаря этой антиклинали угольные пласты на значительной площади залегают на глубине, доступной для их разработки. Наиболее четко выраженной структурой в пределах угольного бассейна является антиклиналь Мастег, протягивающаяся на север-северо-восток от Суонси, в пределах которой пеннантская свита оказалась уничтоженной эрозией. «Верхняя угленосная серия» сохраняется только в синклиналильных структурах и в грабенообразных структурах между сбросами (фиг. 7.16). Зона дислокаций Нит, протягивающаяся на северо-восток от Нита, очень сложна по своему строению: сдвиг Дайнас сопровождается местами интенсивной складчатостью. Образование разрывов, большая часть которых имеет простирание от широтного до северо-запад — юго-восточного, последовало сразу же за формированием мелких складок, имеющих каледонское простирание, хотя и варисских по возрасту. Эти нарушения в ряде случаев характеризуются горизонтальным смещением, хотя основные сдвиги являются несколько более молодыми по возрасту и имеют северо-восток — юго-западное простирание. Хотя каледонские структуры, так отчетливо выраженные в среднем Уэльсе, в южном Уэльсе в основном стерты широтными варисскими структурами, все же там существуют крупные варисские структуры каледонского простирания, такие, как зона дислокаций Нит. В этом, вероятно, проявляется контролирующее влияние каледонских структур, выраженных в подстилающих варисский комплекс девонских породах. На востоке угольный бассейн ограничивается погружающейся на запад от антиклинали Аск структурой, развитие которой началось еще в докаменноугольное время, а затем возобновилось. На западе, в Пембрукшире, синклиналь угольного бассейна находится в пределах варисского складчатого пояса; она подверглась сильному сжатию. Обнажение угленосной свиты сужается до немногим более 1,5 км в ширину (с севера на юг) в результате взброса, параллельного погружающимся с востока на запад мелким складкам. В районе Гауэра и южном

Пембрукшире ныряющие складки, осложненные небольшими, ориентированными по простиранию разрывами, являются главной причиной повторения обнажений верхнепалеозойского разреза, а докембрийские породы обнажаются к югу от угольного месторождения Пембрукшира и надвинуты на него.

### Юго-западный батолит

В районе Тинтаджел, где деформации местами очень интенсивны, пласты, по-видимому, были прижаты к гранитному массиву Бодмин. Развитие системы кливажа привело к образованию аспидных сланцев и филлитов, а подушечные лавы были превращены в зеленые метаморфические сланцы. Была предпринята попытка пролить свет на строение юго-западной Англии, рассматривая внедрение гранитных интрузий и сопутствовавшую ему минерализацию. Граниты выходят на поверхность во многих местах, образуя болотистые возвышенные участки, заросшие вереском, например в Дартмуре и Бодмин-Муре. Каждый выход гранита окружен зоной контактово-метаморфических пород, а периферийные части гранитного тела и вмещающие



Фиг. 8.3. Юго-западный батолит.

1 — выходы гранитов; 2 — зоны контактового метаморфизма; 3 — вероятное распространение юго-западного батолита.

породы часто прорезаны минерализованными жилами. Жильные тела бывают двух типов — гипотермальные и мезотермальные, — каждый из которых характеризуется своим простиранием. Более древние жилы часто параллельны дайкам и содержат имеющие промышленное значение залежи оловянной руды — касситерита (разрабатываемые еще с доримских времен) и вольфрамита. Более поздние мезотермальные жилы простираются почти под прямым углом к жилам первого типа и содержат такие минералы, как галенит и сфалерит, а также небольшое количество урановой руды. Кроме того, в жилах обоих типов содержатся типичные жильные минералы. В настоящее время считается, что все выходы гранитов принадлежат к одному очень крупному батолиту, представляя собой куполообразные образования на его поверхности, соединяющиеся узкими гранитными грядами, которые покрыты осадочными породами (фиг. 8.3). Определение абсолютного возраста гранитов изотопным методом подтверждает предположение о том, что все граниты юго-запада Англии внедрились приблизительно в одно и то же время, около 280 млн. лет тому назад. Минерализация, несомненно, была связана с интрузией и имеет тот же возраст. В соответствии с пересмотренной геохронологической шкалой возраст границы карбон — пермь 280 млн. лет. Батолит имеет дугообразную форму и простирается на запад от Дартмура до Бодмин-Мура и далее на юго-запад, включая выходы гранитов Сент-Остелл, Карн-Менебрис и Лендс-Энд, расположенные на суше. Он протсле-

живается и далее в этом направлении, включая острова Силли, а недавними исследованиями морского дна еще далее к юго-западу установлено наличие остроконечных структур, возможно являющихся частью этого же батолита. Считается, что эти пики появились в результате субаэрального выветривания, происходившего до послеплейстоценового подъема уровня моря. Вероятно, не случайным совпадением является то, что дугообразная форма батолита приблизительно параллельна простиранию предполагаемого надвига, проходящего севернее комплекса пород полуостровов Лизард и Старт. Южнее этой линии гранитные интрузии не обнаружены.

### Структуры молвернского простирания

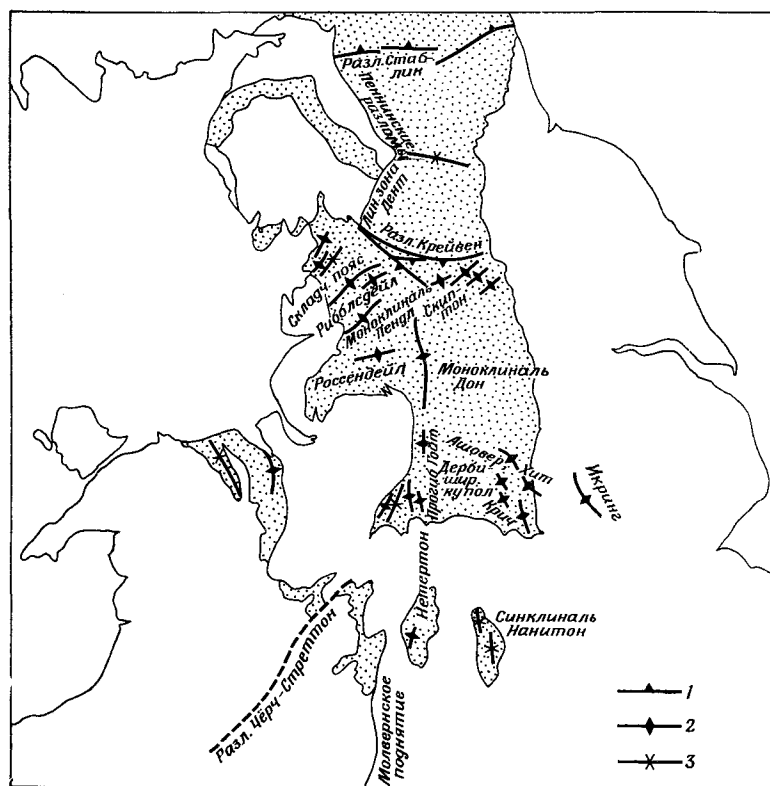
К северу от Южно-Уэльского угольного месторождения, между Молвернским линейным поднятием на востоке и каледонской антиклиналью Тоуи на западе, располагается площадь треугольной формы, которая, что несколько неожиданно, оказалась незатронутой варисской орогенией и в пределах которой на поверхность выходят почти не дислоцированные или смятые в пологие складки девонские породы, образующие в рельефе плосковерхие Черные горы и волнистый ландшафт Херефордшира. Эта область ограничивается меридиональными холмами Молверн и Абберли, отделяющими ее от низко расположенной долины реки Ившем, выстланной триасовыми и лейасовыми породами. В этих холмах обнажаются породы от докембрийских до вестфальских, смятые в сложные складчатые структуры варисского возраста. Было дано несколько интерпретаций строения Молвернских холмов, но самая последняя из них такова: холмы представляют собой нечто иное, как моноклиналь, нарушенную как круто падающими, так и почти горизонтальными сбросами. Характер восточного ограничения Молвернской цепи неясен, но несомненно, что расположенная к востоку впадина продолжала опускаться или прогибаться в течение мезозойской эры, поскольку в ней представлены триасовые породы очень большой мощности.

Простирание Молвернских холмов, почти перпендикулярное типично варисским образованиям, характерно также и для многих структур Пеннинских гор и структур районов Форест-оф-Дин, Аск и Тортуэрт. Последнее свидетельствует о том, что поднятие Нижнего Севера начало формироваться еще до силурийского времени. Сходное с молвернским простирание этих варисских структур, несомненно, обусловлено возобновлением тектонических движений по более древним структурным направлениям. Однако совершенно ясно, что силы сжатия, которые привели к образованию Молвернской структуры — надвигание и опрокидывание ее в западном направлении, — не могут быть одновозрастными с движениями, вызвавшими надвигание в северном направлении и образование широтных складок варисского складчатого пояса. Интересно, что условия сжатия в широтном направлении наблюдались, судя по всему, на всей территории Англии, расположенной севернее фронта варисской складчатости (за исключением немногих аномальных структур). Несомненно, основные структуры варисского складчатого пояса и структуры, расположенные к северу от этого пояса, образовались в течение разных фаз складчатости, которые отличались по характеру поля напряжений.

Образование допермских структур и деформации варисского передового прогиба датируются временем, соответствующим концу накопления отложений кульма; они являются поствестфальскими, а возможно, постстефанскими, неясно лишь, относятся ли они к астурийской или заальской фазе складчатости. Молвернские структуры относят к молвернской фазе, несколько более ранней, в результате которой произошли существенные изменения палеогеографической обстановки, хотя и не отмечено широкого образования крупных структур. Есть признаки того, что фазы деформаций

не отличались длительностью и нередко проявлялись лишь на ограниченной площади.

Влияние варисского воздымания на характер и распределение верхнекаменноугольных и нижнепермских отложений в средней Англии было описано в главе, посвященной каменноугольной системе. Образовавшиеся складчатые структуры, например антиклинали в южной части Южно-Стаффордширского угольного месторождения, погружающиеся на юг синклинали



Ф и г. 8.4. Основные структурные элементы варисского возраста в северной Англии (выходы каменноугольных пород заштрихованы).

1 — крупные тектонические нарушения; 2 — антиклинали; 3 — синклинали.

Уорикширского и Северо-Стаффордширского угольных месторождений и т. д., являются, безусловно, варисскими. Следует, однако, напомнить, что граничные разломы угольных месторождений имеют послетриасовый возраст и рассмотрению здесь не подлежат. Между угольными месторождениями находятся аналогичные, но менее изученные структуры, скрытые под толщей триасовых отложений.

**Строение Пеннинских гор.** Пеннинские горы не являются единым, простым структурным элементом (фиг. 8.4). Отображение варисских нарушений в чехле зависело от мощности накопленных каменноугольных осадков и характера фундамента. Южная часть Пеннинских гор — Дербиширский купол — представляет собой антиклиналь молвернского типа, ограниченную с каждой стороны синклиналиями угольных месторождений. В южном направлении на ее крыльях развиты вторичные складки, например антиклинали Ашовер и Критч, а восточнее располагается (в настоящее время погребенная под более молодыми породами) антиклиналь Иклинг. Последняя, однако, имеет не молвернское, а чарнийское простирание. В пределах

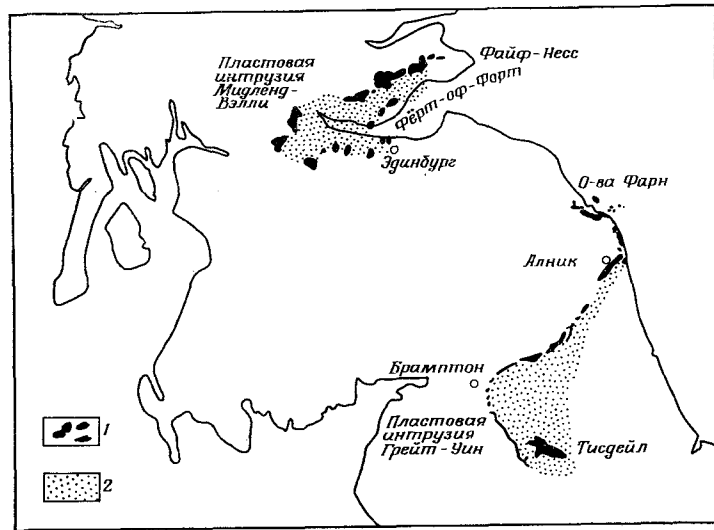
западного крыла Дербиширского купола выделяется мульда Гойт. В районе Поттерис наблюдаются погружающиеся синклинали Северо-Стаффордширского угольного месторождения (благодаря наличию в них промышленных залежей угля изученные лучше, чем разделяющие их антиклинали) и вторичные синклинали Шаффалонга и Чидла. В строении северных Пеннин — к северу от системы разломов Крейвен — принимают участие фундамент, сложенный докембрийскими и нижнепалеозойскими породами, и чехол каменноугольных пород мощностью всего 600 м или менее. Поэтому здесь из-за наличия жесткого фундамента напряжения, вызванные варисским тектогенезом, не привели к значительному складкообразованию. Только на западе, где Пеннинский разломный блок ограничивается сложной структурной зоной Дент-Лайн, имеющей вид взброса, встречаются складки с крутыми углами падения. Местами пласты падают вертикально. Как и в южных Пеннинах, характер структур здесь явно указывает на то, что нарушения вызваны силами сжатия, действовавшими в широтном направлении. В центральной части Пеннин, где каменноугольные отложения имели большую мощность (о фундаменте здесь еще ничего не известно), складчатость проявилась в пределах так называемого складчатого пояса Риблсдейл. Такие антиклинали, как Слэдберн, Клитеро и Скиптон, с амплитудой около тысячи метров имеют каледонское простирание — с северо-востока на юго-запад, т. е. аномальное по отношению к Пеннинам в целом. Сбросообразование — отличительная особенность угольных бассейнов. Основная серия сбросов имеет северо-запад — юго-восточное направление, но существует и вторая серия, также хорошо выраженная, направленная почти под прямым углом к первой. Это, как правило, нормальные сбросы, и их характер подтверждает существование широтного сжатия. Большое внимание уделялось здесь антиклинальным структурам в связи с открытием первой залежи нефти у Хардстофта, на антиклинали Хит — Браймингтон и последующими открытиями на антиклинали Иклинг. К западу от Пеннинского разломного блока, а также к югу от него наблюдаются складчатые формы, среди которых встречаются менее изученные складки, развитые в районе Ланкастера.

Разломная зона Крейвен, по которой происходит значительное опускание южного блока и которая образует в рельефе широко известный обрыв, совпадающий с линией нарушения, обязана своим происхождением в основном миоценовым движениям. Различия в проявлениях варисской орогении к северу и югу от этой системы разломов свидетельствуют в пользу того, что разломы Крейвен действовали как сдвиги, так что разломный блок сместился к западу. (Основное горизонтальное смещение происходило по северному Крейвенскому разлому.) Справедливость этого положения была подтверждена Уэйджером более 30 лет тому назад на основе изучения направления системы трещин в каменноугольном известняке. Пеннинский разломный блок ограничен с запада зоной дислокаций Дент-Лайн, которая далее на север сменяется Пеннинскими разломами, образующими западную границу блока Олстон. И здесь основное смещение явно послемезозойское, но в то же время хорошо видны и варисские структуры — небольшие надвиги, такие, как надвиг Браунбер, по которому скиддавские аспидные сланцы оказались надвинутыми на нижнекаменноугольные пласты. Они имеют меридиональное простирание.

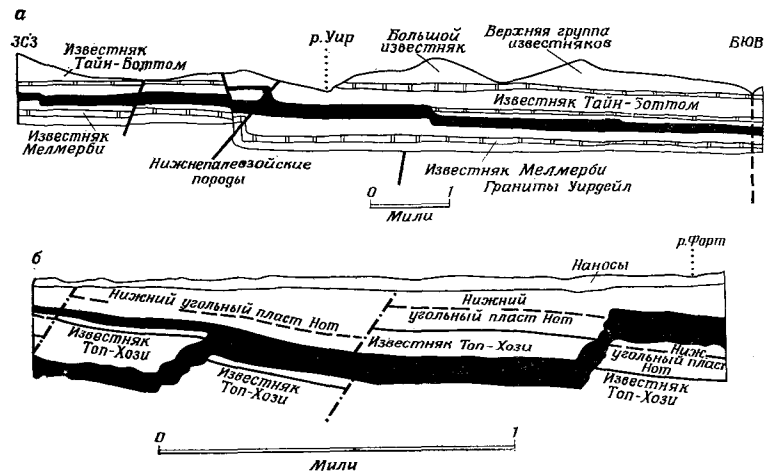
#### Минерализация и магматические интрузии

Породы блока Олстон подверглись интенсивной минерализации в допермское время. Образовались промышленные скопления свинца, барита и флюорита. Минерализация носила концентрический характер, особенно заметный в распределении жильных минералов, что доказывает отсутствие связи с пластовой интрузией Грейт-Уин, хотя эта интрузия сама имеет доперм-

ский возраст. Это подтверждается не только тем, что галька пород интрузии обнаруживается в пермских брекчиях (см. стр. 205), но и данными изотопного определения ее возраста (280 млн. лет). Пластовая интрузия Грейт-Уин



Ф и г. 8.5. Пластовые интрузии Грейт-Уин и Мидленд-Вэлли. 1 — выходы пластовых долеритов; 2 — распространение под осадочным покровом.



Ф и г. 8.6. Разрезы, иллюстрирующие переход варисских пластовых интрузий с одного горизонта на другой.

а — пластовая интрузия Грейт-Уин в северной Англии, б — пластовая интрузия Мидленд-Велли.

является крупнейшей гипабиссальной интрузией в Великобритании. Это кварцево-долеритовый пласт мощностью до 36 м, простирающийся от островов Фарн в южном направлении и образующий в рельефе Нортумберленда высокий, обращенный к северу обрыв, часть которого была использована при сооружении стены Хадриан (фиг. 8.5). Этот пласт обнажается в западном обрыве Пеннин и в глубоко эродированной долине реки Верхний Тис. На значительном протяжении эта интрузия внедрялась в известняки средней группы, перемещаясь из одного горизонта в другой, причем иногда этот переход происходит резко, «уступами» (фиг. 8.6). Для объяснения наблюдае-

мого характера минерализации было выдвинуто предположение о наличии крупной интрузии под блоком Олстон и были проведены ее поиски. Геофизические исследования и последующее глубокое бурение выявили наличие гранитного штока — плутона Уирдейл. Совершенно неожиданно на его эродированной поверхности был обнаружен базальный конгломерат каменноугольного возраста, а определение возраста этих гранитов изотопным методом подтвердило, что они внедрились до отложения каменноугольных осадков, т. е. примерно за 150 млн. лет до того, как каменноугольные породы претерпели минерализацию. Следовательно, этот плутон является каледонским образованием, а источник минерализации остается одной из геологических загадок. Геофизические исследования блока Аскригг привели также к предположению о наличии здесь еще одного магматического тела на глубине, но эти данные пока не подтверждены.

Едва ли стоит удивляться тому, что в Шотландии главным проявлением варисской орогении было возобновление движений в пределах каледонских структур и в силу этого преобладали северо-восток — юго-западные простирания. В течение каменноугольного периода осадконакопление было тесно связано с разломом Южно-Шотландской низменности. Нортумбрийский прогиб и трог Северной Ирландии, например трог Слив-Бей, имели каледонское простирание, хотя зона осадконакопления в Шотландии (и Ирландии) не была строго ограничена нарушениями, обрамляющими Средне-Шотландскую низменность. Среди наиболее четко выраженных структур, образованных в результате варисской орогении, следует отметить синклинали впадины угольных бассейнов. Впадины Центрального и Мидлотианского бассейнов имеют простирание, близкое к каледонскому. Антиклинальная складка Пентленд, ограниченная с востока взбросом, отделяющим ее от крутого борта асимметричной синклинали Мидлотиан, имеет северо-восток — юго-западное простирание. Разрывы в угольных месторождениях имеют в основном широтное простирание, и большинство сбросов являются нормальными, хотя некоторые из них в обнажениях дают извилистые линии. Широко представленные разрывы северо-запад — юго-восточного простирания, параллельные дайкам, являются более поздними и имеют третичный возраст.

Магматические интрузии, связанные с варисской орогенией, широко распространены в Средне-Шотландской низменности. Встречаются щелочные штоки, дайки, а также пластовые интрузии. Последние отличаются сложным составом, например пластовые интрузии Лугар и Внешний Брейфут, которые представлены породами различных типов от тешенита до перидотита. В восточной части Средне-Шотландской низменности, по-видимому, широко развиты кварцево-долеритовые пластовые интрузии, образующие в рельефе четко выраженные обрывы, подобные тому, на котором высится замок Стерлинг. В настоящее время с уверенностью можно сказать, что все эти обнажения являются частями одной крупной пластовой интрузии, которая носит название кварцево-долеритовой интрузии Мидленд-Велли. Она насчитывает 64 км в поперечнике (фиг. 8.5), и в ряде скважин ее мощность превышает 150 м. Интрузия перемещается из одного горизонта в другой, зачастую уступами в местах нарушений, но на значительных площадях остается параллельной напластованию. С ней ассоциируются широтные дайки аналогичного состава.

Как Краевой разлом Северо-Шотландского нагорья, так и разлом Южно-Шотландской возвышенности проявляли активность и в послекаледонское время. Последний разлом, безусловно, не является простым сбросом, а представляет собой серию кулисообразно расположенных сбросов. Имеются признаки того, что в допермское время по Краевому разлому Северо-Шотландского нагорья происходило опускание блоков на север на участке Лох-Ломонд и на юг — в районе Аррана и Бьюта. Подобно этому смещение бло-

ков по разлому Южно-Шотландской возвышенности не было однообразным по направлению — только на юг или на север. Таким образом, хотя в пределах Средне-Шотландской низменности происходило образование синклинальных складок и наблюдалась активизация разрывов каледонского простиранья, процесс грабенообразования был выражен слабо. Выше лежащие пермские породы, от которых остались лишь небольшие обнажения, накапливались на всей площади Северо-Шотландского нагорья, Средне-Шотландской низменности и Южно-Шотландской возвышенности. Останцы этих обнажений описаны в следующей главе.

## Глава 9

### ПЕРМСКАЯ СИСТЕМА

#### Палеогеография

Образование варисских горных цепей резко изменило палеогеографию Европы как в отношении распределения суши и моря, так и в отношении климата. Северо-западная Европа стала составной частью герцинского континента, и в течение последующих пермского и триасового периодов на обширных площадях продолжали отлагаться осадки континентальных фаций так же, как и в конце каменноугольного времени. Эти два периода зачастую рассматриваются как целое, пермо-триас, однако между ними существуют значительные палеонтологические различия, описываемые ниже. Эти различия столь существенные, что пермь относят к палеозойской эре, а триас — к мезозою. К сожалению, породы континентальных фаций, особенно красноцветы, бедны окаменелостями, так что в Великобритании граница между пермью и триасом не может быть четко определена. В северо-восточной Англии залегают пермские породы двух фаций — морские осадки (главным образом известняки) и континентальные красноцветы. Поскольку переход от одной фации к другой происходит как по площади, так и по разрезу, можно уверенно предположить, что граница между фациями не является строго изохронной. В этих условиях установление границы между пермью и триасом по литологическому признаку — далеко не лучшее решение проблемы, однако другого выхода нет. С другой стороны, нижняя граница пермской толщи легко определяется в северной Англии благодаря четко выраженному несогласию в подошве. Пермские отложения здесь резко трансгрессивно ложатся на пласты каменноугольного возраста, смятые в складки во время астурийской и заальской фаз варисской орогении. Трудности встречаются только в средней Англии, где отнесение пород энвиллской и клентской групп к пермской системе несколько проблематично. Следует отметить, что и в других районах установление точного возраста самых нижних отложений пермской системы зачастую представляет проблему, а отрезок времени, соответствующий предпермскому несогласию, приходится относить к пермскому периоду.

Пермская система — единственная из систем, рассматриваемых в этой книге, которая не была первоначально выделена в Западной Европе. Впервые она была установлена Мурчисоном в результате его поездки в Россию, в Пермскую губернию, в 1841 г. Расчленение пород пермской системы, принятое ныне в СССР (включая нижние ярусы, не описанные Мурчисоном), показано в табл. 9.1, в которой приведены также часто используемые названия из немецкой классификации пермских отложений.

Пермские породы в Великобритании отлагались в тектонических бассейнах или впадинах, образовавшихся в результате варисской орогении; они сохранились в северо-восточной и северо-западной Англии, Шотландии, средней Англии и юго-западной Англии.

Таблица 9.1

Северо-западная Европа		Русская платформа
Цехштейн	Верхний	Татарский
	Средний Нижний	Казанский
Верхний красный лежень		Кунгурский
Нижний красный лежень-отэнский отдел		Аргинский Сакмарский

#### Северо-восточная Англия

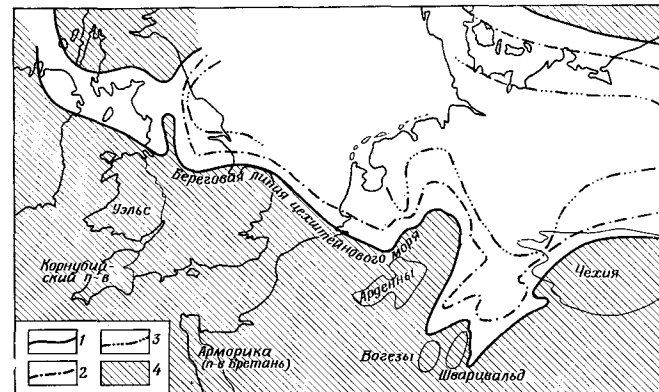
Пермские породы простираются от побережья Дарема вблизи устья реки Тайн (пермский останец расположен к северу от устья) до западных пригородов Ноттингема. Разрез пермских пород в графстве Дарем, хотя он не является типичным, выглядит следующим образом:

мергели с каменной солью и ангидритом;  
 верхний магнезиальный известняк и эвапориты;  
 средний магнезиальный известняк;  
 нижний магнезиальный известняк;  
 мергельный аспидный сланец;  
 желтые пески.

Самые нижние слои, желтые пески, присутствуют не повсеместно, выполняя углубления рельефа допермской поверхности. Между Хеттоном и Мурсли их мощность падает от 34,5 м всего до 1,5 м на расстоянии лишь 8 км. В графстве Дарем, там, где эти породы присутствуют, они представлены мягкими косослоистыми желтыми песками эолового происхождения и могут достигать мощности 45 м. Предполагается, что они формировались в виде дюн по берегам цехштейнового моря, описываемого ниже. Эти пески имеют большое значение в северо-восточной Англии как источники воды. При проходке угольных шахт на закрытых участках Даремского угольного месторождения они доставляли много неприятностей, зачастую вынуждая проводить замораживание воды, которая в противном случае затапливала шахты, поступая с дебитами до нескольких тысяч литров в минуту. Желтые пески встречаются в подошве пермской толщи и по всему Йоркширу, где мощность их редко превышает 6 м, а также в Ноттингемшире, где они переходят в брекчию с обломками каменноугольных и чарнийских пород.

Мергельный аспидный сланец — не совсем правильно названный тонкий пласт (этот пласт не аспидный сланец, и даже не мергель, а скорее битуминозный алевролитистый сланец, иногда карбонатный), отличающийся, несмотря на незначительную мощность, хорошей выдержанностью по площади. Его мощность редко превышает 0,9 м, но пласт прослеживается на всем протяжении обнажений пермских пород, хотя на юге он известен как нижнепермский мергель и представлен известковистым аргиллитом, а в окрест-

ностях Ноттингема выражен в сублиторальной фации. Он коррелируется с пластом медистых сланцев (Kupferschiefer), развитым в разрезах в ФРГ и ГДР, на основании сходства фауны — ганойдных рыб. Если не считать остатков рыб и плавучей растительности, обнажения пермских пород в Дареме содержат лишь незначительное количество окаменелостей, в то время как нижнепермские мергели в Ноттингемшире содержат нормальную морскую бентонную фауну. Практическое отсутствие такой фауны в Дареме в совокупности с высоким содержанием пирита свидетельствует об отложении



Ф и г. 9.1. Палеогеография цехштейнового моря и распределение соляных отложений.

1 — береговые линии; 2 — границы распространения каменной соли; 3 — граница распространения калийных солей; 4 — суша.

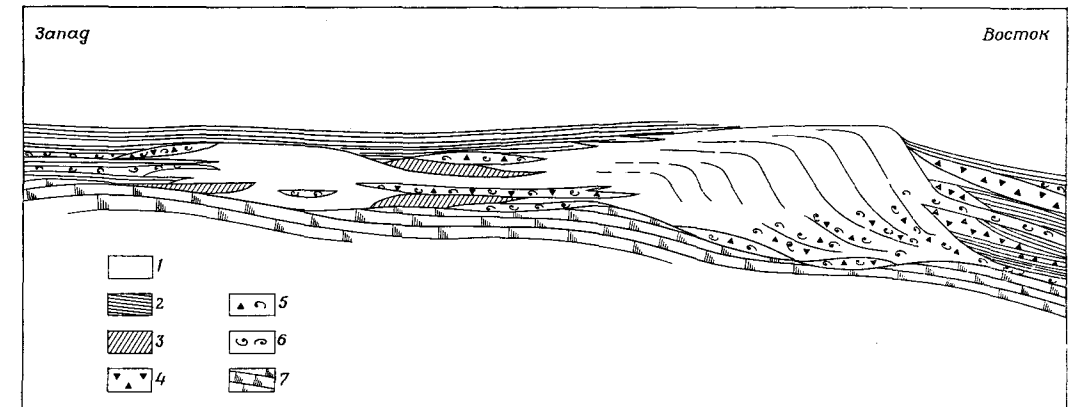
пермских осадков в застойных восстановительных условиях, неблагоприятных для жизни.

Мергельный аспидный сланец является самым нижним пластом морской трансгрессивной серии цехштейна; в этом морском бассейне накапливался и залегающий выше пласт — магнезиальный известняк. Цехштейновое море занимало северные части ФРГ и ГДР и с юга ограничивалось Чешским и Рейнским массивами (фиг. 9.1). В момент своего наибольшего распространения это море захватывало не только северо-восточную Англию, но и покрывало северные Пеннины либо обрамляло их (внедрение моря могло происходить через мульду Стейнмор, но доказательств этого нет). Так, небольшие по мощности аналоги магнезиального известняка обнаружены в северо-западной Англии в долине реки Иден и в Северной Ирландии. Распространение морских условий на всю поверхность пенеплена, образовавшегося в конце каменноугольного и в начале пермского периода, должно было быть стремительным, поскольку именно нижний магнезиальный известняк имеет наибольшее распространение в южном направлении. Площадь морского осадконакопления сокращалась по мере высыхания моря, и, в то время как накопление морских известняков в Дареме продолжалось (здесь накопилось 240 м известняков), в других местах на смену морским известнякам пришли отложения континентальных фаций, хотя позднее море и распространилось на запад.

Магнезиальный известняк, представляющий собой смесь кальцита с доломитом, является важным промышленным источником магния. Как литологические особенности его, так и фауна свидетельствуют о том, что осадконакопление происходило в сильно соленых водах закрытого моря. Среди фауны, хотя и морской по происхождению, отсутствуют кораллы, цефалоподы представлены только наутилоидеями, а брахиоподы, двусторчатые, криноиды и гастроподы часто встречаются в некоторых горизонтах. Микроокаменелости включают фораминиферы и водоросли. Нижний магнезиальный известняк не очень богат ископаемыми остатками, к тому же

сохранность представленных видов весьма плохая. Типичным явлением становятся жёоды — пустоты растворения, заполненные кристаллами. Нижний магнезиальный известняк образует четко выраженный, обращенный к западу обрыв, простирающийся на юго-восток в пределы графства Дарем, а затем на юг.

**Рифы и брекчии.** Средний магнезиальный известняк местами более богат окаменелостями, хотя общее количество видов невелико; наиболее распространенной фауной все еще являются брахиоподы. Отличительной чертой среднего магнезиального известняка является развитие рифовых образований и брекчий; эти два явления взаимосвязаны. Рифы, образующие отчетливо выраженные положительные элементы рельефа в центральных частях



Ф и г. 9.2. Пермские рифы и взаимосвязь между рифами и брекчиями.

1 — массивный рифовый известняк; 2 — известковый песок и оолиты с подчиненными прослоями доломитовых аргиллитов; 3 — тонкослойные пизолиты; 4 — брекчии обрушения; 5 — осадки рифовых осыпей; 6 — известняк-ракушечник; 7 — субрифовый известняк.

пермских обнажений, в прошлом считались мшанковыми по своему происхождению. Мшанки действительно широко развиты, однако крупные плоские массивные разновидности их встречаются только в нижней части рифов, тогда как главной составной частью рифов являются плоские водорослевые образования, а также обломки раковин. Перекристаллизация сильно нарушила их первоначальную тонкую текстуру, так что водоросли не могут быть точно определены, но скорее всего они напоминают *Collenia* рифов каменноугольного возраста. Рифы развивались вблизи границы моря, хотя они и переходят в западном направлении в пластовые известняки. К востоку от области распространения рифов хорошо развиты брекчии, обнаруживаемые в настоящее время в Дареме вдоль побережья. Часть этих брекчий имеет ярко выраженные черты осыпей и оползней рифового материала, поскольку внешний склон рифов был, вероятно, крутым. Углы падения рифов здесь значительны; считается, что они были таковыми уже при осадконакоплении (фиг. 9.2). Аналогичные рифы обнаружены на южных окраинах цехштейнового моря в Тюрингии.

Среди нескольких типов брекчий, встречающихся в пермских отложениях, один тип носит название ячеистых брекчий из-за обилия в них пустот растворения. Как правило, щебень брекчий содержит меньше доломита, чем цемент. Заметная угловатость щебня и его небольшие размеры (6—25 мм в поперечнике) позволяют предполагать, что он не переносился на большие расстояния. Считают, что образование брекчий произошло *in situ* благодаря изменению объема пород при гидратации ангидрита и переходе его в гипс. Некоторые массивные брекчии состоят из крупных блоков, а сами блоки

в свою очередь сложены брекчий. Образование более поздних трещиноватых брекчий объясняется обрушением крупных каверн растворения, заполненных брекчий, что, естественно, приводило к нарушению напластования.

К югу от Каттерика, где проходит граничный разлом, разделяющий триасовые и пермские породы, средний магнезиальный известняк отсутствует. В Йоркшире и Ноттингемшире на нижний магнезиальный известняк ложится средний пермский мергель, красноцветный и с пластами эвапоритов. Судя по материалам пробуренных скважин, мощность мергелей в восточном направлении резко увеличивается. Почти полное отсутствие окаменелостей (если не считать редких следов жизнедеятельности ископаемых организмов) делает невозможной корреляцию этих пород с отложениями Даремского разреза, хотя за мергелями и следует верхний магнезиальный известняк.

Верхний магнезиальный известняк в Дареме начинается с 3,6-метрового пласта «гибкого» известняка. Такая пластичность известняка — редкое явление, объясняемое особенностями взаимного расположения кристаллов (сцеплением их). Выше следуют известняки с конкрециями самого разнообразного строения. Наиболее распространены известняки со сферическими кальцитовыми конкрециями типа «пушечных ядер» диаметром до 7,5 см, но в то же время распространены конкреции с сетчатым строением, известные под названием псевдокоралловых структур. Конкреции привлекали внимание геологов с давних времен, но на сегодня удовлетворительного объяснения их происхождения не найдено. Не понятен и механизм разделения кальцитового материала на концентрические слои, хотя установлено, что кальцит отлагался вокруг некоторого начального ядра, например обломка раковины. Тем не менее очевидна связь конкреций с высыханием цехштейнового моря, хотя их вторичное происхождение доказывается тем, что плоскости напластования нередко пронзают эти структуры. О прогрессирующем высыхании моря свидетельствует сокращение количества видов окаменелостей в верхнем магнезиальном известняке и небольшие размеры ископаемых организмов, на которых сказывалось ухудшение условий окружающей среды. Залегающие выше желтые оолитовые доломиты, доломиты Хартлпул и Рокер, не содержат окаменелостей, в их отложении основную роль, безусловно, играло химическое осаждение. Эти карбонатные породы перекрываются мергелями с мощными эвапоритовыми отложениями; выше они переходят в аналогичные породы триасового возраста без всякого перерыва в осадконакоплении. Хотя в обнажениях нельзя наблюдать всю последовательность отложений, полный разрез вскрыт многочисленными скважинами.

В южном направлении верхний магнезиальный известняк прослеживается вплоть до северного Ноттингемшира. В Йоркшире мощность его 30 м, в южном направлении она уменьшается, и в районе Мансфилд эти отложения уже не обнаружены. Здесь из-за отсутствия верхнего магнезиального известняка верхние мергели и средние мергели разделить невозможно. Еще дальше на юг, в Ноттингемшире, они становятся песчанистыми и неотделимыми от нижнего пестрого песчаника триаса. Верхние пермские мергели лишены окаменелостей, но почти с уверенностью можно сказать, что они отлагались одновременно с известняками Дарема. Однако к концу пермского времени сходные условия осадконакопления установились на большей части площади Великобритании, за исключением приподнятых участков.

**Эвапориты.** Эвапоритовые осадки встречаются в нескольких горизонтах пермской системы в Дареме и северо-восточном Йоркшире и слагают значительную часть разреза. В скважине Фордон из общей мощности пермских пород, составляющей 2250 м, на долю эвапоритов приходится 416 м. Минеральный состав этих эвапоритов отличается сложностью: в морских эвапоритах встречается более 80 разновидностей минералов, хотя основных породобразующих минералов не более 12. Следует, однако, отметить, что такое богатство минералов во многом объясняется вторичными процессами — обра-

зованием новых минералов в результате замещения. Это подтверждается как присутствием псевдоморфоз, так и отсутствием или недостаточным количеством тех минералов, обилие которых должно было бы наблюдаться. Так, первоначально здесь должно было быть намного больше гипса, чем сейчас, если только осадконакопление не происходило при температуре воды выше 34° С, что маловероятно. Гипс был в значительной мере замещен ангидритом и галитом (каменной солью) — самыми распространенными компонентами этих эвапоритов. Гипс, встречающийся в неглубоко залегающих осадках, на глубине часто переходит в ангидрит. Однако есть и примеры замещения ангидрита гипсом. Доломитизация магнезиального известняка также, возможно, происходила преимущественно как вторичный процесс, и в свою очередь доломит местами оказался замещенным ангидритом. Короче говоря, современный минеральный состав должен сильно отличаться от состава первичных осадков как по соотношению различных минералов, так и по текстуре. Процессы замещения в основном происходили почти одновременно с захоронением осадков, а частично и после захоронения, которое приводило к повышению температуры и давления.

Теория дает определенную последовательность выпадения минералов в осадок при испарении морской воды, в значительной степени подтвержденную экспериментальными исследованиями. Первыми солями, выпадающими в осадок, являются карбонаты — кальцит и доломит, хотя, как уже указывалось, происхождение последнего в значительной мере может быть вторичным. Затем в осадок выпадает сульфат кальция, в условиях нормальной температуры сначала в виде гипса, а затем в виде ангидрита. Только в случае высокой температуры воды (см. выше) весь сульфат кальция отложился бы в виде ангидрита. Галит осаждается вместе с гипсом или ангидритом, а вслед за ними выпадают в осадок соли калия, такие, как полигалит. Следует отметить, что процесс кристаллизации, течение которого в значительной степени зависит от температуры, может быть должным образом представлен только с помощью треугольных диаграмм. Дополнительные сложности возникают, если часть уже отложившихся солей оказывается изолированной от взаимодействия с концентрирующимся раствором морской воды, например, в результате перекрытия сверху тонким слоем осадков; в этом случае картина кристаллизации получается еще более запутанной.

Существуют доказательства того, что состав морской воды не претерпел заметных изменений со времен палеозоя. В морском бассейне, где происходит испарение, можно ожидать, что минералы, осаждающиеся в порядке возрастания растворимости, будут располагаться концентрически, т. е. наименее растворимые минералы — ближе к берегам моря, а наиболее растворимые — только в центральных частях бассейна. Это действительно наблюдается в эвапоритах пермского цехштейнового моря. Отложения ангидрита и галита развиты по площади значительно шире, чем калийные соли, которые осаждались много дальше от берегов пермского бассейна и встречаются в северо-восточном Йоркшире. Из этого следует, что в скважине должна наблюдаться определенная последовательность солей по вертикали, отражающая цикл испарения:

- полигалит;
- галит;
- ангидрит и/или гипс;
- доломит или известняк.

В верхнем и среднем цехштейне ФРГ и ГДР и северного Йоркшира были выделены по существу три таких цикла и неясно выраженный четвертый цикл. Разрез эвапоритов, вскрытый одной из скважин вблизи Уитби, показан в табл. 9.2.

Не совсем ясно, как оказалось возможным осаждение эвапоритов столь большой мощности. В нормальных условиях при испарении столба морской

воды высотой 420 м образуется пласт ангидрита мощностью 30 см. Очевидно, в процессе испарения происходил приток новых порций морской воды. Согласно теории, выдвинутой сто лет назад и не утратившей значение по сей день, такое осаждение возможно в бассейне лагунного типа, отрезанном

	Метры
Верхний пермский мергель	180
Кровельный ангидрит	0,6—1,2
Соленосные глины	2,1—3,6
Верхние эвапориты	60
Карналлитовый мергель	9—18
Средние эвапориты	120
Верхний магнезиальный известняк и мергель	до 32,4
Нижние эвапориты	330
Нижний магнезиальный известняк	109,5

от океана какого-либо рода «баром»; время от времени происходило восстановление связи лагуны с океаном, обеспечивавшее пополнение ее водой. Эта теория в некоторой степени основывалась на том, что в эвапоритовых породах Йоркшира наблюдаются микроциклы. Они состоят из ритмических повторяющихся слоев карбоната, ангидрита и каменной соли; это чередование слоев отражает возобновление связи с источником воды, возможно, сезонное. Подсчет таких ритмических слоев в средних эвапоритах Фордонского разреза показывает, что эвапориты этого цикла отложились в течение периода времени 25 000 лет.

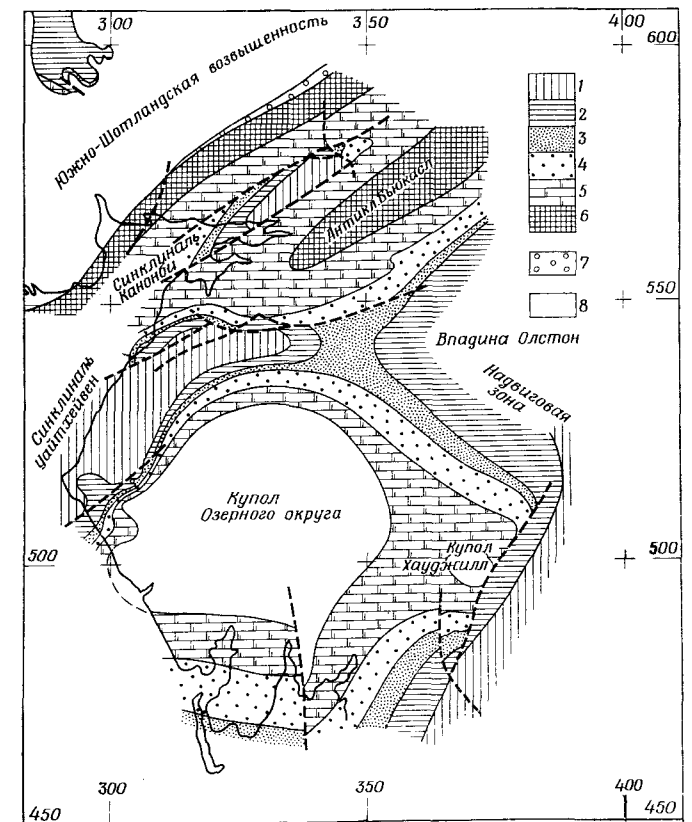
### Северо-западная Англия

К западу от Пеннинских гор пермские породы обнаружены в долине Идена, а более мелкие, но интересные обнажения — в северо-западной и южной частях Озерного округа. В долине Идена, к западу от Эшлби, базальные пермские слои залегают несогласно на нижнекаменноугольных породах и представлены крупнообломочной брекчией, щебень которой состоит исключительно из каменноугольного известняка. Отдельные обломки — куски брекчированной щебенки — достигают 30 см в поперечнике. Они сцементированы красным песчаником, который местами богат переотложенными ископаемыми остатками каменноугольного возраста, в основном члениками криноидей, четко видимыми на выветрелой поверхности. В южной части долины Идена эта брекчия, называемая здесь нижним брокремом, достигает большой мощности и составляет значительную часть пермского разреза. В северном направлении она уменьшается в мощности и заполняет пониженные участки эродированной поверхности каменноугольных отложений, вследствие чего мощность ее здесь непостоянна, в то время как вышележащий пенритский песчаник в этом направлении становится все более мощным. Пермские породы отлагались на размывтых варисских структурах; на палеогеологической карте (фиг. 9.3) показано строение допермских отложений.

Однако поскольку отложение самых ранних пермских осадков, возможно, не было одновременным, эта карта не дает представления о поверхностной геологии района в определенный момент времени. Возможно, что Пеннинские горы не претерпели воздымания вдоль таких варисских структур, как зона дислокаций Дент, Внутрипеннинский разлом и серия мелких взбросов, таких, как Браунбер, описанных в предыдущей главе. Известно, что основное воздымание северных Пеннин произошло в третичное время, после чего должна была быть размыта толща значительной мощности, однако породы Пеннин каменноугольного возраста залегают стратиграфически выше большинства образований, подстилающих пермские отложения в северо-западной Англии. Небольшие обнажения пород угленосной свиты еще встречаются в Стейнморской мульде, а также непосредственно к югу и северу от Пеннинского разломного блока в пределах угольных месторождений Миджхолм и Инглборо. Отсюда следует, что Пеннины не могли быть значительно подняты и эродированы в результате варисских тектонических движений. Источник щебня брекчий нижнего брокрема неизвестен, и, хотя представляется маловероятным, что источником сноса служили Пеннины, такую версию совсем исключить нельзя.

Пенритский песчаник преимущественно представлен грубозернистым («просяное зерно») песком эолового происхождения. Косая слоистость дюнных пес-

ков, слагающих пенритский пласт, указывает на их транспортировку преимущественно восточными ветрами. Брекчии представляют собой обломочный материал, типичный для подножий гор, который по простиранию (а с развитием эрозии и вертикально) переходит в песчаные отложения пустыни. В районе Эшлби пенритский песчаник рыхлый и зерна его сцементированы и окрашены окислами железа, далее к северу он становится более устойчивым к эрозии благодаря цементации кремнеземом. Здесь пенритский песчаник образует возвышенность Пенрит-Бикон. Вблизи кровли пенритского песчаника встречаются новые пласты брекчий, но они имеют линзовидный характер и не выдержаны по площади. Эти пласты представля-



Фиг. 9.3. Палеогеологическая карта допермского основания северо-западной Англии и юго-западной Шотландии.

1 — верхняя угленосная свита; 2 — продуктивная угленосная толща; 3 — жерновой песчаник; 4 — иордейлские, т. е. пост-D<sub>1</sub>; 5 — C<sub>2</sub> — D<sub>1</sub>; 6 — каменноугольные до C<sub>2</sub>; 7 — древний красный песчаник; 8 — древние палеозойские.



ют собой серию брекчиевых горизонтов, объединяющуюся в прошлом под названием верхний брокрем. Эти верхние брекчии отличаются от брекчий нижнего брокрема: помимо обломков известняка каменноугольного возраста, в них часто встречаются обломки нижнепалеозойских, преимущественно вулканических пород, а также была обнаружена галька пластовой интрузии Грейт-Уин. Образование этих верхних брекчий, возможно, отражает возобновление движений на участке, служившем источником сноса материала, и развитие эрозии этого участка, в результате которой в это время обнажились нижнепалеозойские породы. Однако возможно, что нижнепалеозойская галька образовалась в результате размыва конгломератов каменноугольного возраста. На площади Кёркби-Стефен серия Стенкрит-Брокрем залегает выше хилтонской серии и образует толщу, выклинивающуюся к северу. Залегаящие выше глинистые сланцы Сент-Бис, которые к востоку трансгрессивно перекрывают пермские породы, относятся либо к перми, либо частично к перми, а частично к триасу. Описанный выше разрез выглядит следующим образом:

Глинистые сланцы Сент-Бис	{	Мергели
Серия Хилтон		Магнезиальный известняк
		Пласты Хилтон-Плант
Пенритский песчаник		
Нижний (или пенритский) брокрем		

Пласты Хилтон-Плант — серовато-белые глинистые сланцы и желтые песчаники — содержат обугленные ископаемые остатки растений. Анализ ископаемой флоры свидетельствует об эквивалентности этих пластов формации Купфершифер ГДР и ФРГ, поскольку три вида флоры встречаются только в этой формации, хотя остальные виды и имеют более широкий диапазон распространения. Подобным же образом, мергелистый сланец северо-восточной Англии содержит ископаемую флору, находимую и в Купфершифере; его возрастное соответствие пластам Хилтон-Плант предполагалось уже давно. Фауна, обнаруженная в магнезиальном известняке долины Идена, маломощном аналоге (здесь его мощность всего 6 м) магнезиальных известняков, развитых к востоку от Пеннинских гор, не подтверждает существовавшего ранее предположения об эквивалентности его нижнему магнезиальному известняку. Немногочисленная фауна свидетельствует в пользу возрастного соответствия этого известняка верхнему магнезиальному известняку. Кажется маловероятным, чтобы серия Хилтон действительно была эквивалентной большей части разреза магнезиального известняка графства Дарем и чтобы пласты Хилтон-Плант, с одной стороны, и мергелистые сланцы, с другой, были резко разновозрастными прибрежными фациями наступавшего цехштейнового моря. В этом случае подошва песчаника Сент-Бис, относящаяся по возрасту к нижнему пестрому песчанику триаса, также может оказаться разновозрастной. Однако не следует забывать, что пласты Хилтон-Плант эквивалентны средним пермским мергелям, поскольку перекрывающий их магнезиальный известняк почти безусловно эквивалентен верхнему магнезиальному известняку.

Магнезиальный известняк в районе Уайтхейвен — Сент-Бис залегает на породах брокрема и в береговых обнажениях не превышает мощности 4,5—6 м, тогда как в скважинах его мощность значительно больше — до 18 м. Сверху на нем залегает толща, в которой выделяются два эвапоритовых горизонта. Если эти горизонты приравнять к двум эвапоритовым пластам, обозначенным в долине Идена как В и С (участок Кёркби — Тор), то магнезиальный известняк западного Камберленда может оказаться древнее известняка в долине Идена. Пермский разрез в районе Фёрнесс почти такой же, хотя два эвапоритовых пласта над магнезиальным известняком развиты не повсеместно.

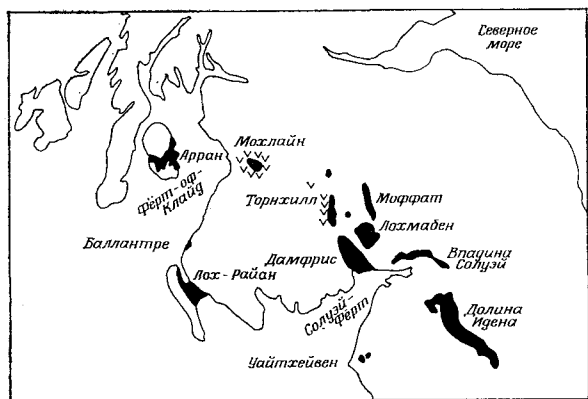
### Ирландия и западные границы цехштейнового моря

Выходы пермских пород в Ирландии, хотя и не обширные, имеют важное палеогеографическое значение. Мощность пермских отложений здесь не превышает 30 м, и магнезиальный известняк мощностью до 20,5 м является основной составной частью пермского разреза. Он обнаружен не только в небольшом обнажении на южном берегу Белфастского залива, но и в скважинах в районе Грейндж, к западу от озера Лох-Ней. Фаунистические данные не очень убедительны, но свидетельствуют в пользу того, что этот известняк соответствует по возрасту верхнему магнезиальному известняку, или по крайней мере подтверждают, что этот пласт залегает в верхней части пермского разреза. Максимальное распространение цехштейнового моря на запад, возможно, произошло во время отложения верхнего магнезиального известняка, однако далеко не очевидно, что породы, встречаемые в различных обнажениях северо-западной Англии и Ирландии, имеют одинаковый возраст. Поэтому палеогеографическую карту (фиг. 9.1), построенную по материалам обнажений, расположенных в долине Идена, Фёрнессе, Уайтхейвене и в Северной Ирландии, следует рассматривать как сборную.

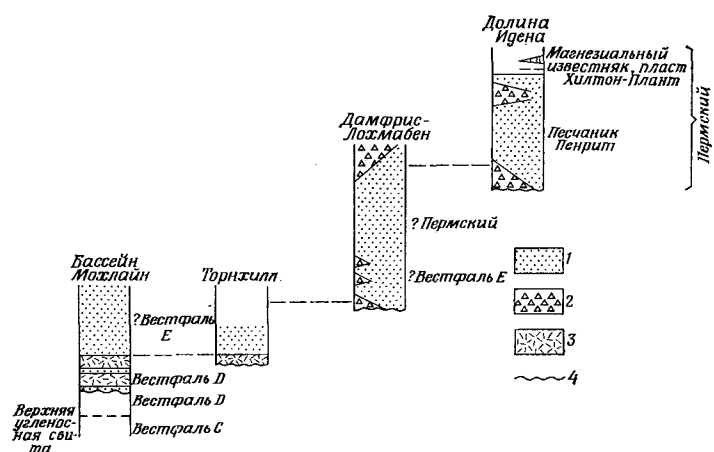
В разрезе останца Кингскорт в Ирландии, сложенного пермскими породами, не содержится магнезиального известняка, что позволяет уточнить положение береговой линии цехштейнового моря. Разрез представлен брекчией, глинистыми сланцами с растительными остатками и мергелями с эвапоритами. Палеогеографическая карта подтверждает конфигурацию моря, при которой оно с севера ограничено антиклиналью Бьюкасл, а с юга — массивом средней Англии (точные границы последнего за пределами Ноттингемшира неизвестны). Внедрение цехштейнового моря в район западных обнажений пермских пород было кратковременным. Представляется маловероятным, чтобы связь с основным цехштейновым морем осуществлялась к северу от Озерного округа, имея в виду существование там в то время варисских структур и отсутствие к востоку от Уайтхейвена магнезиального известняка, претерпевающего выклинивание. Пермские породы представлены здесь только брекчиями. Более вероятно, что сообщение с основным цехштейновым бассейном совершалось южнее Озерного округа, где происходило обмеление цехштейнового моря, а не на участке Северо-Пеннинского массива, где нет осадков пермской системы или последующей мезозойской группы, подтверждающих наличие связи бассейнов. Связь могла осуществляться также и южнее острова Мэн, где наблюдаются выходы пермских песчаников.

### Пески пустынных фаций

Помимо описанных выше пенритских песчаников северо-западной Англии и желтых песков Дарема, которые являются дюнными образованиями, предшествовавшими отложению магнезиального известняка, дюнные пески широко представлены на всем протяжении от северной Шотландии до Девоншира. Встреченные в южной Шотландии к северу от цехштейнового моря красноцветные слои, безусловно, имеют, по крайней мере частично, доцехштейновый возраст. Находка ископаемых остатков растений, возможно относящихся к зоне D вестфальского яруса (они могут быть даже отенского возраста) в глинистых сланцах, которые залегают в виде прослоев в лавах предположительно пермского возраста в пределах Мохлайнского бассейна Эршира, свидетельствует об их одновременном накоплении. Существуют некоторые доказательства того, что они становятся все более молодыми в направлении на юг от Эршира (фиг. 9.4 и 9.5). В большинстве случаев установление точного возраста красноцветов, песчаников, глинистых сланцев и брекчий в этих обнажениях оказывается невозможным, и термин «новый красный



Ф и г. 9.4. «Пермские» обнажения в северо-западной Англии и южной Шотландии. Вулканические породы показаны значками ∇.



Ф и г. 9.5. Разновозрастность красноцветных пород южной Шотландии. 1 — песчаник; 2 — брекчия; 3 — вулканические породы; 4 — несогласие.

песчаник» остается хотя и не точным, но все же удобным для их обозначения. На Арране и в Кинтайре разрезы представлены в основном брекчиями; на острове Арран мощный и, по-видимому, непрерывный разрез отложений отражает эволюцию палеогеографических условий. Пролувияльная брекчия и золотые пески переходят вверх по разрезу в отлагавшиеся в воде осадки, включающие кремнистые известняки, и далее в мелководные пустынные отложения, образовавшиеся в триасовое время. Мощность пермских отложений, достигающая в некоторых из этих изолированных обнажений тысячи метров, дает основание предполагать, что они накапливались в тектонических впадинах, образовавшихся в результате варисской орогении. Самое северное из известных обнажений пермских пород находится у Элгина на побережье залива Мари-Фёрт, где желтые золотые пески содержат остатки позвоночных, подтверждающих их верхнепермский или нижнетриасовый возраст. Эти пески перекрываются надежно датированными среднетриасовыми породами, которые также содержат фауну позвоночных. Условия осадконапления этих пород аналогичны условиям осадконапления песков. Дальше на север триасовые породы (на которых здесь залегают самые низы юры) встречаются в западной (Апплкросс и залив Грюнард) и восточной (Брора) частях района, что свидетельствует о трансгрессивном перекрытии пермских пород триасовыми в северном направлении.

На юг от долины Идена встречаются изолированные выходы пермских пород. Кроме уже упоминавшихся выходов в Барроу-ин-Фёрнесс, пермские породы обнажаются в Инглтоне, Клитеро и в значительной мере покрыты наносами — между Ормскерком и Хорли. К югу от Ланкаширского угольного месторождения пермские породы выходят на поверхность на северном борту Чеширского бассейна, а в самом бассейне они залегают на глубине под мощными триасовыми слоями.

Разрез в Ланкашире

Триас	Галечниковые пласты бантера
Пермь	Манчестерские мергели
	Песчаник Коллихёрст

В пределах этого бассейна мощность перми возрастает на юг от 240 м в обнажении до почти 750 м. Песчаник Коллихёрст в районе Манчестера явно допехштейновый, однако возраст большей части красных песчаников в западной части средней Англии и в долине реки Клуид не может быть столь точно установлен. Основные донные песчаники в этом районе, однако, древнее галечниковых пластов нижнего триаса. Манчестерские мергели, залегающие на песчаниках Коллихёрст, включают кальцитсодержащие пропластки с морскими пермскими ископаемыми.

Мощность этих пластов в Чеширском бассейне свидетельствует об интенсивном прогибании, продолжавшемся в триасовое время. Бассейн, весьма вероятно, ограничивался разрывными нарушениями, такими, как сброс Ред-Рок, подвижки по которому продолжались в пермское время. Подобные ограниченные нарушениями трог, заполненные очень мощными красноцветами, выявлены по данным бурения в Стаффордшире.

За пределами цехштейнового моря пермские осадки представлены в основном донными песчаниками, хотя в нижних частях разреза часто развиты брекчии. Отложение песков происходило весьма интенсивно в «песчаном море», сравнимом с современными пустынями. Положительные элементы рельефа, на которых не происходило осаднения песка, располагались, естественно, выше среднего уровня пустыни. Дюны, по всей видимости, были барханного типа и возникали в условиях ветра с весьма постоянным направлением, судя по всему, восточным.

### Юго-западная Англия

Красноцветные породы пермского и триасового возраста выходят на поверхность в юго-западной Англии. Обнажение триасовых пород прослеживается на юг через Сомерсет до южного побережья Девоншира, так что подстилающие красноцветы должны быть в большинстве своем отнесены к перми. Определение абсолютного возраста залегающих ниже лав изотопным методом позволяет отнести их к позднекаменноугольному времени. Однако в отсутствие фаунистических данных весьма трудно установить точную границу между пермской и триасовой системами. Можно предположить, что галечниковый пласт Бадли-Солтертон является эквивалентом галечниковых пластов нижнего триаса, однако сходство условий осадконапления не представляет надежного свидетельства разновозрастности отложений. Толща отложений мощностью свыше 600 м, залегающая под галечниковым пластом, условно относится к перми. Разрез ее может быть представлен следующим образом:

- красные мергели, местами с песчаниками;
- красные песчаники и брекчии;
- брекчии и конгломераты;
- глины Уоткум.

Обнажаясь по обоим берегам реки Экс и на юг вплоть до залива Пейнтон, пермские пласты создают здесь живописный обрывистый ландшафт. Длинный залив, выполненный брекчиями, протягивается на запад от Кредитона вдоль осевой части синклиория. Крупнейший выход пород пермо-триаса находится под поверхностью моря к югу от Корнуэлла (фиг. 10.2), а бассейн осадконакопления был ограничен с севера и запада Корнубийским массивом. Метаморфические породы, на которых был построен Эддистонский маяк, представляют собой выступ среди пермо-триасовой толщи. Естественно, что эти породы детально не изучены, но могут быть отнесены в большинстве своем к триасовому мергелю, кейперу. Пермские породы, несогласно залегающие на девонских пластах и пластах серии кульм (последние под поверхностью несогласия окрашены в красный цвет), не везде начинаются с глин Уоткум, которые развиты только в районе Торки. Брекции имеют большую мощность и представляют собой сцементированный пролювий, щебень которого состоит из обломков девонского известняка и пород кульмской серии, а в вышележащих слоях в большом количестве содержатся обломки изверженных пород. Последние не могут быть с уверенностью отнесены к породам юго-западного батолита, поскольку в пермское время он все еще находился под осадочным покровом, хотя и обнаружена галька из его контактовой метаморфической зоны. Пермские породы в Кредитонской долине были разделены на четыре литологические группы: пласты Кадбери, Боу, Кредитон и Сент-Сайрес. В первой из этих групп встречается только галька пород кульма, тогда как в пластах Боу и Кредитон, наряду с кульмской, встречается галька лав, иногда турмалинизированных, а также обломки осадочных пород с турмалиновой же минерализацией. Галька изверженных пород не соответствует синхронным ей изверженным породам. Галька очень разнообразного состава встречается в пластах Сент-Сайрес: наряду с перечисленными выше здесь присутствует галька кремнистых сланцев, микрогранита и санидиновых полевых шпатов. Совершенно ясно, что этот материал привносился из районов, располагавшихся к западу от современных обнажений.

Изверженные породы встречаются в подошве брекчий, например в Данхидеоке, или в низах разреза пермо-триаса на многих участках графства Эксетер. Здесь под названием эксетерской вулканической серии выделяют две группы изверженных пород; многие виды пород получили свое наименование по названию местностей, в которых они встречаются. В основном это трахитовые базальты, изливавшиеся в форме лавовых потоков. Несколько необычное сочетание минералов в них вызвало предположение о том, что перед излиянием на поверхность произошло смешение магм разных составов. Несмотря на то что от лавовых образований в настоящее время сохранились только останцы, можно утверждать, что вулканическая деятельность в юго-западной Англии не имела широкого распространения. Возможно, что эти вулканические породы образовались приблизительно одновременно с вулканическими породами западной Шотландии (хотя последние и могут быть несколько более древними) и широко развитыми вулканическими образованиями ФРГ и ГДР. За пределами возвышенности юго-западной Англии брекчии переходят в песчаники, которые сменяются вверх по разрезу мергелями. Для этих мергелей характерно обилие осадочных текстур, например волнистых. В свою очередь мергели погружаются к востоку под галечниковый пласт Бадли-Солтертон, который будет описан в следующей главе.

### Пермские ископаемые остатки

В силу неблагоприятных для жизни организмов условий, существовавших в Великобритании во время отложения большей части пермских пород, в них встречается мало ископаемых остатков, за исключением отложений

цехштейнового моря. Фауна цехштейнового моря, представленная морским бентосом, включающим рифообразующие организмы, не отличается изобилием; самыми распространенными ископаемыми формами являются брахиоподы. Присутствует небольшое число родов, что наряду с отсутствием кишечнополостных и малочисленностью цефалопод свидетельствует о преобладании в то время неблагоприятных для жизни условий. Фауна имеет ряд черт, придающих ей палеозойский облик; например, брахиоподы представлены главным образом теми же родами, которые были распространены в каменноугольное время. Трилобиты и бластоидеи, столь характерные для палеозоя, в последний раз появляются в пермское время, а за пределами Великобритании в пермских породах встречаются последние прямые цефалоподы. Флора также имеет тесную связь с палеозойской и включает многие роды, жившие на протяжении каменноугольного периода, хотя появляются и новые формы.

Возможно, не является столь удивительным, что фауна позвоночных в целом не типично палеозойская. Встречаются палеонисцидовые рыбы, а земноводные становятся более многочисленными и столь жизнеспособными, что некоторые из них, например *Eryops*, успешно соперничают с пресмыкающимися. Последние становятся многочисленными и более разнообразными и содержат формы, напоминающие млекопитающих.

## IV. МЕЗОЗОЙСКАЯ ЭРА

### Глава 10

#### ТРИАСОВАЯ СИСТЕМА

Обнажения пород триасовой системы широко распространены в пределах средней Англии и продолжаются на северо-запад и северо-восток по обеим сторонам Пеннинских гор, а также на юго-запад. Небольшие выходы встречаются на крайнем севере Шотландии и в Северной Ирландии, свидетельствуя о размерах существовавшей в триасе области осадконакопления. Однако в юго-восточном направлении под покровом более молодых мезозойских и третичных пород триасовые слои уменьшаются в мощности, и, возможно, в юго-восточной Англии они не отлагались, за исключением позднетриасовых осадков, отложившихся во время рэтской трансгрессии. Триасовые породы почти полностью представлены континентальными фациями, за исключением рэтских слоев, относимых в настоящее время к триасовой системе. Отложения триаса в Великобритании включают дюнные пески, но большинство литологических типов пород свидетельствует о накоплении осадков в воде; конгломераты и пески переносились и отлагались в текущей воде, а мергели осаждались в неподвижных водах.

#### Расчленение триасовой системы

Название этой системы — триас — возникло в результате прежнего деления ее на три отдела, принятого некогда в Германии, где в средней

Таблица 10.1

Германские разрезы	Морские геосинклинальные разрезы
Рэт Кейпер	Неотриас
Раковинный известняк	Мезотриас
Бантер	Палеотриас

части триаса выделяется отдел, представленный морскими отложениями. Поскольку морские отложения в Великобритании отсутствуют, здесь принято деление триаса на два отдела — бантер [пестрый песчаник — *Ред.*] и кейпер, выделяемых по литологическим и фациальным признакам, но которые не строго соответствуют одноименным

отделам, выделяемым в разрезах ФРГ и ГДР. Мощные морские триасовые толщи, развитые на территории, протягивающейся от Альп через Гималаи до Тимора, а также в других местах, подразделяются на палеотриасовый, мезотриасовый и неотриасовый отделы, в свою очередь расчленяемые на ярусы (табл. 10.1). Понятно, что эти подразделения геосинклинальных триасовых отложений лишь приблизительно соответствуют подразделениям, принятым для германских разрезов триасовых пород.

Отсутствие в Великобритании раковинного известняка не означает, что здесь вообще отсутствуют породы среднего триаса; просто подразумевается, что на протяжении всего триаса (за исключением одной небольшой морской трансгрессии) происходило отложение континентальных фаций. При определении возраста пород и их корреляции возникает много проблем из-за

малочисленности ископаемых остатков в триасовых отложениях Великобритании, а также из-за трудностей установления связи между морской и пресноводной фауной одного и того же возраста. Дополнительные трудности вызывает то, что в триасовой системе Великобритании и северо-западной Европы исключительно редко встречаются породы, возраст которых может быть определен изотопным методом. Что касается магматизма, то в сущности проявления его в Великобритании в триасовое время не известны, а там, где изверженные породы прорывают триасовые отложения, они почти всегда оказываются значительно более молодыми, как правило третичного возраста.

#### Условия осадконакопления в триасе

О сложностях установления границы перми и триаса уже частично говорилось. Изменение палеогеографической обстановки в начале пермского периода, образование приподнятых участков, последующая их эрозия, а также распространение сходных условий осадконакопления на обширных площадях привело к накоплению красноцветных отложений преимущественно эолового происхождения и к осаждению эвапоритов. В начале триасового периода палеогеографическая обстановка была аналогична обстановке конца пермского периода: возвышенные участки суши служили источником материала для пролювиальных осадков у подножий холмов, в то же время на плоских равнинах, удаленных от холмов, отлагались пески. Переход от накопления пермских осадков к отложению слоев, считающихся типичным бантером (нижний триас), происходил не одновременно на всей площади Великобритании. Самые низы бантера местами невозможно отличить от пермских пород или они переходят по простиранию в породы, считающиеся пермскими, как, например, в Ноттингемшире. Еще одну трудность представляет изменчивость разреза нижнетриасовых отложений, которая будет рассмотрена ниже. Установление пермско-триасовой границы сопряжено со значительными трудностями, и такая граница, проведенная по литологическим признакам, как это приходится делать, не является, по-видимому, строгой изохронной поверхностью.

Триасовые породы отличаются большими колебаниями мощности; в погружавшихся бассейнах Чешира, северного Шропшира, Стаффордшира и к востоку от Молверна накопились осадки мощностью тысячи метров. Двумя важными элементами рельефа в триасовое время были Чарнвудские и Мендипские холмы. Они представляли собой останцовые горы, возвышавшиеся в триасовом рельефе, но постепенно были погребены под накапливавшимися осадками. Современная эрозия обнажила эти холмы, и местами древняя поверхность земли может быть детально изучена. В настоящее время эти холмы, хотя и сильно сглаженные эрозией, вновь возвышаются над плоскими равнинами, выстланными триасовыми породами. Медленная эрозия и погребение возвышенных участков в триасовое время привели к постепенному изменению типа осадконакопления. Накапливавшиеся вначале эоловые пески и пролювиальные дельтовые образования уступили место пескам, отлагавшимся в воде, и мергелям, осаждавшимся в застойных водах. В общем с течением триасового времени отлагались все более мелкозернистые осадки.

#### Нижний триас (бантер)

Общепринято трехчленное подразделение нижнего триаса (или бантера) на нижний пестрый песчаник, галечниковые слои и верхний пестрый песчаник; такое деление применяется, например, в Шропшире и Вустершире, а также в Чешире. Нижний пестрый песчаник (группа дюнного песчаника), широко развитый в окрестностях Бриджпорта и наблюдаемый в скалистом обрыве,

на котором стоит город, равно как и в обрыве Кинвер-Эдж, представляет собой эоловый дюнный песок, накопившийся в пределах «Новой красной пустыни», которая упоминалась в предыдущей главе. Этот песчаник, мягкий и окрашенный окислами железа, неизменно обладает кривой слоистостью. Большое количество зерен отличается хорошей окатанностью, и это доказательство эолового происхождения песка подтверждается еще и наличием галек с отшлифованными ветром гранями, известных под названием дрейквантеров. В районе, расположенном к западу от Южно-Стаффордширского угольного месторождения, в кровле дюнных песчаников залегает брекчия Хай-Хабберли, в свою очередь подстилающая галечниковые слои бантера. В целом, однако, там, где развиты брекчии, например в восточной части Южно-Стаффордширского угольного месторождения, нижний пестрый песчаник отсутствует. По-видимому, эти брекчии — брекчия Барр-Бикон и кварцитовая брекчия, названная так из-за преобладания в ней обломков кембрийских кварцитов (в отличие от брекчии Клент, в которой доминирует галька вулканогенных пород уриконской свиты), — образовались за счет материала, сносимого с приподнятого хребта, который ограничивал распространение нижнего пестрого песчаника на восток. Возникает вопрос, была ли эта территория скалистой пустыней, оголенной постоянными ветрами, которые приносили песок, образовавшийся впоследствии нижний пестрый песчаник. Сходство нижнего пестрого песчаника с пенритским песчаником по цвету, наличию кривой слоистости и эоловому происхождению предполагает одновременное образование этих двух формаций, а переход пестрого песчаника по простиранию в пермские мергели в Ноттингемшире свидетельствует также о том, что низы британского бантера имеют пермский возраст.

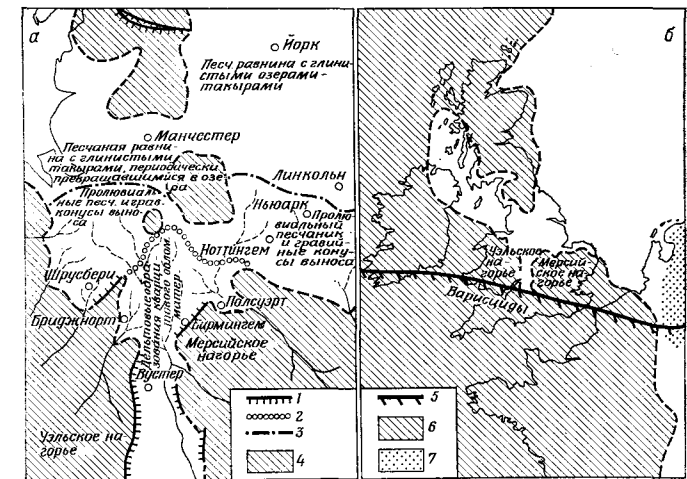
В Уорикшире вестфальская угленосная свита, которая выходит на поверхность на севере, в южном направлении перекрывается все более молодыми породами: сначала энвильскими слоями, а затем брекчиями, основную часть которых составляют брекчии Кенилуорт. Судя по всему, эта толща пород накапливалась без существенных перерывов, начиная с позднекаменноугольного времени вплоть до отложения несомненно пермских пород, хотя возраст последних и не подтвержден ископаемыми остатками. Крупное несогласие наблюдается в подошве отложений кейпера, залегающего на породах, начиная от докембрийских и кончая пермскими.

**Галечниковые слои.** Галечниковые слои бантера наиболее характерны для средней Англии и достигают в Шропшире мощности 180 м. В северо-западном и северо-восточном направлениях они выклиниваются. Название «галечниковые слои» является чисто описательным; эта формация состоит из песчаника с галькой. Только местами, например в Каннок-Чейс, галька присутствует в количествах, достаточных для того, чтобы характеризовать эти слои как конгломератные. В других же местах песчаники могут содержать многочисленную гальку или вообще быть лишены ее и не оправдывать своего названия, но эта формация все же легко отличима от подстилающего нижнего пестрого песчаника благодаря своей более желтой и темно-желтой окраске. Галька хорошо окатана и представляет заметный контраст с угловатой щебенкой как клентской, так и позднепермской брекчий. Галечниковые слои свидетельствуют о коренном изменении палеогеографической обстановки в средней Англии, поскольку галька переносилась водными потоками. Недостаточная сортированность (размеры гальки в поперечнике изменяются от 0,6 до 22 см и более) дает основание предполагать, что осадки накапливались в виде конусов выноса. Песчаный цемент не имеет эолового происхождения, и галька, отшлифованная ветром, встречается крайне редко, так что осадконакопление, оставаясь континентальным, резко изменило свой характер. Новая красная пустыня фактически прекратила свое существование. Детальное изучение гальки галечниковых слоев выявило большое разнообразие представленных в ней пород, несмотря на то что основная

доля принадлежит кварциту и жильному кварцу — 80—90% (по весу, а в числовом отношении, возможно, 80%, поскольку самая крупная галька, как правило, кварцитовая). Очень небольшая часть галек содержит ископаемые остатки, так что можно установить их возраст и в некоторых случаях — вероятное место образования. Некоторые кварцитовые гальки имеют кембрийский возраст, другие относятся к ландоверскому ярусу (силур); источником этих галек мог быть юг средней Англии. Можно предположить, что ордовикская кварцитовая галька с брахиоподами *Orthis budleighensis* привнесена из юго-западных районов Англии, как и девонская галька и порода с турмалиновой минерализацией, однако источник основной части кварцитовых галек серого или красновато-коричневого цвета, не похожей ни на

Фиг. 10.1. Палеогеографическая обстановка раннего триаса (бантер).

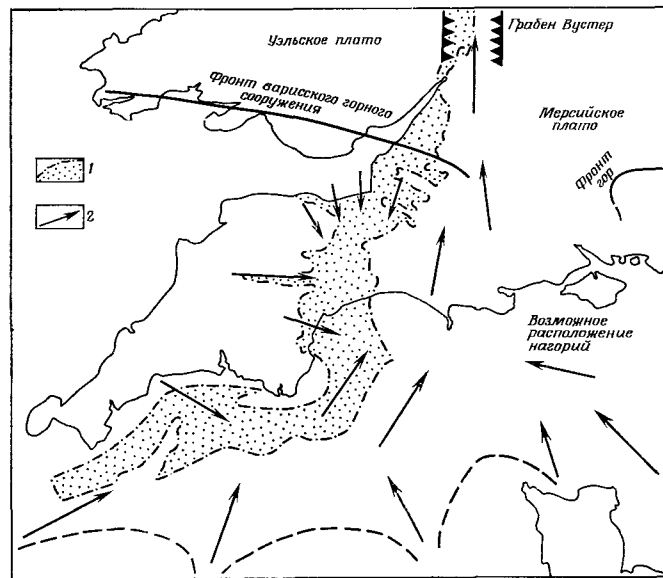
а — палеогеография средней Англии во время накопления галечниковых слоев; б — общие черты палеогеографической обстановки северо-западной Европы в раннетриасовое время. 1 — обрывы по нарушениям; 2 — северная граница распространения ранних дельтовых галечниковых образований; 3 — северная граница ранних песчаных и гравийных пролювиальных конусов выноса; 4 — приподнятые участки суши (нагорья); 5 — фронт варисцид; 6 — приподнятые участки суши (нагорья); 7 — дельтовые отложения.



одну породу из обнаженных в настоящее время в средней Англии, остается неизвестным. Кроме того, была описана галька кремнистых сланцев каменноугольного известняка, кристаллических сланцев и самых разнообразных изверженных пород. Часть ее сильно выветрена и разрушена, и возможно, что менее крепкие породы полностью разрушались во время переноса. Содержание галечниковой фракции в породах местами изменяется, и преобладание ее четко выражено в восточном Уорикшире (Полсуэрте). В окрестностях Бриджнорта она включает много гальки каменноугольного известняка. Такие изменения в содержании гальки указывают на ее перенос различными реками (фиг. 10.1). Во время, предшествующее отложению галечниковых слоев, произошел подъем Мерсийского нагорья и его эрозия, так что галечниковые слои несогласно залегают на породах от вестфальской угленосной толщи до нижнего пестрого песчаника. Средняя Англия, возможно, представляла собой трог или межгорную впадину, постепенно заполнявшуюся осадками, в результате чего вышележащие пласты трансгрессивно прилегают к бортам впадины. Развитый не повсеместно, нижний пестрый песчаник отсутствует в восточной части средней Англии, начиная с Ноттингемшира. Отсюда следует, что галечниковые слои, обнажающиеся в скале Ноттингемского замка и на значительной части площади Шервудского леса, могут и не соответствовать точно по времени образования галечниковым слоям Шропшира и Стаффордшира.

За галечниковыми слоями следует верхний пестрый песчаник, приблизительно соответствующий толще формовочного песка (Moulding Sand). Хотя этот песчаник называется «пестрым», он не везде пестрый, а, напротив, зачастую обладает очень яркой кирпично-красной окраской. Название «формовочный» объясняется широким использованием этого песка в литей-

ном деле; литейная промышленность района Бирмингема обязана своим развитием близостью источников этого ценного материала. К востоку от Бирмингемского разлома — сброса с большой амплитудой опускания восточного крыла (подвижка произошла в послетриасовое время), — который служит восточной границей Южно-Стаффордширского угольного месторождения, формовочные пески отсутствуют. Существует предположение о том, что сначала было опущено северо-западное крыло этого сброса и что во время бантера он ограничивал трог средней Англии, отделяя его от Мерсийского нагорья (обрыв по плоскости сброса). Верхний пестрый песчаник отлагался в водной среде, хотя в нем и встречаются хорошо окатанные зерна, которые, возможно, были принесены ветром и затем отложились в воде. В нем отсутствуют дрейкантеры и прочая галька, а тип кривой слоистости,



Ф и г. 10.2. Выходы пермо-триасовых пород на суше и на морском дне в юго-западной Англии и схема реконструкции палеогеографической обстановки Юго-западной впадины.

1 — выходы пермо-триасовых пород (в том числе подводные);  
2 — направление переноса материала.

эрозионные каналы и другие седиментационные текстуры не оставляют сомнений в том, что песчаник этот отлагался в воде. Тем не менее песчаники, залегающие выше и ниже галечниковых слоев, имеют, как правило, красную окраску, так что на севере, где галечниковые слои отсутствуют или не могут быть выделены (например, в районе Гарстанг северного Ланкашира), расчленить породы бантера весьма трудно.

Породы бантера в большинстве своем не содержат ископаемых остатков, за исключением незначительного числа галек с окаменелостями, которые обнаружены в галечниковых слоях. Эоловые пески и угловатые пролювиальные образования отлагались в условиях, неблагоприятных как для жизнедеятельности организмов, так и для сохранения отмерших видов и образования окаменелостей. Тем не менее встречаются тонкие линзовидные пропластки мергеля, которых особенно много в верхнем пестром песчанике и которые содержат представителей мелких ракообразных *Euestheria*. Песчаники и галечниковые слои бантера являются жизненно важными источниками воды, и в них пробурено большое число скважин в западной части средней Англии. Расположение предприятий пивоваренной промышленности в значительной степени определяется распространением отложений бантера (хотя в ряде случаев источником воды являются и другие пласты: верхнекаменноугольные песчаники или песчаники кейпера).

### Верхний триас (кейпер)

Верхний отдел триаса, кейпер, обычно расчленяемый на песчаник кейпера (внизу) и мергель кейпера (вверху), зачастую залегает на породах бантера несогласно. Хотя это несогласие не может быть установлено в обнажениях, оно подтверждается материалами бурения к югу от Бирмингема и отбивается по брекчии. Далее на запад отложения кейпера, может быть, и залегают согласно на породах бантера, но в восточных районах средней Англии они, срезая верхний пестрый песчаник, ложатся на галечниковые слои. Нижний кейпер в общем трансгрессивно перекрывается верхним. Срезание нижнего кейпера наблюдается в Вустершире в направлении на север, к Бирмингему, а также и на более известных участках — на склонах холмов Чарнвуд и Мендип. Кейпер в целом отличается большой мощностью, которая в Чеширском грабене достигает 1200 м, хотя мощность нижнего кейпера изменчива и не превышает 120 м.

Песчаник кейпера местами содержит конгломераты, но в основном он представлен мелкозернистыми косослойчатыми песками, отлагавшимися в водной среде. Возможно, что эти пески отлагались во временном озере, а конгломератовые пласты сформировались как образования конусов выноса или настоящих дельт, вдававшихся в это озеро. Это озеро, менее соленое, чем во время отложения формовочного песка, обусловило более красный цвет песков по сравнению с формовочными песками. Присутствие шаровидных тел и линз мергелей, а также характер кривой слоистости указывают на отложение песков в форме песчаных отмелей, а не дюн. Климат в это время, хотя и оставался аридным, был все же менее аридным, чем в течение большей части этого периода, и песчаник кейпера может быть эквивалентом раковинному известняку ГДР и ФРГ. Растительные остатки, найденные в нижнем кейпере, который выделен под названием группы Бромгров, присутствуют в пластах, подстилающих раковинный известняк германских разрезов, а фауна рыб соответствует встречающейся в самом раковинном известняке и в залегающих выше буроугольных отложениях (Lettenkohle). Не вызывает сомнения, что нижний кейпер Англии в общем сопоставим с раковинным известняком германских разрезов, но, по-видимому, он частично соответствует и верхнему бантеру германских разрезов. Песчаник кейпера содержит довольно богатую фауну, поскольку озерные условия обеспечивали развитие разнообразных форм жизни. Здесь обнаружены рыбы и земноводные, а также наземные формы, включая скорпионов и пресмыкающихся. Самые верхние слои песчаника кейпера, плитчатые песчаники с мергелистыми и глинистыми пропластками, известны под названием «водяных камней» (Waterstones). Это скорее всего сугубо описательное название, ничего общего не имеющее с водоносными свойствами этих пород. Песчаники кейпера служат источником грунтовых вод местного значения, менее важным, чем пески бантера. Присутствие брахиопод *Lingula* (некоторые в положении роста) в мергелях нижней части водяных камней у Икринга, Ноттингемшир, ясно свидетельствует о временном внедрении моря — единственной из дорэтских трансгрессий, которая действительно подтверждена фактическими данными. Отложения водяных камней распространены от Чешира до Ноттингемшира и образуют переходную зону от песчаника кейпера к вышележащему мергелю кейпера. Прослеживаемые на юг вплоть до Глостершира, они далее как отдельная формация уже не выделяются. Песчаник кейпера там имеет мощность не более 60 м, т. е. менее чем в два раза по сравнению с Сомерсетом, тогда как в восточном направлении кейпер срезает бантер и ложится на угленосную свиту. Однако и здесь, в скважинах, с помощью которых и получены эти данные, водяные камни не обнаруживаются.

Мергель кейпера весьма редко соответствует по своему составу истинным мергелям, поскольку содержание извести в нем слишком низкое и каль-

цит присутствует в очень малых количествах. Мнения относительно количества извести в типичном мергеле расходятся, и этот термин используется для описания разнообразных осадочных пород, хотя его следует применять только к известковистым глинистым отложениям. Пласты мергелей кейпера представлены красными и темнокоричневыми аргиллитами с подчиненными прослоями песчаников и глинистых сланцев; они отличаются ритмическим характером осадконакопления.

Были выделены три градации циклов осадконакопления, в том числе мегациклотемы и циклотемы; последние, число которых достигает пяти, изменяются в мощности от 12 до 87 м. Все сказанное относится к восьми формациям кейпера, выделяемым в Ноттингемшире (табл. 10.2). Каждая циклотема начинается с довольно четко выраженной границы, низы цикла характеризуются интенсивной слоистостью, тогда как ближе к кровле породы становятся более массивными и однородными. В ряде формаций выделяют также циклотемы меньшего масштаба (мощность около 6 м).

Таблица 10.2

Рэт	Формация	Циклотема
Кейпер	Парва	5-я
	Трент Эдуолтон Харлекин	4-я
		3-я
	Карлтон Радклифф Водяные камни Вудторп	2-я
Бантер		

Мергель кейпера включает глинистые минералы с высоким процентным содержанием тонкозернистого кремнезема пустынного происхождения, но осажденного в мелководных условиях. Часто встречаются признаки высыхания поверхности в виде трещин усыхания, закручивания и опрокидывания тонких глинистых слоев, присутствия эвапоритовых осадков и соляных псевдоморфоз. Наличие знаков водной ряби, косой слоистости и структур оползания подтверждает водное происхождение осадков. «Останцы» — песчаники, как правило, с карбонатным цементом — встречаются в нижней части разреза мергелей кейпера и зачастую образуют возвышенные участки рельефа. В современном рельефе мергели кейпера обычно выполняют пониженные участки, образуя равнину средней Англии и Чешира и выстилая долины рек Трент и Нижний Северн, хотя последние в значительной степени покрыты наносами.

Из песчаников, встречающихся в мергельной группе кейпера, наиболее хорошо развит песчаник, залегающий в 36—45 м ниже кровли кейпера в Уорикшире, Вустершире и Глостершире. Мощность этого песчаника, известного под названием арденнского, составляет около 12 м. В нем встречаются окаменелости: остатки растений, позвоночных и моллюсков; условия его накопления, возможно, были похожи на условия отложения песчаников нижнего кейпера.

**Эвапориты.** Мергель кейпера замечателен своей однородностью по простираению на значительной площади. Условия, в которых происходило его образование, пока с точностью не восстановлены, и возможно, что в настоящее время на земле не существует аналогичных условий, хотя и было выдвинуто предположение, что подобная обстановка осадконакопления может наблюдаться в некоторых районах Западной Австралии; сравнительно недавно в качестве примера подобного чередования озерных и субаэральных условий осадконакопления приводились полуаридные бассейны Центральной Азии. Некоторые седиментационные текстуры — штриховые знаки ряби колебаний, текстуры воздушного вспучивания — относятся к признакам

накопления осадков в приливно-отливной зоне озера или моря. Присутствие подвергавшихся испарению застойных вод подтверждается наличием соляных залежей, которые сейчас интенсивно разрабатываются (почти исключительно путем выкачивания рассола) в окрестностях Нортвич в Чешире и близ Дройтуича в Вустершире. В Чешире мощность соляной залежи достигает 240 м. Отложения соли встречаются также в северном Ланкашире и в Северной Ирландии. Распространение соленосных пластов может быть до некоторой степени прослежено по оседаниям почвы после извлечения соли. Воды из песчаника кейпера в тех местах, где он перекрыт мергелями кейпера, жесткие и временами соленые; выходы их определяют местоположение курортов с минеральными водами, например в Лимингтоне и Дройтуиче. В кейпере встречаются два широко распространенных гипсовых горизонта: гипс Ньюарк и гипс Челластон, расположенные примерно в 18 и 42 м ниже кровли мергеля кейпера. Верхний из этих горизонтов имеет широкое площадное распространение, но может и не быть точно сопоставим с аналогичным гипсом, развитым в Сомерсете также в 18 м ниже кровли красных мергелей, поскольку в сомерсетском гипсе обнаружен целестин (сульфат стронция, часто встречающийся совместно с гипсом и солью), который отсутствует в гипсе Ньюарк. Гипс часто встречается в мергелях кейпера в виде пропластков. Считается, что основные гипсовые горизонты образовались в условиях озер или в бассейне типа Мертвого моря в процессе их интенсивного высыхания.

На участке Мендипской возвышенности мергель кейпера представлен «прибрежными» фациями. Здесь встречаются доломитовые конгломераты, и их распространение тесно связано с варисскими антиклинальными складками. Рэтские слои (как и лейас) в окрестностях Мендипского поднятия также представлены литоральными фациями.

В кровле мергеля кейпера залегают зеленые глины и мергели. Мергель Ти-Грин наиболее хорошо обнажается в береговых выходах пород в Сомерсете, но он встречается во всех местах, где сохранились верхи триасового разреза — от Йоркшира до Сомерсета. Эти породы, возможно, отражают резкое изменение условий осадконакопления — возникновение восстановительных условий, связанное с наступлением более влажного климата, но не обязательно одновременно на всей этой площади. Однако зеленая окраска может иметь и вторичное происхождение.

### Рэт

Мергели группы Ти-Грин перекрыты рэтскими слоями, которые в настоящее время, как правило, относят к триасовой системе, хотя они и знаменуют собой широкое наступление моря — начало длительного периода преимущественно морского осадконакопления на большей части площади Великобритании. Рэтские слои, мощность которых не превышает 30 м и в среднем составляет около 15 м, имеют большое значение в качестве репера в кровле триаса, ибо можно предполагать, что они отлагались почти одновременно на всей площади их развития, поскольку рэтское море стремительно распространилось по пенепленизированной поверхности и везде установились одинаковые условия осадконакопления. Мергели Ти-Грин в Сомерсете и Гламоргане переходят вверх по разрезу в серые мергели, мощность которых непостоянна. На них залегают слои Уэстбери (нижний рэт) с небольшим несогласием, которое к северу становится все более заметным. Несмотря на это, рэт является по существу переходным этапом от триаса к юре и несет в себе характерные черты как той, так и другой системы. Плоские равнины времени позднего кейпера с озерами, в которых происходило осаждение гипса, были затоплены морем, которое оставалось мелководным, с незначительными фаціальными различиями по площади. Интенсивное

прогибание бассейнов осадконакопления, характерное для юрского периода, еще не началось, и рэтские породы не претерпевают изменений над поднятием Маркет-Уэйтон в Йоркшире, которое будет описано в следующей главе. Являясь переходной литологической группой, породы рэта представляют интерес и в фаунистическом отношении, служа связующим звеном между фауной триасовой и юрской систем. Рэтская фауна может быть разделена на три категории: виды, сохранившиеся со времен раннего кейпера, такие, как *Euestheria* и *Rhaetavicula contorta* (последняя встречается в серых мергелях, или слоях Салли); типично рэтские виды, такие, как *Ostrea bristowi*, *Mytilus crowcombeia* и *Ceratodus latissimus*, некоторые из них типичны для рэта в целом, а другие — для отдельных горизонтов; и, наконец, виды являющиеся предвестниками юрской фауны, такие, как *Liostraea liassica*. Фауна беспозвоночных представлена главным образом пластинчатожаберными, малые размеры которых и отсутствие других организмов, типичных для морского бентоса, возможно, отражают неблагоприятные для жизни условия. Такие условия могли существовать тогда в море, несмотря на то что оно занимало обширное пространство от северной части Великобритании до Швабской Юры в южной части ФРГ. Ископаемые остатки позвоночных в изобилии содержатся в костеносных пластах, в основном зубы *Ceratodus* и другие остатки рыб, но встречаются и кости обитавших в воде ящеровидных пресмыкающихся. Однако рэт, возможно, потому приобрел широкую известность, что именно в нем обнаружены следы первого млекопитающего на территории Великобритании. В рэтских отложениях, выполняющих трещины в мендипских известняках, недалеко от Фрома найдены зубы маленького грызуна *Hypsiprymnopsis rhaeticus*.

Разрез рэтских пород в Сомерсете и Гламоргане следующий:

Верхний рэт	{ Слой Уотчет Белый лейас или слой Лангпорт Слой Котэм
Нижний рэт	{ Слой Уэстбери или сланцы с <i>Contorta</i> с костеносными пластами
Кейпер	Серые мергели (или слой Салли)

Слой Уэстбери представлены черными глинистыми сланцами, лежащими на серых мергелях там, где последние присутствуют (а присутствуют они не везде), или на мергелях Ти-Грин. В подошве наблюдается перерыв, и, хотя углового несогласия, как правило, нет, обломки подстилающих пород встречаются в базальных слоях Уэстбери, а в Гламоргане — в вышележащих слоях. Отдельные пласты очень богаты окаменелостями, к их числу относятся два тонких прослоя пиритизированного известняка, содержащие *Chlamys*. Конгломератовый песчаный известняк — костеносный пласт — объединяет, как правило, несколько тонких, богатых окаменелостями прослоев общей мощностью около 2,4 м. Он залегает в 6 м от подошвы рэта в обнажении Блю-Анкор, Сомерсет, а севернее Мендипской возвышенности представляет собой базальный конгломерат, залегающий на мергелях Ти-Грин. В нем встречаются многочисленные обломки костей, чешуя и зубы, и возможно, что он образовался в результате принудительной концентрации остатков фауны: течения уносили частички осадочных пород и способствовали формированию тонких пропластков ископаемых остатков в результате своеобразного, напоминающего веяние процесса. Прибрежные осадки встречаются в Бристоль-Мендипском районе, где костеносный пласт местами отсутствует, срезанный вышележащими слоями Уэстбери. Точно так же в Гламоргане нижний рэт в основном песчаный и представлен последовательностью: песчаники — глинистые сланцы — песчаники, а в районе Бридженд он выражен в прибрежной фации, тогда как далее на восток, в окрестностях

Пенарта, нижнерэтские отложения представлены черными глинистыми сланцами.

Верхний рэт состоит из более светлых глин и известняков, и, хотя детальное расчленение рэта, принятое в Сомерсете, не может быть прослежено повсеместно, нижняя его часть (черные глинистые сланцы) и верхняя часть (светлые карбонатные породы) хорошо различаются на всем протяжении основного обнажения рэта от Девоншира до Йоркшира. Слои Котэм, залегающие с перерывом на слоях Уэстбери, представлены серо-зелеными алевролитистыми глинами с тонкими прослоями известняков. Твердый известковистый аргиллит мощностью всего 15—20 см известен здесь под названием «ландшафтный мрамор» (Landscape Marble) из-за характерных для него древовидных узоров, напоминающих деревья и кусты (особенно на отшлифованной поверхности), которые, как стало теперь известно, обусловлены сростками водорослей. Отложенные в условиях мелководья, отдельные пласты, например слой Уэстбери, содержат морскую раковинную фауну, а другие (например, пласт с *Naiadites*) включают остатки растений, таких, как печеночница и морские водоросли наряду с *Euestheria*. В нижней части слоев Котэм, как в Йоркшире, так и в Гламорганшире, отмечены мелкие структуры, образовавшиеся в результате оползней.

Белый лейас, или слой Лангпорт, отличается от нижележащих слоев Котэм по литологическим особенностям, хотя и представлен аргиллитистыми известняками (кальциллититами) с прослойками мергеля. Конгломератовые слои, трещины усыхания и поверхности, изрытые и изрешеченные организмами, — все это указывает на осадконакопление в условиях крайнего мелководья, но при колебаниях уровня моря. Предполагается, что условия осадконакопления были аналогичны условиям, существующим в настоящее время на Большой Багамской банке. В окрестностях Мендипских холмов белый лейас представлен прибрежными фациями, а в сторону Нижне-Северного линейного поднятия мощность его быстро сокращается, так что это поднятие должно было служить берегом бассейна осадконакопления, но, как ни удивительно, поблизости от него прибрежных фаций не обнаружено. Белый лейас увеличивается в мощности в южном направлении, и наиболее полный и хорошо обнаженный разрез его можно наблюдать на южном побережье недалеко от границы Девоншир — Дорсетшир. Фауна представлена в основном пластинчатожаберными и следами жизнедеятельности организмов, причем последние встречаются весьма часто.

Слой Уотчет сложен известковистыми аргиллитами, подобными мергелистым слоям белого лейаса и *Ostrea*, развитым в Сомерсете и Гламорганшире — примерно в тех же местах, где в основании разреза встречаются серые мергели.

Выход рэтских пород на дневную поверхность прослеживается на обширной площади и образует в рельефе невысокий обрыв, пересекающий среднюю Англию. К северо-западу от этого обнажения простирается равнина, подстилаемая отложениями кейпера, а на юго-востоке расположены низкие долины, выстланные юрскими глинами. Эти породы на значительном протяжении характеризуются плохой обнаженностью; скрытые под наносами в Линкольншире, они хорошо видны в разрезах по руслам ручьев в западном эскарпе Йоркширской вересковой равнины. Далее на север, в долине реки Тис, выход рэта покрыт наносами, но рэтские отложения здесь детально изучены при бурении многочисленных скважин. Рэтская трансгрессия распространилась на большую территорию: породы рэта обнаружены в Кенте, где встречены темные глинистые сланцы с *Rhaetavicula contorta* и где на них впоследствии накопились мезозойские осадки большой мощности. Рэтские отложения известны на островах Малл и Арран, а изолированные останцы рэтских пород встречаются на острове Скай. На острове Малл породы рэта песчаные, в то время как на острове Арран они представлены черными



глинистыми сланцами с пластинчатожаберными, характерными для нижнего рэта. В других районах Шотландии, на острове Разей и вблизи Брора, Сатерленд, отложения, непосредственно подстилающие юрские породы, вполне могут быть рэтскими по возрасту, хотя в них и не обнаружено типично рэтских фаций или палеонтологических остатков. Триасовые породы, включая рэт, хорошо сохранились в Северной Ирландии, где они достигают суммарной мощности почти 900 м, хотя хороших обнажений в настоящее время здесь немного. Рэтские породы можно наблюдать на ряде участков по периферии третичных базальтов плато Антрим (которым мезозойские породы



Ф и г. 10.3. Вероятная картина палеогеографии рэтского времени.

Рэтские пласты вследствие размыва отсутствуют в восточной Англии, и поэтому о форме Лондонского массива можно судить только по контурам сохранившихся обнажений рэтских пород. Отсутствие прибрежных фаций, за исключением тех участков, на которых они показаны, затрудняет определение точного положения берега рэтского моря.

1 — прибрежные фации.

северо-восточной Ирландии в значительной мере обязаны своей сохранностью от эрозии). Полный разрез, хотя и не превышающий мощности 15 м, был описан к югу и востоку от этого плато; он включает костеносный пласт, черные, содержащие *Contorta* глинистые сланцы и тонкий пласт верхнерэтских мергелей. К юго-западу от озера Лох-Ней глинистые сланцы с *Contorta*, по данным бурения, отсутствуют, и здесь можно предполагать крупный перерыв в осадконакоплении.

При изучении палеогеографической обстановки рэтского времени возникает ряд спорных вопросов. Широкое развитие морской трансгрессии подтверждается наличием обнажений от южной Германии (Швабская Юра) до Северной Ирландии и западных островов Шотландии [Гебридских. — Прим. перев.]. Несмотря на столь широкое распространение, рэтские осадки отлагались в условиях мелководья, что свидетельствует об эвстатическом характере поднятия уровня моря. В рэтском веке имело место некоторое прогибание коры (выше упоминались изменения мощности разреза), в частности, в восточной части средней Англии, где данные бурения указывают на быстрое выклинивание рэтских пластов в окрестностях Грантема и на увеличение их мощности к западу и северо-западу от Линкольна. Помимо развития уже описанных прибрежных фаций в районе Мендипской возвышенности и в Гламоргане, песчаные пласты развиты в нижнем рэте северного Линкольншира, а красноватые глины типа глины кейпера были отмечены в верхнем рэте. Принимая во внимание это и другие доказательства, трудно предположить, чтобы морская трансгрессия наступала с востока, но ввиду отсутствия данных о развитии прибрежных фаций, кроме тех, которые известны вокруг архипелагов рэтского моря, точные границы этого бассейна не установлены (фиг. 10.3).

Поиски газа, которые проводятся в настоящее время на дне Северного моря, дают дополнительную информацию о пермских и триасовых породах. Геологоразведочные работы в Дании и Голландии уже позволили установить распространение на глубине триасовых пород, включая рэт, однако их взаимоотношения с британскими разрезами пока остаются невыясненными. Значительная доля газа, добываемого из месторождения Северного моря, извлечена из песчаников бантера, а нефть, открытая к северу от Кромера (октябрь 1966 г.), обнаружена в магнезиальном известняке пермского возраста. Пластичное течение солей верхней перми и нижнего триаса, как известно, привело к образованию солянокупольных структур, которые обычно способствуют возникновению ловушек нефти, причем покрывкой соли является гипс. Такие структуры хорошо изучены в пределах Северо-Германской низменности и в настоящее время изучаются под водами Северного моря.

### Ископаемые остатки триаса

Триас Великобритании не очень богат фауной отчасти из-за общих неблагоприятных для жизни условий, а частично из-за плохой сохранности остатков организмов в континентальных осадках. Даже в морских трансгрессивных осадках рэта отсутствуют цефалоподы, хотя именно в триасовом периоде эта группа достигла своего расцвета, при котором изобиливали аммониты. С другой стороны, ископаемые остатки позвоночных встречаются относительно часто и соответствуют тому периоду времени, когда совершались важные эволюционные изменения.

В пермское время отмечается упадок и вымирание многих типично палеозойских беспозвоночных, хотя моллюски, за исключением цефалопод, и не претерпели существенных изменений на границе перми и триаса: истинные аммониты не известны ранее мезозоя. Фауна беспозвоночных в триасовых породах Великобритании представлена главным образом моллюсками, часто плохой сохранности, а также листоногими ракообразными *Euestheria minuta* и паукообразными насекомыми. Вместе с остатками фауны нередко встречаются плохо сохранившиеся ископаемые остатки растений, включающие *Equesitites* (хвоци), остатки хвойных растений и виды неопределенной родовой принадлежности. К поздне триасовому времени установилась типично мезозойская флора саговниковых, хвойных и папоротниковых.

Фауна беспозвоночных многочисленна только в рэтских слоях, но и здесь это в основном моллюски, такие, как *Rhaetavicula contorta*, *Protocardia*

*rhaetica*, *Modiolus*, *Chlamys*, *Ostrea* и мелкие гастроподы. В морских триасовых осадках, например в триасе геосинклинали южной Европы, наблюдался расцвет кораллов — склерактинии пришли на смену четырехлучевым кораллам, появились первые белемниты, а аммониты были распространены настолько, что они используются как зональная фауна. Появились *Nautilus* на смену прямокраковинным наутилоидеям, большая часть которых вымерла. Триасовые брахиоподы имеют типично мезозойский облик и представлены главным образом формами, принадлежащими отряду телотремат, потому что многие палеозойские роды в пермское время вымерли. Тем не менее некоторые фаунистические группы очень слабо отражают переход от палеозоя к мезозою. Иголкожкие триасового времени являются переходными от палеозойских иголкожих к юрским, в то время как некоторые типично палеозойские организмы, например конулярии, продолжали встречаться в изобилии.

Ископаемые остатки триасовых позвоночных очень разнообразны и включают рыб (в том числе костистых), земноводных и пресмыкающихся, а также первого британского млекопитающего (упомянутого выше). Земноводные, как и в пермский период, продолжают играть заметную роль и включают несколько родов лабиринтодонтов, а также возможных предков динозавров, таких, как *Cheirotherium*, установленных только по отпечаткам ноги с пятью пальцами. В рэтском веке появляются первые морские ящеры, ихтиозавры, столь распространенные в юрское время, а также наземные пресмыкающиеся, которые, возможно, включали и ранних динозавров.

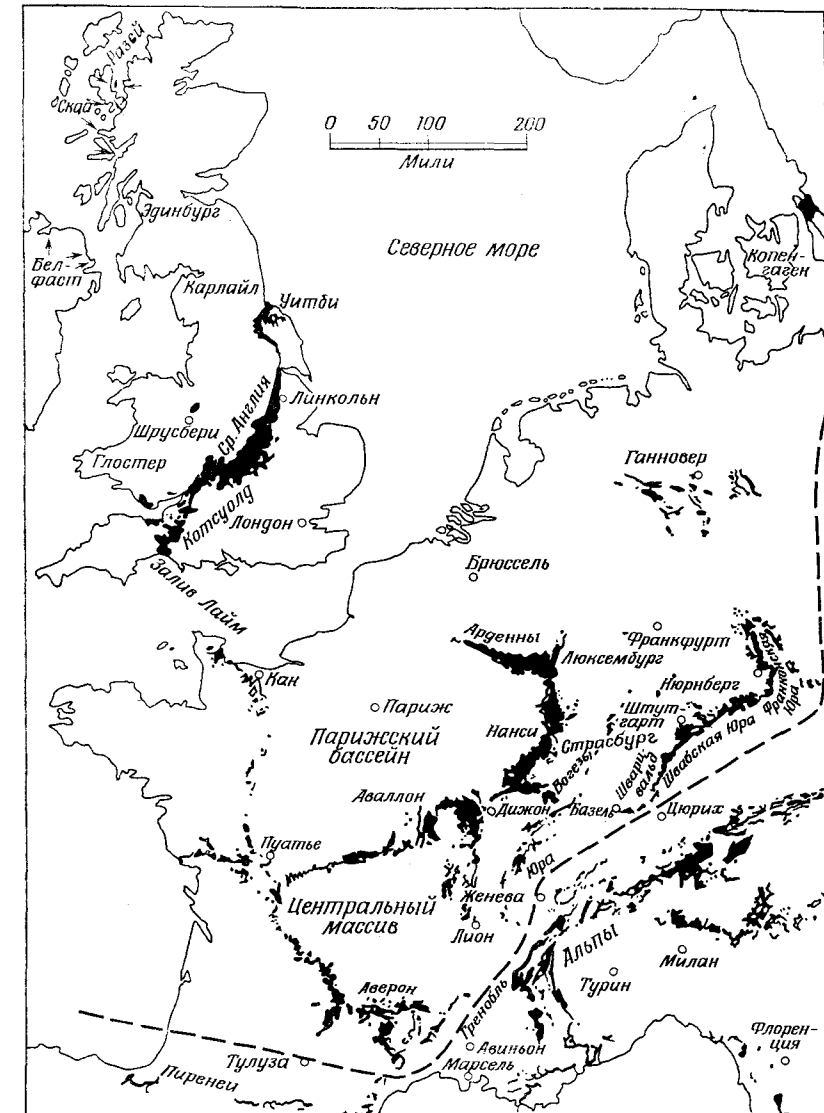
## Глава 11

### ЮРСКАЯ СИСТЕМА

#### Стратиграфическое расчленение юры

Юрская система — первая из систем, которой было дано «географическое» наименование, происходящее от названия гор Юра, где развиты отложения этого возраста. Выделена система еще в 1829 г. Обнажения юрских пород известны также на юго-западе ФРГ, в обрамлении Парижского бассейна и в Великобритании, где они широкой полосой протягиваются от южного побережья Англии до побережья Йоркшира. Небольшие выходы этих отложений есть в Шотландии и Северной Ирландии (фиг. 11.1). Эта система была объектом пристального изучения; о ней написано больше, чем о какой-либо другой системе, за исключением, может быть, каменноугольной. Мощная толща отложений, составляющих юрскую систему, была расчленена на большое число формаций, названия многих из которых сохранились неизменными со времени выхода в свет классической работы Уильяма Смита, т. е. с первой половины XIX в. Подразделения, выделенные на основании литологических данных, были увязаны с фаунистическими зонами. Зональная система юрских отложений была разработана более ста лет назад Оппелем и Квенштедтом на материале разрезов Германии. Согласно международной стратиграфической шкале, юрские отложения расчленены на 11 ярусов (в Великобритании обычно выделяют и двенадцатый, пурбекский, см. табл. 11.1). Ярусы подразделяются на многочисленные зоны и подзоны. Благодаря обилию в юрское время аммонитов и их быстрой и сложной эволюции удалось осуществить более дробное расчленение юрской системы на зоны по сравнению с другими системами. Например, юрской системе (лейас) расчленен более чем на 20 зон, которые подразделены, в свою очередь на 49 подзон. Полный перечень зон приведен в табл. 11.1, в которой

отражены результаты последней дискуссии о предлагаемых изменениях границ между некоторыми крупными подразделениями юрской системы. Предложение включить в состав нижней юры ааленский ярус (нижний байос), относимый обычно к средней юре и охватывающий в Великобритании низы



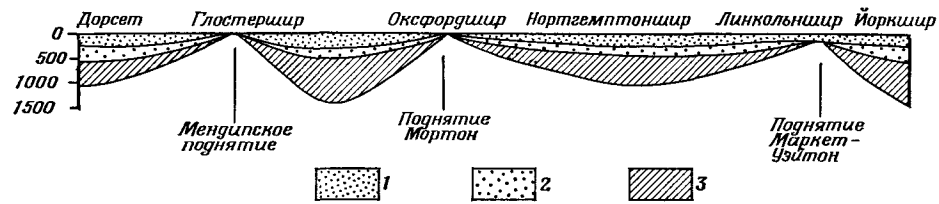
Ф и г. 11.1. Распространение обнажений нижнеюрских пород в западной Европе. Пунктиром показана северная граница геосинклинали Тетиса.

нижнего оолита, влечет за собой немаловажные последствия. Так как лейас и нижняя юра перестали бы быть синонимами, трудности проведения границы между средней и нижней юрой, связанные с разновозрастностью песчаных фаций, были бы преодолены путем отнесения всех этих зон к юрскому отделу. Впрочем, проблема еще более упрощается, если зону *Opalinum* включить, как это сделано рядом авторов, в верхний лейас, а зону *Scissum* рассматривать как основание нижнего оолита и средней юры. Предложение относить келловейский ярус к средней, а не к верхней юре, не

находит поддержки у британских стратиграфов. Если указанные предложения будут приняты, в том числе применительно к стратиграфическим разрезам Великобритании, совместное описание литологически сходных подразделений (как это сделано ниже) станет еще более удобным.

### Нижняя юра

Нижнеюрские отложения в Англии залегают на породах рэтского яруса согласно, несмотря на то что часто наблюдается резкое изменение литологических особенностей пород. Основание юры определяется по наличию предпланорбисовых слоев, которые лишены аммонитов, но содержат *Liostrea liassica* и другие пластинчатожаберные. Нижнеюрский отдел представлен преимущественно глинистыми породами, глинами, глинистыми сланцами и маломощными илистыми известняками. Само слово «лейас» происходит от



Фиг. 11.2. Изменения мощности подразделений лейаса вдоль главного обнажения. Показаны бассейны опускания, разделенные относительно стабильными линейными поднятиями. 1 — верхний лейас; 2 — средний лейас; 3 — нижний лейас.

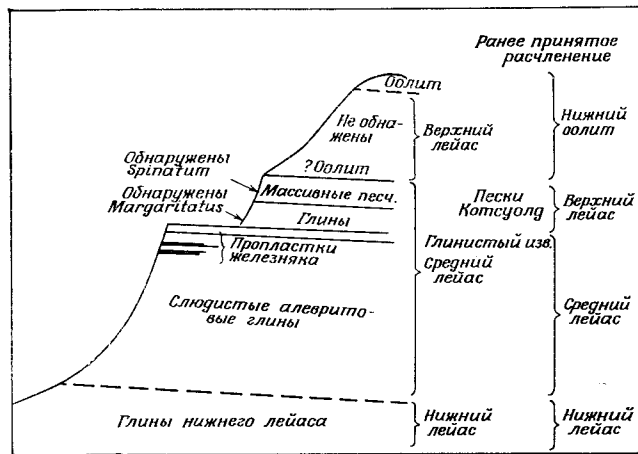
обозначения переслаивания глин и известняков. В целом образование лейасовых отложений Великобритании, как и значительной части северо-западной Европы, связывают с системой впадин и поднятий. Во впадинах накапливались мощные, преимущественно глинистые толщи, а на поднятиях, по-видимому, представлявших собою отмели или даже возвышающиеся над водой хребты, окруженные отложениями прибрежных фаций, накапливались маломощные известковистые и песчаные осадки. Нижележащие породы рэтского яруса отличаются исключительной выдержанностью по площади как литологических особенностей пород, так и их мощности, но в начале ранней юры началось дифференцированное погружение впадин. Участки незначительных опусканий, разделяющие впадины, рассматриваются как поднятия. Всего выделено три таких поднятия: Мендип, Мортон (Moreton in the Marsh) и Маркет-Уэйтон. Наличие этих поднятий существенно повлияло на характер осадконакопления в лейасе. Самое северное, наиболее четко выраженное поднятие, оказывало влияние на осадконакопление в течение всего юрского периода. В лейасе наблюдаются значительные изменения мощности пластов по площади (фиг. 11.2); часто поднятия разделяют толщи различного фациального состава, хотя все фации нижней юры морские. В средне- и позднеюрское время эти поднятия разделяют уже более разнообразные фации, являясь как бы порогами на пути распространения дельтовых отложений в южном направлении. Наряду со впадинами, установленными в пределах основного района юрских обнажений, известна погребенная впадина и к югу от Лондонско-Бельгийского хребта.

**Район поднятий Мендип — Мортон.** В районе между поднятиями Мендип и Мортон лейасовые отложения обнажаются в широкой долине реки Ившем и далее к югу, по направлению к Глостеру. Они установлены также в нижней части обрыва Котсуолд. Наиболее полный единый разрез лейасовых отложений можно наблюдать в останце, сохранившемся в Робин-Вуд-Хилле, на южной окраине Глостера. Самая верхняя часть останца сложена породами нижнего оолита. Выработки кирпичной глины, подобные той,

Мел	Пурбек	<i>Cypridea setina</i> <i>Cypridea granulosa</i> « <i>Cypris</i> » <i>purbeckensis</i>	Берриас Рязанский		
Верхняя юра (мальм) <sup>1</sup>	Портланд	<i>Titanites giganteus</i>	Титон (Тетиса) Волжский (Русской платформе)		
		<i>Glaucolithites gorei</i> <i>Zaraiskites albani</i> <i>Pavlovia rotunda</i> <i>Pavlovia pallasoides</i> <i>Pectinatites pectinatus</i> <i>Subplanites wheatleyensis</i> <i>Gravesia gigas</i> <i>Gravesia gravesiana</i> <i>Aulacostephanus pseudomutabilis</i> <i>Aulacostephanoides mutabilis</i> <i>Rasenia cymodoce</i> <i>Pictonia baylei</i>			
	Киммеридж	<i>Ringsteadia anglica</i> <i>Decipia decipiens</i> <i>Perisphinctes cautisnigrae</i> <i>Perisphinctes plicatilis</i> <i>Cardioceras cordatum</i> <i>Quenstedtoceras mariae</i> <i>Quenstedtoceras lamberti</i> <i>Peltoceras athleta</i>		Верхний оксфорд (глины)	
		Оксфорд		<i>Erymnoceras coronatum</i> <i>Kosmoceras jason</i> <i>Sigaloceras calloviense</i> <i>Macrocephalites macrocephalus</i>	Средний оксфорд (глины)
				Келловей	<i>Clydonoceras discus</i> <i>Clydonoceras hollandi</i> <i>Oppelia aspidoides</i> <i>Tulites subcontractus</i> <i>Gracilispinctes progracilis</i> <i>Oppelia fallax</i> <i>Zigzagoceras zigzag</i>
	Бат	<i>Parkinsonia parkinsoni</i> <i>Garantiana garantiana</i> <i>Stenoceras subfurcatum</i> <i>Stephanoceras humphriesianum</i> <i>Sonninia sowerbyi</i> <i>Graphoceras concavum</i> <i>Ludwigia murchisonae</i> <i>Tmetoceras scissum</i> <i>Leioceras opalinum</i> <i>Pleydellia aalensis</i>			Йовилская свита
		Средняя юра (доггер) <sup>1</sup>		Байос	<i>Dumortieria levesquei</i> <i>Grammoceras thoursense</i> <i>Haugia variabilis</i> <i>Hildoceras bifrons</i> <i>Harpoceras jalcifer</i> <i>Dactylioceras tenuicostatum</i>
	Аален				<i>Pleuroceras spinatum</i> <i>Amaltheus margaritatus</i>
		Нижняя юра (лейас)		Тоар (верхний лейас)	<i>Prodactylioceras davoei</i> <i>Tragophylloceras ibex</i> <i>Uptonia jamesoni</i> <i>Echioceras raricostatum</i> <i>Oxyntoceras oxynotum</i> <i>Asteroceras obtusum</i> <i>Caenisites turneri</i> <i>Arnioceras semicostatum</i> <i>Arietites bucklandi</i>
	<i>Schlotheimia angulata</i> <i>Alsatites liasicus</i> <i>Psiloceras planorbis</i> <i>Pre-planorbis Beds</i>				Синнемюрский
Геттангский					

<sup>1</sup> Термины, применяемые на континенте, например в районе Юры и на юго-западе ФРГ.

которая расположена на этом участке, являются чуть ли не единственными местами во внутренних районах Британских островов, где можно увидеть разрез лейасовых отложений. Нижний лейас на этой территории представлен мелководной фацией. Геттангский ярус сложен ритмичной толщей маломощных известняков и глин типа голубого лейаса, которая вверх по разрезу переходит в преимущественно глинистую толщу, местами, однако, в ней содержатся известняки, которые встречаются вплоть до кровли синемюрского яруса. В окрестностях поднятия Мендип, а также Норт-Хилл (другой варисской антиклинальной складки) слои выражены прибрежной фацией. Возможно, что Мендипское поднятие представляло собой архипелаг; острова, несомненно, разделяли относительно мелководные шельфовые фации Глостершира и более глубоководные фации Сомерсета. За исключением участков вблизи Мендипского поднятия, отложения нижнего лейаса представлены



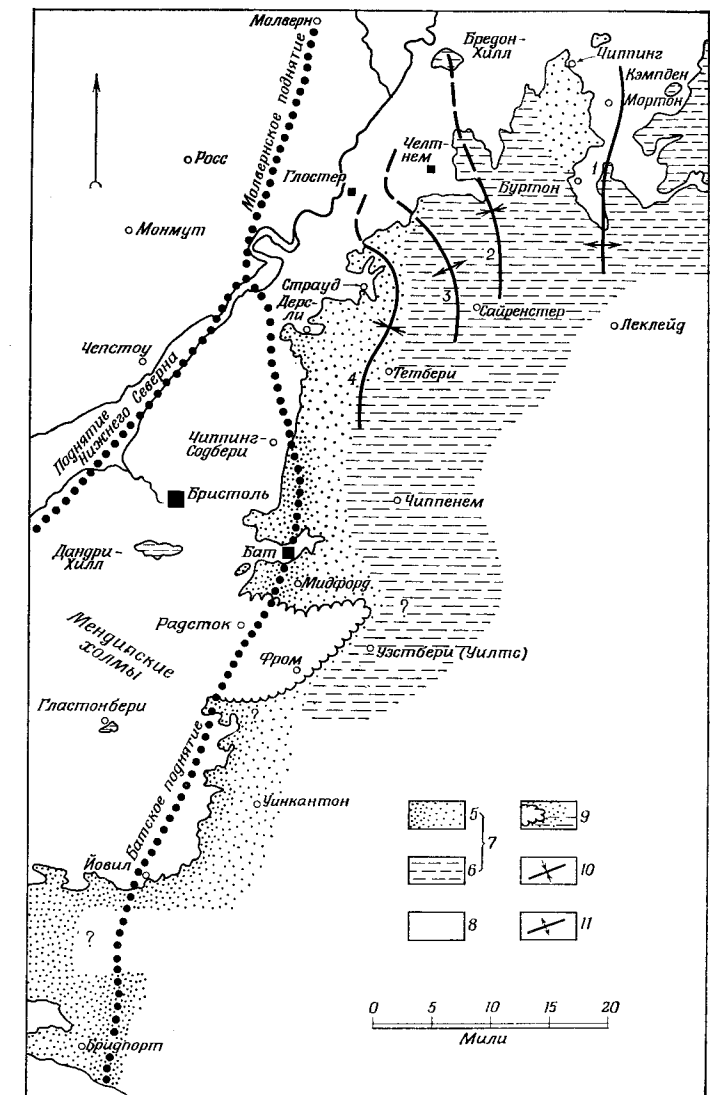
Ф и г. 11.3. Разрез лейаса в обнажении карьера Робинс-Вуд, Глостер.

в основном глинистыми сланцами, причем литологические изменения по площади незначительны. Кажется сомнительным, чтобы поднятие Нижнего Северна существовало с рэтского времени. В южном Уэльсе отложения нижнего лейаса в общем сходны с прибрежными фациями, развитыми в районе Каубридж. Отложения среднего лейаса в Глостершире, имеющие мощность до 69 м, представлены мергелистыми железосодержащими алевролитами, которые раньше рассматривались как глинистые известняки (обычно залегают в кровле среднего лейаса), но входящие в состав нижней зоны (*Margaritatus*) среднего лейаса. Верхняя зона (*Spinatum*) сложена глинами, переходящими вверх по разрезу в песчаники (фиг. 11.3). Разрез верхнелейасовых отложений очень разнообразен, что объясняется развитием разновозрастных песчаных фаций, которое контролировалось положением Батского поднятия (фиг. 11.4). Песчаная формация, имеющая местные названия — песчаники Котсуолд, песчаники Мидфорд, песчаники Йовил, а на юге песчаники Бридпорт, — обнажается в полосе от Котсуолда до Дорсетского побережья. Вблизи Челтнема мощность этой формации, залегающей на породах зоны *Bifrons*, составляет лишь около 3 м, однако в южном Котсуолде она увеличивается до 45—54 м; здесь эта формация подстилает отложения зоны *Levesquei*. Последние представляют собой железистые оолиты, содержащие фауну широкого возрастного диапазона. Еще одна разновидность формации — цефалоподовый горизонт — также является разновозрастной. На участке Мендипской возвышенности представлен далеко не полный разрез лейасовых отложений. Например, у Радстока разрез лейаса выглядит следующим образом:

	Нижний оолит	
Нижний плинсбах	{	Зона <i>Davoei</i>
		Зона <i>Ibez</i>
		Зона <i>Jamesoni</i>
		Зона <i>Planorbis</i>
Геттанг		Белый лейас

в основном глинистыми сланцами, причем литологические изменения по площади незначительны. Кажется сомнительным, чтобы поднятие Нижнего Северна существовало с рэтского времени. В южном Уэльсе отложения нижнего лейаса в общем сходны с прибрежными фациями, развитыми в районе Каубридж.

Отложения среднего лейаса в Глостершире, имеющие мощность до 69 м, представлены мергелистыми железосодержащими алевролитами, которые



Ф и г. 11.4. Связь песчаных фаций верхнего лейаса с положением осей складок.

1 — антиклиналь Мортонской долины; 2 — синклиналь Клив-Хилл; 3 — антиклиналь Бёрдлин; 4 — синклиналь Пэйнсуик; 5 — песчаная фация (плотность точек примерно пропорциональна мощности осадков); 6 — глинистая фация; 7 — верхний лейас; 8 — породы древнее верхнего лейаса; 9 — границы распространения верхнего лейаса, определяемые байосским размытием; 10 — синклиналь; 11 — антиклиналь.

В синемюрском веке произошли незначительные складчатые движения, в связи с чем отложения этого возраста не обнаружены. Южнее, по направлению к Мендипской возвышенности, породы среднего лейаса срезаются отложениями верхнего лейаса и к югу от Бата не обнажаются.

**Район Мендип — Дорсет.** Южнее Мендипской возвышенности нижнеюрские отложения увеличиваются в мощности, достигающей больших величин в Дорсете, где они прекрасно обнажены в береговых разрезах. Нижний лейас, классические обнажения которого известны по обоим берегам залива Лайм, залегают на породах рэтского яруса; контакт с рэтским ярусом можно наблюдать у залива Пинхэй. Характеристика разреза приводится ниже.

Зеленые аммонитовые слои	31,5 м
Белемнитовые мергели	22,5 м
Мергели Блэк-Вен	45 м
Сланцы с волокнистыми известняками	21 м
Голубой лейас	31,5 м

Голубой лейас представлен ритмичной толщей, состоящей из весьма равномерно переслаивающихся темных глинистых сланцев и известняков. Детальное изучение литологических особенностей пород и палеонтологических остатков дает основание предполагать, что наблюдаемое чередование объясняется осадконакоплением в условиях эпейрогенических движений (подобное объяснение, однако, оспаривается). Многочисленные следы жизнедеятельности организмов, вертикальные и U-образные ходы червей, а также характер известняков свидетельствуют о слабой эрозии, предшествовавшей накоплению вышележащих мергелей. Разрез характеризуется обильной фауной аммонитов и пластинчатожаберных, которая отсутствует лишь в мало-мощных «бумажных» глинистых сланцах. В ряде горизонтов, особенно в последние годы, были найдены криноидеи и крупные ящеровые (ихтиозавры и плезиозавры). Пачка, выделенная под названием сланцы с «волоконистыми известняками», которая залегает над голубым лейасом, также представлена глинистыми сланцами и мергелями с подчиненными прослоями известняков, однако ей не свойственно частое переслаивание, характерное для голубого лейаса. «Волокнистые известняки» («beef») — это местное название прослоев волокнистого кальцита, обычно имеющего фунтиковую текстуру и могущего представлять вторичное образование. Мергели Блэк-Вен представлены глинисто-карбонатными отложениями и примечательны тем, что содержат пласт, изобилующий фауной *Pentacrinus*, часто пиритизированной. Зеленые аммонитовые слои также представлены серыми мергелями. Скелеты же аммонитов *Androgynoceras lataecosta* замещены зеленым кальцитом.

В базальной части среднего лейаса на побережье Дорсетшира залегают слои Три-Тирс (Three Tiers) мощностью 10,5 м, сложенные карбонатными песчаниками, образующими четко выраженные «уступы» в обрывах; выше по разрезу залегают глины Эйп. В глинах Эйп встречаются слюдястые песчаники, в кровле же залегают слои с морскими звездами, знаменитые наличием офиур. Отложения зоны *Margaritatus* среднего лейаса завершаются песками Даун-Клифф мощностью 102—123 м. Залегающие выше песчаники Торнклифф представлены массивными песчаниками, известными под названием «доггер» и содержащими фауну *Pleuroceras spinatum* и брахиопод, а также мергелями мощностью всего несколько сантиметров. Граница между средним и верхним лейасом проводится по так называемому Пограничному слою (Junction Bed) мощностью 0,7—1,2 м. Несмотря на малую мощность этого пласта, в нем встречена фауна из четырех по крайней мере верхне-лейасовых зон и зоны *Spinatum* среднего лейаса. Фаунистические остатки обладают плохой сохранностью; здесь мы имеем дело с одним из наиболее показательных примеров «конденсированного» в стратиграфическом отношении разреза: хронологически эта часть разреза эквивалентна 105-метровой толще, развитой в некоторых районах Йоркшира. Пограничный пласт обнажается в обрывах по обеим сторонам Эйпа, в Дорсете. Разрез остальной части верхнего лейаса представлен глинами Даун-Клифф и залегающими над ними песчаниками Бридпорт. Последние являются самыми южными представителями разновозрастных песчаных фаций, так как по другую сторону Ла-Манша они не установлены. Со времени обнаружения фауны, характерной для зоны *Opalinum*, данные отложения здесь частично включаются в нижний оолит (аален). Песчаники Бридпорт мощностью 42 м слагают живописные желтые обрывы к востоку от гавани Бридпорт. Несмотря на то что эти песчаники мягкие и слабо цементированы, они укреплены плотными прослоями. В песчаниках хорошо заметны косая слоистость и эрозионные каналы.

**Район Мортон — Маркет-Уэйтон.** Между поднятиями Мортон и Маркет-Уэйтон в Нортгемптоншире и Линкольншире лейасовые отложения имеют мощность более 330 м, несмотря на то что значительная часть йовил-

ских слоев в большинстве районов выпадает из разреза. В геттангском и синемюрском ярусах широко развиты глинистые известняки, интенсивно разрабатываемые у Рагби в Линкольншире на площади 90 кв. км; здесь в основании синемюрского яруса широко развиты имеющие промышленное значение железняки Фродингем, представленные халибит-оолитами (сидеритами с лимонитовыми оолитами). Отложения среднего лейаса, низы которого представлены глинами, а верхи — железосодержащими глинистыми известняками, в окрестностях Банбери и Грантема местами также служат источником железной руды. По существу эта залежь, имевшая некогда важное для северного Йоркшира значение, является самым обширным по площади скоплением юрских железняков. Обладающие оолитовой структурой железняки состоят из шамозита с примесью халибита. В некоторых районах, например в Банбери, в железняках встречаются «гнезда» брахиопод, таких, как *Tetrahynchia tetrahedra* и *Lobothyris punctata*. Глинистые известняки, более устойчивые к эрозии по сравнению с ниже- и вышележащими глинами, образуют такие крупные обрывы, как, например, Эдж-Хилл. Они слагают вершины ряда останцов к западу от обрыва. Мощность верхнелейасовых отложений достигает 60 м, но поскольку зона максимального прогибания в позднем лейасе смещалась к югу, в этом направлении наблюдается увеличение мощности все более молодых подразделений разреза, которые, вероятно, трансгрессивно перекрывают более древние горизонты. Вслед за отложением верхнелейасовых осадков произошло незначительное региональное воздымание, о котором можно судить на основании того, что вышележащие слои трансгрессивно перекрывают различные горизонты верхнего лейаса и представлены различными фациями, к числу которых принадлежат дельтовые песчаники Нортгемптон, частично железистые, а частично карбонатные, с железняками. По возрасту они относятся к нижнему оолиту.

**Район к северу от Маркет-Уэйтона.** К северу от Маркет-Уэйтона юрские породы в целом существенно отличаются от отложений, развитых на юге Англии и в ее центральных районах, однако для нижнеюрских отложений эти отличия незначительны. Нижний лейас сложен глинами и глинистыми известняками, перекрытыми глинистыми сланцами и сланцами с железняками. Железняки среднего лейаса ранее имели важное значение для экономики Кливленда в северном Йоркшире. Скопление железняков, представляющих собой слоистые оолитовые шамозиты с сидеритовыми оолитами (оолиты, вероятно, вторичного происхождения), прежде было одним из богатейших в Англии месторождений пластовой железной руды. Разрез этих отложений приводится ниже.

Зона <i>Spinatum</i>	Глинистые сланцы Главный пласт Железистые глинистые сланцы	3,3 м	
		Пласт с <i>Pecten</i>	0,5—1,8 м
		Двухфутовый пласт	0,6 м
Верхняя часть зоны <i>Margaritatus</i>	Глинистые сланцы Пласт с <i>Avicula</i>	0,6 м	

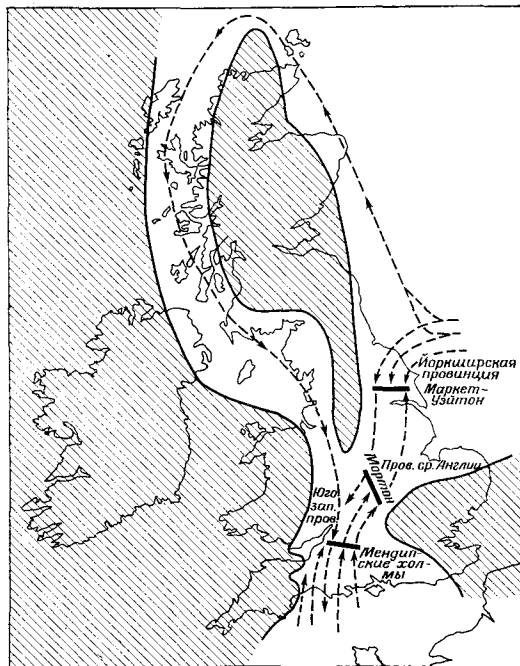
Мощность зоны *Spinatum* в Йоркшире составляет всего около 7,5 м, тогда как мощность зоны *Margaritatus* превышает 30 м; это несоответствие мощностей ярче всего выражено в Дорсете. Однако не только различие в мощностях свидетельствует о том, что в лейасе произошло разделение района на провинции, характеризовавшиеся своими особенностями осадконакопления; это также видно по различию фаунистических остатков, например брахиопод (фиг. 11.5). Установлено, что некоторые виды брахиопод преодолевали предполагаемые барьеры, разделявшие провинции, и что фаунистические провинции отражали существование различных экологических условий в разных районах. Как уже отмечалось, региональные различия фауны наблюдаются в современных морях, не разделенных какими-либо физиче-

скими барьерами; однако в юрское время фаунистические провинции могли быть отделены одна от другой существовавшими тогда барьерами. Определено установлено, что средне- и верхнелейасовые отложения отсутствуют на поднятии Маркет-Уэйтон соответственно на протяжении 13 и 19 км. Распространение фауны брахиопод было детально изучено для зоны *Spinatum* среднего лейаса. Интересно отметить, что на основании этих исследований предполагается существование Пеннинского барьера, препятствовавшего распространению фауны; это, по-видимому, подтверждается характером распределения мощности лейасовых отложений (фиг. 11.6). Литологические же данные, свидетельствующие в пользу этого предположения, а именно прибрежные фацции, отсутствуют; существует также мало доказательств воздымания этого участка в результате варисской складчатости.

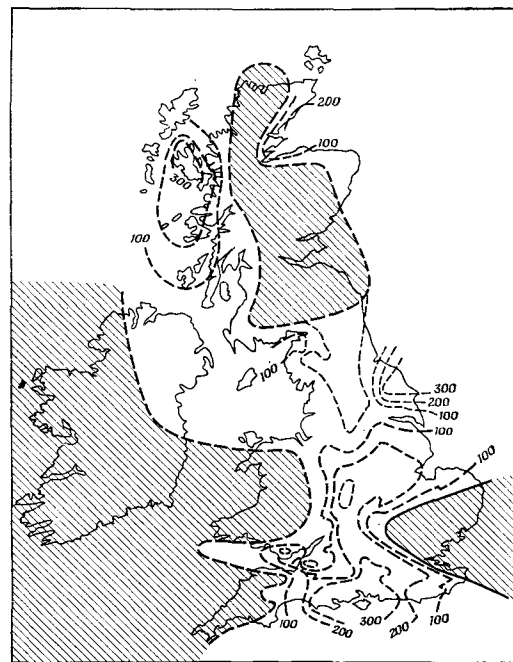
При рассмотрении верхнего лейаса Йоркшира возникает ряд трудностей, поскольку разрез этих отложений к востоку от разлома Пик представлен более полно. Разрез приводится ниже.

Верхний лейас (тоарский ярус)	{	Йовил { Слои Бли-Уайк
		{ Глинистые сланцы со <i>Striatulum</i>
		{ Глинистые сланцы Пик
		{ Квасцовые глинистые сланцы
	{	Уитби { Серия бурых углей ( <i>Jet Rock</i> )
		{ Серые глинистые сланцы

К западу от разлома Пик йовилская свита отсутствует, а песчаники доггера нижнего оолита залегают на квасцовых глинистых сланцах, что приводит к уменьшению мощности разреза на 60 м. Выпадение из разреза йовилских отложений свидетельствует о конседиментационном сбросообразовании, о возможном совпадении береговой линии со сбросом. Увеличение мощности разреза к востоку явилось результатом движений в течение юрского



Фиг. 11.5. Пути миграции брахиопод среднего лейаса (зона *Spinatum*); показаны главные фаунистические провинции.



Фиг. 11.6. Палеогеография лейаса.

времени; это подтверждается тем фактом, что амплитуда опускания квасцовых глин составляет 120 м, а доггера — лишь 60 м. Другое объяснение состоит в том, что отличные друг от друга отложения и фацции были приведены в контакт в результате сдвига. В пользу последнего предположения свидетельствует крутизна плоскости сбрасывателя и отсутствие структур оползания. Осадконакопление в лейасовую эпоху происходило, в общем, в умеренно глубоководных условиях, однако присутствие пропластков битуминозного бурого угля, образовавшегося из перенесенной древесины, а также ископаемых пресмыкающихся, обитавших в прибрежной полосе, указывает на то, что временами глубина бассейна была незначительной. Из квасцовых глин, характеризующихся высоким содержанием алюминия и пирита, путем обработки серной кислотой получают квасцы (двойную соль сульфата алюминия и сульфата калия). На вершинах обрывов до сих пор видны некогда разрабатывавшиеся карьеры. Как серия бурых углей, так и квасцовые глинистые сланцы значительно увеличиваются в мощности к юго-востоку от разлома Пик, однако по обеим сторонам этого разлома в квасцовых глинах имеются коррелируемые горизонты.

**Обнажения за пределами пояса Йоркшир — Дорсет.** Останцы лейасовых отложений широко распространены. Они встречаются в западном Сомерсете, южном Уэльсе, южном Чешире (останец Прис), в бассейне Солуэй, к западу от Карлайла и в Шотландии. Везде, за исключением Шотландии, даже отложения нижнего лейаса представлены не полностью. В Шотландии юрские породы распространены на востоке, в Сатерленде, и на западе, как на побережье бухты Грюнард и в Молверне, так и на близлежащих островах. Обнажения известны на островах Скай, Разей, Малл и Шайнт. Несмотря на литологические отличия лейасовых отложений этих районов от пород основного района юрских обнажений Англии, теперь доказано, что на островах Скай и Разей представлено большинство зон. Из табл. 11.2 видно, что

Таблица 11.2

Верхний лейас	{	Тоар	{ Железняки Разей	2,4 м
			{ Глинистые сланцы Портри	21 м
Средний лейас	{	Домер	Песчаники Скалпа	135 м
		Нижний плинсбах	Слои Пабба	180 м
Нижний лейас	{	Синемюрский ярус		
		Геттангский ярус	Слои Бродфорд	70,5 м

границы формаций не соответствуют границам ярусов. В самых нижних слоях — слоях Бродфорд, — залегающих несогласно на триасовых или более древних породах, содержатся известняки (как оолитовые, так и коралловые), глинистые сланцы и песчаники. Илестые слои Пабба переходят вверх по разрезу в песчаники Скалпа (зоны от *Ibex* до *Tenuicostatum*). Верхний лейас, имеющий небольшую мощность, включает глинистые сланцы и некогда разрабатывавшиеся железняки Разей. Самая нижняя часть лейасового разреза повсеместно отсутствует, она представлена только на острове Малл; это единственное место, где осадконакопление продолжалось непрерывно с рэтского века. На западе Шотландии две зоны среднего лейаса имеют приблизительно одинаковую мощность — 42 м, зона *Spinatum* по литологической характеристике и фауне сильно отличается от аналогичных отложений Йоркшира и Дорсета.

В юго-восточной Англии обнажаются только самые верхние части юрского разреза; однако на основании данных по многим пробуренным скважинам установлено, что более древние юрские породы имеют широкое распро-

Таблица 11.3

странение. Мощность лейасовых отложений в центральной части бассейна опускания составляет 375 м, из которых свыше 240 м приходится на нижне-лейасовые отложения. Наблюдаются значительные колебания мощности (при незначительных изменениях литологических особенностей пород по площади); это частично объясняется тем, что в северном направлении все более молодые зоны трансгрессивно перекрывают породы, слагающие Лондонско-Бельгийский хребет. Далее к северу лейасовые отложения перекрываются породами нижнего оолита, поскольку осадконакопление захватило и сам хребет. Ниже приводится обобщенный разрез.

Верхний лейас: глинистые сланцы, аргиллиты, ракушечный мергель  
Средний лейас: известняки перекрывают глинистые сланцы и песчанистые глины

Нижний лейас: Глинистые сланцы с маломощными известняками; местами присутствует базальный слой гальки

В Ирландии лейасовые породы обнажаются в ряде мест на северо-востоке, например на побережье залива Белфаст-Лох и на острове Маги. Здесь представлен лишь нижний лейас. О распространении в прошлом средней и верхнелейасовых отложений свидетельствуют находки переотложенной фауны этого возраста в вышележащих меловых слоях. Остается не выясненным вопрос, происходило ли накопление осадков средней и верхней юры, впоследствии уничтоженных эрозией, или же после отложения лейасовых осадков наступил длительный перерыв в осадконакоплении.

Недавно в одной из пробуренных скважин в Мохрасе на побережье Уэльса, к югу от Харлеха, было вскрыто свыше 180 м верхнелейасовых пород. Этот факт указывает на то, что лейасовые моря покрывали гораздо большую площадь, чем предполагалось ранее. Это свидетельствует также о недостоверности палеогеографических построений для участков, где отсутствуют данные по обнажениям.

### Средняя юра

Вследствие сильной литологической изменчивости по площади среднеюрские отложения на некоторых участках можно подразделить только на две литологически отличные серии — большого оолита и нижнего оолита. Хорошей выдержанностью по простиранию характеризуются лишь самые верхние формации средней юры. Основной перерыв в осадконакоплении происходил после отложения осадков средней части нижнего оолита, в период складкообразования и эрозии, предшествовавшей широкой трансгрессии конца времени накопления нижнего оолита. Аммониты, присущие определенным зонам, встречаются довольно редко, так как значительная часть средней юры представлена карбонатными фациями; брахиоподы же оказались непригодными для расчленения разреза. На севере, где значительная часть средней юры представлена дельтовыми фациями, аммониты отсутствуют.

**Котсуолд.** Нижний оолит хорошо обнажен на возвышенности Котсуолд в разрезах, ставших классическими благодаря работам У. Смита, выполненным больше чем сто лет тому назад, и трудам Ричардсона, написанным 50 лет назад. Между поднятиями Мендип и Мортон, восточнее Челтнема, мощность нижнего оолита достигает почти 105 м. В табл. 11.3 приведен разрез, обнажающийся в холмах Лекхэмpton (в скобках указаны зоны, отсутствующие в разрезе). Несмотря на то что все известняки отлагались в мелководных морских условиях, они весьма разнообразны по характеру. Все известняки, за исключением обломочных, оолитовые; в некоторых разновидностях оолиты весьма заметны. Крупнозернистые песчаники, или гравелиты, получили это название благодаря обилию обломков раковин; обычным является также наличие косой слойчатости, особенно в массивных, трещиноватых, рыхлых песчаниках, что подтверждает их образование в мелководных условиях.

Литологические подразделения		
Верхняя часть нижнего оолита	{ <i>Parkinsoni</i> <i>Garantiana</i> ( <i>Subfurcatum</i> ) ( <i>Humphriesanum</i> )	{ Клипеусовый гравелит Верхний тригониевый гравелит
Средняя часть нижнего оолита	{ <i>Sowerbyi</i>  ( <i>Convacum</i> )	{ Рыхлый песчаник Ноттров Букманневый гравелит Нижний тригониевый гравелит
Нижняя часть нижнего оолита	{ <i>Murchisonae</i>  <i>Scissum</i>	{ Верхний рыхлый песчаник Оолитовый мергель Нижний рыхлый песчаник Гороховый камень Нижний известняк Слой со <i>Scissum</i>

Зоны, указанные в скобках, отсутствуют в разрезе Лекхэмптона.

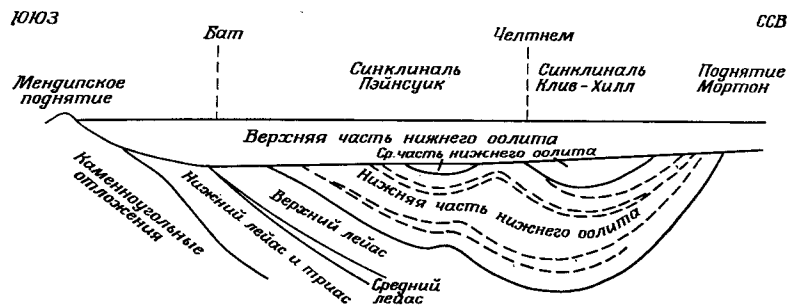
Только оолитовый мергель содержит глинистый материал, указывающий на поступление терригенного материала в течение короткого промежутка времени и осаждение известковистых илов в обычно чистых морских водах. О существовании мелководных морских условий свидетельствует также испещренная следами живых организмов поверхность пород, например рыхлого песчаника Ноттров.

Разрез нижнего оолита даже в Лекхэмптоне представлен не полностью, поскольку самые верхние слои нижней части нижнего оолита, черепитчатые слои (Tilestones), глины Сноусхилл и песчаники Хардфорд отлагались только в синклинали Клив-Хилл. В это время здесь начал формироваться бассейн осадконакопления; верхние слои трансгрессивно прилегают к бортам бассейна, тогда как на других участках в результате слабого воздымания происходил размыв, предшествовавший отложению нижнего тригониевого гравелита, нижней пачки средней части нижнего оолита. Однако основная складчатость проявилась лишь после середины времени накопления нижнего оолита, т. е. после отложения витчеллиевского гравелита и слоев с *Bourguetia*.

Самые верхние слои сохранились от эрозии только в синклинали Клив-Хилл и менее полно — в синклинали Пэйнсуик (фиг. 11.7). В результате трансгрессии, наступившей в конце «нижнеоолитового» времени, были отложены верхний тригониевый гравелит и его эквиваленты (несколько более древние слои отлагались южнее), которые с резким несогласием перекрывали разновозрастные отложения: от средней части нижнего оолита до лейаса, а далее к юго-юго-западу, в восточной части Мендипского поднятия, они несогласно залегают на еще более древних породах.

Нижние слои батского яруса весьма разнообразны. Свита фуллеровой земли в окрестностях Бата подразделяется на горизонт нижней фуллеровой земли, содержащий слои устриц, маломощные известняки, известные под названием фуллеровой породы, и глины верхней фуллеровой земли. Общая мощность свиты фуллеровой земли у Бата составляет менее 45 м. Мощность этих отложений в Сомерсете значительно возрастает, а в северном направлении, в Котсуолде, она быстро сокращается, и отложения фуллеровой земли замещаются известняками большого оолита. Последний местами расчленяется на несколько подразделений, среди которых известен батский камень — оолитовый известняк, используемый в качестве строительного материала. В северной части поднятия Котсуолд в основании большого оолитового

известняка обнажается «сланец» Стонсфилд, тонкоплитчатый песчанистый известняк, в прошлом использовавшийся как кровельный материал. Важное значение имеет залегающий на большом оолите восточнее Бата горизонт глин Бадфорд, хотя его мощность составляет лишь 3 м. Многочисленна фауна криноидей *Apicrinus elegans* (*A. parkinsoni*), причем многие виды сохранились на месте обитания в положении роста. Очевидно, морские лилии жили на карбонатных илах морского дна, ставших известняками, и были захоронены в глинах, образовавшихся впоследствии пласт Бадфорд. Последний содержит специфическую фауну брахиопод, которая помогает коррелировать отложения на обширной площади, хотя эти фации не обнаружены



Ф и г. 11.7. Изменения мощности нижнего оолита в районе поднятий Мендип — Мортон.

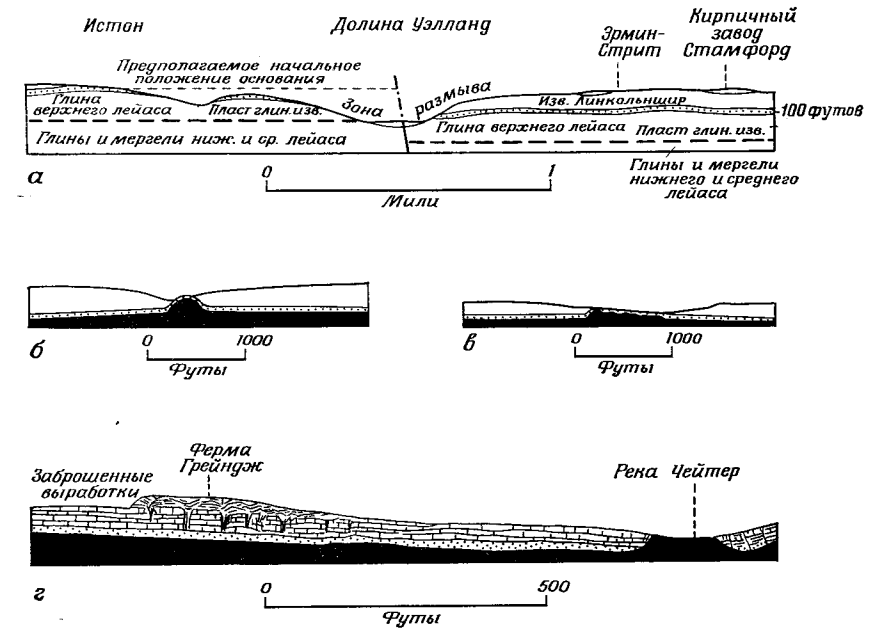
к югу от Мендипского поднятия. Среднеюрский разрез завершается мрамором Форест — изобилующим раковинами косослойным известняком с глинами. Уменьшаясь в мощности в направлении поднятия Мортон, мрамор Форест увеличивается в мощности к югу, переходя через осевую часть Мендипского поднятия в Сомерсет, где он образует четко выраженный обрыв.

**Южная Англия.** Разрез несинхронно отложенных песков, включающий в верхней части зону *Opalinum*, в графствах Дорсет и Сомерсет был уже рассмотрен. Залегающие выше нижний и средний горизонты нижнего оолита имеют небольшую мощность, составляющую лишь около метра на Дорсетском побережье, а в районе Шерборна, где мощность их максимальна, она не превышает 9 м. Они представлены песчанистыми, галечниковыми и кристаллическими известняками, несущими волновые знаки. Трансгрессия, во время которой отложилась верхняя подсвита нижнего оолита, так же как и в Котсуолде, распространялась по эродированной поверхности смятых в плавные складки более древних пород. При этом отлагались богатые окаменелостями, приобретающие желтый цвет при выветривании известняки, имеющие небольшую мощность на побережье, но увеличивающиеся в мощности в северном направлении ближе к Шерборну, где они образуют хорошие обнажения в карьерах для добычи строительного камня.

В свите большого оолита (батский ярус) к югу от Мендипской возвышенности отсутствует известняк большого оолита, и породы этой свиты здесь намного более глинистые, чем в Котсуолде. Мощность фуллеровой земли, подошва которой четко определяется по 0,15-метровому пласту *Zigzag*, достигает здесь 87 м. Песчаные пласты, известные под названием пород фуллеровой земли, залегают между расположенными ниже и выше по разрезу глинами в южном направлении вплоть до Биминстера, а на Дорсетском побережье в преимущественно глинистом разрезе выделяются, по-видимому, более высоко расположенные слои *Wattonensis*, представленные обломочными известняками. Выше отложений фуллеровой земли следует хорошо различимый горизонт — пласт *Boueti*. Имея мощность всего 0,3 м, этот пласт содержит большое количество брахиопод *Goniorhynchia boueti*, и, судя по всему,

накопление его протекало чрезвычайно медленно. По своему положению в разрезе этот пласт должен был бы быть частью глин Бадфорд, но терригенный материал, послуживший для образования этих глин, не переносился столь далеко на юг. С другой стороны, породы следующей формации — мрамора Форест — более глинистые в Дорсете, нежели в Котсуолде. Эти изменения литологических особенностей пород по площади, хотя и детально изучены, пока не могут быть истолкованы с точки зрения изменений палеогеографической обстановки.

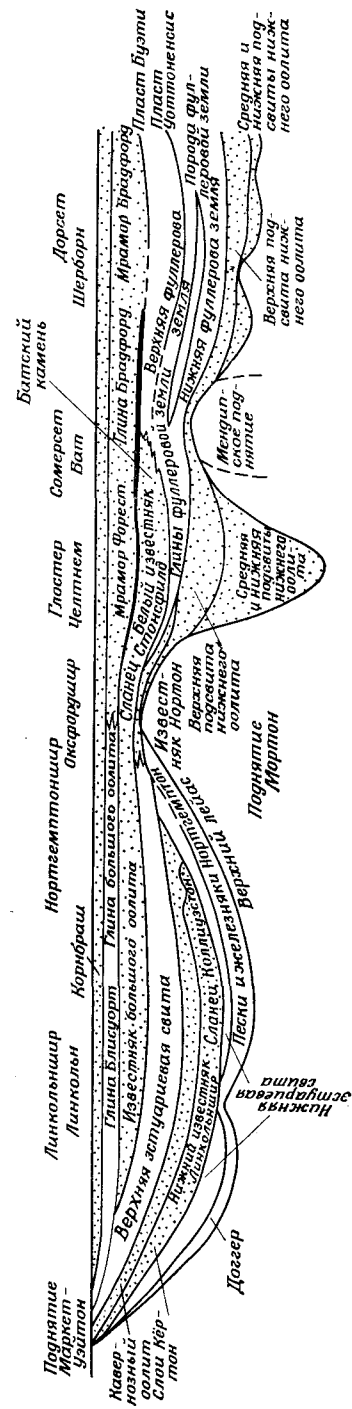
**Мортон — Маркет-Уэйтон.** Севернее линейного поднятия Мортон породы средней юры частично представлены в дельтовой фации. Нижний оолит



Ф и г. 11.8. Поверхностные структуры в юрских породах Нортгемптоншира и Ратленда. а — структуры вспучивания в Нортгемптонских песках и железняках; б, в — вздутия в долинах у Уидла и у Слиптона; г — промыины в линкольнширском известняке. На фигурах б — г лейасовые глины закрашены черным.

к северу от этого поднятия представлен песчанистыми и железистыми породами, а верхние лейасовые глины непосредственно перекрываются нортгемптонширскими песками и железняками. Из-за развития в рельефе речных долин, врезающихся в лейасовые породы, и холмов, вершины которых сложены плотными песчаниками и железняками, широкое распространение получили поверхностные структуры, обязанные своим происхождением пластичному течению и смятию глин под действием неравномерного давления вышележащих пород. Наиболее распространенные структуры показаны на фиг. 11.8. Остальная часть нижнего оолита представлена нижней эстуариевой свитой — песчаниками, алевролитами и глинами дельтовых фаций, которые далее на север в свою очередь перекрываются сланцеватыми песчаниками и известняками, объединяемыми в сланцевую толщу Коллиуэстон. Последняя является переходной к линкольнширскому известняку, который, появляясь в Нортгемптоншире, увеличивается в мощности к северу и образует четко выраженный, обращенный на запад обрыв, на котором высится кафедральный собор Линкольна. Эти литологические изменения — от терригенного материала дельтовых фаций до покрывающих их известковистых осадков — сопровождаются фаунистическими изменениями. На смену остат-





Ф и г. 11.9. Изменения среднеюрских пород по направлению от Маркет-Уэйтона до Дорсета. Основные зоны развития известняков заштрихованы (мощности даны не строго в масштабе).

кам плавучих растений в дельтовых отложениях приходит морская фауна, представленная в сланцах Коллиуэстон в основном моллюсками и более разнообразная в известняке Линкольншир. Последний расчленяется на несколько пластов, причем верхняя его часть несогласно залегает на нижней, трансгрессивно срезая ее в южном направлении, в Нортгемптоншире, и к северу — на крыльях поднятия Маркет Уэйтон.

Свита большого оолита, так же как и нижний оолит, в этом бассейне частично представлена дельтовой фацией. После отложения линкольнширского известняка, совершившегося в чистой воде, произошло распространение глинистого и песчаного материала. Эти отложения, носящие в районе от Нортгемптоншира до Маркет-Уэйтона название верхней эстуариевой свиты, местами содержат морские окаменелости, но в окрестностях Линкольна включают пресноводные гастроподы *Viviparus*. Выше следуют известняки большого оолита, на которых залегают глины Блисуэрт (так здесь называются глины большого оолита), которые в южном направлении переходят в мраморы Форест. Таким образом, в этом бассейне отмечены два периода неморского осадконакопления в течение средней юры (фиг. 11.9).

**Район к северу от Маркет-Уэйтона.** Севернее Маркет-Уэйтона породы средней юры сильно отличаются от таких же пород, развитых в Котсуолде или в любом другом районе южнее Маркет-Уэйтона. Представленные в основном неморскими фациями, дельтовые осадки этого бассейна были в значительной мере песчанистыми, в результате чего наблюдается резкий контраст ландшафтов северной части Йоркширской равнины, где они выходят на поверхность, и Котсуолда. Поднятие Маркет-Уэйтон являлось, судя по всему, надежным барьером, или порогом, препятствовавшим распространению дельтовых осадков к югу. Временами в пределах этого участка осадконакопление прекращалось, в другое время оно происходило, но отложения неоднократно размывались. Дельтовая фация средней юры в Йоркшире сходна с угленосной свитой каменноугольной системы, так как содержит пропластки каменного угля и огнеупорных глин. Встречаются вымоины, заполненные косошлестыми песками; най-

дено множество растительных остатков, присутствуют остатки пресноводных моллюсков. Разрез этих отложений в обнажениях внутренних районов, прослеживающихся на север от Маркет-Уэйтона, отличается от разреза в береговых обнажениях северо-восточного Йоркшира, однако можно привести сводный разрез:

Верхняя эстуариевая свита	Глинистые сланцы, аргиллиты и песчаники	48 м
Свита серого известняка, морская	Гравелиты	12 м
	Глинистые сланцы, песчаники, мало-мощные угли	31,2 м
Средняя эстуариевая свита		21,6 м
Пласт Мильпор, морской		4,2 м
Нижняя эстуариевая свита	Глинистые сланцы и мощный песчаник	33 м
	Пласт Эллер-Бек, морской	4,5 м
	Известковистые сланцы с тонкими, порывающими песчаники прослоями углей	48 м
Доггер, морские песчаники и оолиты		12 м

Хотя этот седиментационный бассейн в течение средней юры, как правило, не сообщался с расположенными южнее районами, отдельные прорывы моря все же происходили; это показывает, что бассейн представлял собой, вероятнее всего, залив, временами сообщавшийся с морем на востоке. Доггер, как правило, несогласно залегает на лейасе, и породы его хорошо обнажены на побережье. В его базальном слое обнаружена разнообразная фауна брахиопод, а в вышележащих породах низов нижнего оолита (в зоне *Opalium*) встречаются морские пластинчатожаберные и аммониты. Литологическая и фациальная изменчивость изучена, но палеогеографическая интерпретация этих данных связана с рядом трудностей. Отложения песчанистые и переходят в шамозитовые оолиты, но местами встречается тонкий пласт с кораллами, так называемый пласт *Nerinea*. Точно так же пласт Эллер-Бек, знаменующий собой возвращение к морским условиям осадконакопления после отложения более чем 30-метровой толщи бедных окаменелостями дельтовых осадков, выражен в двух фациях — железистой и карбонатной. В ряде горизонтов дельтовые породы содержат многочисленные ископаемые остатки растений.

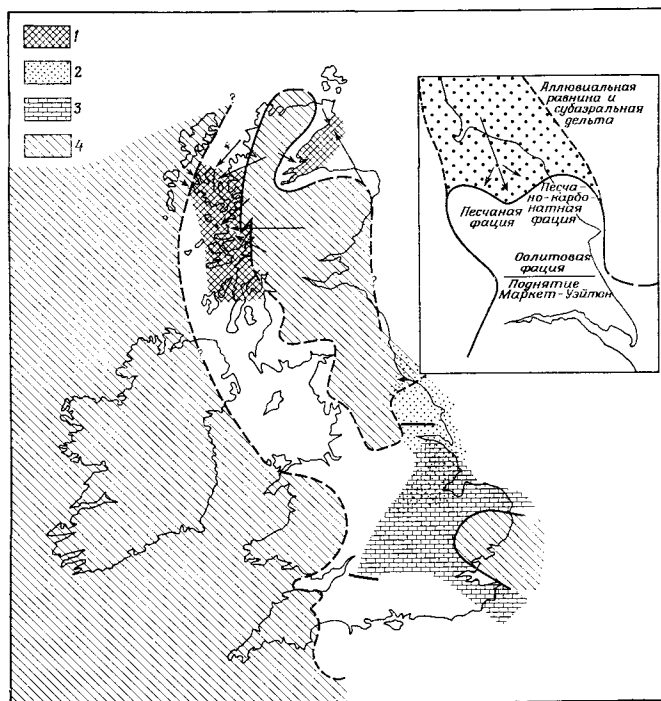
Пласт Мильпор — мшанковый известняк, представленный в эскарпе внутренних районов оолитами Уитвелл, со специфической фауной, хотя и включающей мшанки *Haploecia straminea*, типичные для пласта Мильпор. Последний условно считают аналогом линкольнширского известняка. Породы вышележащей средней эстуариевой свиты содержат многочисленные остатки растений, включая *Equesitites*, саговниковые и примитивные покрытосеменные.

Серый известняк, или известняк Скарборо, содержит обильную морскую фауну, что подтверждает его принадлежность к байосу (нижний оолит). Верхняя эстуариевая свита, таким образом, представляет весь батский ярус, а также часть нижнего оолита. Терригенный материал ее осадков, возможно, был привнесен с севера.

Следует иметь в виду, что описанный разрез — сводный и что имеют место фациальные изменения по площади. Например, оолиты пласта Мильпор в северном направлении переходят в песчаные известковистые осадки и песчаные пласты. Еще далее на север морские породы постепенно замещаются дельтовыми (фиг. 11.10).

**Шотландия.** Породы средней юры, залегающие в Шотландии на лейасовых породах, не похожи на среднеюрские породы ни южной Англии, ни Йоркшира. Байос представлен в основном морскими песчаниками — песчаниками Биррейг, содержащими известняки на островах Скай и Разей. Наблюдаются резкие колебания мощности этих пород по площади; максималь-

ного значения она достигает на острове Скай (480 м), что является рекордной величиной для отложений этого возраста в Европе. Осадконакопление было циклическим: выделяются три цикла, начало каждого отмечается существенными изменениями в характере аммонитовой фауны, и эти эпохи приблизительно соответствуют широким морским трансгрессиям, отмеченным в Западной Европе. Породы батского яруса фациально совсем иные; они слагают большую эстуариевую свиту. Хотя крупных наступлений моря, сравнимых с теми, которые происходили в течение средней юры в Йоркшире (время



Фиг. 11.10. Палеогеографическая обстановка в среднеюрское время. В рамке: палеогеография Йоркшира во время отложения пласта Мильпор. 1 — фации большой эстуариевой свиты (Шотландия); 2 — верхняя дельтовая свита (Йоркшир, Линкольншир, Нортгемптоншир); 3 — известняк большого оолита; 4 — суша.

нижнего оолита), на территории Шотландии не наблюдалось, морские окаменелости здесь все же встречаются. Условия осадконакопления эстуариевой свиты в Шотландии не совсем такие, какими они были в Йоркшире, — одинаковое название здесь не совсем оправданно. В Шотландии (за исключением Сатерленда) отсутствуют угли, а также огнеупорные глины с корнями растений, не обнаружено и вымоин. Отложения накапливались не в типичных дельтовых условиях эстуариевых отложений Йоркшира, а скорее в лагунах. Знаки ряби свидетельствуют о мелководных условиях осадконакопления, но в то же время отдельные пласты отличаются хорошей выдержанностью по площади. Окаменелости представлены моллюсками и водорослями с встречающимися в некоторых пластах *Euestheria*. Термин «эстуариевые» мог бы быть вполне подходящим для характеристики условий, в которых происходило отложение пород большой эстуариевой свиты, если бы его понимали более широко, т. е. если бы он включал и условия солоноватых вод, временами переходивших в морские условия с устричной фауной. В литологическом отношении эти породы представлены главным образом песчаниками, хотя 180-метровая толща и начинается с горючих сланцев, а в ряде интервалов разреза встречаются глинистые горизонты. На востоке Шотландии, в Сатерленде, видны только самые верхние слои батского возраста. Здесь неморские пласты включают угольный пласт Брора — единственный

пласт угля некаменноугольного возраста, разрабатываемый в Великобритании. Палеогеографическая обстановка этих северных областей (фиг. 11.10) была в значительной мере восстановлена по данным изучения обломочных минералов.

### Верхняя юра

В течение средней юры в северных районах Великобритании наблюдалось значительное отступление моря, сопровождавшееся широким развитием осадков дельтовых и эстуариевых фаций. Затем последовала обширная морская трансгрессия, положившая начало отложению известняка Корнбраш [Cornbrash — «зерновая почва». — Прим. перев.], расчленяемого на верхний и нижний Корнбраш как по литологическим особенностям, так и по фауне. Граница между этими двумя подразделениями Корнбраша, как полагают, является подошвой келловея, который в Великобритании считается нижним ярусом верхней юры. Тем самым нижний Корнбраш относят к батскому ярусу. Верхний отдел юры расчленяется на ряд ярусов в соответствии с зонами, которые устанавливаются на основе фаунистических критериев, впервые разработанных для разрезов юго-западной части ФРГ. Эти ярусы (табл. 11.4) не совпадают с крупными литологическими подразделениями, которые выделены в Великобритании.

Таблица 11.4

Великобритания	Западная Европа	Литологические подразделения в Великобритании
Пурбекский ярус (частично)	Портландский ярус	Нижние и часть средних пурбекских слоев
Портландский ярус		Портландский камень Портландский песчаник
Киммериджский ярус	Киммериджский ярус	Киммериджские глины и глинистые сланцы
	Секванский ярус	
Оксфордский ярус	Роракский ярус	Коралловые известняки (глина Амтхилл), т. е. верхи коралловых слоев
	Арговский ярус	Верхняя оксфордская глина
	Оксфордский ярус	
Келловейский ярус	Келловейский ярус	Нижние и средние оксфордские глины Слой Келлауэйз Верхний Корнбраш

Пурбекский ярус не признается некоторыми геологами континентальной Европы, хотя преимущественно неморские фации, типичные для этого яруса в Великобритании, прослеживаются и на территории Западной Европы. Однако, в силу того что пурбекский ярус представлен неморскими фациями и аммониты в нем полностью отсутствуют, его весьма трудно сопоставить с аммонитовыми зонами как титонского яруса Южно-Европейской геосинклинали (Тетиса), так и волжского яруса на территории СССР. В Великобритании расчленение пурбекской толщи на зоны производится по фауне

остракод. В следующей главе будет рассмотрен спорный вопрос о включении верхней части разреза пурбека в меловую систему.

Нижний Корнбраш — мергелистые обломочные известняки и массивные известняки — содержит фауну, аналогичную фауне подстилающего мрамора Форест. Песчанистый известняк с прослоями твердых плитняков верхнего Корнбраша содержит фауну, сходную с фауной следующих выше по разрезу слоев Келлауэйз. Хорошо выдержанные от Дорсета до Йоркширского побережья (за исключением района поднятия Маркет-Уэйтон), породы Корнбраша отражают широкое распространение эпиконтинентального моря, наступавшего на север из геосинклинали области Тетиса южной Европы (песчанистые породы этого возраста обнаруживают в северном направлении вплоть до Сатерленда и острова Скай). Однако Лондонско-Бельгийский хребет, один из основных элементов палеогеографии юры, морем не был захвачен.

Корнбраш расчленяется по фауне брахиопод на четыре зоны:

Аммонитовые зоны		Брахиоподовые зоны
Верхний Корнбраш	<i>Macrocephalites macrocephalus</i>	<i>Microthyridina lagenalis</i> [ <i>Ornithella lagenalis</i> ] <i>Digonella siddingtonensis</i> [ <i>Ornithella siddingtonensis</i> ]
Нижний Корнбраш	<i>Clydoniceras discus</i>	<i>Obovothyris magnabovata</i> [ <i>Terebratula obovata</i> ] <i>Cererithyris intermedia</i> [ <i>Terebratula intermedia</i> ]

Слой Келлауэйз — глины с фауной, аналогичной фауне верхнего Корнбраша, и пески с *Gryphaea* и белемнитами также отличаются выдержанностью по простирацию и встречаются от Дорсета до Хамбера. Выше следуют оксфордские глины, отличающиеся редкой однородностью и постоянной мощностью, хотя и наблюдается уменьшение их мощности от максимальной — 165 м — в Дорсете до 150 м в Оксфордской долине и дальнейшее уменьшение мощности как в северном направлении вдоль основного обнажения, так и в восточном направлении, по мере приближения к Восточно-Английскому массиву. Отложенные в условиях, аналогичных условиям накопления лейасовых глин, они образуют похожие формы рельефа. По литологическим признакам свита оксфордских глин расчленена на три подсвиты:

Аммонитовые зоны		
Нижний оксфорд	Верхняя оксфордская глина	{ <i>Cardioceras cordatum</i> <i>Quenstedtoceras mariae</i> } Сланцеватая, с <i>Gryphaea dilata</i> и <i>Belemnites owenii</i>
Келловой	Средняя оксфордская глина	{ <i>Quenstedtoceras lamberti</i> <i>Peltoceras athleta</i> } Глины с <i>B. hastatus</i>
	Нижняя оксфордская глина	{ <i>Erymnoceras coronatum</i> <i>Kosmoceras jason</i> } Глинистые сланцы и глины

Окаменелости встречаются часто и обладают хорошей сохранностью, хотя они и смяты и включают обитавшие в илистой воде аммониты с рострами или складками, а также белемниты. Нередки остатки крупных позвоночных, в том числе плезиозавров и плиозавров. Хотя по мере приближения к поднятию Маркет-Уэйтон келловейские и оксфордские породы выклинива-

ются, ибо они трансгрессивно срезаются меловыми отложениями, считается, что эти породы здесь отлагались и позднее были размыты, о чем свидетельствует присутствие в меловых породах переотложенной келловейской фауны аммонитов. Более того, с этим поднятием может быть связана смена фаций, поскольку севернее Маркет-Уэйтона келловей представлен песчаными породами. За отложением пород Келлауэйз последовало, возможно, после перерыва в осадконакоплении, отложение пород Хакнесс. Оксфордские глины нигде не превышают мощности 39 м, а обычно мощность их значительно меньше, так что условия, в которых отлагались «типичные» оксфордские глины, распространились на этот погружавшийся бассейн намного позднее, чем на участок, расположенный южнее этого поднятия. Оксфордские глины не часто выходят на поверхность.

К концу времени отложения оксфордских глин произошли существенные палеогеографические изменения. За этим последовало накопление разреза отложений, начинающегося с псаммитовых по структуре, но преимущественно карбонатных по составу пород. Эти пласты известны под названием коралловых из-за обилия в них обломков кораллов, а также из-за развития рифов в ряде горизонтов. Эта известковистая фация оксфордского возраста развита к югу от Оксфордского поднятия вплоть до Дорсетского побережья, где можно наблюдать на редкость хорошо выраженные обнажения, расположенные непосредственно к югу от Уэймута, а также между Осмингтоном и заливом Рингстед.

Этот разрез пород суммарной мощностью около 60 м выглядит следующим образом:

Верхний известковистый гравелит	{ Коралловый пласт Рингстед Глина Рингстед Гравелит Сандсфут Глина Сандсфут с <i>Ostrea delta</i> }	3-й цикл
Свита Глостерширского оолита	{ Пласт « <i>Trigonia clavellata</i> » Желвачный известняк Оолитовые глины }	2-й цикл
Осмингтонский оолит	{ Гравелит Бенклифф Глина Нот и пески }	
Беркширские оолиты	{ Пласт « <i>Trigonia huddlestoni</i> » Нижний известковистый гравелит, или гравелит Нот }	1-й цикл

Выделены три седиментационных цикла, каждый из которых начинается с отложения глин (верхние оксфордские глины в первом цикле), но тем не менее основная часть разреза — карбонатные породы, хотя на этом, самом южном, участке рифы не встречаются. В Уилтшире, где породы этой коралловой фации появляются вновь (севернее Дорсетского побережья они трансгрессивно срезаются меловыми отложениями), они уже имеют определенные различия. В северном Уилтшире, в свите беркширских оолитов, развиты рифы, протягивающиеся полосой на 80 км, вплоть до Абингдона, в свите осмингтонского оолита; кроме того, местами рифы встречаются в свите глостерширского оолита. Были отмечены семнадцать видов кораллов. К этому времени поднятия Мендип и Мортон скорее всего потеряли свою роль разделяющих впадины барьеров, хотя веских доказательств этому привести нельзя, поскольку поднятия расположены западнее современных обнажений. Развивались новые линейные поднятия, разделяющие погружавшиеся бассейны. На участке поднятия Пертон отсутствуют пласты вплоть до глин Нот, тогда как между этим поднятием и Оксфордским поднятием располагалась прогибавшаяся впадина. В пределах впадины рифы развиты в горизонте «*Trigonia huddlestoni*». В районе Оксфорда Аркеллом было выде-

лено три фации в осмингтонском оолите. Между рифами, содержащими фауну кораллов, захороненных в положении роста, располагались углубления, заполнявшиеся обломочными известняками, а в глубоком прогибе южнее Оксфорда отлагались глины Литтлмор. Верхние части разреза коралловых слоев в этом районе отсутствуют.

Представляет интерес тот факт, что коралловые рифы в оксфордском веке распространялись на север до 54° с. ш., а в последующее киммериджское время — вплоть до 58° с. ш., тогда как в настоящее время распространение рифов ограничивается поясом в 30° по обе стороны от экватора. Если допустить, что в то время, как и сейчас, для развития кораллов требовалось, чтобы средняя температура моря была около 70° F [+21° C], то в позднеюрское время климат Великобритании должен был быть намного теплее нынешнего. Это условие могло быть выполнено либо за счет того, что экватор в юрское время находился примерно на уровне 46° с. ш., либо благодаря тому, что климат Земли в целом был теплее. Последнее кажется маловероятным, если исходить из распределения юрских рифов по земному шару.

К востоку от Дорсета коралловые слои обнаружены в глубоких скважинах в Кенте и Суссексе, где они достигают своей максимальной мощности. Здесь мощные коралловые известняки могли образоваться из береговых рифов, окаймлявших южный склон Лондонско-Бельгийского массива суши. Колонии кораллов в основном располагались по окраине моря, встречаясь также на западном склоне Восточно-Английского массива и на северном склоне поднятия Маркет-Уэйтон, тогда как в Дорсете, территория которого в то время отстояла далеко от побережья позднеюрского моря, настоящие рифовые известняки отсутствуют.

К северу от Оксфордского поднятия фация кораллов переходит в фацию глубоководных глин, свиту глин Амтхилл, которая простирается на север, подстилая часть местности Фенленд, где эти глины вскрыты скважинами; лишь в одной скважине, пробуренной в Апуэйре, был вскрыт изолированный риф. К северу от Маркет-Уэйтона породы этого возраста вновь представлены известняковой коралловой фацией, неожиданно очень напоминающей отложения южной Англии как по характеру разреза, так и по фауне. Они обнажаются в Табуларе, Хэмблтоне и Говардских холмах, а также в береговых разрезах к северу от Файли. Ниже приводится разрез в Йоркшире:

Верхний карбонатный гравелит или верхний карбонатный гравелит и верхи глостерширского оолита (13,5—24 м)

Свита осмингтонского оолита, с рифами в нескольких горизонтах (15—27 м)

Средний карбонатный гравелит или оолит Беркшир (0—24 м)

Оолит Хэмблтон, с изрезанной каналами верхней поверхностью (0—36 м)

Нижний карбонатный гравелит (включая слои, переходные от оксфордских глин) (21—60 м)

Типичный разрез киммериджских пород можно наблюдать и в протяженном береговом обнажении в Киммериджском заливе, Дорсет, где углы падения невелики и породы почти не нарушены.

С наступлением киммериджского века произошло возвращение к глинистой фации: установились условия осадконакопления, близкие к условиям, преобладавшим во время отложения оксфордских глин. Киммериджская свита глин представлена глинами, глинистыми сланцами с некоторым количеством глинистых известняков и алевролитов и отличается на редкость однородной литологией, но в то же время сильно изменяется в мощности. Все же литологическая изменчивость имеет место. Местами к северо-западу от Уэймута, в подошвенной части появляется железная руда Абботсбери, а далее на север — в Уилтшире, Оксфордшире и Букингемшире — в кровельной части разреза появляются песчаные фации. Нефтеносные глинистые

сланцы встречаются в Линкольншире и Дорсете, а неподалеку от деревни Киммеридж в Дорсете до сих пор добывают насосным способом нефть. Мощность киммериджских отложений меняется в широких пределах: в Дорсете она превышает 480 м, но непрерывно уменьшается в северном направлении, так что в Оксфордшире она уже равна всего 90 м, в Фенсе не превышает 36 м, а на участке поднятия Маркет-Уэйтон киммериджские отложения отсутствуют. Это поднятие было единственным из аналогичных структур, сохранивших стабильность к тому времени. К северу от Маркет-Уэйтона мощность киммериджа возрастает до 150 м, причем киммериджские породы выстилают ложе долины Пикеринг, где на них лежит мощный слой наносов. Фауна представлена главным образом моллюсками, изобилуют аммониты и пластинчатожаберные, но здесь обнаружены и крупные ящеры.

В Шотландии породы верхней юры присутствуют в основном в Сатерленде, но небольшие выходы пород от келловейского до киммериджского возраста на острове Скай и выходы киммериджа на острове Малл подтверждают распространение позднеюрских морей до западных склонов Северо-Шотландского нагорья. В Сатерленде эти породы, залегающие на углях Брора, имеют морское происхождение. Разрез их вновь сильно отличается от разреза, развитого в Англии, а литологические подразделения не совпадают с ярусами международной шкалы. Разрез выглядит так:

Киммеридж	Киммериджские слои
Нижний оксфорд и верхний келловей	} Песчаная свита Брора
Средний келловей	

Юрские отложения приведены в тектонический контакт с докембрийскими породами, древним красным песчаником и гранитами. Они, вероятно, отлагались вдоль берега, проходившего по линии нарушения, и следует допустить предположение о существовании подводного обрыва, образованного этим нарушением. Об этом свидетельствуют многочисленные признаки оползневых оползней мелководных раковинных осадков, приведенных к образованию валунных пластов в одновременно накопившихся в более глубоких водах глинистых отложениях. Строение этих оползневых образований было недавно детально изучено и описано; представляется обоснованным предположение о том, что толчком к оползанию мелководных отложений служили землетрясения. Седиментационные текстуры позволяют установить, что материал привносился с северо-запада. Мезозойские породы моложе киммериджского возраста на востоке Шотландии не встречаются, хотя обломки меловых пород присутствуют в ледниковых наносах и на дне Северного моря.

**Верхнеюрские породы южной Англии.** В конце киммериджского века произошли крупные изменения палеогеографической обстановки, которые привели к отступлению моря практически со всей территории Англии, за исключением ее юга. В южной Англии осадконакопление продолжалось, но глины и глинистые сланцы с отдельными пропластками битуминозных пород киммериджского возраста постепенно переходят вверх по разрезу в более песчаные глины, мергели и песчаники нижнего портланда. В других местах киммериджские породы несогласно перекрываются значительно более молодыми породами, главным образом меловыми. Фаунистические изменения позволяют судить о еще более значительных палеогеографических переменах: киммериджские аммониты, близкие к встреченным в разрезах Русской платформы, в портландское время исчезают, и вместо них появляются крупные формы, такие, как *Glaucolithes*, содержащиеся в портландском песке, и *Titanites* — в портландском камне. Отсюда следует вывод, что

воздымание значительной части северной Великобритании совпало с отделением Франко-Британского бассейна осадконакопления от морей Русской платформы.

Портландские слои получили свое название от полуострова Портленд (Портленд), где широко распространены их обнажения, хотя на полуострове Пурбек эти породы достигают еще большей мощности. В северном направлении они скрываются под трансгрессивно перекрывающими их меловыми отложениями, но вновь выходят на поверхность в долинах рек Пьюси и Уордур, где мощность их значительно меньше. Точно так же в юго-восточной Англии отложения портланда уменьшаются в мощности к северу в направлении Лондонско-Бельгийского хребта, что следует из результатов бурения скважин. Нижняя часть разреза — портландский песок — в значительной степени представлена глинистыми или мергелистыми песками, но содержит также прочные пропластки песчаников и глинистых известняков. Она хорошо видна только в некоторых обнажениях, где залегает ниже портландского камня, например в скалистом обрыве Хаунстаут в Дорсете. Верхняя часть яруса — портландский камень — зачастую представлена песчаным известняком и содержит в подошвенных слоях большое количество кремнистых сланцев; эти породы имеют всемирную известность благодаря тому, что еще в древние времена они использовались как строительный камень. Его добывали в горных выработках, например в «катакомбах» Тилли-Уим непосредственно к югу от Суониджа, и по настоящее время он разрабатывается в карьерах как Портленда, так и Пурбека. Наряду с упоминавшимися колебаниями мощности наблюдается литологическая изменчивость пород по простиранию. Пачка, содержащая кремни, более мощная на полуострове Портленд, чем далее на восток, тогда как фарфоровидный известняк, залегающий в кровле разреза в Пурбеке и носящий название пласта Шримп, в районе Портленда не обнаружен. Там кровельным пластом служит обломочный пласт Роч. Тем не менее можно привести следующий сводный литологический разрез:

Портландский камень	до 15 м	Слой Шримп, тонкозернистый известняк
		Слой с <i>Titanites</i> , ракушечниковый известняк
Портландский песок	до 21 м	Оолитовый рыхлый песчаник Понд
		Кремнистая «жила»
Киммериджская глина	до 36 м	Серый известняк Хауз-Кэп
		Крепкий песчаник Андер-Пикинг-Кэп
		Песчаник Андер, рыхлый оолитовый
		Кремнистая пачка, коричневый известняк с кремнистыми желваками и прожилками
		Параллельные слои
		Мергели Сент-Албанс-Хед
		Белый глинистый известняк
		Мергели Эммит-Хилл
		Массивный пласт
		Глина Хаунстаут

Было принято также буквенное обозначение портландских слоев, начиная с самого верхнего пласта портландского песка, обозначавшегося буквой А, до слоя Шримп, обозначавшегося буквой V. Выходы портландского камня в виде многочисленных обнажений вдоль восточного побережья Дорсета образуют живописный береговой ландшафт. Слабо наклоненные портландские породы слагают крутые скалы мысов Данджи и Сент-Албанс, а в почти вертикальных пластах портландского камня выработаны гроты Лалуэрт-Ков и Дёрдл-Дур.

В долине Уордур мощность портландских песков составляет около 18 м, а портландского камня — 15 м. Здесь сохранилась кремнистая пачка, а породы вышележащих слоев выработаны и извлечены в качестве строитель-

ного камня. Далее на север в долине Пьюси мощность портландского яруса не превышает 12 м, и выходы его невелики. Восточнее Оксфорда мощность портландских пород уменьшается до 7,2 м, и самый северный выход их на поверхность известен вблизи Лейтон-Баззард. Хотя в этом районе киммериджские отложения местами в кровле песчаные, что отражает близость Восточно-Английского массива, портландские пески остаются глинистыми и включают галечниковые слои (верхний пласт Лайдит), а также содержат переотложенную фауну киммериджских аммонитов, что доказывает наличие перерыва в осадконакоплении. Отложения портланда, хотя и представлены прибрежными фациями, являются по своему характеру трансгрессивными. Портландский камень в этом районе частично песчаный.

Пурбекская толща, прекрасно обнаженная к югу от Суониджа, в береговых разрезах полуострова Пурбек, отлагалась на площади, аналогичной площади развития портландских пород (см. фиг. 12.1), хотя условия осадконакопления были уже существенно другими, поскольку аммониты отсутствуют и морские макрокаменелости встречаются только в нескольких горизонтах. Отсюда очевидно, что к концу портландского века произошли изменения палеогеографической обстановки, которые привели к установлению в пределах Портландского залива в основном неморских условий осадконакопления. Ископаемые почвы свидетельствуют о том, что временами происходил подъем над уровнем воды, а отдельные морские прослои указывают на эпизодическое затопление морем этого края озера и «такрыров». Разрез представлен пресноводными известняками, мергелями и эвапоритовыми отложениями. Самый крупный морской горизонт, образовавшийся в среднепурбекское время, носит название пласта Синдер, и в настоящее время по нему проводят границу между юрой и мелом, так как есть основания считать, что он соответствует обширной морской трансгрессии, с которой в других местах начинается меловой период. Провести сопоставление пурбекского разреза с аммонитовыми зонами верхнеюрских отложений южной Европы (титона) или Русской платформы (волжского яруса) нелегко. Некоторые европейские геологи вообще не признают существования пурбекского яруса, хотя породы этой фации обнаружены и в Западной Европе. В Великобритании 120-метровая толща этих пород может быть расчленена на три фаунистических подразделения, или зоны, по фауне остракод. Эта фауна, а также пресноводные моллюски, такие, как *Viviparus* и *Unio*, имеют наибольшее значение, но иногда встречаются и остатки крокодилов и динозавров. Морские пласты содержат моллюсков: в пласте Синдер изобилуют *Liostraea*, *Isognomon* и *Protocardia*; в нем встречены также редкие морские ежи *Hemicidaris purbeckensis*. Этот широко распространенный горизонт прослеживается далеко на север — вплоть до долины реки Уордур. Подобно портлендским, пурбекские отложения быстро уменьшаются в мощности в северном направлении, так что в Букингемшире встречаются только небольшие их останцы. В останце Суиндон пурбекские слои несогласно залегают на портландском камне. Пурбекский ярус подразделяется следующим образом:

Зона	
Верхний пурбек	<i>Cypridea setina</i> (также присутствуют <i>C. punctata</i> и <i>C. ventrosa</i> )
Средний пурбек	<i>Cypridea granulosa</i> (также присутствует <i>Metacypris forbesi</i> )
Нижний пурбек	« <i>Cypris</i> » <i>purbeckensis</i> (также присутствует <i>Candona ansata</i> )

Нижний пурбек содержит туфогенные известняки (Кэпс), залегающие в подошве и перекрытые слоями Брокен, которые представлены брекчированными известняками. Они хорошо видны в Дёрлстон-Хед, но еще лучше

обнажены недалеко от входа в бухту Лалуэрт, где их строение было детально изучено. Брекчирование, по-видимому, было вызвано главным образом тектоническими деформациями, а не изменениями объема пород в процессе диагенеза эвапоритов, хотя диагенетические изменения определенно имели место. В мощных глинистых сланцах с аргиллитистыми известняками, встречающимися над слоями Брокен, присутствует гипс.

Базальный пласт среднего пурбека носит название слоя млекопитающих и содержит кости досумчатых млекопитающих. Выше по разрезу следуют пресноводные известняки, известные как нижний и верхний строительный камень, содержащие неморскую фауну. Эти известняки разделены пластом Синдер<sup>1</sup>, получившим свое название благодаря его характерному внешнему виду, который объясняется присутствием множества раковин моллюсков. Это наиболее четко выраженный и широко распространенный из пурбекских морских горизонтов. Интересно, что изучение микрофауны позволило установить, что в пурбекское время вторжения моря происходили чаще, чем это предполагалось ранее. Остальная часть пурбекского разреза описывается в следующей главе.

Хотя мощность пурбекских отложений (как и портланда) уменьшается в северном направлении, к востоку она увеличивается, достигая максимума в Кенте, где пурбек является единственным выходящим на поверхность ярусом юрской системы. На трех осложненных нарушениями участках, расположенных вдоль осевой части антиклинали Уилд<sup>2</sup>, обнаружено приблизительно три пятых пурбекского разреза; кроме того, эти породы вскрыты многочисленными скважинами. В нижнем пурбеке содержатся ранее разрабатывавшиеся пласты ангидрита, некогда отложившегося в лагунах с высокой соленостью, а в среднем пурбеке вновь встречается пласт Синдер.

### Юрские окаменелости

В преимущественно мелководных эпиконтинентальных юрских морях, распространявшихся на север от геосинклинали Тетиса, преобладают неритовые формы. Особо важное значение имеют моллюски; разработанное на основе фауны аммонитов расчленение разреза на зоны приведено выше (стр. 227). История развития аммонитов отличается сложностью, поскольку наряду с формами, сохранившимися с лейаса, такими, как филоцератиды и литоцератиды (эти семейства продолжали существовать и в меловое время), непрерывно появлялись новые формы, приходившие на смену старым, отмиравшим. Некоторые формы отличаются узким стратиграфическим диапазоном, например псилоцератиды, которые появились, быстро эволюционировали и вымерли в течение геттангского века. За ними в раннее синемюрское время последовали ариетиды (*Arietes*, *Asteroceras* и т. п.), которых в свою очередь сменили позднесинемюрские эхиоцератиды и дероцератиды. Полиморфоцератиды и липароцератиды доминируют в нижнем плинсбахе, а амальтеиды — в верхнем (средний лейас). Хилдоцератиды характерны для уитбийских отложений. Второй крупный приток новых семейств имел место во время накопления нижнего оолита, хотя соннинии, такие, как *Dactylioceras*, встречаются впервые в верхнем лейасе. Следующий крупный наплыв новых форм был приурочен к корнбрасу, началу келловейского века; появились такие формы, как *Quenstedtoceras* и *Kosmoceras*, продолжавшие существовать в оксфордское время. Выше уже упоминались необычно крупные аммониты позднеюрского времени.

<sup>1</sup> Cinder означает буквально «шлак». — Прим. перев.

<sup>2</sup> Более правильная транскрипция, чем принятая ранее, — «Вельд». Последняя транскрипция как укоренившаяся в нашей литературе, нами сохранена ниже для местного стратиграфического подразделения нижнего мела. — Прим. ред.

Среди прочих моллюсков были широко распространены белемниты, а также гастроподы. Первые пресноводные гастроподы известны начиная с юрского времени. Появились многие новые роды пластинчатожаберных, такие, как *Trigonia*, отличавшиеся широким распространением по всему земному шару; изобиловали также устрицы (особенно *Gryphaea*). Удлиненные формы, такие, как *Modiolus*, характерны для условий карбонатного осадконакопления, тогда как *Avicula*, *Steinmannia* и др. встречаются в глинистых отложениях.

Кишечнополостные, главным образом кораллы-склерактинии, ставшие распространенными в триасовое время, особенно многочисленны в коралловых фациях верхней юры. В рифах обнаружены также медузы и губки. Наблюдается обилие брахипод. Зачастую они были приурочены к определенным географическим районам; их миграция изучена весьма детально. Во множестве водились морские ежи, как правильные (*Cidaris*, *Acrosalenia*), так и неправильные, которые представлены такими плоскими формами, как *Clypeaster*. Распространены были морские лилии, как стебельчатые, так и свободноплавающие, включая характерные *Pentacrinus*; в ряде горизонтов присутствуют офиуры.

Среди позвоночных встречаются примитивные костистые рыбы, а также акулы. О морских ящерах уже упоминалось выше. Самыми распространенными наземными позвоночными были, конечно, пресмыкающиеся; многочисленны были динозавры, как хищные, так и травоядные; отдельные их виды достигали крупных размеров. Встречаются летающие рептилии, а в разрезе южной части ФРГ обнаружены самые древние из известных птиц. Хотя к концу юрского периода имелось уже четыре класса млекопитающих, их численность оставалась относительно небольшой.

Растительные окаменелости были изучены в дельтовых фациях; они представлены хвойными и саговниковыми. Судя по всему, флора в общих чертах отличалась единообразием по всему земному шару.

## Глава 12

### МЕЛОВАЯ СИСТЕМА

#### Общее подразделение

Меловая система получила свое название от мощной толщи песчого мела позднемелового возраста. Однако отложения низов системы накапливались приблизительно на той же площади, что и породы верхней юры и в начале были представлены в той же фации. В течение мелового периода произошли существенные палеогеографические перемены.

В течение многих лет за основание меловой системы принимали границу между пурбекским ярусом и отложениями вельда<sup>1</sup> (кстати, этот контакт очень редко виден в обнажениях). В настоящее время за рубеж этих двух периодов принимают несколько более раннее событие — крупную морскую трансгрессию, которая нашла свое выражение в южной Великобритании в виде легко распознаваемого пласта Синдер среднего песчаника Спилсби. Все попытки определить кровлю меловых пород и установить границу между меловой и третичной системами в Великобритании оказались тщетными из-за отсутствия здесь верхов мела и низов третичной системы. Очевидно, имел

<sup>1</sup> Здесь сохраняется название этого стратиграфического подразделения, укоренившееся в советской геологической литературе, вместо более правильного «уилд» (см. выше). — Прим. перев.

место длительный перерыв в осадконакоплении, и на эродированной поверхности меловой толщи здесь несогласно залегают третичные породы эоценового возраста. Меловая система подразделяется на нижний и верхний отделы, каждый из которых состоит из шести ярусов, причем на практике часто объединяют несколько ярусов под одним названием, как это показано в табл. 12.1.

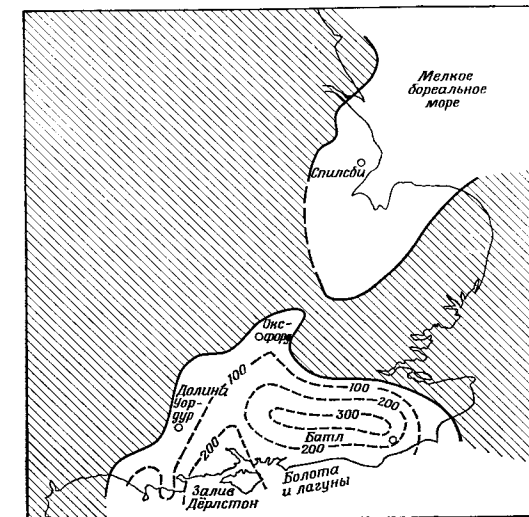
Таблица 12.1

Ярус		Приблизительные литологические эквиваленты		
Верхний мел	Маастрихт	Верхний песчаный мел с мелистыми породами в основании		
	Сенон { Кампан Сантон Коньяк			
	Турон Сеноман			
Нижний мел	Альб	Гольт и верхний зеленый песчан и Нижний зеленый песчанник		
	Апт			
	Неоком { Баррем Готерив Валанжин Берриас или Рязанский подъярус (приблизительно)	Слой Гастингс	Отложения вельда	
				Глины вельда

#### Палеогеографическая обстановка и условия осадконакопления в раннемеловое время

Отложения верхнего пурбека — глинистые сланцы с волокнистым кальцитом («beef») и маломощными, богатыми окаменелостями пресноводными известняками, известными под названием пурбекского мрамора (все еще добываемого в карьерах района Суонидж как облицовочный камень), накапливались в общем в тех же условиях, что и нижне- и среднепурбекские породы. Как в Дорсете, так и в районе Уилда верхнепурбекские отложения вверх по разрезу постепенно переходят в слои вельда, которые также осаждались в преимущественно неморских условиях. Различие состоит в том, что отложения вельда имеют более четко выраженный дельтовый характер, что, возможно, указывает на возобновление восходящих движений в пределах Лондонско-Бельгийского хребта, который представлял собой приподнятые участки высотой свыше 300 м, служившие источником сноса обломочного материала. Этот хребет отделял южную провинцию преимущественно неморского осадконакопления от погружавшегося бассейна морского осадконакопления, который включал часть Норфолка и Линкольншир, хотя эти районы временно и соединились во время отложения слоев Синдер (фиг. 12.1). Отложения вельда в северной Франции, срезая пурбекскую толщу, залегают на более древних породах, тогда как в разрезах ФРГ они переходят по простиранию в разновозрастные морские отложения. Наиболее типичное развитие неморских фаций происходило, безусловно, в Уилде. Осадки там накапливались на погружавшейся территории, которая располагалась к югу от Лондонско-Бельгийского хребта; положение последнего было установлено достаточно точно по источникам галечникового материала. Эти данные свидетельствуют, что хребет представлял собой приподнятый участок, сложенный породами верхнего палеозоя, где, несомненно, были и выходы верхне-юрских пород (фиг. 12.2). Толща вельда, образованная алевритами, гравием и глинами,

отлагалась отчасти в условиях аллювиальной равнины, а частично как дельтовые образования, формировавшиеся в озере или лагуне (хотя концепция «Уилдского озера» была давно отвергнута, поскольку было выдвинуто предположение, что район Уилда не был полностью изолирован от моря Тетиса, заливавшего южную Европу). Эти осадки имеют ритмический характер: грубозернистые косослойные пески трансгрессивно перекрываются озерными отложениями, начинающимися со слоя гальки и постепенно переходящими вверх по разрезу в более тонкие песчаники и алевролиты дельтового комплекса. Циклический характер осадков местами ярко выражен



Фиг. 12.1. Палеогеографическая обстановка ко времени непосредственно перед отложением пласта Синдер — к началу мелового периода.

Даны изопохиты самых молодых юрских пород (от основания пурбекского яруса до пласта Синдер).

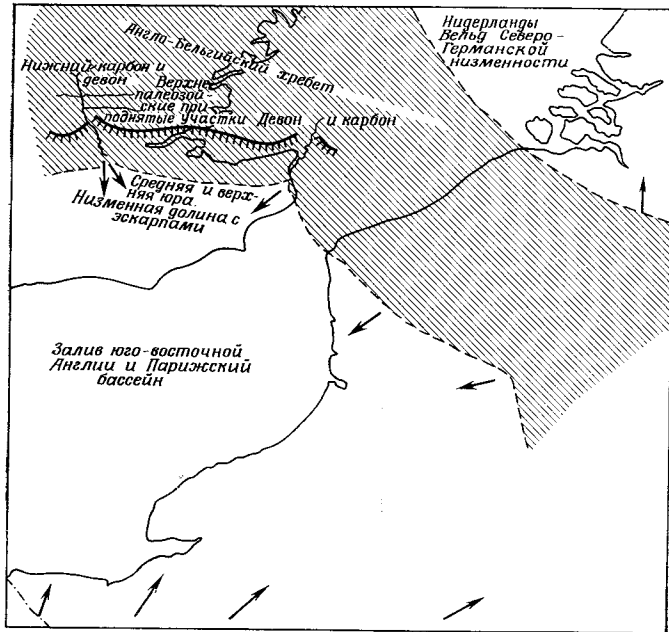
в разрезе и, по-видимому, отражает эвстатические колебания. Были выделены также и мегациклотемы. Их насчитывается четыре, и по своему характеру это чередование песчаных и более глинистых пластов. В медленно погружавшемся бассейне накопилась толща вельда значительной мощности, возможно, свыше 750 м (табл. 12.2).

Таблица 12.2

Вельдские глины, включая хоршемский камень, до 450 м	
Слой Гастингс	Верхний песок Танбридж-Уэллс
	Глина Гринстед
	Нижний песок Танбридж-Уэллс
	Глина Уодхерст
	Пески Ашдаун с глиной
Фэрлайт	150—210 м

Пески Ашдаун, название которых происходит от района Ашдаун — Форест, представлены тонкозернистыми песчаниками и алевритами дельтового происхождения. В окрестностях Гастингса они переходят в глины Фэрлайт, отлагавшиеся напротив дельты. Как пески Ашдаун, так и глины Фэрлайт хорошо видны в береговых обнажениях, хотя здесь пески Ашдаун более глинистые, чем в обнажениях внутренних районов. Они имеют типичное косослойчатое и фестончатое напластование, несут знаки ряби и следы дождевых капель. Все это подтверждает, что они накапливались в условиях мелководья. Лигнит, образовавшийся из плавучей древесины, и довольно редкие ископаемые остатки плохой сохранности (исключая хорошо сохранившиеся остатки растений в глинах Фэрлайт) также подтверждают дельтовые условия осадконакопления. Глины Уодхерст представлены в основном гли-

нистыми сланцами и аргиллитами озерного происхождения, отложившимися на кровле более ранних дельтовых слоев вельда. В разрезе присутствуют также известковистые алевролиты, отражающие периоды привноса более грубозернистого материала; приносившие их потоки оставили следы в виде знаков течения и волочения в отложившихся осадках. Эти известковистые алевролиты, известные под названием тилгейтского камня, несут следы ряби и дождевых капель, а также отпечатки лап динозавров, включая *Iguanodon*. В глинах Уодхерст встречаются глинистые железняки, которые начиная



Ф и г. 12.2. Палеогеография вельда (берриас — валанжин).

с железного века и до конца средних веков были основным источником железной руды в Британии; железо из руды выплавляли с помощью древесного угля, полученного из древесины некогда густо покрытого лесом Уилда. Пресноводные пластинчатожаберные и остракоды указывают на в целом солоноватоводную среду; в ряде горизонтов много растительных остатков, обнаружен также и морской микропланктон. Песок Танбридж-Уэллс знаменует возвращение условий осадконакопления, напоминающих условия, которые существовали при отложении песка Ашдаун: тонкозернистые алевриты и пески отлагались в дельтах, постепенно заполнявших озера Уилда. За исключением восточной части Уилда, пески Танбридж-Уэллс повсеместно включают глины Гринстед. Эти слои большей частью глинистые, но в них имеется мощный карбонатный пласт — тилгейтский камень (подобный развитию в глинах Уодхерст). В этом пласте был обнаружен первый игуанодон. Глины Гринстед отражают лишь временный перерыв в накоплении дельтовых осадков, и верхние пески Танбридж-Уэллс, хотя и плохо обнажены, сильно напоминают нижние пески.

К концу времени накопления слоев Гастингс расположенные на севере приподнятые участки суши оказались сильно сглаженными эрозией, и верхний песчаный слой — верхний песок Танбридж-Уэллс — переходит выше в глину вельда. Эта формация значительно более глинистая и состоит в основном из алевритистых зеленовато-серых глин, хотя встречаются и коричневые и красноватые глины, а также подчиненные пласты алевролита и редко ракушечникового известняка — «мрамора с *Paludina*». Глины вельда очень

похожи на глины гастингских слоев, но в конце времени их накопления наблюдается переход к морским условиям, заметный по вытеснению типичной неморской фауны морскими пластинчатожаберными, встречающимися в самых верхах вельдских слоев. В вельдских глинах близ Мейдстона установлены циклотемы, но в основном эти глины отражают существование исключительно устойчивых условий осадконакопления, так как, несмотря на некоторые литологические изменения, признаки воздымания над уровнем водной поверхности отсутствуют. Высокое процентное содержание алеврита в глинах указывает на сходство этих осадков с некоторыми современными донными осадками дельт. Песчаники, встречающиеся в глинах вельда, как правило, маломощны и имеют четко выраженную подошву, но вверх по разрезу они постепенно переходят в алевролиты и глины. Только породы хоршемского камня достигают значительной мощности.

В юго-восточной Англии глины вельда обнажены плохо, образуя в рельефе низменный пояс, обрамляющий Высокий Уилд, сложенный породами гастингской свиты. Лучше всего их наблюдать в карьерах, из которых глину добывали для изготовления кирпича. В западном направлении мощность глин вельда возрастает от 120 м в Хайте до 450 м вблизи Гилдфорда.

**Запад района Уилд.** В Дорсете, в заливе Суонидж, отложения вельда развиты лишь несколько менее, чем в Уилде, но далее на запад они быстро сокращаются в мощности (до половины ее максимальной величины в заливе Уорбарроу и всего лишь до 105 м в Апвее, вблизи Уэймута) и становятся более песчанистыми. Породы вельда хорошо видны также и в антиклинальных ядрах на острове Уайт. В этих западных обнажениях литологические подразделения, выделяемые в районе Уилда, не обнаружены, и признаки мегациклотем отсутствуют. Отложения вельда расчленяются здесь только на две пачки — нижнюю, преимущественно песчанистую, и верхнюю глинистую пачку, называемую глинистыми сланцами вельда.

Хотя к концу киммериджского века море отступило с большей части Великобритании, в юго-восточной Англии и Эссексе осадконакопление на протяжении поздней юры и раннего мела, по-видимому, было в основном непрерывным. Однако далее к северу развиты осадки, несогласно залегающие на киммериджских слоях, но, что совершенно ясно, отложившиеся до широкого распространения позднемеловой трансгрессии моря. Положение осадков в разрезе явилось объектом серьезных разногласий. В Букингемшире и Уилтшире, к западу от зоны развития нижнего зеленого песчаника, распространены железосодержащие отложения, называемые песками Уитчёрч. Хотя они и сходны с вельдскими отложениями Дорсета, их относили ранее к нижнему зеленому песчанику, или к вельду, или к портулендскому песку, тогда как по фаунистическим и литологическим признакам они эквивалентны пласту Синдер среднего пурбека.

**Северный бассейн.** В Линкольншире и Норфолке морской залив был отделен от южного участка неморского осадконакопления Лондонско-Бельгийским хребтом. В этом погружавшемся бассейне накопился мощный разрез морских нижнемеловых отложений (табл. 12.4). Нижняя формация, песчаник Спилсби, с базальным слоем конкреций, несогласно залегает на киммериджских глинах, однако перерыв в осадконакоплении, очевидно, длился недолго, так как накопление осадков возобновилось еще до окончания юрского периода. Нижний песчаник Спилсби эквивалентен низам пурбекского яруса, так как пласт конкреций, залегающий между нижним и верхним песчаниками Спилсби, принят за эквивалент пласта Синдер и песков Уитчёрч. Все эти отложения образовались во время одного и того же периода вторжения моря. Этот период был кратковременным, ибо в течение всей эпохи вельда (от рязанского до барремского и, возможно, раннеаптского времени) седиментационные бассейны оставались разделенными и район Уилда сохранял неморской характер осадконакопления.



### Нижний зеленый песчаник

В конце эпохи отложения вельдских глин существуют признаки перехода к солоноватоводным, а затем к морским условиям, когда эвстатический подъем уровня моря привел к распространению моря Тетиса на север — в район развития озер и дельт. Вышележащие отложения нижнего зеленого песчаника ознаменовали конец длительной эпохи неморского осадконакопления. Тем не менее море было ограничено с севера Лондонско-Бельгийским



Фиг. 12.3. Провинции нижнего зеленого песчаника (верхний апт).

хребтом; известно, что нижний зеленый песчаник отсутствует в северном Кенте и в разрезе Лондонского бассейна. В районе Уилда в подошве нижнего зеленого песчаника наблюдается легкое несогласие, а участок восточного Кента сначала не был захвачен морем нижнего зеленого песчаника.

Породы нижнего зеленого песчаника более песчанистые, чем подстилающие осадки, но они редко имеют зеленый цвет, хотя и содержат глауконит. Эта формация объединяет слои общей мощностью до 240 м (с максимальной величиной на острове Уайт), отлагавшиеся в прибрежных морских условиях. Она расчленяется по литологическим признакам на четыре пачки, мощность которых меняется в направлении Лондонско-Бельгийского хребта, а также в широтном направлении. Кроме того, доказано, что отложение этих литологических подразделений было несинхронным.

Северная и южная провинции осадконакопления, не сообщавшиеся между собой в раннеаптское время, несмотря на отложение в пределах каждой из них осадков морского типа, в позднеаптское время объединились (фиг. 12.3), но существенные различия между осадками северного (к северу от Оксфордского поднятия) и южного бассейнов осадконакопления сохранились (табл. 12.3.)

**Южный бассейн.** В Уилдской провинции глинистые сланцы и аргиллиты с железными конкрециями и редкими песчанистыми пластами образуют самую нижнюю пачку, глины Атерфилд. Эти глины изобилуют окаменелостями со множеством аммонитов и пластинчатожаберных. Вверх по разрезу глины Атерфилд постепенно переходят в более песчанистые слои Хайт, сильно изменчивые как по мощности, так и по литологическим особенностям. Местами в этих преимущественно глауконитовых или железистых песках развиты щебенистые песчанистые известняки, известные под названием «кентский камень» (Kentish Rag). В западных обнажениях большое значение приобретают кремни; благодаря их присутствию нижний зеленый песчаник здесь столь крепок, что образует в Лейт-Хилл более высокий обрыв, чем расположенный неподалеку верхнемеловой обрыв Даунс. Фауна слоев Хайт включает морских ежей, которые столь же распространены, как и аммониты; изредка здесь находили останки динозавров.

Залегающие выше слои Сандгейт (и Баргейт) являются самой изменчивой пачкой нижнего зеленого песчаника. Они представлены глауконитовыми песчанистыми и алевритистыми аргиллитами с карбонатным песчаником (слои Баргейт), который развит местами в западном Уилде в подошве пачки.

Таблица 12.3

Ярусы	Зоны	Южный бассейн		Северный бассейн
		Остров Уайт (Вектийская провинция)	Суррей/Западный Кент (провинция Уилд)	
Нижний альб	<i>Mammilatum</i>	Железистый песчаник	Пласт с конкрециями	Железистый песчаник
	<i>Tardefurcata</i>	ПО	ПО	
Верхний апт	<i>Jacobi</i> <i>Nutfieldensis</i> <i>Martinoides</i>	Песчаник Сандрок	Слой Фолкстон	Мергели Саттерби с переотложенными окаменелостями верхне- и нижнеаптского подъярусов
Нижний апт	<i>Deshayesi</i> <i>Forbesi</i> <i>Fissicostatus</i>	Глины Атерфилд	Глины Атерфилд	

ПО — перерыв в осадконакоплении.

Наряду с многочисленной местной фауной здесь обнаружена переотложенная юрская фауна. Завершают разрез нижнего зеленого песчаника слои Фолкстон. Они представлены кварцевыми песками, иногда с лимонитом; фауна в них встречается редко. Эта последняя группа зачастую неотличима от вышележащих отложений гольтского яруса, но по фауне она определенно относится к верхнему апту и нижнему альбу. В косослоистых песках этих слоев иногда встречается трехгранная галька (дрейкантеры), что в свое время вызвало споры относительно происхождения слоев Фолкстон; тем не менее морское происхождение этих слоев, как и всего разреза нижнего зеленого песчаника, не вызывает сомнений.

В Вектийской провинции, включающей обнажения на острове Уайт и в Дорсете, нижний зеленый песчаник был расчленен более ста лет тому назад на 16 пачек. Эти пачки легко объединяются в 4 группы, хотя они и не соответствуют четырем описанным выше группам, выделенным в нижнем зеленом песчанике Уилдской провинции. Все же развитие глин Атерфилд (названных так по Атерфилду на острове Уайт) здесь весьма типично. Пласт *Regna* залегают в основании, как и в западном Уилде, тогда как слои с конкрециями Крекерс отмечают кровлю свиты. Выше следует соответствующая слоям Хайт и Сандгейт мощная серия железистых песков, в составе которых отмечается несколько характерных, чрезвычайно богатых окаменелостями пропластков. Песчаники Сандрок, мощность которых составляет 30 м или более, весьма сходны с отложениями слоев Фолкстон — их эквивалентом в разрезе Уилда. Пачка железистого песчаника, представленная коричневым грубозернистым песком с галькой, была отложена после короткого перерыва в осадконакоплении.

В этой Вектийской провинции нижний зеленый песчаник уменьшается в мощности в западном направлении намного быстрее, чем слои вельда

(неоком), хотя уменьшение мощности частично может быть связано с постседиментационными сбросами. Вначале море распространялось по южному бассейну очень быстро, за исключением площади восточного Кента, но слои Хайт и железистые пески отражают интенсивное поступление песчаного материала и некоторое отступление моря, предшествовавшее несколько более поздней крупной морской трансгрессии среднеальбского возраста. Уменьшение мощности пластов к западу, наблюдаемое в Эссексе, свидетельствует о большой стабильности этого района, а так называемая морская пачка Панфилд в заливе Суонидж содержит характерную фауну, указывающую на существование скорее солоноватоводных, чем морских условий вблизи границ трансгрессии нижнего зеленого песчаника.

**Западные обнажения.** Небольшие обнажения пород нижнего зеленого песчаника обнаружены в Беркшире. Среди наиболее интересных стоит отметить пласт гравия Фаррингдон с губками, содержащий многочисленные обломки известковых губок. В Бедфордшире пески Уоберн достигают мощности 60 м и далее несогласно залегают на глинах Амтхилл и Оксфорд. Они содержат как собственную так и переотложенную юрскую фауну.

**Северный бассейн.** В северном Норфолке и Линкольншире в погружающемся бассейне, ограниченном с севера все еще активным поднятием Маркет-Уэйтон, вслед за песчаником Спилсби накопилась мощная толща осадков. Разрез пород под формацией пещего мела (т. е. полный разрез нижнего мела) показан в табл. 12.4. Хотя эта толща в Линкольншире увеличивается в мощности в южном направлении, нижнемеловой разрез в западном Норфолке менее мощный, и приведенные в табл. 12.4 подразделения здесь выделить нельзя. Под формацией красного пещего мела выделяют железистый песчаник, глину Снеттишем и пески Сандрингхем, причем последние несогласно залегают на киммериджских глинах.

В Йоркшире, севернее Хамбера, разрез доверхнемеловых отложений очень маломощен и представлен только красным пещим мелом и железистым песчаником; последний несогласно залегают на породах нижнего лейаса. Однако на северных склонах Йоркширских холмов обнаружена узкая полоса выходов глин, которая протягивается до побережья Спитона. Эти глины, мощность которых приблизительно равна 90 м, известны как глины спитонской серии, имеющей возрастную интервал от рязанского до альбского века. Отложенная одновременно с верхами серий Спилсби и Тилби Линкольншира, серия Спитон резко отличается по литологическим особенностям от этих серий, представленных прибрежными песчанными осадками, так как поднятие Маркет-Уэйтон, по-видимому, служило барьером, который препятствовал распространению терригенного материала на север. Очевидно, что серия Спитон отлагалась очень медленно, так как ее накопление продолжалось на протяжении почти всей раннемеловой эпохи. Несмотря на это, осадконакопление временами прерывалось, и нет указаний на то, что оно происходило в глубоководных условиях. С другой стороны, здесь не обнаружено и прибрежных осадков.

На киммериджских породах несогласно залегают базальный копролитовый пласт, содержащий переотложенные остатки юрских аммонитов, а выше лежащие пласты отлагались в условиях мелководья, так как в них отмечены признаки воздействия течений. Главное погружение бассейна привело к осаждению глин в более глубоководных условиях, хотя слои конкреций указывают на периодическое обмеление моря. Глинистые сланцы часто имеют темную окраску и содержат пирит, но литологические особенности их весьма изменчивы и верхняя часть разреза отличается более светлой окраской и содержит кальцитовые конкреции. Аммониты в основном приурочены к тонким, богатым окаменелостями пропласткам, однако белемниты распределены по разрезу более равномерно. По фауне белемнитов разрез был расчленен на четыре пачки (табл. 12.5). Пласт, непосредственно залегающий на

Таблица 12.4

		Приблизительные эквиваленты в южной Англии
Верхний альб	Красный пещий мел	Гольт и верхний зеленый песчаник
Средний альб	Железистые песчаники, песчаники и песчаные мергели	
Нижний альб	Мергель Саттерби, пиритсодержащие мергели, песчаные в кровле	Нижний зеленый песчаник
Апт	Слой Фуллетби, железистые пески и глины	
Баррем	Верхняя глина Тилби, известняк Тилби и нижняя глина Тилби	Глины вельда
Готерив	Железняк Клаксби и глина Хадлби	
Валанжин	Верхний песчаник Спилсби	Слой Гастингс
Рязанский подъярус — Пурбек		
		Слой верхнего пурбека

породах серии Спитон, — мергель с *Ewaldi*, который долгое время считали приблизительным эквивалентом мергелю Саттерби в Линкольншире (действительно, оба эти пласта имеют аптский возраст), содержит совершенно иную фауну, и ни один фаунистический вид не является общим для обоих слоев.

Таблица 12.5

		Йоркшир	Линкольншир									
Нижний сеноман	}	Красный пещий мел	Красный пещий мел									
				Верхний альб	Железистый песчаник							
						Средний альб	Мергель Саттерби					
Нижний альб												
Верхний апт	}	Мергель с <i>Ewaldi</i>	Серия Спитон									
				Нижний апт	Слой с <i>Brunsvicensis</i>	Серия Тилби						
							Баррем	Слой с <i>Jaculooides</i>				
									Готерив	Слой с <i>Subquadratus</i>		
											Валанжин	Слой с <i>Lateralis</i>

Индексация пластов сверху вниз по разрезу в данном случае явно необычна, но она давно принята и оказалась очень удобной при изучении этих пластов.

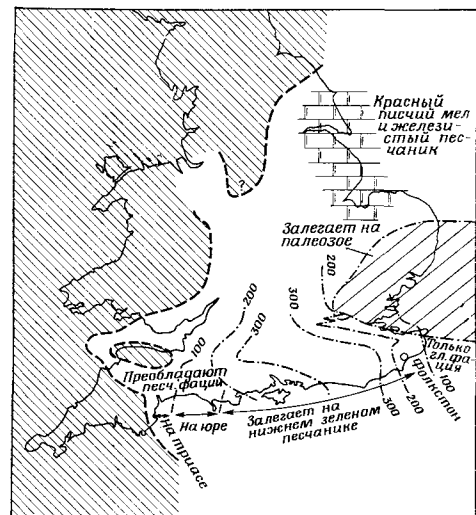
### Гольт и верхний зеленый песчаник

**Район Уилда.** По всей южной Англии произошло широкое вторжение моря, в результате которого были отложены глины гольта и верхний зеленый песчаник. Распространение этого моря по площади намного превосходило распространение апт-нижнеальбских бассейнов, в которых отлагался нижний зеленый песчаник, и привело к установлению одинаковых фауниальных условий в этих бассейнах, причем море распространилось далеко на запад и на север. Впервые за всю историю мезозоя морские условия осадконакопления установились и на площади Лондонско-Бельгийского хребта. В результате этого отложения гольта, которые в районе Уилда залегают на слоях Фолкстон нижнего зеленого песчаника, к северу несогласно перекрывают

юрские породы, а еще далее — в северном Кенте и под Лондоном — ложатся на палеозойские породы. Гольт в восточном Кенте целиком представлен глинистыми отложениями, а классическое обнажение (или типовой разрез) гольта в Фолкстоне сильно нарушено оползнями. Далее на восток все большее развитие приобретают алевролиты и песчаники, а на западных участках Уилда ими сложен уже весь верхний гольт, называемый здесь верхним зеленым песчаником. Он представляет песчаную фацию гольта и характеризуется несинхронным установлением условий накопления песчаного материала. Породы гольта и верхнего зеленого песчаника совместно отлагались в течение среднего и позднего альба. Деление этой толщи на две части — гольт и верхний зеленый песчаник — является следствием некоторого упрощения, так как, помимо глин и песков, здесь имеется и третья литологически отличная группа пород, известная под названием Мальмстона. Под этим названием объединяются кремнистые и известковые песчаники, хорошо развитые

в западном Уилде, а также в Уилтшире и Беркшире и залегающие между глинами гольта и песками верхнего зеленого песчаника. Мальмстон выклинивается в северном направлении. В рельефе породы гольта и верхнего зеленого песчаника, как правило, выполняют пониженные участки между обрывами, образуемыми верхним мелом и нижним зеленым песчаником, поэтому выходы их немногочисленны. Тем не менее верхний зеленый песчаник хорошо наблюдается в обнажениях некоторых осевших вдоль дорог склонов.

Глины гольта очень богаты фауной, в которой преобладают моллюски. Широко распространены аммониты, включающие быстро эволюционировавших представителей рода *Hoplites* и являющиеся зонной фауной, однако пластинчатожаберные и гастроподы также многочисленны,



Фиг. 12.4. Вероятная палеогеографическая обстановка времени гольта — верхнего зеленого песчаника (средний — поздний альб).

хотя и отличаются от толстораковинных форм прибрежных фаций зеленого песчаника.

**Западные обнажения.** Западнее Уилда, на острове Уайт и в Дорсете, гольт становится более песчаным, и здесь становится все труднее установить границу между гольтом и верхним зеленым песчаником. Трансгрессивный характер этой формации убедительно подтверждается тем, что далее к западу гольт несогласно налегает на все более древние пласты (фиг. 12.4). На острове Уайт и в заливе Суонидж отложения гольта залегают непосредственно на нижнем зеленом песчанике. Действительно, железистый песчаник здесь является песчаной толщей альбского возраста, залегающей с перерывом на породах серии песчаников Сандрок нижнего зеленого песчаника, а вверх по разрезу постепенно переходящей в породы гольта. Гольт прослеживается и далее на запад, где он залегают на мраморе Форест в районе Абботсбери, на лейасовых породах — между заливом Лайм и Ситауном и на триасовых породах — еще далее к западу. В рельефе отложения гольта вместе с хорошо развитыми породами вышележащего верхнего зеленого песчаника образуют вершины холмов, таких, как Блэк-Вен, Стонбарроу и Голден-Кэп. Самыми западными обнажениями являются останцы этих

пород в холмах Халдон к юго-западу от Эксетера, где они полностью представлены песчаными пластами. В Девоншире и Дорсете эти песчаные фации носят название песков Блэкдаун.

К западу от Чилтернских холмов гольт представлен характерными плотными темными глинами, мощность которых изменчива, но достигает 69 м. Они залегают на породах нижнего зеленого песчаника, там, где последние присутствуют, но в долинах Пьюси и Уордур они несогласно перекрывают пурбекские и портландские отложения. Юго-западнее Кембриджа в доальбское время произошло поднятие, в результате которого отложения гольта в северном направлении залегают на киммериджских породах, глинах Амтхилл и оксфордских глинах, а еще далее — на этих же пластах в обратном порядке. В конце альбского века этот участок вновь испытал воздымание, которое привело к тому, что недавнее морское дно оказалось в зоне приливно-отливного размыва. Это привело к эрозии уже отложившихся пластов от гольта до верхнего зеленого песчаника, а содержащиеся в них окаменелости переносились водой и концентрировались в медленно накапливавшемся мелоподобном мергеле.

Этот необычно образовавшийся пласт, получивший название кембриджского зеленого песчаника, несмотря на свою небольшую мощность (не более 0,3 м), представляет большой интерес. Он развит в пониженных, эродированных участках рельефа гольта, заполняет вымоины на эродированной поверхности и содержит гальку и валуны неясного происхождения, а также переотложенные окаменелости и фосфоритовые конкреции (копролиты). Чрезвычайно богатая фауна содержит множество видов аммонитов и брахиопод, а также остатки позвоночных.

**Восточная Англия.** Отложения гольта, как и более древних формаций, в значительной степени скрыты под наносами болот, но пласты гольта выходят на поверхность в северном Норфолке, а также в Линкольншире и восточном Йоркшире. В Норфолке на железистом песчанике залегают красная порода Ханстантон — красный писчий мел. Последний в подошвенной части представлен грубозернистым песчаником и содержит те же тяжелые минералы, что и нижележащий железистый песчаник, вместе с тем резко отличается от него по фауне. В основном же это плотный красный известняк. Он обнажается севернее по всему Линкольнширу и Йоркширу, и его выходы непрерывно тянутся через поднятие Маркет-Уэйтон. Залегая на глинах Спитон, в верхней своей части он охватывает часть сеноманского яруса, поскольку эти не совсем обычные условия осадкообразования здесь оставались неизменными более длительное время, чем в южных районах. Красная окраска является первичной, но, поскольку обильная фауна моллюсков (брахиопод) доказывает существование неритовых морских условий осадконакопления, пришлось предположить, что источником терригенного материала было латеритное выветривание. Точное положение берега моря в средне- и позднеальбское время не известно (за исключением юго-западной Англии); известно лишь, что береговая линия проходила намного западнее современных обнажений (фиг. 12.4). Однако ясно, что осадконакопление распространилось на Северную Ирландию не ранее позднемелового времени, так как развитые там песчаные прибрежные фации, хотя и представлены глауконитовыми «зелеными песками», имеют сеноманский возраст.

### Верхний мел

В Англии «писчий мел» (Chalk) — синоним понятия «верхнемеловые отложения». Разрез верхнего мела здесь представлен необычайно выдержанной толщей известняков, которые образуют обширные обнажения в грядах Даунс и в полосе от побережья Дорсета до Йоркширского побережья, обычно формируя повышенные участки рельефа (с превышениями свыше 120 м),

в частности, Чилтернские и Йоркширские холмы. Эти известняки относительно более устойчивы к эрозии, чем большинство пород нижнемелового возраста или залегающие выше нижнетретичные образования. Мощность этих отложений достигает 450 м; их литологическая изменчивость позволила расчленить разрез первоначально на три формации: верхний, нижний и средний писчий мел. Эти подразделения близко совпадают с ярусами, традиционно выделяемыми в Великобритании: сеноманским, туронским и сенонским<sup>1</sup>, несмотря на то что самые верхние слои писчего мела, обнаруженные в Норфолке, имеют маастрихтский возраст (табл. 12.6). Значительные колебания мощности верхнего мела, наблюдаемые в настоящее время, отчасти объясняются воздействием дотретичной (стр. 265), а частично и современной эрозии. Кроме того, эти отложения имели неодинаковую мощность, обусловленную особенностями их накопления. На севере и западе верхний мел несогласно перекрывает породы альбского яруса, однако в главных обнажениях южной и восточной Англии толща писчего мела согласно залегает на верхнеальбских отложениях (верхнего зеленого песчаника, красного писчего мела и т. п.), и здесь наблюдается постепенный переход к нижним глинистым слоям верхнего мела.

**Нижний писчий мел (Lower Chalk).** Нижний писчий мел достигает мощности 60 м в грядках Даунс, но имеет намного меньшую мощность в пределах Лондонского бассейна. К северу мощность его быстро уменьшается и в северном Норфолке не превышает 18 м, но в холмах Йоркшира увеличивается до 45 м. Самые нижние его слои местами характеризуются цикличностью, представляя собой чередование глинистых пропластков с пластами более чистого писчего мела. Содержание нерастворимого материала, достигающее 50% в самых низах формации, ближе к кровле нижнего писчего мела падает до 10% (среднее содержание нерастворимого остатка в отложениях верхнего писчего мела составляет около 5%). Нижняя зона, зона *Varians*, начинается с глауконитового «хлоритового» мергеля, песчанистого и содержащего конкреции; вверх по разрезу он постепенно переходит в серый мергелистый писчий мел. В подошве верхней зоны (зоны *Subglobosus*) развит плотный пласт, камень Тоттернхо, а выше следует серый писчий мел со множеством обломков раковин. Верхняя часть зоны, содержащая многочисленные белемниты, носит название подзоны *Actinocamax plenus*. Местные изменения сеноманских отложений в южном Девоншире были детально описаны и увязаны с сингенетичным поднятием небольших периклинальных складок.

**Средний писчий мел (Middle Chalk).** Нижняя зона этой формации, зона *Cuvieri* или *Labiatus*, на значительном протяжении хорошо выделяется по более твердому базальному слою — породе Мельбуэн. Остальная часть среднего писчего мела окрашена в белый цвет; кремни, как правило, отсутствуют, за исключением самых верхних девяти метров разреза (на острове Уайт кремни в этой формации полностью отсутствуют). Обе эти зоны, литологически весьма сходные, различаются по фауне. Фауна включает аммонитов и морских ежей, часто встречающихся и в нижнем писчем меле, но преобладают брахиоподы.

**Верхний писчий мел (Upper Chalk).** Разрез верхнего писчего мела достигает мощности 390 м на острове Уайт, но является более полным, а возможно, и более мощным в северном Норфолке. Его контакт с породами среднего писчего мела отмечен в некоторых местах другим пластом крепких пород, называемым породой писчего мела (Chalk Rock), комковатой по характеру и отложившейся на мелководье. Нижние слои толщи верхнего писчего мела содержат характерную реуссиановую фауну, названную так по характеру *Hypantoceras reussianum* и включающую самых разнообразных моллюсков. Фауна верхнего писчего мела в целом весьма богата и разнообразна. Здесь

много брахиопод, особенно в нижних зонах, многочисленны и морские ежи, как правильные, так и неправильные. Из неправильных ежей особый интерес с точки зрения эволюции этих организмов представляют *Micraster* и *Echinocorys*. Аммониты относительно немногочисленны, но достаточно часто встречаются пластинчатожаберные, хотя и не представляющие стратиграфического интереса, за исключением рода *Inoceramus*. Перечень зон (табл. 12.6) дает некоторое представление о разнообразии встречаемых здесь окаменелостей; помимо этого, в отложениях верхнего писчего мела нередко встречаются кораллы, морские звезды, зубы рыб и их чешуя, а также множество микроокаменелостей.

Зона верхнего мела  
Таблица 12.6

Ярусы			
Маастрихт		<i>Liostrea lunata</i> <i>Belemnitebella mucronata</i> <i>Goniotentis quadrata</i> <i>Offaster pilula</i>	} [ <i>Inoceramus lingula</i> ]
Сенон	Кампан	<i>Marsupites testudinarius</i> <i>Urtacrinus socialis</i>	
	Сантон	<i>Micraster coranguinum</i> <i>Micraster cortestudinarium</i>	[ <i>Hagenowia rostrata</i> ]
	Коньяк	<i>Holaster planus</i>	
Турон		<i>Terebratulina lata</i> <i>Orbirhynchia cuvieri</i>	[ <i>Inoceramus lamarchi</i> ] [ <i>Inoceramus labiatus</i> ]
Сеноман		<i>Holaster subglobosus</i> <i>Schloenbachia varians</i>	[ <i>Holaster trecensis</i> ] [ <i>Holaster subglobosus</i> ]

[ ] Фауна, используемая при расчленении на зоны верхнемеловых пород в других местах, особенно в Йоркшире.

**Условия осадконакопления.** Несомненно, что сеноманская трансгрессия, вызвавшая распространение моря, в котором накапливалась толща писчего мела, явилась одним из самых широких наступлений моря, когда-либо происходивших в Европе. Большая часть территории Великобритании оказалась затопленной, а признаки береговой линии весьма немногочисленны даже в западных обнажениях; тем не менее Шотландские нагорья скорее всего были сушей, так же как Арденны и Бретань. Прибрежные фации присутствуют редко. После отложения нижних слоев верхнего мела в районы осадконакопления поступало очень мало терригенного материала; это привело Бейли к предположению, что верхнемеловое море обрамлялось безводными пустынями. Погружение земной коры должно было происходить весьма равномерно на обширных площадях, хотя в отдельных зонах разреза наблюдаются изменения по площади как мощности, так и литологических особенностей пород. Время от времени устанавливались мелководные условия, но признаков того, чтобы какая-либо площадь выступала над уровнем моря, не обнаружено. Писчий мел отлагался в виде белого известковистого ила, и он обладает очень мелкой зернистостью. Изучению способа образования писчего мела и его возможного происхождения уделялось большое внимание, но лишь недавно были получены неопровержимые палеонтологические и седиментологические данные, пролившие свет на эти вопросы. С помощью окрашивания удалось обнаружить биологические структуры (биотурбации), о существовании которых до сего времени не подозревали и которые свидетельствуют об отложении писчего мела в условиях мелководья. Принятое ранее положение о том, что писчий мел представляет собой фарминиферовый известняк, вероятно аналогичный по своему происхождению

<sup>1</sup> Сенонский надъярус в Англии не включает маастрихта.— *Прим. перев.*

современному океаническому фораминиферовому илу, подвергается сомнению, поскольку стало известно, что фораминиферы не очень широко распространены и нигде не превышают 15% объема породы. Во многих образцах фораминиферы вообще отсутствуют. Еще ранее некоторые авторы полагали, что мел является преимущественно неорганическим осадком. Но было установлено, что в современных осадках химически осажденный арагонит встречается крайне редко. Мел же содержит множество мельчайших обломков раковин (иногда придающих ему гравийную текстуру), а также микроскопических и ультрамикроскопических обломков скелетов фораминифер и кокколитов. Последние, обнаруженные под электронным микроскопом, составляют основную массу тонкозернистой цементирующей части меловой породы.

Присутствие в псичем меле неритовой бентонной фауны может быть теперь истолковано в прямом смысле. Мел представляет собой относительно мелководный морской известняк, отлагавшийся в воде, вероятно, на глубинах около 180—270 м. Желвачные пласты представляют собой результат осадконакопления в более мелководных условиях, а мергели свидетельствуют об усиленном привносе терригенного материала, возможно, в результате подъема близлежащих участков суши.

**Кремни.** Происхождение кремней, наличие которых является характерной, отличительной особенностью пород верхнего псичего мела, все еще остается неясным. Если кремнезем осаждался сингенетично в виде геля, то кремнь мог иметь первичное осадочное происхождение. Однако кремни могли образоваться и после осаждения мелового материала, но до его консолидации, или же могли иметь полностью вторичное происхождение и образоваться значительно позднее путем отложения из движущихся пластовых вод, возможно, в течение третичной эры. Отсутствие кремней в нижнем псичем мелу, где нерастворимый материал рассеян по всей толще, представляется весьма характерным фактом, которому, к сожалению, могут быть даны различные толкования.

**Эрратические валуны в толще верхнемеловых пород.** Присутствие валунов в толще псичего мела, принимая во внимание отсутствие обычного песчаного или обломочного материала, представляет собой загадку. Валуны большей частью встречаются в кембриджском зеленом песчанике, залегающем в подошве верхнемеловых отложений в Кембридже, но значительное их количество было обнаружено и в Кенте, недалеко от Рочестера, а отдельные эрратические валуны широко рассеяны по всему разрезу псичего мела. Они представляют собой чрезвычайно широкий диапазон петрологических типов, из которых наиболее распространены жильный кварц, кремни и граниты. Описаны валуны, состоящие из осадочных пород, включая несколько типов песчаников, различных вулканических пород и реже метаморфических образований, таких, как кристаллические сланцы. Трудно с уверенностью назвать источник поступления этих валунов, но многие из них могли быть принесены с запада (из юго-западной Англии, северного Уэльса и Шропшира). Есть предположение, что некоторые валуны были принесены из Швеции. Было выдвинуто предположение о возможной транспортировке валунов корневыми системами плавающих деревьев, так как в Суссексе рядом с эрратическими валунами находили лигнит, но существует и возможность переноса их в качестве «гастролитов» (в желудках животных) морскими ящерами и рыбами.

#### Окраины поздне мелового моря

В поздне меловое время море распространялось далеко на север и запад, и в Северной Ирландии глауконитовые пески и псичий мел сохранились на обширной площади под Антримским базальтовым плато, а вокруг него — в виде отдельных выходов на дневную поверхность. Базальные слои мело-

вого возраста залегают с резко выраженным несогласием на пластах дальредского, триасового и лейасового возраста. Нижние слои представлены глауконитовыми песками, иногда называемыми хайберскими зелеными песками, но их фауна включает многочисленных аммонитов рода *Schloenbachia*, согласно которым эти слои соответствуют хлоритовому мергелю южной Англии. Эти пласты, несомненно, моложе верхнего зеленого песчаника, залегающего под толщей псичего мела в Англии; условия морского осадконакопления не распространились на Ирландию до наступления сеноманского века.

Поначалу осадконакопление происходило в бассейнах юго-восточного Антрима и северного Дерри. Осадки накапливались, по-видимому, в мелководных условиях, и в разрезах встречаются желвачные прослои; в разрезе сеномана отмечается по крайней мере один перерыв в осадконакоплении. Туронских осадков крайне мало, но при новом наступлении моря были отложены глауконитовые слои, а затем и слои псичего мела, называемые в Северной Ирландии белым известняком. Фаунистические зоны наиболее полно представлены на севере в районе залива Уайт-Парк. В южном направлении более молодые зоны трансгрессивно перекрывают древние, и ко времени отложения осадков зоны *Micronata* верхнемеловое море покрывало всю территорию Северной Ирландии. Породы верхнего мела в Ирландии, как известно, достигают максимальной мощности западнее озера Лох-Ней (свыше 120 м), а море распространялось далеко на юго-запад, хотя доказательств этому очень мало. Мел, образующий цемент брекчии, развитой недалеко от Килларни в юго-западной Ирландии, свидетельствует о проникновении сеноманского моря, возможно, в момент максимального распространения моря в Северной Ирландии.

О присутствии мелового моря в западной Шотландии свидетельствуют разбросанные на значительной площади небольшие обнажения. Самый мощный разрез находится в Морверне, где эти породы сохранились под третичными лавами (как и в Антриме, что дает основание предполагать сходное развитие этих двух районов). Зеленые пески сеноманского возраста несогласно залегают на лейасовых или более древних породах и перекрываются маломощными пластами псичего мела сеноманского возраста, которые отлагались после туронского перерыва в осадкообразовании. Ниже псичего мела породы представлены частично глауконитовыми песками с карбонатными пластами, но хорошо известен также и чистый белый песчаник в Лох-Алайн (Морверн), пригодный для изготовления стекла. В основном такой же разрез представлен и на острове Малл, тогда как в небольших обнажениях на островах Скай, Разей и Эйгг разрез меловых пород менее полный. Хорошо изучены небольшие выходы плотного мела в одном из кратеров вулкана на острове Арран, сохранившиеся благодаря сбросу. В восточной Шотландии породы мелового возраста в их естественном залегании не сохранились, но обломки кремней, иногда содержащих окаменелости, указывают на то, что источником гальки были развитые поблизости меловые пласты, ныне слагающие дно Северного моря.

#### Окаменелости меловой системы

В нижнемеловом разрезе и в формации нижнего псичего мела большое значение имеют цефалоподы, содержащиеся в пластах, представленных морскими фациями. Они используются в качестве руководящей фауны при расчленении на зоны серии Спитон, гольта и низов верхнего мела. В более молодых горизонтах псичего мела цефалоподы встречаются менее часто. Помимо представителей семейств, существовавших на протяжении длительного времени, таких, как филоцератиды, сохранившиеся еще с триаса, большое значение имеют такие группы организмов, как *Noplitidae*, которые в течение мелового периода быстро развивались и отличались большим разно-

образом. Встречаются необычно закрученные аммониты, такие, как *Turrillites*, и аммониты, имеющие тенденцию к раскручиванию, *Crioceras Hamites* и почти прямые *Vaculites*. Наряду с аммонитами большое стратиграфическое значение имеют двужаберные цефалоподы.

Из числа других моллюсков в меловое время широкое распространение получили гастроподы, но стратиграфического значения они не имеют. Многочисленны пластинчатожаберные, особенно устрицы; большое значение имеют кораллоподобные рудисты, принимавшие участие в рифообразовании в Тетисе.

Рифообразующие кораллы альционарии и склерактинии не отличались изобилием в меловое время в Великобритании, и в действительности рифы весьма редки. В то же время часто встречаются одиночные склерактинии. Богатый бентос представлен множеством известковых губок, остатками кремнистых губок и (особенно в среднем писчем меду) брахиоподами, главным образом теребратулидами и ринхонеллидами. Из иглокожих наиболее распространены неправильные морские ежи, используемые в качестве зональной фауны при расчленении верхнего мела, но в то же время встречается много правильных ежей, морских звезд и прикрепленных морских лилий.

Большая часть нижнего мела представлена неморскими осадками и содержащаяся в них фауна беспозвоночных, иногда многочисленная, состоит из пресноводных гастропод и пластинчатожаберных, обитавших в условиях от пресноводных до солоноватоводных. Наземные позвоночные представлены в основном динозаврами, как травоядными, так и хищными, а иногда встречаются крупные представители летающих динозавров (птерозавры). Относительно мало распространенные млекопитающие достигли плацентарной стадии развития.

Хотя меловая фауна, как позвоночных, так и беспозвоночных, типично мезозойская, однако к концу этого периода произошли резкие изменения, так что многие формы организмов в меловое время исчезли. Интересно, что изменения в растительном мире начались значительно ранее. Остатки растений раннемелового времени (отложений вельда) представлены главным образом хвойными, саговниковыми и папоротниковыми, и по своему общему облику флора напоминает юрскую. Начиная с середины мела и позднее во флоре становятся ощутимыми крупные перемены. Типично мезозойскую флору вытесняют покрытосеменные растения. Понятно, что неморские осадки среднеаптского возраста и более молодые породы мела в Великобритании отсутствуют и сведения о верхнемеловой флоре основаны на данных, полученных в результате находок далеко на севере в восточной Гренландии и на Шпицбергене.

## V. КАЙНОЗОЙСКАЯ ЭРА (ГРУППА)

### Глава 13

#### ТРЕТИЧНАЯ СИСТЕМА

Послемеловое время подразделено на третичную и четвертичную эры, хотя последняя по своей продолжительности составляет всего 2 млн. лет, а третичная — намного короче, чем мезозойская или палеозойская эры. Лучше считать третичную эру периодом, следуя примеру Американской комиссии по стратиграфической номенклатуре (решение от 1961 г.).

Деление кайнозоя (третичная + четвертичная системы) на пять отделов, предложенное более ста лет тому назад Лайелем и основанное на процентном содержании фаунистических форм, продолжающих существовать и в настоящее время, широко применялось на практике, однако с некоторыми поправками, вызванными, например, выделением палеоцена. При изучении отложений этого возраста в Западной Европе целесообразно и удобно группировать эти подразделения в палеоген и неоген, как это показано в табл. 13.1.

Таблица 13.1

Кайнозой- ская группа	Четвертичная система	Третичная си- стема	Голоцен	} Неоген
			Плейстоцен	
			Плиоцен	} Палеоген
			Миоцен	
			Олигоцен Эоцен Палеоцен	

Возведение кратковременного четвертичного времени в ранг периода до некоторой степени оправдано, поскольку существует обширная информация об этом отрезке времени, включая и сведения об эволюции человека. Такое понимание четвертичного времени выглядит более предпочтительным, нежели его включение в состав третичного периода (как это делает ряд авторов), который в этом случае становится синонимом кайнозоя<sup>1</sup>.

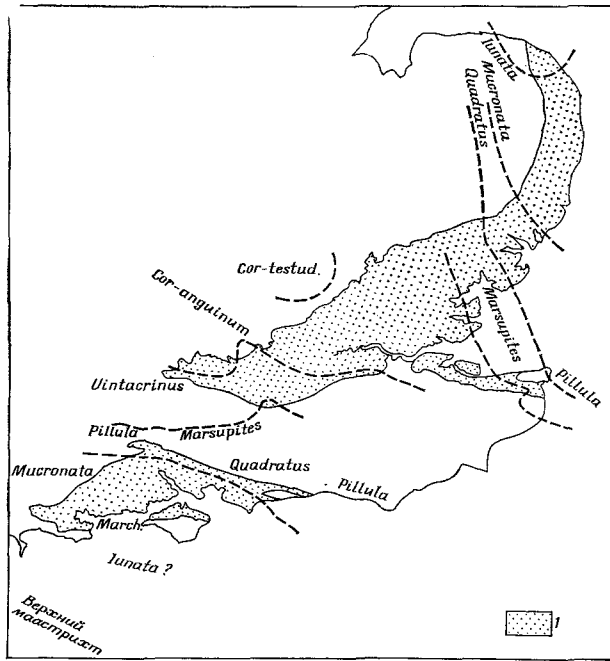
#### Палеоген

**Нижнетретичное несогласие.** Конец мелового периода ознаменовался резкими изменениями физико-географической обстановки. Верхнемеловое море отступило из северной Европы, и в Великобритании установился длительный период эрозии, предшествовавший отложению древнейших третичных осадков. Несмотря на то что эрозией была уничтожена значительная мощность пород писчего мела (более 150 м в районе Лондонского бассейна), представлявших несколько зон (фиг. 13.1), движения земной коры, которые привели к отступлению мелового моря и подъему территории Великобритании и северо-западной Европы, были намного слабее альпийских орогенических движений миоценового времени. Поэтому, несмотря на то что ниже-

<sup>1</sup> В Советском Союзе принято выделение кайнозойской эры с делением ее на три периода: палеогеновый, неогеновый и антропогеновый (четвертичный).— *Прим. ред.*

третичные слои несогласно залегают на различных зонах верхнего мела, угловое несогласие часто невелико. Осадконакопление в юго-восточной Англии возобновилось с образованием Англо-Парижской впадины, в которой происходило отложение осадков морских фаций, чередующихся на окраинах впадины с осадками континентальных фаций. Эти отложения в настоящее время сохранились в четырех синклиналих структурах: Лондонской синклинали (или «бассейне»), Гэмпширском, Парижском и Бельгийском бассейнах.

Нестабильность земной коры, которая предшествовала миоценовым орогеническим движениям, обусловила цикличность осадкообразования.



Фиг. 13.1. Зоны верхнего мела, залегающие под отложениями нижнетретичного возраста (палеоген) в юго-восточной Англии.  
1 — современное распространение палеогеновых пород.

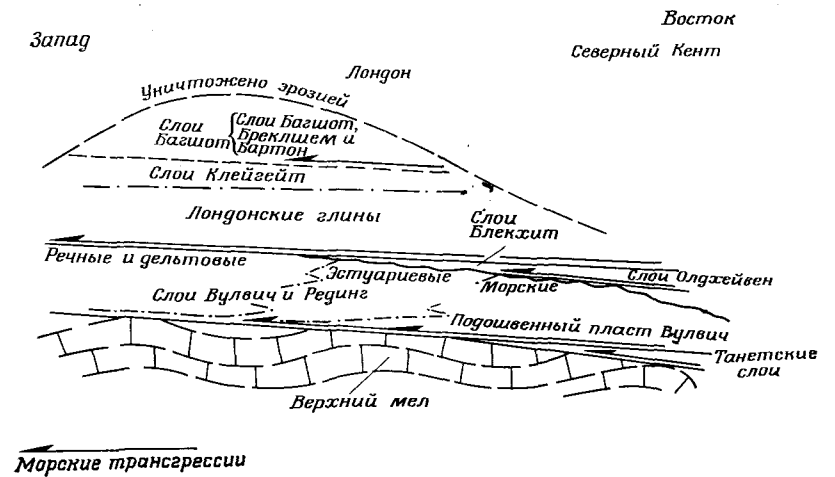
нию одинаковых крупных циклов осадконакопления, отражена в каждой из четырех структурных впадин, в которых в настоящее время сохранились палеогеновые породы. Сопоставляя этот факт со сходным распределением фауны по разрезу во всех четырех бассейнах, можно сделать вывод о том, что первоначально слои всех четырех впадин отлагались в одном крупном бассейне осадконакопления. Из-за своего различного положения относительно берегов этого бассейна Лондонский и Гэмпширский бассейны имеют существенные различия, и фактически Лондонский бассейн гораздо лучше сопоставляется с Бельгийским. Самая ранняя трансгрессия, достигая восточной части Лондонского бассейна, не затронула Гэмпширскую впадину. С другой стороны, разрез палеогена значительно полнее представлен в Гэмпшире и на острове Уайт, ибо в Лондонском бассейне большая часть палеогенового разреза была уничтожена послепалеогеновой эрозией (табл. 13.2).

**Нижнетретичные отложения Лондонского бассейна.** Древнейшие третичные отложения, известные на континенте Европы, — датские и монтские слои, совместно образующие палеоген (хотя некоторые авторы относят дат-

Концепция мегациклов, впервые выдвинутая Стэмпом, четко обобщает и объясняет в упрощенной форме чередование пластов различных фаций (фиг. 13.2). Из этого следует, что дать полный типичный разрез палеогена южной Англии невозможно, потому что слои, отложившиеся в одно и то же время, изменяются по площади как в отношении мощности, так и фациально. Литологические особенности пород отличаются крайним разнообразием, хотя известняки встречаются редко. Породы обычно рыхлые и слабо сцементированы, напоминая в общих чертах нижнемеловые породы юго-восточной Англии.

Несмотря на различие разрезов палеогена в разных местах, одна и та же последовательность геологических событий, которая привела к образова-

ский ярус к верхнему мелу), — никогда не отлагались в пределах Великобритании. Осадконакопление началось со вторжения моря в восточную часть Лондонского бассейна в ланденском веке, когда отлагались танетские слои.



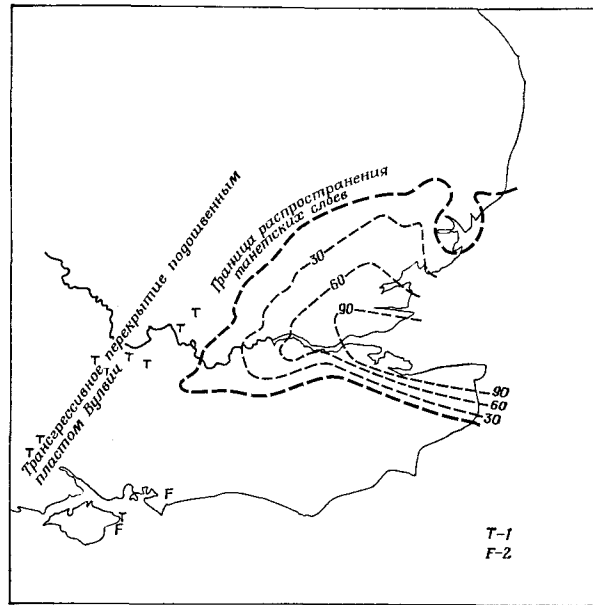
Фиг. 13.2. Циклы осадконакопления в нижнетретичных отложениях Лондонского бассейна.

Таблица 13.2

«Ярусы»	Формации	Мегациклы		
Олигоцен	Рюпельский (Стампийский)	Верхние Хемстедские слои Нижние Хемстедские слои Мергели Бембридж Известняки Бембридж Слой Осборн Верхние и средние слои Хедон	7	Отсутствуют в Лондонском бассейне
	Латторфский (Саннуазский)			
Эоцен	Оверский	Верхние слои Брекштем	4	
	Лютетский	Нижние слои Брекштем		
	Кюизский	Нижние багшотские слои	3	
	Ипревий Спарнакский	Лондонские глины Слой Вулвич и Реддинг		
Танетский	Танетские слои	1		

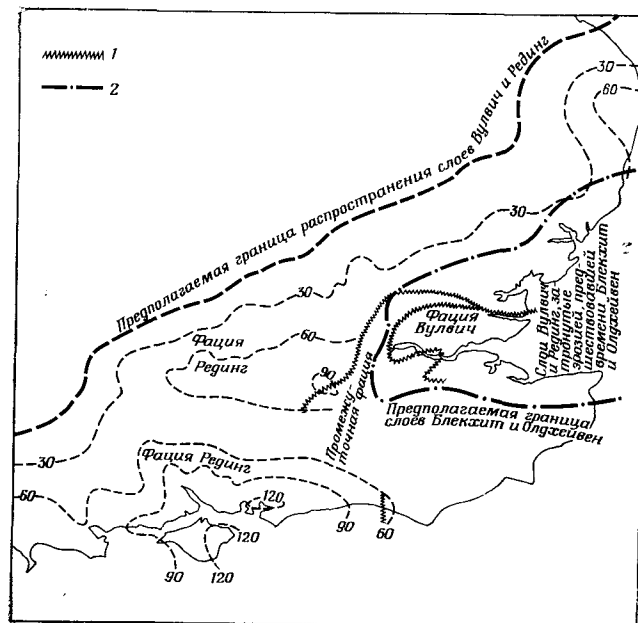
[1—7=седиментационные циклы]

На эродированную поверхность толщи писчего мела лег базальный слой окатанной кремнистой гальки, за которым последовало накопление преимущественно глауконитовых песков и алевритов. Танетские слои хорошо обнажены на побережье северного Кента, включая и остров Танет, где мощность их достигает приблизительно 30 м. В западном направлении эти породы постепенно уменьшаются в мощности, образуя сужающийся выход вдоль северного склона гряды Северный Даунс вплоть до Ист-Кландона в Сур-



Ф и г. 13.3. Распространение морской трансгрессии ко времени отложения танетских слоев в юго-восточной Англии и их трансгрессивное перекрытие морским подошвенным пластом Вулвич.

1 — отложения верхнего мела; 2 — зеленые кремни.



Ф и г. 13.4. Распределение фаций слоев Вулвич и Рединг в юго-восточной Англии.

1 — фациальные границы; 2 — границы области, эродированной ранее времени Блекхит — Олдхейвен.

рее. С помощью бурения было установлено, что на запад они распространяются до Уэйбриджа и Санбери, но там они несогласно перекрываются более молодыми отложениями. Встречаются окаменелости исключительно морского происхождения, в основном плохо сохранившиеся моллюски и фораминиферы. Некоторые формы фораминифер указывают на то, что осадконакопление происходило при глубине воды, возможно, менее 45 м. Не отличаясь широким развитием (фиг. 13.3), танетские отложения обладают многими чертами, типичными для большинства трансгрессивных морских осадков палеогена, а именно: за базальным галечниковым пластом, залегающим на эродированной морем поверхности, следуют пласты, которые становятся в западном направлении все тоньше и песчанистее.

Слои Вулвич и Рединг согласно залегают на танетских пластах в восточной части Лондонского бассейна, но далее к западу, в западной части Лондонского и в Гэмпширском бассейне, трансгрессивно срезают их и залегают на эродированных породах верхнего мела. Распространение морской трансгрессии на запад во время отложения подошвенного пласта Вулвич подтверждается наличием ходов морских червей на поверхности

толщи писчего мела. Слои Вулвич и Рединг представлены изменчивой пачкой песков и глин, причем слой Вулвич представлен морской фацией на востоке Лондонского бассейна, но постепенно переходят к западу в эстуариевые и солоноватоводные осадки. Еще далее на запад происходит постепенный переход этих отложений в речные и дельтовые осадки фации слоев Рединг. Такую систему наименований следует считать не совсем четкой, поскольку речь идет о трех фациальных типах, а используются только два названия — Вулвич и Рединг. Фация Вулвич включает слой пресноводных раковин. Фация слоев Рединг — самая распространенная из трех фаций Лондонского бассейна (фиг. 13.4). Хотя большая часть площади Гэмпширского бассейна занята фацией слоев Рединг, здесь также наблюдаются изменения в западном направлении, поскольку в Суссексе присутствуют пресноводная и солоноватоводная фации этих слоев. Из-за широкого распространения осадков речного происхождения эти отложения здесь попросту рассматриваются в составе слоев Рединг. Изменения мощности слоев Вулвич и Рединг носят достаточно сложный характер, а максимальная их мощность отмечена в районе Саутхолл-Бруквуд, к западу от Лондона и у Чичестера.

После первой трансгрессии ланденского моря, сопровождавшейся отложением широко развитого по площади подошвенного морского пласта Вулвич, происходило одновременное накопление всех трех фаций, названных выше. Однако, по-видимому, море продолжало отступать, что привело к широкому распространению речных и дельтовых фаций. Морские условия, возможно, не были постоянными в течение всего ланденского века, даже в восточной части Лондонского бассейна, но убедительных доказательств этому нет, поскольку пласты верхней части разреза оказались уничтоженными эрозией, предшествовавшей отложению слоев Блекхит и Олдхейвен, которые будут описаны ниже.

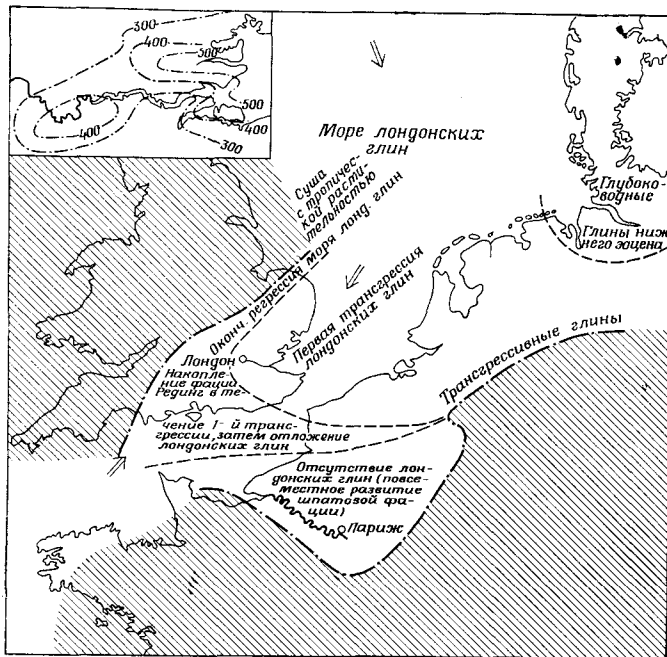
Валуны, измеряемые иногда метрами в диаметре, состоящие из сцементированного песчаника и известные под названием «бараньи лбы» («sarsens»), рассеяны как на современной площади третичных обнажений, так и за ее пределами. Часть этих валунов происходит из слоев Рединг, источником других являются расположенные выше по разрезу горизонты, включая песчаники Багшот; подобным же образом сцементированные галечниковые породы известны под названием хертфордширского конгломерата (Puddingstone). Песчаные валуны в Стонхендже, как считают, были принесены туда из района Марлборо — Ньюбери.

Следующая морская трансгрессия в Лондонском бассейне привела к отложению слоев Олдхейвен в северном Кенте и эквивалентных им слоев Блекхит далее на западе. Как правило, они залегают на эродированных вульвичских слоях, но далее к югу перекрывают меловые породы либо в результате трансгрессии моря в южном направлении (ранее это считалось доказательством уже совершившегося подъема острова Уилда), либо (что более вероятно) в результате накопления осадков в глубоко врезанных каналах эстуариевого происхождения. В восточных обнажениях эти породы содержат морскую фауну, но к западу от Чатама появляются ископаемые остатки фауны солоноватых вод, относительное содержание которых возрастает в западном направлении. Отсюда следует, что галька этих слоев могла поступать с запада, а не с Уилдского острова, постулированного Прествичем более ста лет назад. Концепция о существовании этого острова в настоящее время не находит широкого признания, поскольку прямых признаков воздымания поднятия Уилда в домиоценовое время не обнаружено.

Ипрский цикл осадконакопления начался с отложения подошвенного пласта лондонских глин. Основание этого цикла, как и почти всех других циклов, трансгрессивное и не может считаться синхронной поверхностью. Несомненно, что все изменения литологических особенностей палеогеновых пород Великобритании, а также фациальные границы разновременны.



Богатые окаменелостями горизонты, по всей вероятности, не могут быть столь же эффективно использованы для определения изохронных плоскостей, как в других толщах, из-за большой зависимости фауны от фациальной обстановки и частого чередования морских и неморских фаций. Лондонские глины распространяются далеко на запад от бассейна Северного моря, и фаунистические данные также свидетельствуют о наличии на юго-западе сообщения с Тетисом (фиг. 13.5). Эти глины, безусловно, отражают самое обширное распространение моря в южной Англии в течение третичного периода. Обычно эта свита представлена плотными синими глинами, приобретающими при выветривании бурую окраску, и на редкость однородна



Фиг. 13.5. Палеогеография моря, в котором накапливались лондонские глины.

В рамке: изохоры толщи лондонских глин в Лондонском бассейне.

по литологическим особенностям, хотя и становится более песчанистой в западном направлении. Даже при этих условиях средние слои остаются более глинистыми, а фауна фораминифер свидетельствует о том, что они отлагались в более глубоких водах, чем ниже- или вышележащие слои. Верхние песчанистые слои, встречающиеся как в Эссексе, так и к западу от Лондона, носят название слоев Клейгейт, которые в Суррее представлены частым чередованием песков и глин. В Гэмпширском бассейне кровельные песчаные пласты лондонских глин с трудом отличают от вышележащих песков Багшот.

Местами лондонские глины изобилуют фауной моллюсков, но в целом окаменелости в них редки; считается, что значительная часть ископаемых остатков разрушилась с образованием кристаллов селенита, которые присутствуют в этих породах в большом количестве. Однако подошвенная часть лондонских глин мощностью 15 м отлагалась, по-видимому, в слишком обедненной кислородом среде, в которой жизнь моллюсков была невозможна. Предпринимались попытки расчленить лондонские глины на зоны по комплексу остракод и фораминифер; недавно стало известно, что, опираясь на эту фауну, не удалось подтвердить ту точку зрения, согласно которой трансгрессия, обусловившая накопление лондонских глин, была разновременной. Достигая 180 м в восточной части Лондонского бассейна, мощность лондонских глин в Виндзоре составляет всего лишь 90 м и далее на запад становит-

ся еще меньше. Такая же закономерность наблюдается и в Гэмпширском бассейне, где мощность этой свиты уменьшается от 90 м в восточной части острова Уайт до 24 м в Пурбеке. Однако точное расположение береговой линии неизвестно. Замечательная в своем роде флора лондонских глин, включающая свыше 500 видов растений, определенных главным образом по их плодам и семенам, была описана в большом числе публикаций. Характер этой флоры позволяет предполагать, что по берегам моря, в котором накапливались лондонские глины, росли густые тропические леса, хотя моллюски этого моря содержат некоторые формы бореального облика.

В Лондонском бассейне лондонские глины перекрываются песками Багшот, образующими обширные обнажения, к которым, как правило, приурочены вересковые пустоши и лесные массивы, например вересковые пустоши Багшот и Хемпстед. Обнажения багшотских пород простираются в восток-северо-восточном направлении, так как они сохранились лишь в осевой части синклинали. Эти пески, подобно залегающим ниже песчаным слоям Клейгейт, образовались в результате обмеления моря, в котором накапливались лондонские глины. Они содержат мало окаменелостей, но в целом данных достаточно для того, чтобы установить, что на участке от Виндзора до Ньюбери присутствуют породы до бартонского яруса включительно. Однако использование названий «слои Брекльшем» или «слои Бартон» для пачек этого песчаного разреза возможно только в случае уверенной корреляции их с аналогичными слоями Гэмпширского бассейна, что далеко не оправданно.

**Гэмпширский бассейн — отложения верхов палеогена.** Песчаные отложения, залегающие на лондонских глинах, в Гэмпширском бассейне хорошо развиты, например, на острове Уайт, где их называют багшотскими песками, и на полуострове Пурбек, где они известны как песчаники Реденд. В районе Борнемута багшотские пески представлены дельтовой фацией, а их верхние слои называют борнемутскими пресноводными слоями. Глинистые пропластки содержат ископаемые остатки растений. В Дорсете багшотские слои трансгрессивно перекрывают отложения верхнего мела и содержат гальку пурбекских кремней, кварца и пород Корнуэлла.

Выше багшотских слоев залегают 180-метровая толща глин и глауконитовых песков, развитая по берегам залива Брекльшем в Суссексе и в восточной части острова Уайт и известная под названием слоев Брекльшем. В них впервые в Великобритании появляются фораминиферы *Nummulites. N. laevigatus* встречается в нижних брекльшемских слоях (была обнаружена и в Лондонском бассейне), а *N. variolarius* — в верхних брекльшемских слоях (хотя зоны их распространения и перекрывают одна другую). В действительности в брекльшемских слоях встречается обильная морская фауна, в основном моллюски, которых насчитывается здесь более 500 видов. Тридцать из обнаруженных здесь родов отсутствует в лондонских глинах. В западном направлении наблюдается быстрое изменение фаций, и на западе острова Уайт слои Брекльшем представлены осадками эстуариев и песчаными образованиями, содержащими тонкие прослойки лигнита. Они ярко окрашены и вместе с багшотскими песками выходят на поверхность в заливе Алум. В районе Борнемута борнемутские «морские слои» этого возраста являются переходными от подстилающих борнемутских пресноводных пород к слоям Хенгистбери с морской фауной, лежащим выше.

Вслед за отложением слоев Брекльшем последовало расширение площади морского осадконакопления, и слои Бартон в восточной части острова Уайт ложатся на брекльшемские без перерыва, а в западной части содержат базальный галечниковый слой. Типовой разрез этих пород развит в Бартоне на Гэмпширском побережье. Бартонские слои представлены песками и глинами с обильной морской фауной, в основном — моллюсков. Особенно богаты окаменелостями средние части разреза. Однако в позднебартонское время

наступил переход к пресноводным условиям, и самые верхние слои разреза содержат окаменелости, указывающие на наступление солоноватоводных условий. Залегающие выше нижние хедонские слои отлагались в пресноводных озерах.

Нижние хедонские слои рассматриваются некоторыми авторами как олигоценные, но, по-видимому, более логично считать началом олигоценных пород морские трансгрессивные осадки, лежащие на нижние слои Хедон. Эта трансгрессия привела к образованию средних хедонских слоев, начинающихся слоями Брокенхерст, которые накапливались восточнее линии, соединяющей Фордингбридж с Вентнором и содержат морскую фауну, включая кораллы. Выше следуют слои *Venus* эстуариевого происхождения, а за ними — 150-метровая толща в основном континентальных отложений, которая расчленяется на средние и верхние слои Хедон, слои Осборн, слои Бембридж и нижние слои Хемстед. Хорошо выдержанные по площади известняки Бембридж пресноводные. Останец этих известняков слагает вершину небольшого холма Кричбарроу западнее Корфе в Дорсете, но, как правило, отложения, более молодые, чем бартонские, не встречаются за пределами острова Уайт.

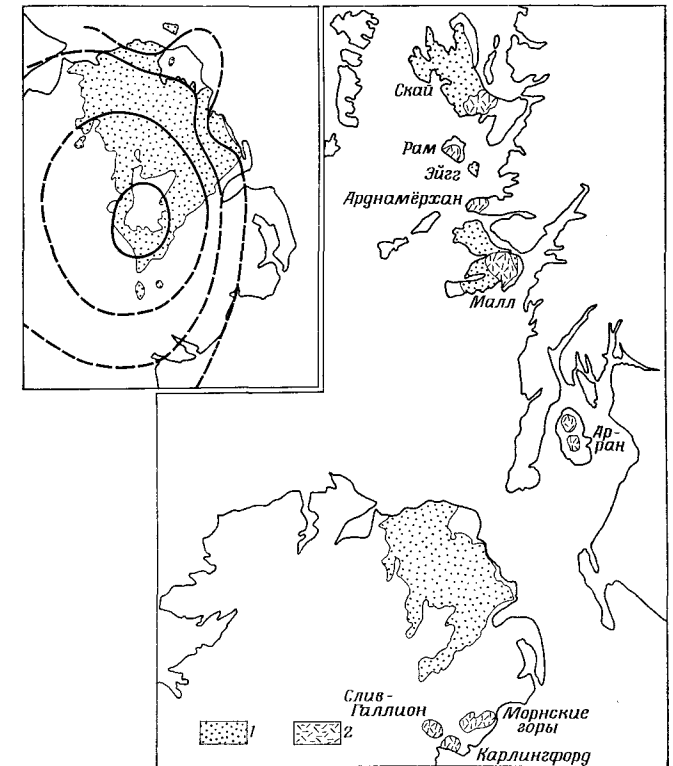
Известняки Бембридж перекрыты устричным пластом, отложившимся в результате морской трансгрессии, которая не распространялась далеко на запад и была кратковременной (подобно трансгрессии, которая привела к отложению слоев Брокенхерст), поэтому континентальные условия осадконакопления восстановились быстро. И все же завершают разрез палеогена породы, оставленные еще одной морской трансгрессией, — слои верхнего Хемстеда (глины рюпельского яруса).

*Бови-Трейси.* Уникальный останец третичных пород обнаружен в удлиненной впадине к востоку от Дартмура, между Бови-Трейси и Ньютон-Аббот в южном Девоншире. Бурением было установлено, что мощность этих пород в центральной части впадины не менее 195 м. Хотя эти отложения содержат гравий и гальку в краевых частях бассейна, в основном они представлены глинами с прослоями лигнитов, из которых отдельные достигают мощности более 1 м. Глины каолиновые, пластичные и мягкие, исходным материалом для них послужили развитые поблизости граниты. Совершенно ясно, что осадки накапливались в озере, а лигниты образовались из затопленных стволов деревьев. Деревья были в основном хвойные: *Sequoia*, не встречающаяся более в Европе, а также *Cinnamom* и *Nyssa*. Фауны обнаружено не было, в связи с чем точное определение возраста этих пород невозможно, однако в настоящее время эти слои, как правило, относят к олигоцену, и они вполне могут быть одновременными с позднеолигоценными бурями углями ГДР и ФРГ. Подобно этому не определен возраст глин с тонкими прослоями лигнитов, небольшие выходы которых обнаружены в северном Девоншире и Пембрукшире и которые, возможно, относятся к палеогену. Палеогеновый возраст может иметь и осадочное выполнение аналогичного бассейна, обнаруженного по данным геофизических исследований и бурения в заливе Харлех (в скважине Мохрас эти слои перекрывают верхнелейасовые породы).

### Третичная вулканическая провинция

Хотя южная часть Великобритании в течение раннетретичного времени подвергалась следующим одна за другой морским трансгрессиям, северная Великобритания оказалась частью обширной провинции, охваченной магматической деятельностью — Тулеанской, или Северо-Атлантической провинции. Она простиралась далеко за пределы Британских островов и включала Фарерские острова, Исландию и Гренландию. В пределах Великобритании изверженные породы, широкие лавовые потоки и интрузии обнаружены главным образом на Внутренних Гебридах, на западе Шотландии и в Се-

верной Ирландии (фиг. 13.6). Однако дайки распространены на значительном удалении от магматических центров, некоторые из них развиты в северной Англии, а граниты Ланди образуют остров в Бристольском заливе (возраст этих гранитов, определенный изотопным методом, составляет 50 млн. лет). Это самый южный участок проявления третичной вулканической деятельности. Последние палинологические исследования осадочных отложений, непосредственно подстилающих самые ранние вулканические



Ф и г. 13.6. Магматические центры и лавы третичного возраста в пределах Тулеанской провинции.

В рамке: изопакеты нижних лав Антрима.  
1 — лавы главным образом базальтовые; 2 — центры магматизма.

породы, свидетельствуют о том, что на острове Скай магматическая деятельность началась в позднеолигоценное время, а в отдельных частях провинции, возможно, даже ранее — в эоцене. Изотопные определения возраста лав на острове Малл и на Антримском плато дают величину 74 млн. лет, что соответствует эоценовому или даже более раннему времени. В Исландии вулканическая деятельность продолжается до настоящего времени, однако в Великобритании последние ее следы давно исчезли.

*Лавовые потоки.* Самым ранним проявлением вулканизма было взрывообразное извержение туфов основного состава в северной части острова Скай. Эти палагонитовые туфы накапливались в мелководных условиях, поскольку имеются доказательства их быстрого остывания, к тому же они встречены в ассоциации с содержащими растительные остатки глинистыми сланцами и плитняками.

Затем последовали интенсивные излияния лавы — жидкая, в основном базальтовая лава поток за потоком изливалась по трещинам. Многие лавовые пласты имеют мощность 6—15 м, а отдельные пласты иногда превышают 30 м. Суммарная мощность лавовой толщи, сохранившейся к настоящему времени на острове Малл, — не менее 1800 м. Хотя прежде лавы занимали обширные площади (крупнейшее из оставшихся лавовых полей образует Антримское плато, площадь которого примерно равна 3800 км<sup>2</sup>), лавовые

толщи в разных районах отличаются как по последовательности напластования, так и по петрологическим особенностям пластов. Например, на островах Малл и Скай толща лав расчленяется на две свиты: нижняя представлена в основном оливиновыми базальтами, а верхняя — муджизритами и базальтами с подчиненными количествами трахитов. (На острове Скай описано шесть типов лав.) Лавы Антримского плато были расчленены на три серии, из которых нижняя и верхняя представлены оливиновыми базальтами, а средняя — толеитами. Последние имеют мелкозернистую текстуру; межзерновое пространство заполнено вулканическим стеклом, а содержащее оливина невелико.

Распределение лав различных типов на острове Скай свидетельствует о том, что они изливались по нескольким трещинам, связанным с неким центральным вулканом. Время от времени та или иная трещина проявляла наибольшую активность. Часть лавовых потоков отличается широким распространением и большой мощностью, тогда как другие потоки имеют ограниченное распространение. Развитые на острове Скай вулканические образования основного состава, ранее считавшиеся пластовыми интрузиями, как это теперь доказано, представляют плотные образования, приуроченные к центрам излияния лавовых потоков. Лавы в поверхностных слоях содержат шлак (а нижний слой зачастую имеет миндалекаменную текстуру), но в центральной части потока, как правило, лава имеет столбчатое строение. Наиболее известные примеры такого строения лав — обнажения «Дорога гигантов» (Giant's Causeway) в Антриме и Фингалова пещера на небольшом острове Стаффа. В рельефе лавовые потоки образуют холмы с плоскими вершинами и террасовидными склонами.

Лавы изливались в субаэральных условиях, и верхние их поверхности подверглись выветриванию. Продукты разрушения — железистые и бокситоносные образования красного цвета — носят название «болюс». Прослойки туфа относительно редки, подтверждая тем самым, что проявления магматизма сводились почти полностью к (относительно) спокойному излиянию базальтов. Помимо осадочных пород, отлагавшихся вместе с ранними палагонитовыми туфами до излияния базальтов, обнаружены осадки, переслаивающиеся с лавовыми потоками; они имеют большое значение, поскольку содержат растительные остатки. Наиболее известны из таких прослоев пласты Малл-Лиф. В них обнаружена пыльца, а также листья флоры, включающей *Ginkgo* и большое разнообразие покрытосеменных, например дуба, орешника и платана.

Встречаются также пластовые интрузии основного состава, образовавшиеся позднее открытых излияний лавы, но до формирования главных трещинных разломов. Следует отметить, что пластовые интрузии редко проникают в лавовые образования, в основном они внедрялись в мезозойские осадочные породы.

**Центрально-вулканические комплексы.** В Шотландии центрально-вулканические комплексы встречаются на островах Скай, Рам, Малл, Арран и на мысе Арднамёрхан. Три комплекса обнаружены в Ирландии: в районах Карлингфорд, Слив-Галлион и в горах Морн.

Центрально-вулканический комплекс состоит из большого числа магматических тел, обладающих самой разнообразной структурой и петрографическим составом, которые отражают сложную последовательность вулканических процессов. В большинстве случаев наблюдалось перемещение «центра» вулканизма, так что обнаруживаются два или три отдельных центра, и концентрически расходящиеся от более молодого центра интрузивные образования (кольцевые дайки, конические пластовые интрузии и т. п.) секут аналогичные элементы раннего центра. Интрузии можно классифицировать по их геометрической форме. Встречаются дугообразные или круговые круто падающие тела, известные под названием кольцевых даек. Коль-

цевые дайки могут разделяться узкими экранами из вмещающих пород. Некоторые гранитные куполообразные интрузивные образования могли также внедриться в результате образования кальдер. Другие крупные интрузивные тела состоят из слоистых основных пород, например габбро Кьюллинз на острове Скай. Со многими центрально-вулканическими комплексами ассоциируются многочисленные долеритовые конические пластовые интрузии. В настоящее время представляется, что период магматической деятельности был более длительным, чем считалось ранее, и начался еще до излияния базальтовых лав. Но даже с такой поправкой результат определения возраста гранита в Морнских горах изотопным методом — 70 млн. лет — представляет собой загадку (эта цифра соответствует концу мелового периода). Количество даек чрезвычайно велико, и их внедрение происходило в течение длительного времени. В целом дайки направлены от центров вулканической деятельности, но преобладает их простирание с северо-запада на юго-восток. Само по себе внедрение даек выдвигает интересную проблему — вытеснения ими вмещающих пород, поскольку в некоторых районах дайки местами занимают до одной пятой обнаженного разреза. Дайки образованы в основном оливиновыми долеритами или тешенитами, но, кроме того, в меньшем количестве встречаются фельзитовые дайки и изредка обсидиановые дайки. Самые молодые дайки секут все другие интрузии и представляют собой продукт последней фазы магматической деятельности. Часто можно наблюдать, что дайки прорезают потоки базальтовой лавы. Поэтому с уверенностью можно считать, что эти дайки не были подводными каналами, через которые изливались лавы, наблюдаемые в настоящее время, хотя они могли служить питающими каналами для более молодых лавовых потоков, срезаемых позднее эрозией.

История магматического развития, или хронология активности вулканических центров, восстановлена с большой детальностью. В литературе этот вопрос освещается уже в течение полувека, но очень важные исследования в этой области ведутся и в настоящее время. Естественно, что эти обширные данные не могут быть подробно проанализированы в настоящей работе, однако ниже дана хронологическая сводка наиболее крупных магматических явлений, происходивших на острове Малл. В толщу мойнских пород, перекрытых мезозойскими отложениями, по краю кальдеры происходило внедрение гранофилов. Затем произошло образование кратеров взрыва, за которым последовало внедрение конических пластовых интрузий большой мощности. После этого по краям кальдеры внедрились габбро-эвкритовые массы и последовала вторая фаза взрывной активности, которая привела к образованию кратеров. Далее произошло внедрение следующей серии конических пластовых интрузий, после чего местами сформировались оливиново-габбровые интрузии. В этот момент вулканический центр переместился на северо-запад, в результате чего образовалась новая кальдера. Магматическая история этого центра не столь сложна: она началась с внедрения мощных кольцевых даек, за которым последовало излияние конических пластовых интрузий, а затем и внедрение крупных гранофировых тел. Здесь весьма многочисленны дайки; обнаружены и другие интрузии, которые из-за недостатка данных не могут быть с уверенностью отнесены ни к одному из перечисленных этапов вулканизма.

Прочие центрально-вулканические комплексы имеют свои отличительные особенности. В Арднамёрхане выделяются три центра вулканизма, из которых самый древний расположен на востоке; его сменил центр, расположенный на западе, а позднее вулканическая деятельность сконцентрировалась в третьем центре, расположенном между двумя первыми. Магматические интрузии, связанные с последним центром, уничтожили значительную часть интрузивных образований более древних вулканических центров. На севере острова Арран выделяется гранитный массив, южнее находится более моло-



даются моноклинали, возможно связанные с нарушениями в палеозойском фундаменте. Строение участка Гилдфорд, где обнажение верхнемеловых пород сужается, было изучено весьма детально; там выявлены взбросы и сбросы по простиранию.

Детали строения складок Лондонского бассейна известны слабо, несмотря на то что была получена очень полезная информация при прокладке туннелей Лондонского метрополитена. Главная синклиналь погружается на восток-северо-восток, но это погружение не имеет непрерывного характера из-за наличия поперечной складчатости. Поверхность меловых отложений, залегающая на глубине 120 м ниже уровня моря в районе Багшота, поднимается приблизительно до уровня моря под Лондонским Сити и опускается до отметки —120 м и глубже в районе устья Темзы. О строении этого района дает представление карта мощности лондонских глин (фиг. 13.5). В этих отложениях развита мелкая складчатость, слабо или совсем не отражающаяся на поверхности в относительно слабо консолидированных палеогеновых породах (которые к тому же частично скрыты под современными осадками). Эти складки имеют небольшую амплитуду — не более 60 м, тогда как в районе Уилда мелкие складки порой имеют амплитуду свыше 180 м. Это, несомненно, является результатом более глубокого залегания фундамента в районе Уилда.

**Разрывные нарушения.** Известно, что многие крупные разрывы территории Великобритании имеют длительную и сложную историю развития, но самые молодые движения, происходившие по этим нарушениям, можно с уверенностью назвать лишь послетриасовыми, так как более точному определению возраста этих движений мешает отсутствие более молодых отложений. Эти послетриасовые подвижки, зачастую отличавшиеся значительной величиной вертикального смещения, вероятно, произошли в миоцене, поскольку миоцен был единственной после триаса эпохой широкого развития складчатости и воздымания. Крупнейшими разломами с большой амплитудой смещения являются разлом Чёрч-Стреттон, краевые разломы некоторых угольных бассейнов средней Англии и сбросы, ограничивающие разломный блок северных Пеннин. Характер нарушений в угольных месторождениях изучен особенно хорошо благодаря нескольким источникам геологической информации: геологическому картированию, данным бурения и подземных выработок. Хотя большая часть этих нарушений появилась в результате варисской складчатости, многие из них, как это можно доказать, вызвали смещение пород чехла в полностью или частично закрытых осадками угольных месторождениях. Совершенно ясно, что эти нарушения проявились в послепермское или послетриасовое время и, следовательно, могут быть по возрасту миоценовыми.

Несомненно, что юго-западная часть Англии также была затронута миоценовым складкообразованием, происходившим в южной и юго-восточной Англии. Практически невозможно полностью разграничить проявления варисского и миоценового циклов складчатости, к тому же здесь, вероятно, происходили складчатые движения на рубеже юрского и мелового периодов. Вероятно, что относительно жесткие палеозойские породы были слабо переработаны складкообразующими движениями миоценового возраста, однако, как полагают, описанная в литературе (фиг. 8.1) система сдвигов вызвана напряжениями миоценового времени.

### Третичные окаменелости

Морская фауна третичного возраста настолько обильна, что описать ее надлежащим образом на нескольких страницах нельзя. Тем не менее следует отметить два очень важных момента: преобладание моллюсков и расцвет крупных форминифер.

В результате крупных изменений, которые происходили в течение второй половины и в конце мелового периода и заключались, в частности, в вымирании аммонитов и резком уменьшении количества и разнообразия брахиопод, самыми распространенными морскими беспозвоночными в третичных морях стали пластинчатожаберные и гастроподы. Последние быстро набирали силу — постоянно появлялись новые семейства и роды, а вымирали лишь немногие, так что в третичном периоде они были очень многочисленны, как и в современных морях. Присутствие скульптурных родов, таких, как *Murex* и *Voluta*, указывает на вероятность того, что третичные моря были теплыми, а *Cerithium* и *Cypraea* обитали в относительно мелководных морях. Пластинчатожаберные, судя по всему, не испытали резких перемен на рубеже мелового и третичного периодов, и многие из мезозойских пластинчатожаберных продолжали существовать и в третичное время. Многочисленны устрицы, двустворчатые (*Mytilus*) и сердцевики (*Protocardia*), а окаменелые деревья палеогенового возраста часто несут на себе следы сверления пластинчатожаберным *Teredo* (корабельным червем). В третичных отложениях распространены разнообразные иглокожие, присутствуют как правильные, так и неправильные морские ежи, отражающие различную экологическую обстановку. Часто встречаются и кораллы, как склерактинии, так и альционарии, хотя в третичных отложениях Великобритании рифы отсутствуют. Цефалоподы в третичное время потеряли свое стратиграфическое значение в результате того, что многие виды лишились раковин или же уменьшились их размеры. Членистоногие в морских третичных отложениях не столь часты, если не считать крабов и усоногих рачков, но зато они представляют собой важную часть наземной фауны. Пресноводная фауна очень богата, но представлена в основном пластинчатожаберными и гастроподами. В то время как в других местах земного шара для расчленения на зоны третичных отложений использовались наземные позвоночные, для стратиграфического разделения морских отложений наилучшим средством является изучение крупных форминифер, таких, как нуммулиты (*Nummulites*).

## Глава 14

### ПЛЕЙСТОЦЕН

#### Плиоцен-плейстоценовые осадки

Морские отложения плиоценового и раннеплейстоценового возраста развиты на ограниченной площади и присутствуют главным образом в восточной Англии, где они явно предшествуют ледниковым и межледниковым осадкам, которые будут описаны ниже в данной главе. Последовательность этих отложений, восстановленная по данным, которые получены при изучении небольших обнажений, развитых от Корнуэлла до Кента, приводится в табл. 14.1.

Слой Сент-Эрт Корнуэлла представлены морскими глинами с большим количеством фауны моллюсков и форминифер, которые отлагались в мелководных, хотя и необязательно прибрежных условиях. В настоящее время они залегают примерно в 30 м над уровнем моря. Возраст их до сих пор вызывает сомнения, и разные авторы помещают их на различных уровнях интервала между миоценом и плейстоценом, но, согласно одному из недавно высказанных предположений (1965 г.), их следует отнести к кромерскому ярусу нижнего плейстоцена.

Таблица 14.1

Нижний плейстоцен	{	Кромерский ярус	{	Серия Кромер-Форест
		Исенский ярус		Крэг <sup>1</sup> Уэйбурн
		Лудхэмский ярус		Слой Чиллесфорд Крэг Норвич Красный крэг
Плиоцен		Джедравский ярус		Коралловый крэг и слой Ленхэм ? Слой Сент-Эрт

<sup>1</sup> Крэг — ракушечный песок. — Прим. перев.

Ленхэмские слои представлены железистыми песчаниками, сохранившимися в трубках выщелачивания у вершины гребня Северный Даунс в Кенте, на высоте около 180 м над уровнем моря; они отложились вблизи береговой линии бассейна Северного моря. Аналогичные породы известны в Южном Даунсе и в Голландии. Возможно, являясь стратиграфическим эквивалентом кораллового крэга, они имеют позднеплиоценовый возраст и представляют самые древние морские отложения, сформировавшиеся в восточной части Англии после миоценового воздымания и регионального наклона. В Северном Даунсе с ними связана поверхность морской эрозии.

В восточной Англии плиоцен-нижнеплейстоценовые осадки занимают значительную площадь, протягиваясь от окрестностей Харвича до побережья северного Норфолка. На востоке они ложатся на лондонские глины, но далее трансгрессивно налегают на слои Вулвич и Рединг и на породы верхнего мела, поскольку их отложению предшествовала длительная эрозия. Обычный стратиграфический подход не может быть широко применен при описании этих осадков, ибо лишь на отдельных участках более молодые пласты естественно залегают на предшествовавших им отложениях. Самые древние отложения — коралловый крэг — встречаются между Орфордом и Олборо, тогда как красный крэг развит и далее на западе. Еще более молодой крэг — норвичский — является наиболее распространенным среди этих осадков и залегает к северу от предшествовавших отложений. Крэги представляют собой изобилующие раковинами пески, отлагавшиеся в сублиторальных условиях в случае кораллового крэга на глубинах менее 100 м. Однако данных о действительном местоположении береговых линий почти нет. Коралловый крэг представлен почти 30-метровой пачкой желтых песков с многочисленными обломками раковин. Он содержит разнообразную фауну, включая пластинчатожабрных, гастропод, брахиопод и многие виды мшанок, из-за сходства которых с кораллами этот крэг ошибочно получил свое название. Кораллы действительно встречаются, но в небольших количествах.

Если слои Ленхэм эквивалентны по возрасту коралловому крэгу, следует допустить значительный наклон всего массива восточной Англии (судя по тому, насколько высоко эти породы залегают над уровнем моря в настоящее время), что свидетельствует в пользу старой гипотезы, выдвинутой еще полвека назад. Несомненно, что красный крэг, представленный железистыми косослойными ракушечными песками, отлагался на коралловом крэге. Однако чаще красный крэг залегают на эродированной поверхности лондонских глин. Его красная окраска, по-видимому, имеет вторичное происхождение. Общепринято расчленение пород красного крэга на три подразделения, каждое из которых приходит на смену предыдущему в северном направлении, что подтверждает представление о смещении береговой линии. В красном крэге (в подошве пластов Стоун) встречаются эолиты, некогда считавшиеся одним из древнейших следов деятельности человека, а также примитивные орудия дошелльского времени, главным образом овалы и заостренные куски кремня. Однако некоторые специалисты считают, что все кремнёвые

образования в пластах древнее слоев Кромер-Форест есть не что иное, как природные кремни, лишь напоминающие орудия первобытного человека. Красный крэг содержит обильную и разнообразную мелководную морскую фауну. Крэг Норвич в северном направлении увеличивается в мощности до 45 м. Весьма изменчивый по литологическим особенностям, он содержит гравий, пески и слоистые глины и местами очень богат ископаемыми остатками.

Окаменелости, содержащиеся в отложениях крэга, имеют вдвойне важное значение индикаторов климата и относительного возраста пород. Более молодые слои обладают более низким процентным содержанием ныне вымерших видов: это содержание уменьшается от 40% в коралловом крэге до всего лишь 10% в крэге Норвич, что подтверждает полевые данные о взаимном расположении этих толщ. Параллельно с уменьшением процентного содержания вымерших форм наблюдается уменьшение числа теплолюбивых морских видов, тогда как бореальные формы появляются в красном крэге и их процентное содержание становится тем выше, чем моложе пласт. Слой Чиллесфорд, залегающие на красном крэге или крэге Норвич, простираются от Чиллесфорда (Суффолк) до окрестностей Роксхема (Норфолк) и представлены маломощными слюдистыми песками и глинами, содержащими бореальную фауну моллюсков. Обладая весьма ограниченным распространением по площади, они, вероятно, отложились в эстуарии. Если не считать осадков береговых террас, то отложения крэга Уэйбурн северного Норфолка, содержащие еще более холоднолюбивую фауну, были последними морскими осадками, отложившимися в Великобритании.

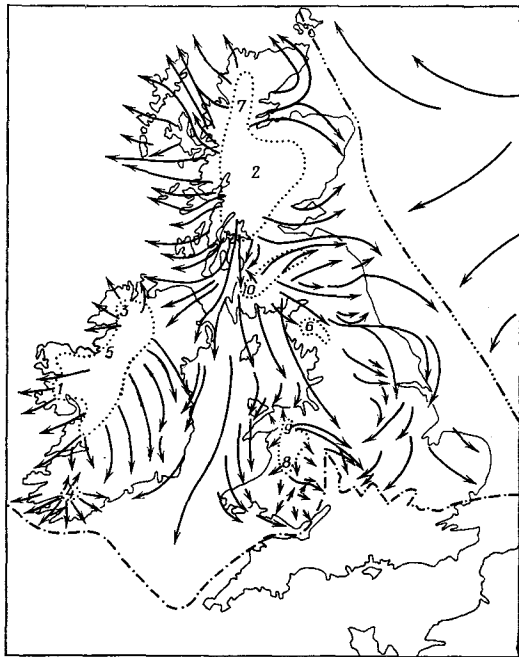
### Плейстоценовое оледенение

В плейстоцене произошло великое оледенение, затронувшее столь далеко отстоящие одна от другой области, как Новая Зеландия и Северная Америка. Последствия этого оледенения сказались более всего на северном полушарии, в том числе в большей степени и на Британских островах. Крупная ледниковая эпоха такого масштаба — явление не частое; предыдущее оледенение имело место в пермское время, когда его воздействию подверглись страны южного полушария и Индия. В северных же широтах до плейстоценовой эпохи оледенений не было с докембрийских времен.

Линия вечных снегов (линия, выше которой накапливаются снега в силу того, что скорость их выпадения превышает скорость потерь за счет таяния, сноса, испарения и т. п.) в настоящее время проходит приблизительно в 1500 м над уровнем моря на широте северной Великобритании. Поскольку самая высокая гора здесь имеет отметку 1342 м, постоянные снежные поля отсутствуют. В течение плейстоцена снеговая граница несколько раз опускалась намного ниже этого уровня — до 600 м и даже ниже, так что все основные горные районы становились центрами накопления снегов (фиг. 14.1). Климат был значительно холоднее, среднегодовая температура была ниже существующей ныне не менее чем на 4° С. Льды сползали из центров накопления, следуя рельефу доледниковой поверхности, происходило сращивание ледников с образованием внутренних ледниковых покровов, так что большая часть Великобритании оказалась покрытой ледяной шапкой, подобной существующим поныне в Гренландии и Антарктиде. В момент максимального развития ледникового покрова (или покровов) вся Ирландия и Великобритания, вплоть до Бристольского залива и Эссекса на юге, были покрыты льдом.

Несмотря на то что термин «ледниковая эпоха» («Ice age») представляется неточным, им удобно называть всю серию оледенений, затронувших Британские острова в течение среднего и верхнего плейстоцена. Хотя изучение фауны крэгов и свидетельствует о постепенном похолодании климата на протяжении раннего плейстоцена, лишь в эльстерское время лед распростра-

нился из центров оледенения в долины Шотландии, северной Англии, средней Англии и восточной Англии, а Ирландское и Северное моря оказались покрытыми льдом. Однако ледники вполне могли существовать в горных долинах Великобритании еще в эбуронское время (фиг. 14.2). Наиболее вероятно, что отдельные области покрывались льдом неодновременно и что древнейшие ледниковые отложения не везде имеют одинаковый возраст. Поэтому их больше не принимают за основание плейстоцена и по существу осадки раннего плейстоцена в Великобритании имеют ограниченное распространение. Климат не был одинаково суровым на протяжении всего плейстоцена, и периоды похолодания (ледниковые периоды) перемежались с периодами более мягких климатических условий, так называемыми межстадиальными периодами, и более длительными межледниковыми периодами. В течение некоторых из этих периодов климат был намного теплее, чем в настоящее время. Стратиграфическое расчленение плейстоценовых осадков, образовавшихся в результате серии ледниковых периодов, из которых каждый оставил ледниковые наносы, представляет собой очень сложную задачу и будет рассмотрено ниже в настоящей главе.



Фиг. 14.1. Центры накопления и главные направления движения льда во время максимального оледенения Великобритании.

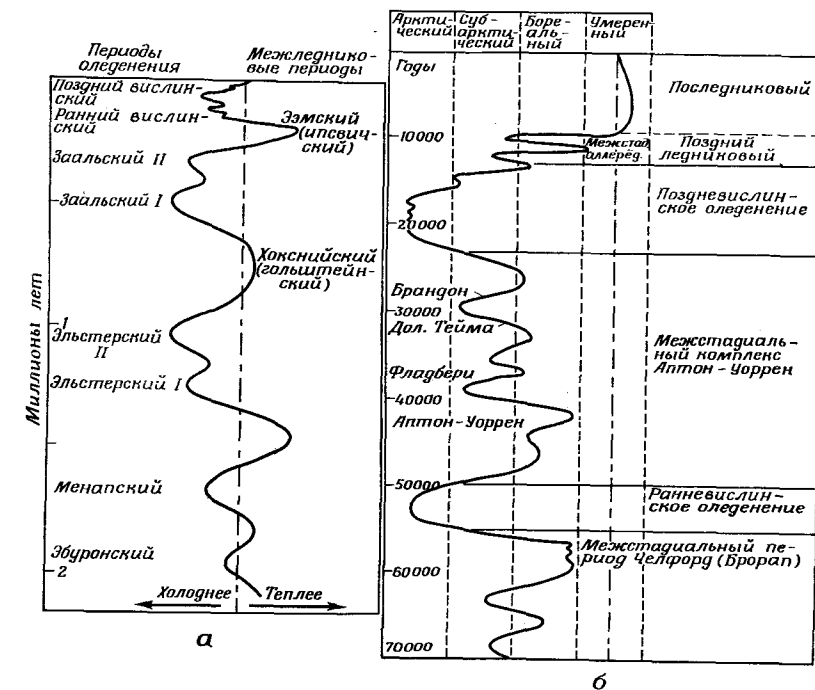
1 — Коннемара; 2 — Центрально-Шотландское нагорье; 3 — Донегол; 4 — Керри; 5 — Лейтрим; 6 — Озерный округ; 7 — Северо-Шотландское нагорье; 8 — Плинлиммон; 9 — Сноудон; 10 — Южно-Шотландская возвышенность.

ледниковые) области, не охваченные подвижными ледовыми покровами, но затронутые вечной мерзлотой. Возвышенности были сильно эродированными с образованием типичного ледникового ландшафта: ледниковых цирков в местах концентрации снежных полей; пирамидальных пикообразных вершин (хотя и не столь хорошо развитых, как в Альпах) и ледоразделов, разделяющих соседние цирки. Долины, по которым сползал ледник («направляющие долины»), оказались переуглубленными, приобрели U-образную форму в поперечном сечении и характерный ступенчатый профиль — в продольном. В областях возвышенностей основным результатом оледенения явилась эрозия и после сноса материала оставались плоские скалистые поверхности, зачастую изборожденные движущимся льдом, и вырытые льдом углубления. Ледниковые отложения, встречающиеся в этих районах, образовались главным образом на стадиях отступления ледников, когда долины были заняты альпийскими ледниками. При этом происходило отложение моренного материала. Морены часто переходят по простиранию в отложения намывных береговых террас морских заливов западной Шотландии. Сглаженные ледниками низины служили местом накопления приносимого льдом материала, известного под общим названием наносов. Эти наносы развиты на обширных

площадах, их мощность иногда превосходит 30 м. Наиболее типичными осадками являются валунные глины, чаще называемые тиллем, которые представляют собой характерные, принесенные ледником осадки, полностью лишенные какой бы то ни было сортированности. Размер этого материала колеблется от тонко размолотого вещества (скальная мука) до крупных валунов. В долине Форт-Клайд, в Ланкашире и в Ирландии, в окрестностях Белфаста и далее на юго-запад тилль образует друмлины<sup>1</sup>. Последние,

**Осадконакопление в плейстоценовое время.** Рассматривая каждый из ледниковых периодов на территории Британских островов, следует выделять три типа областей: возвышенности, являвшиеся областями накопления снега; долины, по которым продвигались ледники, и перигляциальные (при-

несомненно, приурочены к тем участкам, где ледниковый покров достигал большой мощности (возможно, достаточной для создания давления, вызывавшего таяние льда, в подошве толщи), поскольку далее на юг наносы имеют бесформенный облик. Наряду с тиллем встречаются глины, алевролиты, пески и гравий, отлагавшиеся в самых разнообразных условиях — в затруженных ледником озерах, путем подледного дренирования и непосредственно изо льда. Осадки, вынесенные тальми водами за пределы ледника, называют заморенными, или отмытыми, наносами. Последние исследования механизма течения ледников позволили установить наличие скальвающих напряжений в ледниковых потоках, приводящих к тому, что материал из подошвенных частей ледника может оказаться на его поверхности, тогда как обычно наблюдается противоположная картина: обломки пород, попавшие на лед и увлекаемые последним в виде моренного материала, постепенно погружаются в лед и достигают подошвы движущегося льда. Это открытие до некоторой степени объясняет сложность состава ледниковых отложений и дает основание предполагать, что частое чередование тилля и гравия не обязательно отражает быстрые наступления и отступления ледника. Точно так же изучение осадков подледного дренажа показывает, что некоторые из них,



Фиг. 14.2. Колебания климата в течение плейстоцена:

а — крупные изменения, б — детальная картина изменений климата за последние 70 тыс. лет.

несомненно, приурочены к тем участкам, где ледниковый покров достигал большой мощности (возможно, достаточной для создания давления, вызывавшего таяние льда, в подошве толщи), поскольку далее на юг наносы имеют бесформенный облик. Наряду с тиллем встречаются глины, алевролиты, пески и гравий, отлагавшиеся в самых разнообразных условиях — в затруженных ледником озерах, путем подледного дренирования и непосредственно изо льда. Осадки, вынесенные тальми водами за пределы ледника, называют заморенными, или отмытыми, наносами. Последние исследования механизма течения ледников позволили установить наличие скальвающих напряжений в ледниковых потоках, приводящих к тому, что материал из подошвенных частей ледника может оказаться на его поверхности, тогда как обычно наблюдается противоположная картина: обломки пород, попавшие на лед и увлекаемые последним в виде моренного материала, постепенно погружаются в лед и достигают подошвы движущегося льда. Это открытие до некоторой степени объясняет сложность состава ледниковых отложений и дает основание предполагать, что частое чередование тилля и гравия не обязательно отражает быстрые наступления и отступления ледника. Точно так же изучение осадков подледного дренажа показывает, что некоторые из них,

<sup>1</sup> Друмлины — ледниково-аккумулятивные формы — вытянутые параллельно течению льда валы, сложенные обычно донными моренами. — Прим. перев.

Таблица 14.2

Альпийские ледниковые периоды	Подразделения плейстоцена в Великобритании		
Вюрмский	Вислинское оледенение	Поздневислинская стадия (включает аллерёдский межстадиальный период) Межстадиальный комплекс Аптон-Уоррен Ранневислинская стадия Челфордский (Броранский) межстадиальный период	Молодые наносы
Рисский	Ээмская (ипсвичская) межледниковая эпоха Оледенение Джиппинг (заальское)		Древние наносы
Миндельский	Хокснийская межледниковая («Великая» межледниковая) эпоха Тилль Лоуэстофт Тилль Кромер Слои Кромер-Форест		Древние наносы
Гюнцский	Бавентское Крэг Уэйборн Антское Крэг Норвич Турнское Крэг Норвич Лудхэмское Красный крэг		Исенский ярус

далеко расположены к югу, чтобы сползавшие с них ледники могли соединиться с ледником, наступавшим на Европу с севера. Эти ледники в течение длительного времени являлись объектом тщательных исследований, однако при изучении ледниковых отложений области Альп и северной Европы возникают проблемы, рассмотрение которых выходит за рамки данной книги. Вопросы корреляции ледниковых отложений даже в пределах Великобритании настолько сложны, что здесь они могут быть затронуты лишь в общих чертах.

**Источники ледниковых наносов.** Тиллевые отложения служат хорошими показателями направления движения ледника, которое устанавливается как по источникам глинистого ледникового материала и его эрратических валунов, так и по текстуре тилля. Раковинные наносы, принесенные льдом со дна Ирландского моря и залива Мари-Фёрт, убедительно свидетельствуют о направлении течения льда; такую же роль играют характерно окрашенные тиллевые отложения, происхождение которых связывается с толщей пшечего мела (широко развитой в восточной части Англии) и с древним красным песчаником (встречающимся в северо-восточной Шотландии). Обнаруживаемые в наносных отложениях эрратические валуны играют большую роль при восстановлении направлений движения ледников, особенно валуны редких петрографических типов, которые легко опознать. Рибекитовый микрогранит крэга Эйлса-Крэйг в нижней части эстуария Клайда, встречаясь в виде эрратических валунов, позволяет установить границы распространения льдов Ирландского моря (фиг. 14.3), тогда как эрратические валуны гранита Шэп, некоторых вулканических пород свиты Борроудейл и прочих пород не позволяют решать подобные задачи столь же эффективно.

**Палеонтологические индикаторы климата.** Тиллевые отложения лишены окаменелостей (если не считать переотложенного раковинного материала и содержащих окаменелости валунов) и не позволяют судить о климате, указывая лишь на то, что происходило оледенение. Отложения, образовавшиеся в перигляциальных областях и в течение межстадиальных и межледниковых периодов, содержат как флору, так и фауну.

В плейстоцене на территории Великобритании обитали многочисленные и разнообразные виды животных, включая многие из сохранившихся

ранее относимые к образованиям гляциальных (запруженных ледником) озер, образовались иным путем. Связанные с ними прорытые водой каналы (называемые каналами переливания), идущие от запруженных ледником озер, которые обычно приписывались действию воды, протекавшей вдоль кромок ледяных полей, могли во многих случаях явиться также результатом подледного дренажа. Ледниковые отложения были сильно смяты и, согласно последним данным, в некоторых случаях даже собраны в складки и нарушены взбросами.

В выработанных ледником низинах в межстадиальные периоды наблюдалось отступление ледовых полей, но климат оставался холодным, так что осадки подвергались воздействию вечной мерзлоты. Характерные особенности перигляциальных областей (расположенных южнее зоны ледовых полей) в некоторых случаях проявляются и в ледниковых областях, почвы и осадки которых образовались в межстадиальные периоды. Наиболее распространенными чертами, обязанными своим происхождением морозу, являются каменные многоугольники или каменные полосы на склонах (благодаря смещениям почвы). В настоящее время они наблюдаются редко, так как сказываются несколько тысяч лет послеледникового выветривания и, конечно, влияние сельскохозяйственных работ. Однако в Уорикшире известен участок, поверхность которого покрыта крупными подобными образованиями. Чаше в разрезах можно наблюдать результаты действия мороза: широко распространены фстончатые и криотурбационные [мерзлотные] структуры, обнаруживаются и более крупные структуры, образовавшиеся под воздействием низких температур, так называемые пинго (например, в слоях Бови-Трейси).

Большое значение имеют осадочные образования, развитые на площади, расположенной к югу от ледниковых областей. Они слагают речные террасы, представляющие собой остатки существовавших в прошлом речных долин, которые затем были приподняты и рассечены эрозией в результате подъема суши. В средней Англии в результате более раннего обширного оледенения отложился тилль, а затем накапливались озерные осадки. Эта область располагалась южнее ледниковых покровов более поздних этапов оледенения, и здесь формировались речные террасы. В районах, граничивших с ледниковыми полями, обнаружены также лессовые отложения эолового происхождения. Эти отложения, хорошо развитые в Европе, где они имеют большое стратиграфическое значение, встречаются в Великобритании только на юге и изучены плохо.

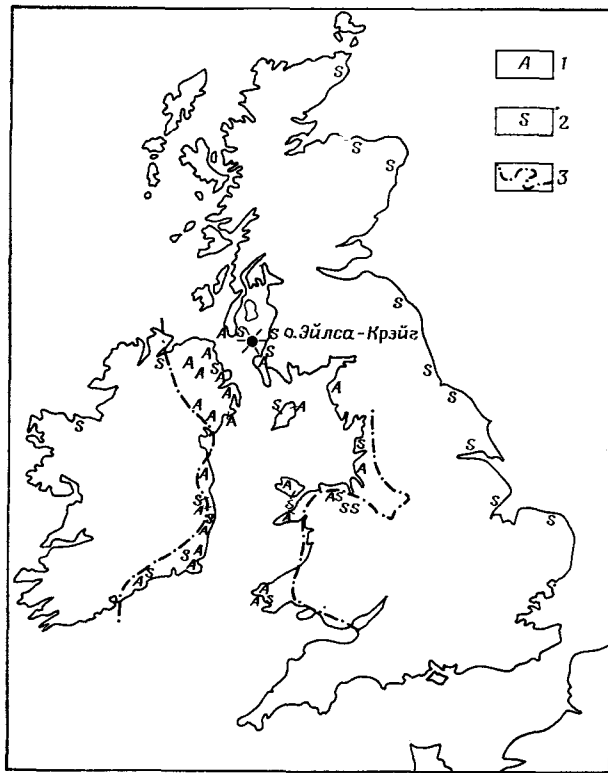
Большое разнообразие плейстоценовых осадков, как ледниковых, так и прочих, сильно затрудняет корреляцию. Характер осадков ледниковых областей настолько отличается от характера осадков приледниковых зон, что не всегда оказывается возможным сопоставить осадочные отложения и последовательность геологических событий в этих различных областях.

**Стратиграфическое расчленение плейстоцена.** Плейстоцен подразделяют на нижний, средний и верхний подотделы, а далее и более подробно — на «ярусы». Последние отличаются относительно небольшой продолжительностью, поскольку весь плейстоценовый период (эпоха) длится всего около двух миллионов лет. Ярусы фактически соответствуют резким изменениям климата, поскольку за основу стратиграфического расчленения взяты ледниковые и межледниковые осадки (табл. 14.2).

Изменения климата, приводившие к оледенениям в Великобритании, проявлялись, естественно, во всей северной Европе. Когда ледники покрыли территорию Великобритании, в Скандинавии толщина ледяной шапки была значительно большей, и скандинавские ледники в периоды их максимального развития надвигались на британскую территорию, а временами заходили в пределы Северо-Германской низменности и Польской равнины, где ледниковые отложения хорошо известны. Альпы, где сохраняются долинны ледники как остатки некогда обширных ледниковых полей, все же слишком



по настоящее время; большое количество видов, имевших раньше более широкое географическое распространение и обитавших в то время на британской территории, но в настоящее время здесь не встречающихся; и, наконец, некоторые вымершие виды. Крупные животные менее чувствительны к климатическим изменениям по сравнению со многими беспозвоночными: например, присутствие шерстистого мамонта или северного оленя совершенно не обязательно указывает на арктический климат, поскольку эти животные встречаются в ископаемом виде совместно с многими видами животных, типичных для умеренного климата, а отдельные представители того или иного вида встречаются далеко за пределами обычных мест их обитания.



Ф и г. 14.3. Распространение эрратических валунов микрогранитов острова Эйла-Крэйг и мест накопления ракушечных наносов.

1 — эрратические валуны микрогранита острова Эйла-Крэйг; 2 — ракушечные наносы; 3 — границы распространения льдов Ирландского моря.

ния климата быстрой сменой популяций (вплоть до вымирания части видов). Так, в плейстоценовых озерных отложениях, главным образом в торфе, и в илистых осадках речных террас можно обнаружить фауну насекомых, не встречающихся в Великобритании в настоящее время, хотя вымерших форм среди них насчитывается не более 10%. Хитиновый покров жуков отличается высокой устойчивостью к разрушающим факторам, поэтому по обилию остатков жуки почти не имеют себе равных. Многие из найденных видов в настоящее время встречаются только в северных широтах Фенноскандии и на горных участках, расположенных к югу от нее; на основании этого можно предполагать, что около 32 000 лет тому назад в Великобритании господствовал субарктический климат континентального типа (фиг. 14.4). Наилучшим способом систематизации фауны жуков для использования ее

в качестве индикатора климата является построение гистограммы почвенных жуков (карабидов), обнаруженных в породе, группируя их в соответствии с их современным экологическим распределением в Фенноскандии. Не удивительно, что флора плейстоценового времени отражает изменения климата. Палинология — наука, изучающая пыльцу (и споры), — позволяет судить об изменениях климата. Все цветочные растения производят пыльцу, размер которой изменяется от 0,1 до 0,01 мм в диаметре, причем в несметных количествах. Пыльца легко разносится ветром. Та часть пыльцы, которая оседает в озерах и болотах, становится частью осадков или торфа и может быть обнаружена тысячи лет спустя, поскольку она обладает

Подобным же образом присутствие останков гиппопотамов в плейстоценовых осадках на весьма высоких широтах, вплоть до средней Англии, не может служить доказательством существования здесь тропического климата, хотя в настоящее время гиппопотамы обитают лишь в тропических и субтропических областях. Тем не менее, несмотря на то что отдельные виды, возможно, некогда и отличались большей терпимостью к климатическим условиям, выражавшейся в их более широком географическом распространении по сравнению с современным, доктрина униформизма продолжает оставаться в силе.

Наиболее важным показателем климата, очевидно, является флора, в частности окаменелая пыльца, и популяции насекомых, особенно жуков. Фауна жуков, а также фауна всех беспозвоночных реагирует на измене-

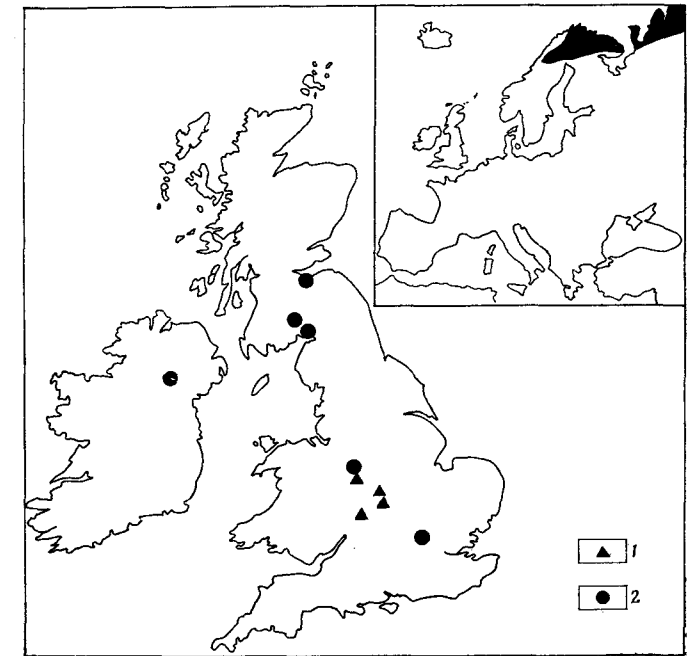
ния климата. Палинология — наука, изучающая пыльцу (и споры), — позволяет судить об изменениях климата. Все цветочные растения производят пыльцу, размер которой изменяется от 0,1 до 0,01 мм в диаметре, причем в несметных количествах. Пыльца легко разносится ветром. Та часть пыльцы, которая оседает в озерах и болотах, становится частью осадков или торфа и может быть обнаружена тысячи лет спустя, поскольку она обладает

высокой сопротивляемостью физическим и химическим воздействиям. Обнаруженная в образце пыльца определяется и подсчитывается, а результаты представляются в виде пыльцевого спектра, отражающего процентное содержание пыльцы наиболее важных типов. Пыльца деревьев и прочих растений обычно изучается отдельно. В качестве наиболее важных типов пыльцы, которые могут служить индикатором климата, следует назвать пыльцу таких деревьев, как бук (*Fagus*), дуб (*Quercus*), ольха (*Alnus*), береза (*Betula*), ива (*Salix*) и сосна (*Pinus*). Выделяют следующие зоны растительности: холодная альпийская зона (подразделяемая на верхнюю, среднюю и нижнюю), затем зона берез и хвойных и, наконец, самая теплая — зона дубов. Климатическую зону, к которой следует отнести то или иное осадочное образование, можно определить по его пыльцевому спектру.

Пыльцевые спектры, составленные для нескольких последовательных пластов осадочного разреза, образуют последовательность пыльцевых спектров, называемую пыльцевой диаграммой (фиг. 14.5). Такая диаграмма позволяет выявлять изменения климата во времени и может использоваться в качестве средства стратиграфического расчленения разреза. Не слишком удаленные один от другого районы должны были испытывать одни и те же климатические изменения, поэтому, если две пыльцевые диаграммы, полученные для двух соседних участков, отражают сходную последовательность

Ф и г. 14.4. Современное распространение хитиных почвенных жуков *Diachila arctica* в северной Европе и участки их обитания в ледниковых областях Великобритании.

1 — Вислинский (весь период оледенения); 2 — позднейшее оледенение.

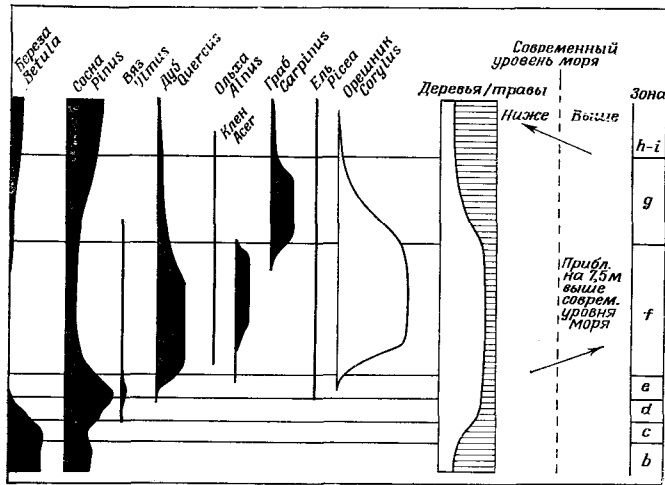


высокой сопротивляемостью физическим и химическим воздействиям. Обнаруженная в образце пыльца определяется и подсчитывается, а результаты представляются в виде пыльцевого спектра, отражающего процентное содержание пыльцы наиболее важных типов. Пыльца деревьев и прочих растений обычно изучается отдельно. В качестве наиболее важных типов пыльцы, которые могут служить индикатором климата, следует назвать пыльцу таких деревьев, как бук (*Fagus*), дуб (*Quercus*), ольха (*Alnus*), береза (*Betula*), ива (*Salix*) и сосна (*Pinus*). Выделяют следующие зоны растительности: холодная альпийская зона (подразделяемая на верхнюю, среднюю и нижнюю), затем зона берез и хвойных и, наконец, самая теплая — зона дубов. Климатическую зону, к которой следует отнести то или иное осадочное образование, можно определить по его пыльцевому спектру.

Пыльцевые спектры, составленные для нескольких последовательных пластов осадочного разреза, образуют последовательность пыльцевых спектров, называемую пыльцевой диаграммой (фиг. 14.5). Такая диаграмма позволяет выявлять изменения климата во времени и может использоваться в качестве средства стратиграфического расчленения разреза. Не слишком удаленные один от другого районы должны были испытывать одни и те же климатические изменения, поэтому, если две пыльцевые диаграммы, полученные для двух соседних участков, отражают сходную последовательность

климатических изменений, отложения, из которых отбирались образцы для пылевого анализа, вполне могут быть сопоставлены между собой.

Изменения климата в течение позднего плейстоцена были изучены очень детально с использованием методов, подобных только что описанному. Основные изменения климата представляются следующими: ээмская фауна, встречающаяся в отложениях террасы реки Темзы в Айлуорте и Трафальгар-Сквере, свидетельствует о том, что средняя температура в то время, по крайней мере летом, была на несколько градусов выше, чем сейчас. Органические осадки, найденные в Челфорде, Чешир, и относящиеся к челфордскому межстадиальному периоду, указывают на довольно холодный климат,



Фиг. 14.5. Типовая диаграмма пыльцы: пылевая диаграмма разреза отложений последнего (ипсвичского) межледникового периода.

сопровождавшийся пышным ростом сосновых лесов, характерных для умеренного пояса. После ранневислинского оледенения климат сильно изменился: в районах Аптон-Уоррен (Вустершир) и Тейм осадки, отлагавшиеся, очевидно, в разное время, обладают признаками, указывающими на бореальный климат, тогда как в других местах, например во Флэдбери, существуют признаки более холодного, субарктического климата. Следует отметить, что данные, полученные в результате исследования пыльцы, не соответствуют данным анализа фауны насекомых из отложений участка Аптон-Уоррен. Было установлено, что после поздневислинского оледенения и отступления ледника со всей территории Великобритании, за исключением лишь самых возвышенных участков, на большей части этой территории произошло распространение видов животных и растений северных типов.

#### Определение возраста плейстоценовых осадков

Хронология плейстоцена может быть достаточно детально разработана по данным относительного возраста многочисленных геологических событий. Климатические признаки помогают установить относительный возраст отложений. В озерных осадках подсчет сезонных чередований слоев (варвов или ритмов) позволил в ряде случаев точно определить возраст осадков; этот метод может быть использован для определения возраста подобных отложений вплоть до 10 000-летнего возраста.

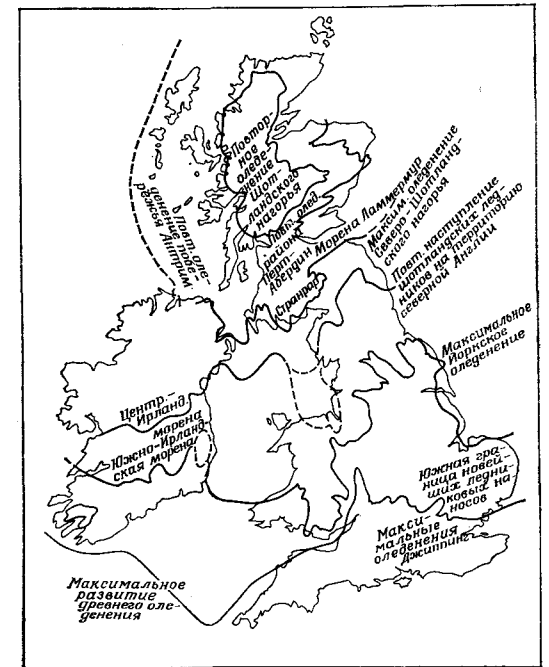
Самым надежным методом датирования плейстоценовых отложений является метод радиоактивного углерода. Он позволяет датировать пласты, имеющие возраст до 30 000 лет включительно. Один из изотопов углерода,  $C^{14}$ , образуется благодаря бомбардировке углерода космическими лучами

и содержится в части атмосферной углекислоты. В этом виде он поглощается всеми живыми организмами: либо непосредственно (растениями), либо косвенно (поедающими растения животными). Радиоактивный изотоп  $C^{14}$  имеет период полураспада 45 000 лет, и его полное остаточное содержание в органическом веществе является мерой времени, истекшего с момента гибели растения или животного и прекращения обмена веществ. Поскольку в настоящее время накоплены уже весьма обширные данные определения возраста пород этим методом, можно считать, что абсолютная хронология последних ледниковых и межледниковых периодов разработана хорошо. Более древние плейстоценовые отложения можно датировать пока с помощью калий-аргонового метода (и ему подобных), рассмотренного в гл. 1 и 3, который, однако, из-за слишком большого периода полураспада калия не совсем подходит для определения возраста столь молодых явлений. Применение этого метода не дает достаточной степени точности.

#### Стратиграфия плейстоценовых отложений Великобритании

Данные о последовательно сменявшихся друг друга ледниковых, межстадиальных и межледниковых периодах, полученные в различных районах Великобритании, хорошо известны: в этом направлении проделана большая и тщательная работа, особенно за последние десять лет. Тем не менее все еще имеются расхождения во взглядах, касающиеся интерпретации наблюдаемых фактических данных, даже для относительно локальных разрезов. Несмотря на это, на сводной карте фиг. 14.6 показаны границы максимального продвижения крупных ледников, связанных с различными ледниковыми периодами, хотя корреляция, на основе которой была составлена эта карта, не является бесспорной. Для более подробного ознакомления с материалом по затронутым вопросам и с другими возможными толкованиями этих материалов читатель отсылается к самым свежим публикациям.

Обобщенная схема возможной корреляции плейстоценовых отложений различных районов приведена в табл. 14.3. Приведенный разрез наиболее полный и, несмотря на его сложность, наиболее хорошо изученный в восточной Англии, в силу чего он помещен в первой колонке таблицы. В восточной Англии за круговыми осадками



Фиг. 14.6. Границы оледенений Великобритании.

верхнего плиоцена и нижнего плейстоцена следуют гляциальные и межгляциальные отложения, тогда как в других районах Великобритании перед началом отложения гляциальных осадков наблюдался длительный перерыв в осадконакоплении. По этой причине, как правило, наиболее удобно пытаться коррелировать плейстоценовые отложения, используя в качестве репера самые молодые вислинские отложения, которые сопоставляются с достаточно высокой степенью уверенности.

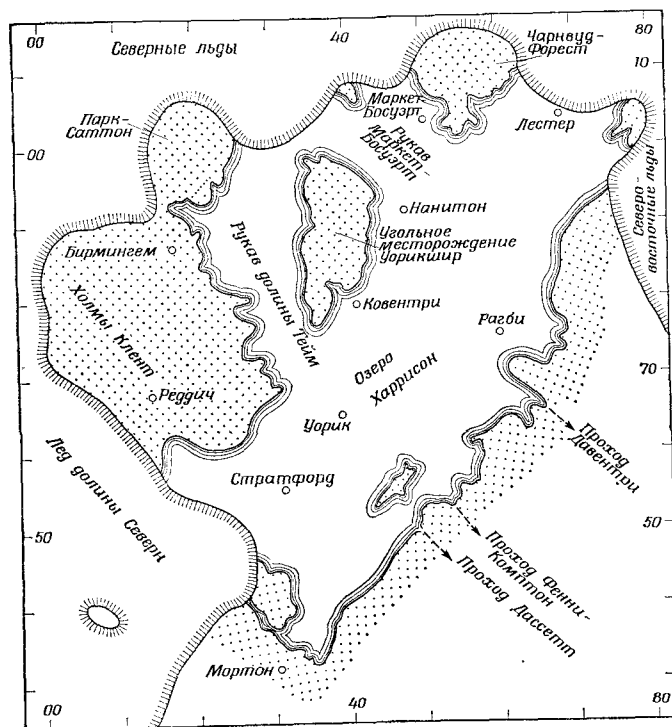
Ярус	Восточная Англия	Нижняя Темза	Средняя Англия и бассейн Северна	Северная Англия	Шотландия
Фландрийский	Солифлюкция Структурные грунты	Солифлюкция Погребенные русла	Терраса Вустер Эйвонская терраса № 1	Ледниковые цирки Межстадиальный период Алдерд	Повторное оледенение на- горья (15 м) Береговые террасы, зона III
Вислиньский	Тилль Хаустантон (тилль Хессл)	Пойменная терраса	Главная терраса Северная Эйвонская терраса № 2	Повторное Шотландское главное оледенение	Межстадиальный период Алдерд, зона II Повторное оледенение Перт — Абердин (30 м), зона I
Ипвичский	Межледниковые осадки в Инсвиче и Хингтоне, Кембридж	Межледниковый пе- риод Трафальгар-Сквер Терраса Танлоу	Терраса Северл-Киддер- минстер Эйвонская терраса № 4	Оледенение Йорк Тилль Хессл Верхний пурпурный тилль	Оледенения Марл-Фёрт — Стратмор
Джиллингский	Тилль Джиллинг	Ложбинные осадки и пр.	Терраса Бушл-Грип Эйвонская терраса № 5 Гравий Ваджингтон- Леллингтон	Древнешотландское оле- денение и низкие наво- сы Холдериссе	Великое оледенение нагорья
Хокслинский	Межледниковые отложе- ния в Хокле и Клактоне Морские слои долины Нар	Терраса Бойл-Хилл	Отложения Бирмингем	Скалдншавское оледене- ние	
Лоуэстофский	Тилль Лоуэстофт Слой Кортон Тилль Кромер	Ложбинные осадки Гравий, лёсс	Глина Бубенхолл Терраса Вулдридж		
Кромерский	Арктический пресновод- ный пласт Серия слоев Кромер-Фо- рест				

Составлена главным образом по Уэсту, с использованием данных Финнга, Шоттона и других авторов.

Существует следующая закономерность: чем древнее осадки, тем затруднительнее корреляция. В силу этого представляется наиболее целесообразным использовать поздневислиньские осадки в качестве исходного репера, прослеживая разрез осадков в обратной временной последовательности с целью их корреляции в соответствии с особенностями истории развития каждого отдельного района.

Геологическая история среднего и позднего плейстоцена, изученная в основном по материалам, полученным в восточной Англии, представляется следующей: за серией слоев Кромер-Форест, образованной пресноводными и эстуариевыми отложениями и относящейся по возрасту к верхам нижнего плейстоцена, последовало накопление пресноводного арктического слоя. Самыми древними гляциальными отложениями являются тилльевые отложения Кромер. Слои Кортон, представленные раковинными песками и глинами, вероятнее всего, были отложены в течение межстадиального периода перед образованием тилля Лоуэстофт (Великое восточное оледенение), известного также под названием нижней меловой валунной глины. В этом сильно перемят тилле встречаются эрратические включения громадных блоков песчого мела, некоторые из них достигают в длину около 100 м. Озерные алевроиты хокслиньской межледниковой эпохи, развитые в Суффолке, не встречаются далее на севере, где за тиллем Лоуэстофт следует тилль Джиллинг (Малое восточное оледенение), известный также под названием верхней меловой валунной глины. Исходный материал этих тиллей по существу один и тот же и доставлен из одного источника — меловых и юрских пород, по которым двигался ледник, наступающий с севера или северо-запада. Направления ледниковых течений и распространение ледовых покровов по площади детально изучены. Самый молодой тилль — тилль Ханстантон, эквивалентный тиллю Хессл Линкольншира и Йоркшира, обладает коричневой окраской и содержит мало материала мелового возраста, поскольку происхождение его связано с расположенными далее к северу источниками. Он встречается только в самой северной части восточной Англии и является единственным тиллем, относящимся к эпохе новейших ледниковых наносов, хотя там и широко распространены позднеледниковые образования — гравий, пески и суглинки, — сильно выветрелые, насыщенные железистыми окислами и включающие эрратические ледниковые валуны.

К югу от ледникового покрова часто при запруживании талых вод возникали озера. Эти озера встречаются в долине Пикеринг, между вересковыми пустошами и холмами Йоркшира, в Уэльском бордерленде и в средней Англии, к юго-востоку от Бирмингема. Отложения последнего, носящего название «озеро Харрисон» (фиг. 14.7), были описаны в одной из статей, учреждающих современный подход к проблемам стратиграфии плейстоцена, и поэтому их стоит подробнее рассмотреть здесь. Конфигурация древнего ледникового озера Харрисон весьма слабо соответствует современному рельефу местности, поскольку оно образовалось на освобожденной из-под льда поверхности, в настоящее время покрытой наносами различной мощности. Была установлена последовательность накопления глин, слоев гравия и песков, отложенных в этом озере. Все вместе они относятся к древним ледниковым наносам. В настоящее время эти осадки занимают повышенные участки суши, что объясняется более поздним воздыманием (рассматриваемым в следующем разделе), а более молодые плейстоценовые отложения, или новейшие ледниковые наносы, слагают речные террасы в пределах сформировавшейся впоследствии долины Эйвона. Очевидно, что самая верхняя терраса является и самой древней, а более поздние террасы располагаются последовательно на все более низких уровнях. В целом молодые ледниковые наносы располагаются топографически ниже, чем древние наносы. Совершенно ясно, что обычный порядок смены более древних осадков молодыми в отложениях этого типа не соблюдается.



Ф и г. 14.7. Максимальное распространение озера Харрисон в средней Англии, образовавшегося при запруживании ледниками.

### Колебания уровня моря

Существуют многочисленные данные об изменениях уровня моря в Великобритании в течение поздне третичного и плейстоценового времени. Считается, что оседание земной коры под тяжестью льда является частично упругим, а частично пластичным, так как в подкорковых слоях происходит переток вещества. По мере таяния ледовых покровов возникает отрицательная аномалия силы тяжести и происходит воздымание, или обратное прогибание, коры в результате обратного перетока подкоркового вещества. В силу этого суша вновь поднимается почти до того уровня, на котором она находилась до развития оледенения. Тем не менее восстановление изостатического равновесия происходит с некоторым отставанием во времени, в течение которого происходит образование береговых морских и озерных пляжей.

Несомненно, что позднейшие изменения положения территории Великобритании относительно уровня моря обусловлены вспучиванием земной коры в результате исчезновения ледового покрова. Эффект изостатического воздымания суши до некоторой степени компенсировался подъемом уровня мирового океана из-за поступления в него воды, до этого связанной в виде льда. О воздымании суши свидетельствуют абразионные площадки, или намывные морские террасы (в тех местах, где такие площадки покрыты отложениями пляжей) и речные террасы. Последние представляют собой останцы паводковых долин древних рек, рассеянных позднее реками в результате их омоложения, связанного с подъемом суши (понижением профиля равновесия). На западе Шотландии намывные береговые террасы могут быть сопоставлены с моренными отложениями. С другой стороны, зачастую невозможно провести корреляцию между речными и береговыми террасами, хотя в настоящее время можно произвести приближенную корреляцию речных террас, принадлежащих к разным речным системам.

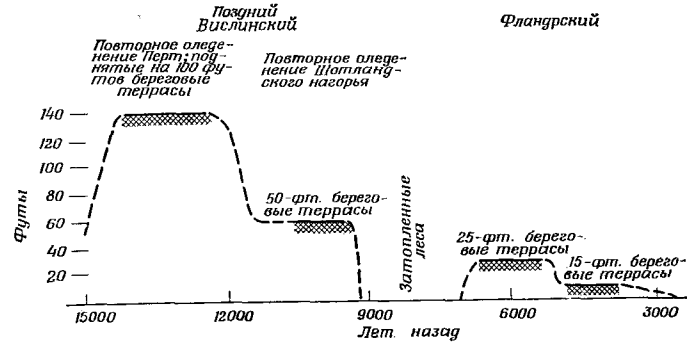
Наиболее ярко послеледниковое воздымание проявилось там, где мощность ледового покрова достигала максимальных значений, а именно в Шотландии. Эта область все еще продолжает испытывать более быстрый по сравнению с другими участками подъем. По некоторым оценкам скорость подъема суши здесь равна 4 мм в год, поскольку отставание момента завершения послеледникового подъема суши от момента исчезновения ледникового покрова составляет около 15 000 лет. Пока еще нет возможности построить для Великобритании точную карту изобаз (линий, соединяющих точки равного поднятия суши за одинаковый промежуток времени), как это уже сделано для Скандинавии. Все же число точных измерений высоты береговых террас продолжает расти.

Если бы воздымание суши в Великобритании происходило непрерывно, можно было бы расположить намывные береговые террасы в хронологическом порядке в соответствии с их высотой над уровнем моря, считая, что самая древняя по времени образования терраса имеет самую высокую отметку. Такое положение по существу правильно, однако наряду с воздыманием происходило и относительно позднее опускание суши, свидетельством чему являются обнаруживаемые на многих участках побережья затопленные леса. Некогда они росли на суше, а в настоящее время выступают из воды только при самых низких отливах или обнаруживаются при расчистке дна гаваней. На участке между реками Форт и Темзой также имеются доказательства того, что раньше море находилось на более низком уровне, чем в настоящее время; здесь обнаружены расположенные на глубине до 30 м и более под уровнем моря погребенные речные русла. Многие из этих русел изучены очень детально, в частности, некоторые из них при разработке угольных карьеров (например, старое русло реки Тим в графстве Дарем и погребенное русло Форты).

Основные береговые террасы в северной части Великобритании расположены на отметках 30, 15 и 7,5 м над уровнем моря. Обнаружены также признаки эрозионных поверхностей и на отметках до 360 и даже 900 м. Эти высоко поднятые более древние эрозионные поверхности, несомненно, относятся к доледниковому времени, и, хотя возраст их не может быть установлен с большой точностью, их следует отнести к третичному периоду, а точнее, ко времени после окончания третичной магматической деятельности. Эрозионные террасы, встречающиеся на отметке 360 м, вероятно, имеют плиоценовый возраст. Береговые террасы, поднятые до отметки 30 м (100 футов), относятся к позднеледниковому времени, ибо в слагающих их отложениях содержится арктическая фауна; к тому же террасы этого типа не обнаружены на крутых склонах морских заливов, которые в то время, несомненно, были заняты ледниками. Береговые террасы, расположенные на высоте 19,5—13,5 м (так называемые 50-футовые береговые террасы), отражают временную остановку процесса воздымания суши. Отметки береговых террас не постоянны по всей длине каждой террасы; как правило, чем выше поднята терраса, тем больше разница в отметках. Этот наклон древних береговых линий обусловлен более интенсивным воздыманием северной части площади, где в свое время ледовый покров достигал максимальной мощности. Подъем продолжался до тех пор, пока уровень моря не стал ниже современного его уровня; в это время и образовались погребенные русла рек и затопленные леса. Вслед за воздыманием произошло опускание суши, в результате которого образовались береговые террасы, так называемые 25-футовые (приподнятые впоследствии до современной отметки 7,5 м). Эти береговые террасы образовались во времена неолита и являются единственными, в которых находят вещественные следы деятельности человека. Эти береговые террасы хорошо развиты вдоль побережья Шотландии, а также у берегов северной Англии и Северной Ирландии. Зачастую среди отложений этих палеопляжей высятся скалы береговых обрывов более древнего моря, а сами

береговые террасы располагаются на различных отметках выше уровня моря: от 10,5 м до нуля. Хронология этих молодых террас приводится на фиг. 14.8.

В южной Англии колебания уровня моря в результате оледенений и изостатического воздымания, последовавшего за исчезновением ледников, привели к образованию морских береговых террас и речных террас. Эти колебания накладывались на медленное эпейрогеническое понижение уровня



Фиг. 14.8. Изменения уровня моря в течение последних оледенений и последнедокаменного времени.

моря, так как в плиоценовое время уровень моря был выше современного на 180 м. Осадки можно подразделить на три типа: осадки регрессивной эрозии, речные осадки и отложения морских отмелей (тилли в этих южных районах отсутствуют). Глины с кремневыми стяжениями, ложбинные образования и кирпичные глины позднеплейстоценового возраста несут признаки солифлюкции. Кроме того, есть данные о том, что климат в то время был более влажным, чем сейчас. Что касается кирпичных глин, то они не были отложены исключительно при разливах воды, но частично имеют эоловое происхождение. Представляется возможным, что они эквивалентны некоторым лессовым отложениям северной Европы, с которыми они литологически сходны.

Эта глава в силу необходимости является неполным описанием позднейшего этапа истории геологического развития Великобритании и преследует цель лишь подготовить читателя к последующему изучению все возрастающего числа публикаций по данной теме.

## ЛИТЕРАТУРА

### Глава 1

- Bowes D. R., Lewisian of Scotland, Proc. Conf. on Continental Drift, Gander, Mem. Am. Ass. Petrol. Geol., 1967.  
 Dearnley R., Dunning F. W., Metamorphosed and deformed pegmatites and basic dykes in the Lewisian complex of the Outer Hebrides and their geological significance, Q. Jl geol. Soc. Lond., 123, 335, 1968.  
 Evans C. R., Geochronology of the Lewisian basement near Lochinver, Sutherland, Nature, Lond., 207, 54, 1965.  
 Flinn D., The metamorphic rocks of the Southern Part of the Mainland of Shetland, Geol. J., 5, 251, 1967.  
 Johnson M. R. W., Stewart F. H., eds., The British Caledonides, Oliver and Boyd, Edinburgh and London, 1963.

- Khoury S. G., The structural geometry and geological history of the Lewisian rocks between Kylesku and Geisgeil, Sutherland, Scotland, Krystalinikum, 5, 1968.  
 Kilburn C., Pitcher W. S., Shackleton R. M., The stratigraphy and origin of the Portaskaig Boulder Bed Series (Dalradian), Geol. J., 4, 343, 1965.  
 Miller J. A., Brown P. E., Potassium-Argon Age Studies in Scotland, Geol. Mag., 102, 106, 1965.  
 Pitcher W. S., Elwell R. W. D., Tozer C. F., Cambra F. W., The Leanan Fault, Q. Jl geol. Soc. Lond., 120, 241, 1964.  
 Pitcher W. S., Shackleton R. M., On the correlation of certain Lower Dalradian successions in Northwest Donegal, Geol. J., 5, 149, 1966.  
 Ramsay J., Spring J., Moine stratigraphy in the Western Highlands of Scotland, Proc. Geol. Ass., 73, 295, 1962.  
 Roberts J. L., Sedimentary affiliations and stratigraphic correlation of the Dalradian rocks in the South-West Highlands of Scotland, Scott. J. Geol., 2, 200, 1966.  
 Stewart A. D., The Torridonian Sediments of North-West Scotland, Proc. Conf. on Continental Drift, Gander, Mem. Am. Ass. Petrol. Geol., 1967.  
 Taylor J. H., Pre-Cambrian sedimentation in England and Wales, Eclog. geol. Helv., 5, 1078, 1958.  
 Tarney J., Assynt Dykes and their Metamorphism, Nature, Lond., 199, 672, 1963.  
 Williams G. E., Palaeogeography of the Torridonian Applecross Group, Nature, Lond., 209, 1303, 1966.  
 Williams G. E., Torridonian weathering, and its bearing on Torridonian palaeoclimate and source, Scott. J. Geol., 4, 164, 1968.

### Глава 2, 3, 4

- Anderson T. B., The Evidence for the Southern Upland Fault in North-East Ireland, Geol. Mag., 102, 383, 1965.  
 Bailey R. J., A Ludlovian facies boundary in south Central Wales, Geol. J., 4, 1, 1964.  
 Bassett D. A., The Welsh Palaeozoic Geosyncline: a review of recent work on stratigraphy and sedimentation. In The British Caledonides, eds. M. R. W. Johnson, F. H. Stewart, Oliver and Boyd, Edinburgh and London, 1963.  
 Bassett D. A., Walton E. K., The Hell's Mouth Grits: Cambrian greywackes in St. Tudwal's peninsula, North Wales, Q. Jl geol. Soc. Lond., 116, 85, 1960.  
 Beavon R. V., Fitch F. J., Rast N., Nomenclature and diagnostic characters of ignimbrites with reference to Snowdonia, Lpool Manch. geol. J., 2, 601, 1961.  
 Boswell P. G. H., The case against a Lower Palaeozoic geosyncline in Wales, Lpool Manch. geol. J., 2, 612, 1961.  
 Brenchley P. J., Ordovician ignimbrites in the Berwyn Hills, North Wales, Geol. J., 4, 43, 1964.  
 Craig G. Y., Walton E. K., Sequence and structure in the Silurian rocks of Kirkcubrightshire, Geol. Mag., 96, 209, 1959.  
 Crimes T. P., Oldershaw M. A., Palaeocurrent determinations by magnetic fabric measurements on the Cambrian rocks of St. Tudwal's Peninsula, North Wales, Geol. J., 5, 217, 1967.  
 Cummins W. A., The Denbigh Grits; Wenlock Greywackes in Wales, Geol. Mag., 94, 433, 1957.  
 Cummins W. A., The greywacke problem, Geol. J., 3, 51, 1962.  
 Dean W. T., The faunal succession in the Caradoc Series of South Shropshire, Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Geology), 3, 191, 1958.  
 Dean W. T., The Stratigraphy of the Caradoc Series in the Cross Fell Inlier, Proc. Yorks. geol. Soc., 32, 185, 1959.  
 Dean W. T., The Ordovician Rocks of the Chatwall District, Shropshire, Geol. Mag., 97, 163, 1960.  
 Dean W. T., The Stile End Beds and Drygill Shales in the east and north of the English Lake District, Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Geology), 9, 47, 1963.  
 Dean W. T., The geology of the Ordovician and adjacent strata in the southern Caradoc district of Shropshire, Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Geology), 9, 257, 1964.  
 Dean W. T., Dineley D. L., The Ordovician and Associated Pre-Cambrian Rocks of the Pontesford District, Shropshire, Geol. Mag., 98, 367, 1961.  
 Dewey J. F., The Lower Palaeozoic stratigraphy of central Murrisk, County Mayo, Ireland, and the evolution of the South Mayo trough., Q. Jl geol. Soc. Lond., 119, 313, 1963.  
 Furness R. R., The petrography and provenance of the Coniston Grits, east of the Lune Valley, Westmorland, Geol. Mag., 102, 252, 1965.  
 George T. N., Palaeozoic Growth of the British Caledonides, In The British Caledonides, eds. M. R. W. Johnson, F. H. Stewart, Oliver and Boyd, Edinburgh and London, 1963.  
 Griffiths D. H., King R. F., Wilson C. D. V., Geophysical investigations in Tremadoc Bay, North Wales, Q. Jl Geol. Soc. Lond., 117, 171, 1961.

- Harper J. C., The Ordovician and Silurian Rocks of Ireland, Proc. Lpool geol. Soc., 20, 48, 1948.
- Holland C. H., The Ludlovian and Downtonian rocks of the Knighton district, Radnorshire, Q. Jl geol. Soc. Lond., 114, 449, 1958.
- Holland C. H., The Siluro-Devonian boundary, Geol. Mag., 102, 213, 1965.
- Holland C. H., Lawson J. D., Walmsley V. G., Ludlovian Classification — A Reply, Geol. Mag., 99, 393, 1962.
- Ingham J. K., The Ordovician Rocks in the Cautley and Dent districts of Westmorland and Yorkshire, Proc. Yorks. geol. Soc., 35, 455, 1966.
- Jackson D. E., Stratigraphy of the Skiddaw Group between Buttermere and Mungrisdale, Cumberland, Geol. Mag., 98, 515, 1961.
- Jones O. T., The geological evolution of Wales and the adjacent regions, Q. Jl geol. Soc. Lond., 111, 323, 1956.
- Kelling G., The stratigraphy and structure of the Ordovician rocks of the Rhinns of Galloway, Q. Jl geol. Soc. Lond., 117, 37, 1961.
- Lawson J. D., The Silurian Succession at Gorsley (Herefordshire), Geol. Mag., 91, 227, 1954.
- Lawson J. D., The Geology of the May Hill Inlier, Q. Jl geol. Soc. Lond., 111, 85, 1955.
- Matley C. A., Stacey W. T., The Harlech Dome, north of the Barmouth estuary, Q. Jl geol. Soc. Lond., 102, 1, 1946.
- Mitchell G. H., The geological history of the Lake District, Proc. Yorks. geol. Soc., 30, 407, 1956.
- Moseley F., The succession and structure of the Borrowdale Volcanic rocks north-west of Ullswater, Geol. J., 4, 127, 1964.
- Phipps C. B., The revised Ludlovian stratigraphy of the type area — a discussion, Geol. Mag., 99, 385, 1962.
- Phipps C. B., Reeve F. A. E., Stratigraphy and Geological History of the Malvern, Abberly and Ledbury Hills, Geol. J., 5, 339, 1967.
- Potter J. F., Price J. H., Comparative sections through rocks of Ludlovian-Downtonian age in the Llandovery and Llandeilo Districts, Proc. Geol. Ass., 76, 379, 1965.
- Reading H. G., Poole A. B., A Llandovery shoreline from the southern Malverns, Geol. Mag., 98, 295, 1961.
- Rickards R. B., The graptolitic mudstone and associated facies in the Silurian strata of the Howgill Fells, Geol. Mag., 101, 435, 1964.
- Rust B. R., The stratigraphy and structure of the Whithorn Area of Wigtownshire, Scotland, Scott. J. Geol., 1, 101, 1965.
- Simpson A., The stratigraphy and tectonics of the Manx Slate Series, Isle of Man, Q. Jl geol. Soc. Lond., 119, 367, 1963.
- Wallace P., The sub-Mezozoic palaeogeology and palaeogeography of north eastern France and the Straits of Dover, Palaeogeog., Palaeoecol., Palaeoclim., 4, 241, 1968.
- Walmsley V. G., The geology of the Usk Inlier (Monmouthshire), Q. Jl geol. Soc. Lond., 114, 483, 1958.
- Walton E. K., Sedimentation and Structure in the Southern Uplands, In The British Caledonides, eds. M. R. W. Johnson, F. H. Stewart, Oliver and Boyd, Edinburgh and London, 1963.
- Whitaker J. H. Mcd., The geology of the area around Leintwardine, Herefordshire, Q. Jl geol. Soc. Lond., 118, 349, 1962.
- Whittard W. F., A geology of South Shropshire, Proc. Geol. Ass., 63, 143, 1952.
- Williams A., The Barr and Lower Ardmillan Series (Caradoc) of the Girvan district, south-west Ayrshire, with a description of the brachiopods, Mem. geol. Soc. Lond., № 3, 1962.
- Wood A., Smith A. J., The sedimentation and sedimentary history of the Aberystwyth Grits (Upper Llandoveryan), Q. Jl geol. Soc. Lond., 114, 163, 1958.
- Ziegler A. M., Silurian marine communities and their environmental significance, Nature, Lond., 207, 270, 1965.

## Глава 5

- Anderson T. B., The Evidence for the Southern Upland Fault in North-East Ireland, Geol. Mag., 102, 383, 1965.
- Barber A. J., The History of the Moine Thrust Zone, Lochcarron and Lochalsh, Scotland, Proc. Geol. Ass., 76, 215, 1965.
- Brown P. E., Miller J. A., Soper N. J., York D., Potassium-argon age pattern of the British Caledonides, Proc. Yorks. geol. Soc., 35, 103, 1965.
- Charlesworth J. K., Historical Geology of Ireland, Oliver and Boyd, Edinburgh and London, 1963.
- Craig G. Y., ed., The Geology of Scotland, Oliver and Boyd, Edinburgh and London, 1965.

- Johnson M. R. W., Harris A. L., Dalradian? Arenig relations in parts of the Highland Border, Scotland, and their significance in the chronology of the Dalradian orogeny, Scott. J. Geol., 3, 1, 1967.
- Johnson M. R. W., Stewart F. H., The British Caledonides, Oliver and Boyd, Edinburgh and London, 1963.
- Kennedy W. Q., The Great Glen Fault, Q. Jl geol. Soc. Lond., 102, 41, 1946.
- Mckerrrow W. S., The chronology of Caledonian folding in the British Isles, Proc. natn. Acad. Sci. U.S.A., 48, 1905, 1962.
- Moseley F., Joints and other structures in the Silurian rocks of the southern Shap Fells, Westmorland, Geol. J., 6, 79, 1968.
- Read H. H., Aspects of Caledonian magmatism in Britain, Lpool Manchr geol. J., 2, 653, 1961.
- Shackleton R. M., The structural evolution of North Wales, Lpool Manchr geol. J., 1, 261, 1953.
- Simpson A., The Caledonian history of the north-eastern Irish Sea region and its relation to surrounding areas, Scott. J. Geol., 4, 135, 1968.
- Tremlett W. E., Caledonian orogeny of the Central Irish Sea Region, Nature, Lond., 207, 154, 1965.

## Глава 6

- Allen J. R. L., Cornstone, Geol. Mag., 97, 43, 1960.
- Allen J. R. L., The Petrology, origin and deposition of the highest Lower Old Red Sandstone of Shropshire, England, J. sedim. Petrol., 32, 657, 1962.
- Allen J. R. L., Depositional Features of Dittonian Rocks: Pembrokeshire compared with the Welsh Borderland, Geol. Mag., 100, 385, 1963.
- Allen J. R. L., The sedimentation and Palaeogeography of the Old Red Sandstone of Anglesey, North Wales, Proc. Yorks. geol. Soc., 35, 139, 1965.
- Allen J. R. L., Tarlo L. B., The Downtonian and Dittonian Facies of the Welsh Borderland, Geol. Mag., 100, 129, 1963.
- Ball H. W., The Silurian and Devonian Rocks of Turner's Hill and Gornal, South Staffordshire, Proc. Geol. Ass., 62, 225, 1951.
- Ball H. W., Dineley D. L., Notes on the Old Red Sandstone of the Clee Hills, Proc. Geol. Ass., 63, 207, 1952.
- Barton R. M., Geology of Cornwall, Barton Ltd., Truro, 1964.
- Capewell J. G., The stratigraphy and sedimentation of the Old Red Sandstone of the Comeragh Mountains and adjacent areas, Co. Waterford, Ireland, Q. Jl geol. Soc. Lond., 112, 393, 1957.
- Dewey H., British Regional Geology, South-west England, H.M.S.O., London, 1961.
- Dineley D. L., The Devonian System in South Devon, Field Studies, 1, 121, 1961.
- Erben H. K., Facies Development in the marine Devonian of the Old World, Proc. Ussher Soc., 1, 92, 1964.
- Friend P. F., House M. R., Devonian Period, Phanerozoic time scale, Geol. Soc. Lond., 120S, 223, 1964.
- Gallois R. W., British Regional Geology, The Wealden District, H.M.S.O., London, 1965.
- Holland C. H., The Siluro-Devonian Boundary, Geol. Mag., 102, 213, 1965.
- House M. R., Devonian ammonoid successions and facies in Devon and Cornwall, Q. Jl geol. Soc. Lond., 119, 1, 1963.
- House M. R., Selwood E. B., Palaeozoic palaeontology in Devon and Cornwall, Present Views on Some Aspects of the Geology of Cornwall and Devon, 150th Anniversary of Roy. geol. Soc. Corn., 45, 1964.
- Lambert J. L. M., A Reinterpretation of the Breccias in the Meneage crush zone of the Lizard Boundary, South-west England, Q. Jl geol. Soc. Lond., 121, 339, 1965.
- Middleton G. V., Spilitic Rocks in South-east Devonshire, Geol. Mag., 97, 192, 1960.
- Rayner D. H., The Achanarras Limestone of the Middle Old Red Sandstone, Caithness, Scotland, Proc. Yorks. geol. Soc., 34, 147, 1963.
- Selwood E. B., The Upper Devonian and Lower Carboniferous Stratigraphy of Boscawen and Tintagel, Cornwall, Geol. Mag., 98, 161, 1961.
- Simpson S., Lexique Stratigraphique International, 3a Angleterre, Pay de Galles, Écosse, Devonian, 1959.
- Tarlo L. B., Siluro-Devonian Boundary, Geol. Mag., 102, 349, 1965.
- Webby B. D., The Middle Devonian Marine Transgression in North Devon and West Somerset, Geol. Mag., 102, 478, 1965.

## Глава 7

- Bisson G., Lamb R. K., Calver M. A., Boreholes in the concealed Kent Coalfield, Bull. geol. Surv. Gt Br., 26, 99, 1967.
- Black W. W., The Structure of the Burnsall-Craoe district and its bearing on the origin of the Craoe Knoll-Reefs, Proc. Yorks. geol. Soc., 31, 391, 1958.

- Craig G. Y., Nairn A. E. M., The Lower-Carboniferous Outliers of the Colvend and Herrick Shores, Kirkcudbrightshire, *Geol. Mag.*, 93, 249, 1956.
- Dearman W. R., The Structure of the Culm Measures at Meldon, near Okehampton, North Devon, *Q. Jl geol. Soc. Lond.*, 115, 65, 1959.
- Delèpine G., Studies of the Devonian and Carboniferous of Western Europe and North Africa, *Roc. Geol. Ass.*, 62, 140, 1951.
- Dunham K. C., Lower Carboniferous Sedimentation in the Northern Pennines (England), *Rep. Int. geol. Congress.*, 18th Sess., Pt IV, 46, 1948.
- Eden R. A., Orme G. R., Mitchell M., Shirley J., A study of part of the margin of the Carboniferous Limestone «massif» in the Pindale area of Derbyshire, *Bull. Geol. Surv. Gt Br.*, 21, 73, 1964.
- George T. N., Tournaisian Facies in Britain, *Rep. Int. geol. Congress.*, 18th Sess., Pt X, 34, 1948.
- George T. N., British Carboniferous Stratigraphy, *Sci. Progr. Lond.*, 43, 87, 1955a.
- George T. N., Carboniferous Main Limestone of the East Crop in South Wales, *Q. Jl geol. Soc. Lond.*, 111, 309, 1955b.
- George T. N., The Namurian Usk Anticline, *Proc. Geol. Ass.*, 66, 297, 1956.
- George T. N., Limestones and Dolomites, *Sci. Progr.*, Lond., 45, 95, 1957.
- George T. N., Lower Carboniferous Palaeogeography of the British Isles, *Proc. Yorks. geol. Soc.*, 31, 227, 1958.
- George T. N., Oswald D. H., The Carboniferous rocks of the Donegal Syncline, *Q. Jl geol. Soc. Lond.*, 113, 137, 1957.
- Gill W. D., Kuenen P. H., Sand volcanoes on slumps in the Carboniferous of County Clare, Ireland, *Q. Jl geol. Soc. Lond.*, 113, 441, 1957.
- Hodson F., Lewarne G. C., A mid-Carboniferous (Namurian) Basin in parts of the Counties of Limerick and Clare, Ireland, *Q. Jl geol. Soc. Lond.*, 117, 30, 1961.
- Hudson R. G. S., The goniatite zones of the Namurian, *Geol. Mag.*, 82, 1, 1945.
- Hull J. H., The Namurian stages of north-eastern England, *Proc. Yorks. geol. Soc.*, 36, 297, 1968.
- Johnson G. A. L., Hodge B. L., Fairbairn R. A., The Base of the Namurian and of the Millstone Grit in north-eastern England, *Proc. Yorks. geol. Soc.*, 33, 341, 1962.
- Jones D. G., Owen T. R., The age and relationships of the Cornbrook Sandstone, *Geol. Mag.*, 98, 285, 1961.
- Kent P. E., The Structure of the Concealed Carboniferous Rocks of North-Eastern England, *Proc. Yorks. geol. Soc.*, 35, 323, 1966.
- Leitch D., Owen T. R., Jones D. G., The basal Coal Measures of the South Wales Coalfield from Llandybie to Brynmavr, *Q. Jl geol. Soc. Lond.*, 113, 461, 1958.
- Moore D., The Yoredale series of Upper Wensleydale and adjacent parts of north-west Yorkshire, *Proc. Yorks. geol. Soc.*, 31, 91, 1957.
- Moseley F., The Namurian of the Lancaster Fells, *Q. Jl geol. Soc. Lond.*, 109, 423, 1954.
- Mykura W., The Upper Carboniferous rocks of south-west Ayrshire, *Bull. geol. Surv. Gt Br.*, 26, 23, 1967.
- Neves R., Read W. A., Wilson R. B., Notes on recent spore and goniatite evidence from the Passage Group of the Scottish Upper Carboniferous succession, *Scott. J. Geol.*, 1, 185, 1965.
- Owen T. R., The Tectonic framework of Carboniferous sedimentation in South Wales, *Devs Sediment.*, 1, 301, 1964.
- Owen T. R., Jones D. G., On the presence of the Upper Dibunophyllum Zone (D<sub>3</sub>) near Glynneath, S. Wales, *Geol. Mag.*, 92, 457, 1955.
- Owen T. R., Jones D. G., The nature of the Millstone Grit-Carboniferous Limestone junction of a part of the North Crop of the S. Wales Coalfield, *Proc. Geol. Ass.*, 72, 239, 1961.
- Prentice J. E., Dinantian, Namurian and Westphalian rocks of the district south-west of Barnstaple, North Devon, *Q. Jl geol. Soc. Lond.*, 115, 261, 1959.
- Prentice J. E., The Stratigraphy of the Upper Carboniferous rocks of the Bideford region, North Devon, *Q. Jl geol. Soc. Lond.*, 116, 397, 1960.
- Reading H. G., A review of the factors affecting the sedimentation of the Millstone Grit (Namurian) in the Central Pennines, *Devs Sediment.*, 1, 340, 1964.
- Reading H. G., Recent finds in the Upper Carboniferous of Southwest England and their significance, *Nature, Lond.*, 208, 745, 1965.
- Rowell A. J., Scanlon J. E., The Namurian of the north-west quarter of the Askrigg Block, *Proc. Yorks. geol. Soc.*, 31, 1, 1957a.
- Rowell A. J., Scanlon J. E., The Relation between the Yoredale Series and the Millstone Grit on the Askrigg Block, *Proc. Yorks. geol. Soc.*, 31, 79, 1957b.
- Shirley J., The Carboniferous Limestone of the Monyash-Wirksworth area, Derbyshire, *Q. Jl geol. Soc. Lond.*, 114, 411, 1958.
- Simpson S., Culm Stratigraphy and the Age of the Main Orogenic Phase in Devon and Cornwall, *Geol. Mag.*, 96, 201, 1959.

- Stubblefield C. J., Trotter F. M., Divisions of the Coal Measures on Geological maps of England and Wales, *Bull. geol. Surv. Gt. Br.*, 13, 1, 1957.
- Sullivan H. J., Miospores from the Drybrook Sandstone and associated measures in the Forest of Dean Basin, Gloucestershire, *Palaeontology*, 7, 351, 1964.
- Trotter F. M., Sedimentation of the Namurian of North-west England and adjoining areas, *Lpool Manchr geol. J.*, 1, 77, 1951.
- Trueman A. E., The Coalfields of Great Britain, Edward Arnold, London, 1954.
- Turner J. S., The Lower Carboniferous Rocks of Ireland, *Lpool Manchr geol. J.*, 1, 113, 1951.
- Westoll T. S., Robson D. A., Green R., A Guide to the Geology of the District around Alnwick, Northumberland, *Proc. Yorks. geol. Soc.*, 30, 61, 1955.
- Wilson A. A., The Carboniferous Rocks of Coverdale and Adjacent Valleys in the Yorkshire Pennines, *Proc. Yorks. geol. Soc.*, 32, 285, 1960a.
- Wilson A. A., The Millstone Grit Series of Colsterdale and Neighbourhood, Yorkshire, *Proc. Yorks. geol. Soc.*, 32, 429, 1960b.
- Woodland A. E. et al., Classification of the Coal Measures, *Bull. geol. Surv. Gt. Br.*, 13, 6, 1957.

## Глава 8

- Coe K., ed., Some Aspects of the Variscan Fold Belt, 9th Inter-Univ. Cong., Manchester Univ. Press, Manchester, 1962.
- Dearman W. R., The Structure of the Culm Measures at Meldon, Nr. Okehampton, N. Devon, *Q. Jl geol. Soc. Lond.*, 115, 65, 1959.
- Dearman W. R., Wrench Faulting in Cornwall and Devon, *Proc. Geol. Ass.*, 74, 265, 1963.
- Dunham K. C., Dunham A. C., Hodge B. L., Johnstone G. A. L., Granite beneath Viséan sediments with mineralization at Rookhope, *Q. Jl geol. Soc. Lond.*, 121, 283, 1965.
- Fitch F. J., Miller J. A., The age of the Whin Sill, *Geol. J.*, 5, 233, 1967.
- Fyson W. K., Tectonic Structures in the Devonian Rocks near Plymouth, Devon, *Geol. Mag.*, 99, 208, 1962.
- George T. N., Tectonics and Palaeogeography in Southern England, *Sci. Progr.*, Lond., 50, 192, 1962.
- George T. N., Tectonics and Palaeogeography in Northern England, *Sci. Progr.*, Lond., 51, 32, 1963.
- Hendriks E. M. L., A Summary of Present Views on the Structure of Cornwall and Devon, *Geol. Mag.*, 96, 253, 1959.
- Jenkins T. B. H., The Sequence and Correlation of the Coal Measures of Pembrokeshire, *Q. Jl geol. Soc. Lond.*, 118, 65, 1962.
- Kennedy W. Q., The Tectonic Evolution of the Midland Valley of Scotland, *Trans. geol. Soc. Glasg.*, 23, 106, 1958.
- Kent P. E., The Structure of the concealed Carboniferous rocks of NE. England, *Proc. Yorks. geol. Soc.*, 35, 323, 1966.
- Moseley F., Ahmed S. M., Carboniferous joints in the north of England and their relation to earlier and later structures, *Proc. Yorks. geol. Soc.*, 36, 61, 1967.
- Simpson S., Culm Stratigraphy and the age of the Main Orogenic Phase in Devon and Cornwall, *Geol. Mag.*, 96, 201, 1959.
- Walmisley V. G., The Geology of the Usk Inlier, *Q. Jl geol. Soc. Lond.*, 114, 483, 1958.

## Глава 9

- Burgess I. C., The Permo-Triassic Rocks around Kirkby Stephen, Westmorland, *Proc. Yorks. geol. Soc.*, 35, 91, 1965.
- Curry D. et al., Geology of the Western Approaches of the English Channel, I: Chalky Rocks..., *Phil. Trans. R. Soc. B*, 245, 267, 1962.
- Davies J., Two Derived Fossils from the Bunter Pebble Beds of Little Hilbre Island, Cheshire, *Lpool Manchr geol. J.*, 2, 626, 1961.
- Day A. A., The Pre-Tertiary Geology of the Western Approaches to the English Channel, *Geol. Mag.*, 95, 137, 1958.
- Edwards W., The Concealed Coalfield of Yorkshire and Nottinghamshire, 3rd ed., *Mem. Geol. Surv. Gt. Brit.*, 1951.
- Fowler A., The Permian Rocks of Grange, Co. Tyrone, *Bull. geol. Surv. Gt. Br.*, 8, 44, 1955.
- Hollingworth S. E., The Correlation of Gypsum-Anhydrite deposits and the Associated Strata in the North of England, *Proc. Geol. Ass.*, 53, 141, 1942.
- Hutchins P. F., The Lower New Red Sandstone of the Crediton Valley, *Geol. Mag.*, 100, 107, 1963.

- King W. R. B., The Geological History of the English Channel, Q. Jl geol. Soc. Lond., **110**, 77, 1954.
- Laming D. J. C., Age of the New Red Sandstone in South Devonshire, Nature, Lond., **207**, 624, 1965.
- Meyer H. G. A., Stratigraphy of the Permian Evaporites, HW. England, Proc. Yorks. geol. Soc., **35**, 71, 1965.
- Mykura W., The Age of the Lower Part of the New Red Sandstone of SW. Scotland, Scott. J. Geol., **1**, 9, 1965.
- Shotton F. W., Some aspects of the New Red Desert in Britain, Lpool Manch. geol. J., **1**, 450, 1956.
- Smith D. B., Observations on the Magnesian Limestone Reefs of North-Eastern Durham, Bull. geol. Surv. Gt. Br., **15**, 71, 1958.
- Smith D. B., The Permian period, Phanerozoic Time Scale, Geol. Soc. Lond., **120S**, 211, 1964.
- Stewart F. H., Permian Evaporites and Associated Rocks in Texas and New Mexico compared with those of Northern England, Proc. Yorks. geol. Soc., **29**, 185, 1953.
- Stewart F. H., The Permian Lower Evaporites of Fordon in Yorkshire, Proc. Yorks. geol. Soc., **34**, 1, 1963a.
- Stewart F. H., Data of Geochemistry, Chapter Y. Marine Evaporites, U. S. Geol. Surv. Prof. Papers, **440-Y**, 1, 1963b.
- Stonley H. M. M., The Upper Permian Flora of England, Bull. Br. Mus. nat. Hist., **3**, 289, 1958.
- Wagner R. H., On the presence of probable Upper Stephanian Beds in Ayrshire, Scott. J. Geol., **2**, 122, 1966.
- Wills L. J., Concealed Coalfields, Blackie, London, 1956.

## Глава 10

- Cummins W. A., Some Sedimentary Structures from the Lower Keuper Sandstones, Lpool Manch. geol. J., **2**, 37, 1958.
- Elliot G. F., The Conditions of Formation of the Lower Rhaetic at Blue Anchor, Somerset, and of the Western European Rhaetic generally, Proc. geol. Soc. Lond., 1494, xxxii, 1953.
- Elliot R. E., The Stratigraphy of the Keuper Series in Southern Notts, Proc. Yorks. geol. Soc., **33**, 197, 1961.
- Fitch F. J., Miller J. A., Thompson D. B., The palaeogeographic significance of isotopic age determinations on detrital micas from the Triassic of the Stockport-Macclesfield District, Cheshire, England, Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol., **2**, 525, 1966.
- Francis E. H., Rhaetic of Bridgend District, Glamorgan, Proc. Geol. Ass., **70**, 158, 1959.
- Garrett P. A., Nomenclature of the Keuper, Nature, Lond., **187**, 868, 1960.
- Hallam A., The White Lias of the Devon Coast, Proc. Geol. Ass., **71**, 47, 1960.
- Kent P. E., Outline geology of the southern North Sea Basin, Proc. Yorks. geol. Soc., **36**, 1, 1967.
- Klein G. de V., Sedimentary structures in the Keuper Marl (Upper Triassic), Geol. Mag., **99**, 437, 1962.
- Raymond L. R., Rhaetic Beds and Tea Green Marl of North Yorkshire, Proc. Yorks. geol. Soc., **30**, 5, 1955.
- Rose G. N., Kent P. E., A *Lingula* bed in the Keuper of Nottinghamshire, Geol. Mag., **92**, 476, 1955.
- Shotton F. W., Lower Bunter Sandstones of N. Worcs. and E. Shropshire, Geol. Mag., **74**, 534, 1937.
- Shotton F. W., Underground Water Supply of Midland Breweries, J. Inst. Brew., **58**, 449, 1952.
- Smith W. C., Description of the igneous rocks represented among pebbles from the Bunter Pebble Beds of the Midlands of England, Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Mineralogy), **2**, 1, 1963.
- Wills L. J., Concealed Coalfields, Blackie, London, 1956.

## Глава 11

- Ager D. V., The Geographical Distribution of Brachiopods in the British Middle Lias, Q. Jl geol. Soc. Lond., **112**, 157, 1956.
- Arkell W. J., The Jurassic System in Great Britain, Oxford Univ. Press, London, 1933.
- Arkell W. S., Donovan D. T., The Fuller's Earth of the Cotswolds and its relation to the Great Oolite, Q. Jl geol. Soc. Lond., **107**, 227, 1952.
- Bate R. H., The Yons Nab Beds of the Middle Jurassic of the Yorkshire Coast, Proc. Yorks. geol. Soc., **32**, 153, 1959.

- Bate R. H., Stratigraphy and palaeogeography of the Yorkshire Oolites and their relationship with the Lincolnshire Limestone, Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Geology), **14**, 111, 1967.
- Bitterli P., Aspects of the genesis of Bituminous rock sequences, Geologie Mijnb., **42**, 183, 1963.
- Brown P. R., Algal limestone and associated sediments in the Basal Purbeck of Dorset, Geol. Mag., **100**, 565, 1963.
- Crowell J. C., Depositional structures from Jurassic Boulder Beds, East Sutherland, Trans. Edinb. geol. Soc., **18**, 202, 1961.
- Dean W. T., Donovan D. T., Howarth M. K., The Liassic Ammonite Zones and Subzones of the North-west European Province, Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Geology), **4**, 437, 1961.
- Donovan D. T., The zonal stratigraphy of the Blue Lias around Keynsham, Somerset, Proc. Geol. Ass., **66**, 182, 1956.
- Hallam A., Stratigraphy of the Broadford Beds of Skye, Raasay and Applecross, Proc. Yorks. geol. Soc., **32**, 165, 1959.
- Hallam A., A Sedimentary and faunal Study of the Blue Lias of Dorset and Glamorgan, Phil. Trans. R. Soc. B., **243**, 1, 1960.
- Hallam A., Cyclothems, Transgressions and Faunal Changes in the Lias of North-west Europe, Trans. Edinb. geol. Soc., **18**, 124, 1961.
- Hallam A., Eustatic Control of Major Cyclic Changes in Jurassic Sedimentation, Geol. Mag., **100**, 444, 1963.
- Hallam A., Liassic Sedimentary Cycles in Western Europe and their relationships to changes in sea-level, Devs. Sediment., **1**, 157, 1964.
- Hallam A., Depositional environment of British Liassic Ironstones considered in the context of their facies relationships, Nature, Lond., **209**, 1306, 1966.
- Howarth M. K., The Domerian of the Yorkshire Coast, Proc. Yorks. geol. Soc., **30**, 147, 1955.
- Howarth M. K., The Middle Lias of the Dorset Coast, Q. Jl geol. Soc. Lond., **113**, 185, 1957.
- Howarth M. K., The Jet Rock Series and the Alum Shale of the Yorkshire Coast, Proc. Yorks. geol. Soc., **33**, 381, 1962.
- Howarth M. K., The Jurassic period Phanerozoic Time Scale, Geol. Soc. Lond., **120 S**, 203, 1964.
- Howitt F., Stratigraphy and structure of the Purbeck inliers of Sussex, Q. Jl geol. Soc. Lond., **120**, 77, 1964.
- Hudson J. D., The Stratigraphy of the Great Estuarine Series (Middle Jurassic) of the Inner Hebrides, Trans. Edinb. geol. Soc., **19**, 139, 1962.
- Hudson J. D., The Recognition of Salinity-controlled Mollusc assemblages in the Great Estuarine Series (Middle Jurassic) of the Inner Hebrides, Palaeontology, **6**, 318, 1963.
- Hudson J. D., The petrology of the Sandstones of the Great Estuarine Series and the Jurassic Palaeogeography of Scotland, Proc. Geol. Ass., **75**, 499, 1964.
- Kent P. E., The Market Weighton Structure, Proc. Yorks. Geol. Soc., **30**, 197, 1955.
- Lloyd A. S., The Luxembourg Colloquium and the Revision of the Stages of the Jurassic System, Geol. Mag., **101**, 249, 1964.
- Martin A. J., Bathonian sedimentation in Southern England, Proc. Geol. Ass., **78**, 473, 1967.
- Mckerrrow W. S., Variation in the Terebratulacea of the Fuller's Earth Rock, Q. Jl geol. Soc. Lond., **109**, 97, 1953.
- Morton N., The Stratigraphy of the Bearerraig Sandstone Series of Skye and Raasay, Scott. J. Geol., **1**, 189, 1965.
- Morton N., Hudson J. D., The Stratigraphical Nomenclature of the Lower and Middle Jurassic Rocks of the Hebrides, Geol. Mag., **101**, 531, 1964.
- Smithson F., The Middle Jurassic Rocks of Yorkshire: a petrological and palaeogeographical study, Q. Jl geol. Soc. Lond., **98**, 27, 1942.
- Torrens H. S., The Great Oolite Limestone of the Midlands, Trans. Leics. Lit. Phil. Soc., **61**, 65, 1967.
- West I. M., Evaporite Diagenesis in the Lower Purbeck Beds of Dorset, Proc. Yorks. geol. Soc., **34**, 315, 1964.
- Wilson V., Mesozoic East of the Trent, Ch. 7, in Guide to the Geology of the East Midlands, ed. C. E. Marshall, Nott'm, Univ. Press, Nottingham, 1948.
- Wobber F. J., A study of the depositional area of the Glamorgan Lias, Proc. Geol. Ass., **77**, 127, 1966.



## Глава 12

- Allen P., Geology of Geography of the London-North Sea Uplands in Wealden Times, *Geol. Mag.*, **91**, 498, 1954.
- Allen P., The Wealden Environment: Anglo-Paris Basin, *Thil. Prans. R. Soc. B*, **242**, 283, 1959.
- Allen P., Origin of the Hastings Facies in North-western Europe, *Proc. Geol. Ass.*, **78**, 27, 1967.
- Anderson F. W., Correlation of the Upper Purbeck Beds of England with the German Wealden, *Geol. J.*, **1**, 21, 1962.
- De Boer G., Neale J. W., Penny L. F., A guide to the geology of the area between Market Weighton and the Humber, *Proc. Yorks. geol. Soc.*, **31**, 157, 1958.
- Casey R., The Stratigraphical Palaeontology of the Lower Greensand, *Palaeontology*, **3**, 487, 1961.
- Casey R., The dawn of the Cretaceous Period in Britain, *Bull. S. East., Un. scient. Socs.*, **117**, 1, 1963.
- Casey R., The Cretaceous Period, Phanerozoic Time Scale, *Geol. Soc. London*, **120S**, 193, 1964.
- Casey R., Bristow C. R., Notes on some ferruginous strata in Buckinghamshire and Wiltshire, *Geol. Mag.*, **101**, 116, 1964.
- Hancock J. M., The Cretaceous System in Northern Ireland, *Q. Jl geol. Soc.*, **117**, 11, 1961.
- Hancock J. M. et al., The Gault of the Weald: a symposium, *Proc. Geol. Ass.*, **76**, 243, 1965.
- Hawkes L., The Erratics of the English Chalk, *Proc. Geol. Ass.*, **62**, 257, 1951.
- Hughes N. F., Palaeontological Evidence for the Age of the English Wealden, *Geol. Mag.*, **95**, 41, 1958.
- Humphries D. W., The stratigraphy of the Lower Greensand of the south-west Weald, *Proc. Geol. Ass.*, **75**, 39, 1964.
- Kaye P., Observations on the Speeton Clay (Lower Cretaceous), *Geol. Mag.*, **101**, 340, 1964.
- Kaye P., Lower Cretaceous Palaeogeography of North-west Europe, *Geol. Mag.*, **103**, 257, 1966.
- Kirkaldy J. F., The Wealden and Marine Lower Cretaceous Beds of England, *Proc. Geol. Ass.*, **74**, 127, 1963.
- Macdougall J. D. S., Prentice J. E., Sedimentary environments of the Weald Clay of south-eastern England, *Devs. Sediment.*, **1**, 257, 1964.
- Neale J. W., The subdivision of the Upper D beds of the Speeton Clay of Speeton, E. Yorkshire, *Geol. Mag.*, **97**, 353, 1960.
- Neale J. W., Sarjeant W. A. S., Microplankton from the Speeton Clay of Yorkshire, *Geol. Mag.*, **99**, 439, 1962.
- Neale J. W., Biofacies and lithofacies of the Speeton Clay D Beds, E. Yorkshire, *Proc. Yorks. geol. Soc.*, **36**, 309, 1968.
- Owen E. G., Thurrell R. G., British Neocomian rhynchonelloid brachiopods, *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Geology)*, **16**, 101, 1968.
- Smith W. E., The Cenomanian Limestone of the Beer District, Devon, *Proc. Geol. Ass.*, **68**, 115; *Proc. Geol. Ass.*, **72**, 91, 1961.
- Taylor J. H., Sedimentary features of an ancient deltaic complex; the Wealden rocks of south-eastern England, *Sedimentology*, **2**, 2, 1963.
- Tresise G. R., Aspects of the Lithology of the Wessex Upper Greensand, *Proc. Geol. Ass.*, **71**, 316, 1960.
- Walsh P. T., Cretaceous outliers in south-west Ireland and their implications for Cretaceous palaeogeography, *Q. Jl geol. Soc. Lond.*, **122**, 63, 1966.

## Глава 13

- Baden-Powell D. F. W., On the nature of the Coralline Crag, *Geol. Mag.*, **97**, 123, 1960.
- Butcher N. E., Age of the Alpine Folds of Southern England, *Geol. Mag.*, **100**, 468, 1963.
- Charlesworth J. K. et al., The Geology of North-east Ireland, *Proc. Geol. Ass.*, **70**, 429, 1960.
- Curry D., The Palaeogene Beds of South-east England, *Proc. Geol. Ass.*, **76**, 151, 1965.
- Davies A. G., Elliott G. F., The palaeogeography of the London Clay Sea, *Proc. Geol. Ass.*, **68**, 255, 1958.
- George T. N., Landforms and structure in Ulster, *Scott. J. geol.*, **3**, 413, 1967.
- Hester S. W., Stratigraphy and Palaeontology of the Woolwich and Reading Beds, *Bull. geol. Surv. Gt. Br.*, **23**, 117, 1965.

- House M. R., The Structure of the Weymouth Anticline, *Proc. Geol. Ass.*, **72**, 221, 1961.
- Mitchell G. F., The St. Erth Beds, an alternative Explanation, *Proc. Geol. Ass.*, **76**, 345, 1965.
- Phillips W. J., The Structures in the Jurassic and Cretaceous Rocks on the Dorset Coast Between White Nothe and Mupe Bay, *Proc. Geol. Ass.*, **75**, 373, 1964.
- West I. M., Age of the Alpine Folds of Southern England, *Geol. Mag.*, **101**, 190, 1964.
- Woodriddle S. W., The Structural Evolution of the London Basin, *Proc. Geol. Ass.*, **37**, 162, 1926.
- Woodriddle S. W., Linton D. L., Some episodes in the structural evolution of SE. England..., *Proc. Geol. Ass.*, **49**, 264, 1938.

## Глава 14

- Boulton G. S., Worsley P., Late Weichselian Glaciation in the Cheshire-Shropshire Basin, *Nature, Lond.*, **207**, 704, 1965.
- Catt J. A., Penny L. F., The Pleistocene deposits of Holderness, E. Yorks, *Proc. Yorks. geol. Soc.*, **35**, 375, 1966.
- Charlesworth J. K., The Quaternary Era, Edward Arnold, London, 1957.
- Cooper G. R., The Response of the British Insect fauna to late Quaternary climatic oscillations, *Proc. XII Int. Congr. Ent.*, London, 1964.
- Cooper G. R., Sands C. H. S., Insect faunas of the last glaciation from the Time Valley, Warwickshire, *Proc. R. Soc.*, **B**, **165**, 389, 1966.
- Cooper G. R., Shotton F. W., Strachan I., *Phil. Trans. R. Soc. B.*, **244**, 379, 1961.
- Flint R. F., *Glacial and Pleistocene Geology*, Wiley, New York and Chichester, 1957.
- Godwin H., *History of the British Flora*, Univ. Press, Cambridge, 1956.
- King C. A. M., Wheeler P. T., The Raised Beaches of the north coast of Sutherland, Scotland, *Geol. Mag.*, **100**, 299, 1965.
- Penny L. F., A review of the Last Glaciation in Great Britain, *Proc. Yorks. geol. Soc.*, **34**, 387, 1964.
- Shotton F. W., The Pleistocene Deposits of the area between Coventry, Rugby and Leamington and their bearing upon the topographic development of the Midlands, *Phil. Trans. R. Soc. B*, **237**, 209, 1953.
- Shotton F. W., Large scale patterned ground in the valley of the Worcestershire Avon, *Geol. Mag.*, **97**, 404, 1960.
- Shotton F. W., The geological background to European Pleistocene entomology, *Proc. XII Int. Congr., Ent.*, London, 1964.
- Shotton R. W., Normal Faulting in the British Pleistocene, *Q. Jl geol. Soc. Lond.*, **121**, 419, 1965.
- Shotton R. W., Strachan I., An investigation of a Peat Moor at Rodbaston, Penkridge, Staffs, *Q. Jl geol. Soc. Lond.*, **115**, 1, 1959.
- Simpson I. M., West R. G., On the stratigraphy and palaeobotany of a Late Pleistocene organic deposit at Chelford, Cheshire, *New Phytol.*, **57**, 239, 1958.
- Sissons J. B., Glacial stages and radiocarbon dates in Scotland, *Scott. J. geol.*, **3**, 375, 1967.
- Synge F. M., Some problems concerned with the glacial succession in south-east Ireland, *Irish Geogr.*, **5**, 73, 1964.
- Synge F. M., Stephens N., The Quaternary Period in Ireland — an assessment, 1960, *Irish Geogr.*, **4**, 122, 1960.
- Tomlinson M. E., The Pleistocene Chronology of the Midlands, *Proc. Geol. Ass.*, **74**, 187, 1963.
- West R. G., The Ice Age, *Advmt Sci.*, **16**, 428, 1960.
- West R. G., Problems of the British Quaternary, *Proc. Geol. Ass.*, **74**, 147, 1963.
- West R. G., Donner J. J., The Glaciations of East Anglia and the East Midlands — a differentiation based on stone-orientation of the tills, *Q. Jl geol. Soc. Lond.*, **112**, 69, 1956.

## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Ааленский ярус 225, 227  
 Абботсбери, железная руда 244  
 Абботшемские глинистые сланцы 144, 145  
 Абдонская серия 125  
 Абер-Гирх, филлиты 28  
 Аберистуит, гравелиты 73  
 Аберфойльская антиклиналь 100  
 — синформа 100  
 Аберфойльские сланцы 23  
 Айлей, известняк 21, 23  
 Айлейская антиформа 100  
 Аймистри, известняки 76, 77, 79  
 Акадийская фаза 111  
 Аквитанский бассейн 276  
 Актоновый горизонт 60  
 Актон-Скот, слои 60  
 Алвес, слои 133  
 Алсуотерская антиклиналь 107  
 Альбский ярус 260  
 Амманская серия 186  
 Амтхилл, глины 241, 244, 256, 259  
 Англо-Парижская впадина 266, 276  
 Англо-Уэльская зона 127  
 Андер, песчаник 246  
 Андер-Пикинг-Кэп, песчаник 246  
 Антримское базальтовое плато 262  
 Аппин, покров 20, 101  
 Аппинские доломиты 21  
 — кварциты 21  
 — филлиты 21  
 Апплкросс, группа 14, 16—18  
 Апплтуэйтские слои 62, 64  
 Арбиглендские слои 155  
 Арбутнотская группа 128  
 Арвонская вулканическая свита 29, 35, 110  
 Арвонские вулканические породы 112  
 Арговский ярус 241  
 Арденнская фаза 111  
 Арденнские известняки 158  
 Арденнский песчаник 218  
 Ардмиллан, серия 67—69  
 Ардниш, группа 19  
 Ардришейг-Крейгниш, филлиты 23  
 Ардские кварциты 21  
 — черные кристаллические сланцы 21  
 Ардуикская группа 184  
 Ардуэлл, формация 68, 69  
 Арениг, гравелиты 52  
 — слои 66, 68  
 Аренигский ярус 56, 62  
 Армориканская орогенция 187, 188  
 Армориканский пояс 133, 134  
 Арнисдейл, псаммиты 19  
 Арнсбергский ярус 163  
 Артинский ярус 199  
 Аруисг, группа 19  
 Аск, антиклиналь 164, 191  
 Аскригский блок 108, 150, 151, 197  
 Аспидные сланцы 104  
 Ассиат, серия 12, 96, 97  
 Ассинтская щелочная свита 92  
 Астурийская фаза 189, 198  
 Атерфилд, глины 254, 255  
 Аханалт, группа 19  
 Ахлская складка 101  
 Ачанаррас, слои 131  
 Ашгилльская серия 67  
 Ашгилльские глинистые сланцы 64, 65  
 Ашгилльский ярус 61, 62, 64—67, 81  
 Ашдаун, пески 251, 252  
 Ашовер, антиклиналь 194  
 Ашфеллский песчаник 152  
 Багшот, песчаники 269, 270  
 — слои 271  
 Бадли-Солтертон, галечниковый пласт 209, 210  
 Байосский ярус (Байос) 227, 239  
 Бала, группа 61, 62, 82, 88  
 — разлом 56  
 — свита 86, 87, 104  
 — серия 67—69, 71  
 Балклячи, аргиллиты 68, 69  
 Баллаганские слои 156  
 Баллапелские породы 101  
 Баллапелский покров 100  
 Баллапелское основание 21, 22, 99, 101, 112  
 Баллахулиш, аспидные сланцы 21  
 — известняк 21  
 — покров 20, 101  
 Балмакарский надвиг 94, 95  
 Балтийский щит 88, 114, 133  
 Банкхаусские известняки 154  
 Баннисдейл, сланцы 81, 107  
 Банф, кварциты 24  
 — разрез 24  
 «Бараны лбы» (sarsens) валуны 269  
 Баргейт, слои 255  
 Барнапоруаун, группа 23  
 Барр-Бикон, брекчия 214  
 Барр, известняки 77  
 — серия 67—69  
 Баррен, группа 70, 130  
 — плитняки 68, 70  
 Баррисдейл, псаммиты 19  
 Бартон, слои 267, 271  
 Бартонский ярус 267, 271  
 Бат, поднятие 191, 228  
 Батский ярус 227, 235, 236  
 Баханская антиклиналь 99  
 — антиформа 100, 102  
 Бейстон, группа 31, 32  
 Белемнитовые мергели 229  
 Белшейдский разлом 103  
 Белый лейас 220, 221, 228  
 Бельгийский бассейн 266  
 Бембридж, известняки 272  
 — слои 267, 272  
 Бенан, конгломераты 68, 69  
 Беннабеола, кварциты 23  
 Бен-вурохские граниты 99, 104  
 Бен-Игах, сланцы 23  
 Бенклифф, гравелиты 243  
 Бен-Леда, гравелиты 23, 26  
 Бен-ледийская антиформа 100, 101  
 Бен-луэрская синформа 100, 102  
 Бен-луиская складка 101  
 Бен-морский надвиг 95  
 Бердихаусский известняк 157  
 Бёрддиш, антиклиналь 229  
 Бёрдосвалд, известняки 153, 155  
 Беркхилл, глинистые сланцы 82, 83  
 Беркширские оолиты 243, 244  
 Бёррингтонские оолиты 142  
 Беруинская антиклиналь 109, 110  
 Беруэй, группа 31  
 Беттонский ярус 57  
 Бикмэнтаун, группа 51  
 Бикон-Хилл, слои 32  
 Биннейские кварциты 21  
 — кристаллические сланцы 21  
 Бинн-на-Симрейг, группа 19  
 Бирмингемский разлом 216  
 Биррейг, песчаники 239  
 Бирренсуолкская вулканическая группа 153  
 Бисдейл, группа 19  
 Блейр-Атолл, известняки 21, 23  
 Блекхит, слои 269  
 Блисуэрт, глины 238  
 Бли-Уайк, слои 232  
 Блэкбрук, серия 32  
 — слои 33  
 Блэкдаун, пески 259  
 Блэк-Вен, мергели 229, 230  
 Бови-Трейси, слои 284  
 Богхол, слои 133  
 Бодейда, аргиллиты 61  
 Бойн, известняки 23  
 Бойндай-Бей, группа 23  
 Бойндийская синклиналь 99, 102  
 — синформа 100  
 Бойнская зона 100  
 Бойнский оползень 101  
 Бойн-Хилл, терраса 290  
 Болландийская зона 147  
 Болтипатрик, гравелиты 27  
 Борроудейльская вулканическая свита 65, 285  
 — — серия 62, 63  
 Борроудейльские вулканические породы 107, 150  
 Боу, пласт 210  
 Боулендские глинистые сланцы 149, 152, 162, 163  
 Брадгейт, слои 32  
 Брадфорд, глины 236, 237  
 — пласт 236  
 Браймингтон, антиклиналь 195  
 Брандон-хиллские гравелиты 143  
 Братейские плитняки 81, 150  
 Браугилльские слои 81  
 Браунбер, взброс 205  
 — надвиг 195  
 Брей, серия 49  
 Брекшлем, слои 267, 271  
 Бреконский ярус 125  
 Бриджес, группа 31, 32  
 Бридпорт, песчаники 228, 230  
 Бринжвудская зона 76  
 Бриоверская группа 87  
 Бристоль, угольное месторождение 179  
 Бродфорд, слои 233  
 Брокен, слои 247, 248  
 Брокенхерст, слои 272  
 Брокхерст, сланцы 31  
 Бромсгров, группа 217  
 Бронсил, глинистые сланцы 46, 52  
 Брора, свита 245  
 — слои 245  
 — угольный пласт 240, 245  
 Броссей, плитняки 133  
 Брэнд, серия 32  
 Бубенхолл, глины 290  
 Букманневый гравелит 235  
 Бушли-Грин, терраса 290  
 Бьюкасл, антиклиналь 207  
 Валентский ярус 72  
 Варисская антиклинальная складка 228  
 — орогенция 187—199  
 Варисский орогенческий пояс 33  
 — складчатый пояс 189, 193  
 — тектогенез 195  
 Великое восточное оледенение 291  
 — оледенение Шотландского нагорья 290  
 Вельдские глины 251, 253, 255, 257  
 — сланцы 255  
 Венлокская серия 81  
 Венлокские глинистые сланцы 76  
 — известняки 76, 77  
 — отложения 76  
 Венлокский ярус 73, 76, 81—83  
 Вентнорская серия 31, 32  
 Верхнеландоверский ярус 89  
 Бови-Трейси, слои 284  
 Верхнелонгвиллский горизонт 60  
 Верхнепалеозойская эра 114—211  
 Верхний красный лежень 199  
 Верхняя угольная серия 180, 191, 205  
 Вестфальская угленосная свита 214  
 — — толща 215  
 Вестфальский ярус 137, 169, 172, 180, 181, 185, 207  
 Визейские известняки 149  
 — отложения 148  
 Визейский ярус 137, 140, 142, 155, 156, 158, 159  
 Визейское море 146, 149, 159  
 Внешний Брейфут, интрузия 197  
 Внутривеннигский разлом 205  
 Вобстер, угольное месторождение 191  
 Водяные камни (waterstones) 217, 218  
 Волжский ярус 247  
 Волокнистые известняки (beef) 230  
 Волсортские рифы 159, 160  
 Восточно-Мендипская (периклиальная) складка 80, 191  
 Вудбенкская серия 125, 126  
 Вуденд, известняки 154  
 Вудторп, формация 218  
 Вудхаус, слои 32  
 Вулвич, пласт 268, 269  
 — слои 267—269, 280  
 — фация 269  
 Вулдридж, терраса 290  
 Вулхонские известняки 76  
 Вустер, терраса 290  
 Гага, граувакки 86  
 — группа 82, 83  
 Гамлен, глинистые сланцы 42  
 Гарвовская группа 128  
 Гаррон-Пойнт, актинолитовые сланцы 23

Гарт, гравелиты 53  
 Гастингс, слои 250, 252  
 Гвиддел, слои 28  
 Герван, фации 69  
 Герцинская орогения 188  
 Геттангский ярус 227, 228, 233  
 Главный (Центральный) угольный бассейн Англии 177  
 Гленгарифф, гравелиты 134  
 Глен-Канисц, пояс смятия 11  
 — разломная зона 12  
 Гленкилл, серия 68  
 — серия 66, 67, 69  
 Гленколумбкилл, известняк 23  
 — пелиты 23  
 Глен-Коу, кварциты 21  
 Глен-коулский надвиг 92, 95  
 — покров 95  
 Глен-Таннер, группа 23  
 Глог, гравелиты 40  
 Глостер, угольное месторождение 177, 178  
 Глостершир, свита 243  
 — фация 228  
 Годжин, галечниковый слой 27  
 Годжин, кварциты 27  
 Гойт, мульда 195  
 Голубой лейас 229, 230  
 Грампаунд, слои 117  
 Грамскато, серия 117  
 — слои 118  
 Грассингтонский гравелит 163  
 Граувакки 38—39  
 Гре-де-Мей, песчаники 87, 126  
 Грейт-гленская система разломов 96, 97, 102, 103  
 Грейт-Скар, известняки 151, 152, 154  
 Грейт-Уин, интрузия 195, 196, 206  
 Гринклиффские слои 144, 145  
 Гринстед, глины 252  
 Грюейд, горизонт 47  
 Гуна, группа 28  
 — меланж 28  
 Гэмпширская впадина 266  
 Гэмпширский бассейн 266, 268—271, 277  
 Гэсуоркс, аргиллиты 74

Давид-Стон, известняк 122  
 Дадли, известняки 77  
 Дайабейг, группа 13, 14, 16  
 — прогиб 17  
 — серия 14  
 Дайнас, сдвиг 191  
 Дальредская серия 20—27, 86, 112  
 Дан, известняки 154  
 Даннетские песчаники 131, 133  
 Давноотарская группа 128  
 Дарем, известняки 202  
 Даремский разрез 202  
 Даремское угольное месторождение, 185, 199  
 Дармутские сланцы 116—118  
 Дарнфорд, конгломераты 31  
 Датч-Джин, сланцы 30, 35  
 Даун-Клифф, пески 230  
 Даунтон-Касл, песчаники 80  
 Даунтонская серия 125  
 Даунтонские отложения 80, 81  
 Даунтонский ярус 125  
 Дафтонские глинистые сланцы 64  
 Девонская система 114—136

Девонские отложения 148  
 Девонское море 144  
 Дегануи, аргиллиты 61  
 Дейлли, группа 83  
 Делабол, сланцы 120  
 Децби, гравелиты 77  
 Денбийское угольное месторождение 146  
 Денбишир, гравелиты 76  
 Дент-Лайн, зона дислокаций 195, 205  
 Дентский разлом 150  
 Дербиширский купол 149, 161, 164, 194, 195  
 Дернесс, группа 51  
 — известняки 37, 47, 48  
 Деррихассенский оползень 101  
 Дерфель, известняки 59  
 Джедраский ярус 280  
 Дженни-Старт, известняк 122  
 Джилмертонские известняки 158  
 Джиппинг, оледенение 285  
 — тилль 290, 291  
 Джиффин, глинистые сланцы 72  
 Джон-О'Груутс, песчаники 131, 132  
 Джонстон, диориты 30  
 Дзью, известняки 154  
 Динантские отложения 148  
 Динанский бассейн 140, 141, 160, 162  
 Дингл, слои 134  
 Дисайд, известняки 23  
 Дистинкхорн, граниты 105  
 Диттонская серия 125  
 Диттонский ярус 125  
 Доггер 230  
 Додман, филлиты 188  
 Докембрий 7—35  
 Докра, известняки 158  
 Долгелли, слои 43  
 Долуйделанская синклиналь 110  
 Долуэн, гравелиты 40  
 Донегол, синклиналь 161  
 Донецкий угольный бассейн 170  
 Дорсет, пояс 233  
 Драйбрукские песчаники 142, 143, 177  
 Драйденские известняки 158  
 Драммок, слои 68, 70  
 Древний красный песчаник 114, 115, 124, 138, 152, 155, 156, 161, 164, 177—179  
 Дублинский прогиб 160  
 Дун-Хилл, конгломераты 68

Жединский ярус 116, 125  
 Жерновой песчаник 161, 162, 164—167, 178, 181, 185, 187, 205  
 Живетский ярус 116, 125, 131, 133

Заальская фаза 189, 198  
 Зерновая почва (Cognbrash) 241  
 Зигенский ярус 116, 118, 125

Идей, слои 131  
 Идейлские глинистые сланцы 150, 163, 164, 168  
 Икринг, антиклиналь 194, 195  
 Икрингское нефтяное месторождение 184  
 Илтейский надвиг 100  
 — пограничный оползень 100, 101  
 — покров 20, 22, 23, 99  
 Илфракумские слои 122  
 Инвербрум, группа 19  
 Инверская орогения 7

Инверский блок 11  
 — пояс 9, 10  
 — цикл 9  
 Инглборо, угольное месторождение 205  
 Индексские известняки 158  
 Инстонские слои 144, 145  
 Инч, брекчия 134  
 Инч-Айлэнд, известняки 23  
 Ирпский ярус 267  
 Исдейл, шиферные сланцы 24  
 Исенский ярус 280, 285

Йедонский ярус 163  
 Йовил, песчаники 228  
 — свита 227  
 — слои 230, 231  
 Йордейльская серия 152, 166  
 Йорк, оледенение 290  
 Йоркшир, пояс 233  
 — угольное месторождение 184

Кадбери, пласт 210  
 Кадомская фаза 111  
 Казанский ярус 199  
 Кайновояская группа 265  
 — ара 265—294  
 Каледонская впадина 127, 130, 132—135  
 — орогения 89—114, 189  
 — структура 111  
 Каледонский складчатый пояс 112  
 Калленские кварциты 23  
 Калленстаун, группа 30, 35  
 Камберлендское угольное месторождение 184, 185

Каменноугольная система 136—187  
 Каменноугольный известняк, 166  
 Канадско-гренландский щит 7  
 Каноби, угольное месторождение  
 Кантурк, угольное месторождение 186  
 Канистал, группа 19  
 Карадокская серия 67  
 Карадокские слои 58  
 Карадокский ярус 58, 60, 62, 64—67  
 Кардингмилл, гравелиты 31  
 Карлтон, формация 218  
 Карсор, граниты 30, 35  
 Карн-Чьюнниг, гнейсы 100  
 — интрузия 18  
 Карфей, серия 43  
 Каскейд, гравелиты 68, 69  
 — конгломераты 68, 69

Каслкомерское угольное месторождение 186

Каслкэрийские известняки 158  
 Каслтонские фации 150  
 Кауолская антиклиналь 99, 100, 102  
 — антиформа 100  
 Каухедская фаза 111  
 Каухитские гнейсы 23  
 Квасцовые глинистые сланцы (Alum Shales) 233

Кейри-Мерг, кварциты 23  
 Кейрнмор-оф-Флиг, граниты 105  
 Келлауэйз, слои 241, 242  
 Келловейский ярус 227, 241  
 Келсо, траппы 153  
 Кельтский цикл 27—35  
 Кембрийская система 36—52  
 Кембрийские глинистые сланцы 182  
 Кембро-ордовикские породы 47—50

Кенидуорт, брекчия 214  
 Кент, группа 182  
 Кентский камень (Kentish Rag) 254  
 Кентское угольное месторождение 162, 175, 178, 180  
 Керкби-Мур, плитняки 81  
 Керкленд, конгломераты 68, 69  
 Килеску, группа 8  
 Килликренкай, сланцы 23  
 Килмакринан, разрез 27  
 Килская группа 182, 183  
 Килские слои 183, 189  
 Киммериджская свита 244  
 Киммериджские слои 245  
 Киммериджский ярус 227, 241  
 Кинвер-Эдж, обрыв 214  
 Кингсвуд, антиклиналь 177, 178  
 Кингсорт, останец 207  
 Киндерскаутские гравелиты 164  
 Киндерскаутский ярус 163  
 Кинлох, группа 19  
 — надвиг 92

Кинлохлагген, известняки 21  
 — кварциты 21  
 Кисли, известняк 65  
 Кишорн, надвиг 13, 92, 94, 95  
 — покров 94, 95  
 Клаксли, железняк 257  
 Клара, группа 49  
 — серия 30, 86  
 Клегган, галечниковый пласт 23  
 Клейгейт, слои 270, 271  
 Клент, брекчия 214  
 — группа 182, 183  
 — слои 189  
 Клив-Хилл, синклиналь 229, 235  
 Кли, серия 126  
 Клипеусовый гравелит 235  
 Клитеро, антиклиналь 195  
 Клогоу, сланцы 42  
 Клэрские глинистые сланцы 168  
 Коэдана, граниты 29, 35  
 Кокбёрнленд, геоантиклиналь 85  
 Коквинтонские слои 144, 145  
 Коклшелл, известняки 154  
 Колбрукдейл, угольное месторождение 181, 184

Колдуэллские слои 81  
 Коллиуэстон, сланцевая толща 237, 238  
 Коллихёрст, песчаник 209  
 Колпортская группа 182  
 Конвей, сланцы 73  
 Колпит-Хит, угольный бассейн 178  
 Конистонская известняковая серия 62, 64  
 Конистонские гравелиты 81, 150  
 — известняки 150  
 Коннемарская антиформа 98, 100  
 — синклиналь 104  
 Коннемарский разрез 98, 99  
 Коралловый край 280  
 Корбриджские известняки 153, 154  
 Корнбраш, известняк 241, 242  
 Коргон, слои 290, 291  
 Костон, горизонт 60  
 — слои 60  
 Котли, аргиллиты 65  
 — группа 65  
 Котсуолд, песчаник 228  
 — поднятие 235  
 Котэм, слои 220, 221

- Коуд-айр-Олт, группа 184  
 Кошестон, группа 125  
 Крагхаббрид, кристаллические сланцы 27  
 Краевой разлом Северо-Шотландского нагорья 103, 104, 129, 155, 160, 161, 197  
 — угольный пласт (Edge Coals) 166  
 Кранфордские известняки 23  
 Красный крэг 280, 281, 285  
 — лежень (Rothliegendes) 83  
 — писчий мел 257, 259  
 Край-Пойнт, плитняки 23  
 Кредитон, пласт 210  
 Крейвен, разломная зона 195  
 Крейвенская система разломов 147, 150, 151, 195  
 Крейг-Луид, серия 29  
 Крейгшиш, филлиты 24  
 Крейгхед, известняки 68  
 Крейгхилл, песчаники 153  
 Криг-на-Х'Йолейр, сланцы 19  
 Кринан, гравелиты 24, 26  
 Крислоу, группа 21  
 Крислохские кристаллические сланцы 21  
 Крич, антиклиналь 194  
 Криффел-Далбитти, граниты 105  
 Кромер, тилль 290  
 Кромерский ярус 280  
 Кромер-Форест, серия 280, 281, 291  
 — слои 285, 290  
 Кроталоу, угольное месторождение 186  
 Кроутоуская группа 128  
 Кувинские глинистые сланцы 116  
 Куинз-Хилл, кварциты 23  
 Кумгорс, морские слои 174  
 Кум-Мартин-Бич, известняки 122  
 Кумхола, гравелиты 126, 159  
 Кунгурский ярус 199  
 Кунфершифер, формация 206  
 Кьюл-Бей, сланцы 21  
 Кьюлинз, габбро 275, 276  
 Кэмпхилл, гравелиты 46  
 Кэпс, известняки 247  
 Кьюзаский ярус 267
- Лаганский разрез 103  
 «Лагунная» фаза 142  
 Ладар-Бинн, пелиты 19  
 Лайдит, пласт 247  
 Лайд-на-Грейн, группа 19  
 Лаймкилнские слои 145  
 Лайонкросские известняки 158  
 Лайтспант, группа 31  
 Лаксфордская орогения 11  
 Лаксфордский пояс 9—12  
 — цикл 10, 11  
 Ланвирские граптолитовые сланцы 58  
 Ланвирский ярус 53, 57, 58, 62, 87  
 Лангпорт, слои 220, 221  
 Ландейльский известняк 58  
 — ярус 58, 62, 87  
 Ланди, граниты 273  
 Ландоверские песчаники 76  
 Ландоверский ярус 72, 73, 76, 81—83, 215  
 Ландшафтный мрамор (Landscape Marble) 221  
 Ланкаширское угольное месторождение 184, 209  
 Латторфский ярус 267  
 Лени, гравелиты 23, 26  
 — известняки 23, 26
- Ленстерское угольное месторождение 186  
 Лентуордийская зона 76  
 Ленхем, слои 280  
 Ливенситские известняки 158  
 Ливенские кристаллические сланцы 21  
 Лики, кварциты 45  
 Линкошир, известняк 238  
 Линнанский разрез 103  
 Лисморский известняк 21  
 Литтлмор, глины 244  
 Лландерфелская синклиналь 110  
 Лленн, слои 28  
 Ллуид-морская синклиналь 110  
 Ллуин, группа 28  
 Лонгвилл, известняки 60  
 — плитняки 60  
 Лонгмайнд, долериты 35  
 — складчатость 32, 35  
 Лонг-маунтинская синклиналь 110  
 Лондонский бассейн 254, 260, 265—271, 278  
 Лон-Хилл, конгломераты 31  
 Лоусуотер, плитняки 62  
 Лоустофт, тилль 290, 291  
 Лох-Авих, гравелиты 23  
 Лох-Алш, синформная структура 95  
 Лох-Дерг, псаммитовая группа 23  
 Лох-Дрома, группа 19  
 Лох-Дун, граниты 105  
 Лохейлорт, группа 19  
 Лохинверская антиформа 11, 12  
 Лох-Мама, группа 19  
 Лох-Мари, серия 10  
 Лох-на-Дал, группа 19  
 Лох-нан-Уам, псаммитовая группа 19  
 Лох-оская синклиналь 99, 100  
 Лохрос, группа 21  
 Лох-Тей, известняк 23, 26  
 — разлом 103  
 — сброс 99  
 Лох-Эск, группа 27  
 Лугар, интрузия 197  
 Лудловская серия 81  
 Лудловские глинистые сланцы 76  
 — отложения 76  
 — слои 146  
 Лудловский ярус 72, 73, 76, 81, 82, 89  
 Лудхэмский ярус 280  
 Льюисские гнейсы 7  
 — отложения 7—13  
 Льюисский комплекс 7, 8, 19  
 Лэттербарроу, песчаник 62  
 Лютетский ярус 267
- Маастрихтский ярус 250  
 Майлор, слои 117  
 Мадуфф, группа 23  
 — сланцы 26  
 Малл-Лиф, пласты 274  
 Малл-оф-Оа, известняки 23  
 — филлиты 23  
 Мальмстон, группа 258  
 Маннаканские слои 118  
 Мантурог, сланцы 43  
 — слои 43  
 Майол-ан-Фитих, кварциты 23  
 Маплуэлл, серия 32  
 Мари-Фёрт, оледенение 290  
 Маркет-Уэйтон, поднятие 220, 226, 230, 232, 238, 242, 244, 245, 256, 259

- Маррингтонский горизонт 60  
 Марсденский ярус 163  
 Маршбрукский горизонт 60  
 Мастер, антиклиналь 176, 191  
 Махриханш, угольное месторождение 185  
 Мевахский оползень 101  
 Медоутаун, слои 58  
 Мезозойская эра 212—264  
 Мелл-Фелл, конгломераты 150  
 Мелмерби-Скар, известняки 152, 154  
 Меловая система 249—264  
 Мельбурн, порода 260  
 Мендипские структуры 191  
 Мендипское поднятие 139, 219, 226, 228, 234—236, 243  
 Мeneвийская группа 40  
 Миджхолм, угленосная свита 185  
 — угольное месторождение 205  
 Мидлоттиан, синклиналь 197  
 — угольное месторождение 185, 197  
 Мидрим, глинистые сланцы 59  
 Мидфорд, песчаники 228  
 Мидфутские слои 116—118  
 Милл-ант-Сит, группа 19  
 Миллерс-Дейл, известняки 150  
 Мильпор, пласт 239, 240  
 Минидд-Каррег, серия 28  
 Минидж, брекчия 117  
 — зона дробления 87  
 Минчский разлом 103  
 Мирвейл, глинистые сланцы 46  
 Мойнская серия 17, 22, 34, 100  
 Мойнский комплекс 30  
 — надвиг 12, 13, 18, 47, 92—97, 103  
 — покров 12, 94  
 — прогиб 14, 17  
 Мойнских пород метаморфизм 96  
 Мойнско-Дайабейгский прогиб 17  
 Молверн, кварциты 45, 46  
 Молвернская толща 33  
 — фаза 189, 193  
 Молвернские плутоны 35  
 — структуры 193  
 Молвернский блок 33  
 Мона, комплекс 27, 109, 112  
 Монадлайтские кристаллические сланцы 21  
 Морт, сланцы 122  
 Мортон, поднятие 226, 230, 234, 236, 237, 243  
 Моссер-Кёркстайл, сланцы 62  
 Моффат, группа 67  
 Моффатская геосинклиналь 37, 38  
 Мохлайнский бассейн 207  
 Мохрас, скважина 272  
 Муилрийская синклиналь 105  
 Мэнкс-Кембрийское поднятие 150  
 Мэнские аспидные сланцы 105  
 — сланцы 49
- Найрбилский тектонический оползень 105  
 Намюрские отложения 148  
 Намюрский ярус (намюр) 136, 137, 140, 142, 156, 158, 161, 162, 172, 178  
 Нанлоуские известняки 150  
 Нант-Пиг, аргиллиты 43  
 Нассауская фаза 189  
 Нейлсийский угольный бассейн 177  
 Нижнедонгвиллский горизонт 60  
 Нижнепалеозойские геосинклинали 36—38  
 — породы 62
- Нижний красный лежень 199, 215  
 — палеозой 36—113  
 — Северн, поднятие 79, 80, 142, 191, 193, 221, 228  
 Нижняя угольная серия 180  
 Нит, зона дислокаций 191  
 Новая красная пустыня 214  
 Новый красный песчаник 115, 208  
 Норвич, крэг 280, 281, 285  
 Нортгемптон, песчаники 231  
 Нортгемские глинистые сланцы 144, 145  
 Нортумберлендский прогиб 146, 147, 151, 153, 197  
 Нортумберлендское угольное месторождение 185  
 Норт-Хилл, поднятие 228  
 Нот, гравелит 243  
 Нотгров, песчаник 235  
 Ноттингемширское угольное месторождение 184  
 Нуибарраский разлом 103  
 Ньюарк, гипс 219  
 Ньюкаслская группа 182, 184  
 Ньюлендс, группа 83  
 Нью-Харбор, группа 28, 29  
 — слои 28  
 Нэрнские песчаники 133
- Оверский ярус 267  
 Озерного округа стратиграфические группы 107  
 Оксвуд, группа 31, 32  
 — конгломераты 31  
 Оксфордские известняки 154, 159  
 Оксфордский ярус 227, 241  
 Оксфордское поднятие 243, 244  
 Олдбери, глинистые сланцы 46  
 Олдресс, глинистые сланцы 60  
 Олдресский горизонт 60  
 Олдхейвен, слои 269  
 Олстонский блок 166, 195, 197  
 Олтби, группа 14, 17  
 Олтенские известняки 21  
 Оних-Сгойлт, псаммиты 18, 19  
 Оннианский горизонт 60, 65  
 Ордовикская система 51—71  
 Ордовикские вулканические породы 54—56  
 — ископаемые 70, 71  
 — отложения 62, 65—70  
 Орское тектоническое окно 94, 95  
 Оркадская впадина 127, 129—131, 133  
 Оркадский бассейн 132  
 Оронсей, группа 13, 14  
 Орчардские известняки 158  
 Осборн, слои 267, 272  
 Осмингтонский оолит 243, 244  
 Остуик, гравелиты 82  
 — плитняки 82  
 Оуэнгарв, группа 27
- Пабба, слои 233  
 Па-де-Кале, антиклиналь 276  
 Пакуэлл-Даун, песчаники 122  
 Панфилд, морская пачка 256  
 Парва, формация 218  
 Парижский бассейн 224, 266  
 Паркхилл, кварциты 46  
 Пембрук, песчаник 127  
 Пембрукшир, угольное месторождение 192  
 Пенделский ярус 163

Пендсайдская серия 152  
 Пендские гравелиты 163  
 Пенминидский метаморфизм 35  
 Пеннантская свита 191  
 — серия 175—180  
 Пеннантский песчаник 176  
 Пеннинский барьер 232  
 — разлом 150, 195  
 — тектонический блок 146—148, 150—153, 195, 205  
 Пенритский песчаник 204—206, 214  
 Пенрос, аспидные сланцы 42  
 Пентленд, складка 197  
 Перли, глинистые сланцы 45, 46  
 Пермская система 198—211  
 Пертон, поднятие 243  
 Пертшир, разрез 22, 26  
 Пестрый песчаник 214  
 Пик, разлом 232, 233  
 Пилтон, слои 123, 144, 145  
 Пински-Гилл, слои 150  
 Писчий мел (Chalk) 259, 260  
 Плато, слои 125, 126  
 Плейстоценовая система 279—294  
 Плинбахский ярус 227, 233  
 Полигенетический конгломерат 152  
 Пологий пояс (Flat Belt) 101  
 Понд, песчаник 246  
 Понтесфорд, система нарушений 53  
 Порт-Исолтбах, кливаж разлома 29  
 Портисхедские слои 141  
 Портландский ярус 227, 241  
 Порти, глинистые сланцы 233  
 Портскато, слои 117  
 Портскейг, галечники 23, 24  
 Портуэй, группа 31  
 Пояс круглых складок (Steep Belt) 101  
 Пресноводные озерные известняки со *Spirorbis* 182  
 Прис, останец 233  
 Продуктивная угленосная свита 169  
 Пурбекский ярус 224, 227, 241, 247  
 Пэй-де-Брай, антиклиналь 276  
 Пэйнсуик, синклиналь 229, 235

Рабери-Касл, слои 83  
 Раглан, мергели 125  
 Раглет-Хиллс, вулканические породы 31  
 Радклифф, формация 218  
 Радлит, конгломераты 31  
 Радстокский угольный бассейн 178  
 Разей, железняки 233  
 Раковинный известняк 212  
 Ракушечник спиралевидных моллюсков (Cockleshell) 153  
 Раф, известняки 154  
 Раф-Рок, песчаник 164  
 Раш, сланцы 160  
 Реденд, песчаники 271  
 Реддинг, слои 267—269, 280  
 Ред-Рок, сброс 209  
 Редхилл, слои 61  
 Рейнская магнафация 136  
 Рекин, кварциты 45  
 Риблсейл, складчатый пояс 195  
 Риджуэй, конгломераты 125  
 Риккартон, группа 82  
 — слои 83  
 Рингстед, глина 243  
 — пласт 243

Риног, гравелиты 41  
 Розбре, слои 133  
 Рокер, доломиты 202  
 Роман-Феллские слои 152  
 Роман-Фелльский блок 152  
 Роракский ярус 241  
 Роррингтон, глинистые сланцы 60  
 — плитняки 60  
 Роррингтонский горизонт 60  
 Ростбюльская складка 101  
 Росколин, серия 28, 29  
 Рослинские слои 168  
 Росслар, комплекс 30  
 — мигматиты 35  
 Роч, пласт 246  
 Руба-Руад, полупелиты 19  
 Рузей, плитняки 131  
 Рурский угольный бассейн 170  
 Русская платформа 199, 227, 245—247  
 — плита 114  
 Рэтские слои 218  
 Рэтский ярус 226, 229  
 Рюпельский ярус 267, 272

Сабденские глинистые сланцы 163  
 Сабденский ярус 163  
 Сайкс, антиклиналь 190  
 Саймон, сброс 194  
 Сакмарский ярус 199  
 Салли, слои 220  
 Салопские отложения 76  
 Сангамор, горизонт 48  
 Сандгейт, слои 255  
 Сандендская группа 23  
 Сандрингхем, пески 256  
 Сандрок, песчаник 255, 258  
 Сандрок-Майн, угольный пласт 164  
 Сандсфут, глины 243  
 — гравелит 243  
 Сандуикский пласт 131  
 Санкухар, угольное месторождение 185  
 Саннуазский ярус 267  
 Сардинская фаза 111  
 Сарн, адамеллиты 29  
 — граниты 35  
 Саттерби, мергели 255, 257  
 Саудли, песчаник 60  
 Саудлийский горизонт 60  
 Саут-Стэк, серия 28, 29  
 Сгурр-Бигский надвиг 94, 95  
 — покров 95  
 Сгурр-Мор, группа 19  
 Северн, поднятие 177  
 Северн-Киддерминстер, терраса 290  
 Северо-Пеннинский тектонический блок 139  
 Северо-Стаффордширское угольное месторождение 184, 194, 195  
 Северо-Уэльская антиформа 109  
 Северо-Шотландского нагорья краевой разлом 103, 104, 129, 155, 160, 161, 197  
 Севн-Коуд, морские слои 174  
 Селмор, горизонт 47  
 Секванский ярус 241  
 Сени-Кочестон, слои 126  
 Сеноманский ярус 259—261  
 Сенонский ярус 261  
 Сент-Албанс-Хед, мергели 246  
 Сент-Бис, глинистые сланцы 206  
 — песчаник 206  
 Сент-Моанс, группа 125

Сент-Сайрес, пласт 210  
 Сент-Эрт, слои 279, 280  
 Серия бурых углей (Jet Rock Series) 232, 233  
 Сессайах-Клонмасс, группа 21  
 Силвер-Хилл, кварциты 27  
 Силезский угольный бассейн 170  
 Силурийская система 71—86  
 Синаддс, группа 31  
 Сингл-Пост, известняки 154  
 Синдер, пласт 247—250, 253  
 Синеморский ярус 227, 228, 231, 233  
 Сисуин, слои 59  
 Скаат-Крейг, слои 133  
 Скалпа, песчаники 233  
 Скандинавское оледенение 290  
 Скарба, группа 23  
 — конгломераты 26  
 Скарборо, известняк 239  
 Скардрой, выступ 12  
 Скегиллские слои 81  
 Скерриз, группа 28  
 — песчаники 28  
 Скиддавская группа 62  
 Скиддавские аспидные сланцы 105, 107  
 — сланцы 63  
 Скиптон, антиклиналь 195  
 Скофелл-Хелвеллинская синклиналь 107  
 Скремерстонская угленосная группа 153  
 Скринкл, песчаник 125, 126, 141  
 Скурский цикл 8  
 Скурско-Ивверский блок 11  
 Сламбейский милонит 95  
 Слив-Бей, прогиб 160  
 — трог 197  
 Слив-Туи, кварциты 23  
 Слит-оф-Скай 96  
 Слэдберн, антиклиналь 195  
 Смидди, известняки 154  
 Снеттишем, глина 256  
 Сноудон, вулканический район 61  
 Сноудонская синклиналь 110  
 Сноудонский синклинорий 109  
 Сноусхилл, глины 235  
 Солва, серия 45  
 Солский надвиг 92, 95  
 Солуэй, бассейн 233  
 Соляные холмы 158  
 Сомерсетский угольный бассейн 171, 177—180  
 Спай-Вуд, гравелит 60  
 Спарнакский ярус 267  
 Спилсби, песчаник 249, 253, 256, 257  
 — серия 256  
 Спитон, серия 256, 257, 259, 263  
 Средне-Английский барьер 138, 146  
 Средне-Крейвенский разлом 148  
 Средне-Пеннинский прогиб 146, 147, 149, 151, 152  
 Средне-Шотландской низменности прогиб 37  
 Средне-Эйрширский шельф 158  
 Стабликский разлом 150, 153  
 Стаддонские гравелиты 116—118  
 Стайл-Энд, слои 64  
 Стайперстонз, кварциты 56  
 Стампийский ярус 267  
 Станбач, конгломераты 31  
 Стаут-Стэк-Мур, группа 28  
 Стаффордширское угольное месторождение 181, 184

Стейнморская мульда 205  
 Стейнморская синклиналь 150, 200  
 Стейпли, вулканическая серия 57  
 — глинистые сланцы 57  
 Стефанский ярус 137, 169, 178, 182, 183  
 Стинхар, группа 69  
 — известняки 68, 69  
 Стокдейлские глинистые сланцы 81  
 — риолиты 64  
 Стокингфорд, глинистые сланцы 46  
 Стон, пласт 280  
 Стонсфилд, сланец 236  
 Стонхейвенские слои 128  
 Стратгласский разрез 103  
 Стратконнонский разрез 103  
 Стратморская группа 128  
 Стреттон, серия 31  
 — сланцы 31  
 Стримстаун, группа 23  
 Стромесские слои 131  
 Стронширские граниты 102  
 Струй-хиллский надвиг 96  
 Судетская фаза 189  
 Суилли, группа 27  
 — сланцы 27  
 Суиндейл-бекский разлом 152  
 Суиндон, останец 247  
 Суитленд, сланцы 32

Тайн-Боттом, известняки 154  
 Таконская фаза 111  
 Танбридж-Уэллс, пески 252  
 Танетские слои 267  
 Танетский ярус 267  
 Тан-и-Грисио, гранитный плутон 110  
 Таплинс, группа 69  
 Тараптонская синклиналь 110  
 Тарвай, группа 19  
 Тарскавейгский надвиг 94, 95  
 — покров 14, 94—96  
 Татарский ярус 199  
 Татхилл, кварциты 46  
 Тейваллих, группа 23  
 — известняки 24  
 — подушечные лавы 26  
 Тейффийская антиклиналь 110  
 Тетиса геосинклинали 248  
 Тетиса море 251, 254  
 Тёрд-Пост-Индекс, известняки 158  
 Тёрсо, плитняки 131, 132  
 Ти-Грин, мергель 219, 220  
 Тиддиндикумская антиклиналь 108  
 Тилби, глина 257  
 — известняк 257  
 — серия 256, 257  
 Тиндрамский разлом 103  
 Тинтерн, песчаники 125, 141  
 Титтернхо, камень 260  
 Тоарский ярус 227, 232, 233  
 Тормитчелл, конгломераты 68  
 Торнклифф, песчаники 230  
 Торридонская серия 7  
 Торридонско-мойнская серия 13  
 Тоуи, антиклиналь 59, 61, 74, 109, 110, 193  
 Тремадок, слои 46  
 Тремадокская надвиговая зона 109  
 Тремадокские слои 52, 53  
 Тремадокский ярус 51, 62, 70  
 Трент, формация 218

- Трентину, слои 121  
Тренчард, группа 177  
Трегичная система 265—279  
Триарддур-Бей, группа 29  
Триасовая система 212—224  
Тригониевый гравелит 235  
Тримпид, слои 80  
Трисилская фаза 141  
Трискум, слои 121  
Три-Тирс, слои 230  
Трихраг, слои 78  
Турнейский ярус 137, 140—142, 156  
Туронский ярус 260, 261  
Тут-Хилл, гранит 29
- Уайзские гравелиты 163  
Уайтливд-Оук, глинистые сланцы 46  
Уайтмайр, слои 133  
Уайтхаус, группа 68, 69  
— слои 69  
Уайт-Хиллс, группа 23  
Уикские слои 131  
Уилд (Вельд), антиклиналь 248, 276, 277  
Уирдейл, граниты 108, 151  
— плутон 197  
Уитбийская свита 227  
Уитклиффская зона 76  
Уитклиффские плитняки 76  
Уиттери, глинистые сланцы 60  
— туфы 60  
Уитчёрч, пески 253  
Уоберн, пески 256  
Уодхерст, глины 251, 252  
Уорди, сланцы 157  
Уорикшир, свита 76  
— угольное месторождение 146, 181, 183, 194  
Уоррен-Хаус, вулканические образования 33  
— угольный пласт 174  
Уоткум, глины 209, 210  
Уотлинг, сланцы 31  
Уотчет, слои 220, 221  
Уотчлоу, известняки 154  
Уриконская (юриконская) вулканическая свита 30, 31  
— серия 32  
Уриконские (юриконские) отложения 35  
Утерардские граниты 98  
Уэйбурн, крат 280, 281, 285  
Уэльская геосинклиналь 36, 37, 72, 76  
Уэльский бордерленд 27, 30, 33, 41, 45, 52, 72, 74—76, 78—80, 87, 108, 109, 112, 124, 126—128, 146, 181, 183  
Уэстбери, слои 218, 220, 221  
Уэстонский ярус 57  
Уэст-Сэндс, сланцы 23
- Файндлейтер, плитняки 23  
Файфское угольное месторождение 185  
Фалмут, слои 117  
Фаменский ярус 116, 125, 131  
Фанзай, конгломераты 27  
Фанних, слои 19  
Фаркаррахский известняк 21  
Фарлоуский ярус 125  
Фарлоу, песчаники 125—127  
Фармборо, зона сжатия 191  
Фаррингдон, гравий 256  
Фелл-Топ, известняки 154
- Феллский песчаник 153  
Фенно-Скандский плит 114  
Фестиниог, слои 42, 43  
Фидлин, группа 28  
— слои 28  
Фойерские граниты 102  
Фойнские глинистые сланцы 168  
Фолкстон, слои 255, 257, 258  
Фордон, разрез 204  
— скважина 202  
Форест, мрамор 236—238, 242, 258  
Форест-оф-Дин, угольное месторождение 176, 177  
Форест-оф-Уайр, угольное месторождение 184  
Форланд, гравелиты 121  
Форт-Уильямский гравитационный покров 100  
Форт-Уильям, оползень 20  
Франко-Бельгийский угольный бассейн 170  
Франко-Британский бассейн 246  
Франский ярус 116, 125, 131, 133  
Фродингем, железняки 231  
Фуллетби, слои 255, 257  
Фэрлайт, глины 251
- Хагли, глинистые сланцы 60, 75  
Хаглийский горизонт 60  
Хаддон-Хилл, гравелиты 31  
Хадлби, глина 257  
Хазлер, вулканические породы 31  
Хайбернские пески 263  
Хайленд-Бордер, серия 37, 49, 104, 128  
Хайт, слои 254—256  
Хайфилдские известняки 158  
Хай-Хабберли, брекчия 214  
Хакстер, конгломераты 31  
Хангман, гравелиты 121  
Ханстантон, красная порода 259  
Ханстантон, тилль 291  
Хардфорд, песчаники 235  
Харлекин, формация 218  
Харлех, бассейн 112  
— купол 40—43, 45, 52, 54, 56—58, 71, 109  
— серия 40, 46  
— слои 40  
Харнидж, глинистые сланцы 60  
Харнидж, группа 60  
Харниджский горизонт 60  
Харглпул, доломиты 202  
Хартсхилл, кварциты 45, 46  
Хартфелл, серия 68  
— сланцы 66  
Хауз-Кэп, известняк 246  
Хаунстаут, глина 246  
Хафмонд, конгломераты 31  
Хедон, слои 267, 272  
Хейлсоуэнская группа 182, 184  
Хеллс-Маут, гравелиты 42, 43, 53  
Хелмен-Хед, слои 131  
Хелмет, гравелиты 31  
— песчаники 30  
Хемпстед, слои 267  
Хенгистбери, слои 271  
Хендр, глинистые сланцы 58, 59  
Хёрлетские известняки 159  
Хертфордширский конгломерат 269  
Хессл, тилль, 291  
Хилтон, серия 206

- Хилтон-Плант, пласты 206  
Хит, антиклиналь 195  
Ходдер-Кум, слои 121  
Хози, известняки 158, 166  
Хоик, группа 82, 83  
Хойские песчаники 131, 133  
Холиуэллские глинистые сланцы 164  
Холихед, кварциты 28  
Холкумбрукские гравелиты 164  
Холлибуш, песчаники 45, 46  
Хордерли, песчаник 60  
Хорн-Хедский оползень 101  
Хор-Эдж, гравелиты 59, 60  
Хос, известняки 154  
Хоуп, глинистые сланцы 57  
Хоуп-Бек, сланцы 63  
Хэмблтон, оолит 244
- Центральное (Ланаркширское) угольное месторождение 185  
— угольное месторождение Шотландии 157  
Центрально-Уэльский синклиорий 110  
Центральный угольный бассейн Шотландии 197  
Цехштейновое море 199—203, 206, 207, 209, 211
- Чаривуд-Форест, складка 132  
Чарнильская складка 32  
— складчатость 35  
Чарнийские вулканические отложения 35  
Чарноурский пояс 138  
Чатсуортские гравелиты 164  
Чатуолл, песчаник 60  
Чейни, слои 60  
Челластон, гипс 219  
Черускская фаза 111  
Чёрч-Бей, туфы 28  
Чёрч-Стреттон, разлом 59, 278  
— система нарушений 53  
Чеширский угольный бассейн 183, 209, 213  
Чидл, синклиналь 195  
Чиллесфорд, слои 280, 281  
Чи-Тор, известняки 150
- Шайнтон, глинистые сланцы 46, 52  
Шайра, известняки 26  
Шаффалонг, синклиналь 195
- Шелвская антиклиналь 109  
Шерри-Кум, слои 121  
Шир, группа 23  
Шихеллайн, галечниковый пласт 23  
— кварциты 23, 24  
Шотландский бассейн 158  
— прогиб 155, 160  
Шримп, пласт 246  
Шропшир, серия 17  
Шэп, граниты 285  
— сланцы 107
- Эдуолтон, формация 218  
Эйвонмутский угольный бассейн 177  
Эйвонская терраса 290  
Эйлдские кварциты 21  
— кристаллические сланцы 21  
— плитняки 21  
Эйлин-Дабх, горизонт 47  
Эйле-Крэйг, крат 285  
Эйп, глины 230  
Эйфельский ярус 116, 125, 131  
Эксетерская вулканическая серия 210  
Элленс-Ко, конгломерат 131  
Эллер-Бек, пласт 239  
Элтонская зона 76  
Эмский ярус 116, 118, 125  
Энвиллская группа 182, 183  
Эокембрийский период 26  
Эрийская фаза 111  
Эрихт-лейдонский разлом 103  
Эрригалская складка 101  
Эрширское угольное месторождение 185  
Эстуариевая свита 239, 240  
Этрурийская группа 182, 184
- Юго-западная впадина 216  
Южного Харриса породы 9  
Южно-Стаффордширское угольное месторождение 77, 146, 174, 181, 194, 214, 216  
Южно-Уэльский угольный бассейн 162, 171  
Южно-Уэльское угольное месторождение 124, 141, 143, 175—177, 180, 193  
Южно-Шотландской возвышенности краевой разлом 103  
Юрская система 224—249

- Абберли, холмы 193  
 Абботсбери 258  
 Абер-Динл 108  
 Абердиншир, графство 130, 131, 136  
 Аберффрау 108  
 Абердин 129  
 Абингтон 66  
 Айлей, о-в 13, 14, 18, 23, 24, 26, 93, 129  
 Айлуорт 288  
 Алсуотер 63, 150  
 Алум, зал. 274  
 Альпы, горы 138, 212, 282, 284, 285  
 А'Мейгдин, холмы 16  
 Англси, о-в 27—30, 36, 49, 52, 53, 56, 58, 61, 73, 80, 108, 109, 111, 112, 127, 146  
 Ангус 128  
 Антрим, плато 135, 186, 222, 263, 273, 274  
 Апвей 253  
 Апшалачи горы 51, 71  
 Апплкросс 14, 208  
 Аптон-Уоррен 288  
 Апуэр 244  
 Аргайл 20, 26  
 Аргайлшир графство 21, 22, 24, 129  
 Ардгур 18, 96  
 Арденны горы 50, 87, 114, 116, 117, 138, 261  
 Ардмиллан 69  
 Арднамёрхан, мыс 274, 275  
 Арениг 57  
 Арклоу 90, 108, 112  
 Арморика 187  
 Армориканский массив 138  
 Арран, о-в 37, 87, 129, 135, 161, 168, 197, 208, 221, 263, 275  
 Аск 72, 79, 193  
 Ассел-Уотер 69  
 Ассинт 13, 94—97  
 Ачмелвих 12  
 Аш-Гилл 65  
 Ашдаун 251  
 Ашвер 149, 164  
  
 Багги-Пойнт 120, 122  
 Багшот 278  
 Бала 58, 71, 73, 107  
 Баллаган-Бёрн 156  
 Баллантре 66  
 Баллард-Даун 277  
 Балмакар 95  
 Балмаха 130  
 Баллахулиш 20—22  
 Банбери 231  
 Бангор 108  
 Бантри, зал. 159  
 Банфшир, графство 22, 23, 26, 130  
 Барнсли 174  
 Барроу-ин-Фёрнесс 209  
 Баргон 271  
 Бассентуэйт, оз. 63  
 Бат 229, 235, 236  
 Бахан 99, 101, 102  
 Бедфордшир, графство 256  
 Белфаст 86  
 Белфаст-Лох 207, 234, 283  
 Бенбекула, о-в 9  
 Бен-Невис 103, 129  
 Бенфшир, графство 20  
 Берикшир 105, 129, 130, 155  
  
 Беркшир, графство 256, 258  
 Беру 108  
 Беруин-Хиллс 58, 73  
 Берфорд 183  
 Беттихилл 18, 96  
 Бидефорд 144  
 Билт 59, 76  
 Биминстер 236  
 Бинси, холм 63  
 Бирмингем 75, 77, 216, 217, 291  
 Блэк-Вен 258  
 Блю-Анкор 220  
 Бови-Трейси 272  
 Бодмин 192  
 Бодмин-Мур 120, 192  
 Болт-Хед 33  
 Борнемут 271  
 Ботель 63  
 Боулэнд 147  
 Брабантский массив 138  
 Брайтлинг 123  
 Брамpton 32, 154, 166  
 Браун-Кли-Хилл 125  
 Брей 29, 86, 112  
 Брейден, холмы 59  
 Брекшлем 271  
 Брекон-Биконс 126  
 Бредонские холмы 122  
 Бретань, п-ов 18, 34, 50, 87, 114, 126, 138, 171, 187, 261  
 Бридженд 220  
 Бриджнорт 213, 215  
 Бридон 145  
 Бридпорт 230  
 Бриксем 119  
 Бристоль 75, 125, 127, 137, 138, 139, 142, 143, 162, 164, 188—220  
 Бристольский залив 126, 273, 281  
 Брора 208, 222  
 Букингемшир графство 244, 247, 253  
 Булонь 122  
 Бьют 197  
 Бэдколл 8  
  
 Вектийская провинция 255  
 Вентнор 272  
 Вериан 117, 189  
 Верхний Тис, река 196  
 Визе 140  
 Виндзор 270, 271  
 Внешние Гебридские о-ва 7,9-11  
 Внутренние Гебридские о-ва 13, 272  
 Вобстер 178  
 Волсорт 160  
 Восточно-Английский массив 242, 244, 247  
 Восточные Красные холмы 276  
 Вулхон 72, 75—77  
 Вустершир, графство 213, 217—219, 288  
 Вью-Эдж 78  
  
 Гамри 130  
 Гарвеллах, о-ва 24, 25  
 Гарлтонская возв. 157  
 Гарстанг 216  
 Гарц, горы 138, 188  
 Гастингс 123, 251  
 Гаубарроу, холм 63  
 Гауэр 143, 191  
 Гёрван 37, 65—71, 82, 83, 86, 87, 104, 105  
 Гилдфорд 253, 278  
  
 Гималаи, горы 212  
 Гламорган 219—221, 223  
 Гленелл 12, 93  
 Глен-Ко 103, 129  
 Глостер 226  
 Глостершир, графство 58, 217, 218, 228  
 Говардские холмы 244  
 Голден-Кэп 258  
 Годуэй 159  
 Горнал 80  
 Грампианские горы 22, 112, 127  
 Грантаун 21  
 Грантем 223, 231  
 Грейндж 207  
 Грейт-Барр 77  
 Грейт-Глем 22, 96, 102, 129, 130  
 Грейт-Орм 146  
 Грюнард, зал. 10, 14, 208, 233  
 Гремшир, графство 271  
 Гэрлох 10  
  
 Дадли 72, 164, 181  
 Дайабейг 16  
 Дамфрис 185  
 Дангарван 187  
 Данджи, мыс 246  
 Данхидеок 210  
 Дарем 153, 166, 184, 185, 199—202, 207, 293  
 Дармут 117, 118, 192, 272  
 Даунс 254, 259, 260, 268, 280  
 Девоншир, графство 114—124, 126, 135, 138, 143, 144, 165, 190, 207, 209, 221, 259, 260, 272  
 Дейлс 153  
 Деббс 146, 164, 183  
 Деббс-Мурс 78  
 Дербишир, графство 163, 164, 184  
 Дербиширский массив 146, 148, 149, 162, 168  
 Дёрдл-Дур 246, 277  
 Дёрлстон-Хед 247  
 Дернесс 47, 48  
 Дерри 263  
 Десфорд 145  
 Джура, о-в 129  
 Динан 160  
 Дингл, зал. 134, 187  
 Диноруик 108  
 Дисайд 22, 23, 100  
 Дисмал 171  
 Доббс-Линн 66  
 Довдейл 147  
 Додман, п-ов 189  
 Долгелли 54  
 Дон, р. 129  
 Донегол 20, 21, 23, 27, 90, 101, 102, 282  
 Дорсет 221, 228—231, 236—238, 242—246, 250, 253, 255, 258, 259, 271, 272, 276, 277  
 Драмберг 8  
 Дройтуич 219  
 Дублин 86, 168, 169  
 Дура-Ден 130  
  
 Западные Красные холмы 276  
 Западный Инвернесс 19  
 Земля Св. Георгия 138, 139, 145, 146, 160, 162, 164, 165, 188  
  
 Ившем, р. 193  
 Иден, р. 200, 204, 206, 207, 209, 253  
  
 Икринг 149, 217  
 Инвернессшир, графство 21  
 Инглборо 152, 162  
 Инглтон 28, 35, 36, 209  
 Ирландское море 34, 36, 49, 86, 108, 113, 285  
 Ист-Кландон 268  
  
 Иона, о-в 9  
 Йорк 173  
 Йоркшир, графство 30, 146, 151, 153, 164, 184, 199, 202—204, 219—221, 224, 230—233, 238—240, 242, 244, 256, 257, 259—261  
  
 Кадер-Идрис 56, 57  
 Калдбек 63  
 Камберленд 153, 184, 185, 206  
 Камнок 185  
 Камнок-Чейс 214  
 Кантабрийские горы 189  
 Капел-Куриг 59  
 Карадок 58—61  
 Карлайл 233  
 Карлингфорд 274  
 Карлоу 168, 169  
 Кармартен 66, 72, 75  
 Кармел-Хед 109  
 Карнарвоншир, графство 29, 40, 43, 52  
 Кари-Менеллис 192  
 Каслтон 149  
 Каттерик 202  
 Каубридж 228  
 Кауолский район 100  
 Кашендалл 135  
 Кашендан 135  
 Кейп-Рот 14  
 Кейтнесс 130—133  
 Келлауэйз 243  
 Кембридж 259, 262  
 Кембриджшир, графство 141  
 Кембрийские горы 112  
 Кендал 65  
 Кенилуорт 182  
 Кент 88, 123, 125, 141, 175, 178, 221, 244, 248, 254, 256, 258, 262, 267, 269, 279, 280  
 Кёркби-Стефан 206  
 Кёркби-Тор 206  
 Кёрккалди 157  
 Кёркубри 83  
 Керлью, г. 135  
 Керрара 129  
 Керри 168, 282  
 Килкенни 134, 168  
 Килларни 263  
 Киллас 117  
 Килмакренан 27  
 Килмакренские горы 98  
 Килпатрик 156  
 Килторан 134  
 Киммеридж 244, 245  
 Кингсорт 207  
 Кинкардин 128, 129  
 Кинлохью 94, 95  
 Кинросс 156  
 Кинтайр 100, 161, 168, 185, 208  
 Клайд, плато 156, 157  
 — р. 128, 156  
 Клакманн 168

Кливленд 231  
 Клитеро 147, 209  
 Клу, зал. 134  
 Клуид, р. 146, 209  
 Клуидский хребет 146  
 Клэр 168, 169  
 Ковенгри 181  
 Койгах 13, 14  
 Кокермут 154  
 Колбрукдейл 182  
 Колисленд 186  
 Колл, о-в 9  
 Колонсей 14  
 Комерахские горы 134  
 Конвей 59, 74, 76  
 Конистон 65  
 Коннемара 20, 23, 24, 98, 104, 105, 107, 111, 112, 282  
 Корк 145, 159  
 Корнбраш 242  
 Корнубийский массив 210  
 Корнуэлл, п-ов 87, 114—120, 122, 123, 135, 137, 138, 143, 189, 190, 210, 279  
 Коруэн 73, 76, 109, 149  
 Корфе 272  
 Котли 65  
 Котсуолд 226, 228, 234—238  
 Краммакдейл 81  
 Кредитон 210  
 Крейвен 81, 107  
 Крейвенская низм. 147  
 Крейгхед 69, 70, 83  
 Крислаф 98  
 Крих 149  
 Кричбарроу, холм 272  
 Кромарти 131  
 Кромер 223, 291  
 Кросс-Фелл, г. 63, 64, 65, 81  
 Кроутон 129  
 Куонтокские холмы 120—122, 127  
 Кэмпси-Феллс 156

Лайм, зал. 229, 258  
 Лалуэрт-Ков 246, 248, 277  
 Ла-Манш, прол. 180, 230, 276  
 Ламермурские холмы 130  
 Ланарк 173  
 Ланаркшир 158  
 Ланкастер 195  
 Ланкашир, графство 164, 180, 184, 209, 216, 283  
 Ларго-Лоу, возв. 158  
 Лейтон-Баззарт 247  
 Лейтрим 282  
 Лейт-Хилл 254  
 Лекхэмтон 234, 235  
 Лендс-Энд 192  
 Ленстер 49, 112, 160  
 Лестершир 145, 146  
 Лигуи 108  
 Лиддсдейл 153  
 Лидхиллс 66  
 Лизард, п-ов 33, 87, 189, 193  
 Лики 32  
 Ликийские холмы 75, 182  
 Лиллсхолл 182  
 Лимингтон 219  
 Линкольншир 146, 221, 223, 230, 231, 245, 250, 253, 256, 257, 259

Линли-Хилл 30, 35  
 Лисмор, о-ов 21  
 Лланберис 41  
 Лланвиллин 73  
 Лланголлен 73, 76, 145  
 Лландейльский район 79  
 Лландовери 73, 74  
 Лланидлус 61  
 Ллеин, п-ов 28, 43, 53, 56, 59  
 Лонгмайнд 53, 58, 59, 72, 74, 75, 111  
 Лонг-Фелл 152  
 Лонгфорд-Даун, массив 37, 86, 87, 104, 112, 134, 160  
 Лондон 88, 178, 258, 269, 270  
 Лонстон 120, 144  
 Лорн 129  
 Лотиан 157, 158  
 Лох-Алайн 263  
 Лох-Альен 186  
 Лох-Брум 8  
 Лох-Дерг 20  
 Лохинвер 10  
 Лохкаррон 95, 96  
 Лох-Лаксфорд 11  
 Лох-Линне, зал. 129  
 Лох-Ломонд, зал. 130, 161, 197  
 Лох-Мари 16  
 Лох-Ней, оз. 169, 186, 207, 222, 263  
 Лох-О 23  
 Лох-Ок 26  
 Лох-Скерролс 93  
 Лох-Фрайних 96  
 Лох-Хурн 14, 19  
 Лу 117, 118  
 Льюис 11

Маас, р. 140  
 Маги, о-ов 234  
 Майнхед 120  
 Майо 86  
 √ Малл, о-ов 221, 233, 245, 263, 273—275  
 Малый Уэнлок 146  
 Мальмстон 258  
 Мансфилд 202  
 Манчестер 161 209  
 Марвуд 122  
 Маркет-Уэйтон 230, 231, 237—239, 243—245  
 Марлборо 269  
 Марриск 37, 86, 87  
 Мари-Фёрт, зал. 130—133, 208, 285  
 Махинлет 73  
 Мей-Хилл 72, 75—79, 109  
 Мендишская возв. 75, 79, 127, 139—143, 162, 178, 191, 213, 217, 219—221, 223, 226, 228, 229, 236  
 Мерсийская возв. 182, 183, 188, 215, 216  
 Мертер 165  
 Мертвое море 219  
 Мертер-Тидвил 176  
 Мидлоттиан 157, 158, 166  
 Миллом 107  
 Милфорд-Хейвен 126  
 √ Мойн 21, 91—93  
 Молверн 33, 35, 45, 46, 52, 58, 72, 75—77, 193, 213, 233, 263  
 Молд 149  
 Молхэм 81  
 Монадлайт 22  
 Морар 19, 20

Морн 274, 275  
 Мортон 226, 230, 237  
 Морт-Пойнт 120  
 Моффат 66, 83  
 Мохлин 185  
 Мохрас 234  
 Мэн, о-ов 37, 49, 105, 107—109, 112, 166—207  
 Найтон 125, 149  
 Нанитон 32, 45, 46, 53, 164  
 Негертон 80  
 Нит 191  
 Нойдарт 18  
 Нормандские о-ва 34  
 Нортгемптоншир, графство 230, 237, 238  
 Нортгуч 219  
 Нортгумберленд, графство 146, 153—155, 159, 166, 184, 185, 196  
 Норфолк 33, 250, 253, 256, 259, 260, 280, 281  
 Ноттингемшир, графство 149, 164, 184, 199, 200, 202, 207, 213—215, 217, 218  
 Ньюбери 269, 271  
 Ньюки 117  
 Ньюлендс, мыс 83  
 Ньютон-Аббот 272  
 Ньюфаундленд, п-ов 86  
 Нэрн 132

Озерный округ 20, 37, 47, 55, 62—65, 75, 81, 82, 86, 90, 105, 107—109, 112, 114, 150, 166, 204, 207, 276, 282  
 Окс. горы 20, 98, 103, 160  
 Оксфорд 243, 244, 247, 256  
 Оксфордшир, графство 183, 244  
 Олборо 280  
 Олд-Раднор 32, 72, 75  
 Оркадское оз. 131  
 Оркнейские о-ва 124, 130—133  
 Ормскерк 209  
 Оронсей, о-ов 13, 18  
 Орфорд 280  
 Осло 50  
 Осмингтон 243  
 Охил, холмы 128

Падарн, хр. 41, 43  
 Па-де-Кале, прол. 180  
 Падстоу 120  
 Пейнтон, зал. 210  
 Пембрукшир, графство 30, 33, 43, 56, 57, 59, 75, 109, 120, 123, 125, 126, 133, 141, 159, 175, 187, 188, 190—192, 272  
 Пенарт 221  
 Пеннан 130  
 Пеннинские горы 49, 105, 145—147, 150, 151, 162, 163, 180, 184, 185, 190, 193—196, 200, 204—206, 212, 276  
 Пенрит 150  
 Пенрит-Бикон, возв. 204  
 Пентайр, мыс 120  
 Пентлендские холмы 128, 168  
 Пенхеппл-Берн 69, 70  
 Пермская губерния 198  
 Перт 20  
 Пертшир, графство 20, 22, 26, 128  
 Пик 162  
 Пикеринг 245, 291  
 Пинхэй, зал. 229

Плили 30  
 Плимут 115, 116  
 Плимутский прол. 117  
 Плинлиммон 61, 73, 282  
 Полсуэрт 215  
 Полшилл 66  
 Помрой 86  
 Понтесфорд 30  
 Понтипул 143, 165, 176  
 Портландский зал. 247  
 Портленд, п-ов 246  
 Поттерис 195  
 Пурбек, п-ов 246, 247, 271, 276, 277  
 Пьюси, р. 246, 247, 259

Рабери 75  
 Рагби 231  
 Раднор 77  
 Радсток 173, 228  
 Разей, о-ов 222, 233, 239, 263  
 Рам, о-ов 274  
 Ратленд 237  
 Рейвенстондейл 150—152  
 Рейнская обл. 114  
 Рейнский массив 118  
 Рекин 30, 35, 75  
 Ренфру, холмы 128  
 Ренфрушир, графство 156  
 Рингстед, зал. 243  
 Рини 131, 136  
 Робин-Вуд-Хилл 226  
 Роксброшир, графство 130  
 Роксхем 281  
 Роман-Фелл 152  
 Рондда 176  
 Росс 19, 92  
 Росслэр 28  
 Росс-энд-Кромарти 18  
 Рочестер, 262

Саар 171  
 Салуэй 155  
 Санбери 268  
 Сатерленд 92, 130, 222, 233, 240, 242, 245  
 Саут-Стэк 29  
 Саутхолл-Бруквуд 269  
 Св. Георгий, массив 142, 160, 162, 164  
 Св. Тадуол, п-ов 43, 52, 53  
 Северн, р. 127, 142, 178  
 Северное море 223, 245, 263, 280, 282  
 Северный Даун-Монахан 104  
 Северный Даунс 280  
 Северный Уист, о-ов 9  
 Северо-Германская низм. 223  
 Северо-западная провинция 147, 150  
 Северо-Пеннинский массив 207  
 Северо-Шотландское нагорье 7, 22, 23, 26, 27, 37, 47, 48, 55, 66, 69, 87, 90, 94, 97, 99—104, 108, 111, 112, 127—130, 132, 133, 135, 155, 198, 245, 282  
 Селкирк 67  
 Сент-Албанс, мыс 246  
 Сент-Бис 206  
 Сент-Остелл 192  
 Сидло, холмы 128  
 Силли, о-ва 193  
 Сиккар-Пойнт 130  
 Ситаун 258  
 Скай, о-ов 13, 14, 18, 19, 47, 93, 94, 221, 233, 239, 240, 242, 245, 263, 273—276



Скардрой 19, 93  
 Скелтертон-Бек 149  
 Скомер, о-ов 56  
 Скофел 63  
 Скриптон 147  
 Скури 8, 10, 11  
 Слив-Галлион 274  
 Сноудон 40, 43, 52, 56—59, 282  
 Солтерн-Ков 120  
 Сомерсет 79, 120—122, 164, 175, 209, 217, 219—221, 233, 235, 236  
 Спитон 256  
 Средиземноморская обл. 88  
 Средне-Ирландская низм. 86, 135  
 Средне-Пеннинская провинция 147, 150, 162, 163, 165  
 Средне-Шотландская долина 127, 128  
 Средне-Шотландская низм. 37, 38, 66, 86, 102, 104, 105, 124, 129, 130, 147, 152, 155—158, 160, 168, 185, 197, 198  
 Средние Пеннины, горы 162, 163, 166, 169  
 Станнер-Рокс 33  
 Старт, п-ов 189, 193  
 Старт-Болт 188  
 Старт-Пойнт 33  
 Стаффа, о-ов 274  
 Стаффордшир, графство 72, 80, 164, 173, 174, 181, 182, 184, 209, 213, 215  
 Стейр-Хол 277  
 Стинхар, п. 38, 69  
 Стонбарроу 258  
 Стонхендж 269  
 Стоэр 13, 14  
 Стратфорд 182  
 Стреттон-Хиллс 30, 32, 33  
 Стурбридж 181  
 Судетские горы 188  
 Суонидж, зал. 246, 247, 250, 253, 256, 258  
 Суонси 176, 191  
 Суррей 268, 270  
 Суссекс 244, 262, 269, 271  
 Суффолк 281, 291

Табулар 244  
 Тависток 119, 120  
 Тайн, р. 199  
 Тайри, о-ов 9  
 Тамар, р. 120  
 Танет, о-ов 267  
 Тарскавейг 19  
 Твид, р. 152  
 Темза, р. 123, 278, 288, 293  
 Тенби 123  
 Тим, р. 293  
 Тимор 212  
 Тингаджел 192  
 Тишперэри 169  
 Тирон 20, 135  
 Тис, р. 221  
 Тисдейл 151, 154  
 Титтерстон-Кли 145  
 Торки 115, 116, 120, 190, 210  
 Торнхилл 155  
 Торп 149  
 Торридон 13, 14  
 Тортуэрт 72, 75, 79, 193  
 Тоуи 74, 80  
 Тремадон 52, 53  
 Трент, р. 218  
 Триве 70

Турне 140  
 Тулеанская провинция 272, 273  
 Уайт, о-ов 253—255, 258, 260, 266, 271, 272, 276  
 Уайт-Парк, зал. 263  
 Уайтхейвен 206, 207  
 Уигтауншир, графство 82  
 Уиклоу 28, 29, 49, 159  
 — горы 108, 112, 138  
 Уиклоу-Уэксфорд, массив 134  
 Уинкуор 79  
 Уилд, оз. 251  
 — о-в 250—255, 258, 269, 276, 278  
 — провинция 254  
 Уилтшир, графство 242, 244, 258  
 Уист, о-ва 11  
 Уитби 203  
 Уорбарроу, зал. 253  
 Уордур, р. 246, 247, 259  
 Уорикшир, графство 164, 174, 181—183, 214, 215, 218, 284  
 Уоррен-Хаус 35  
 Уотерфорд 86, 134  
 Уотерфорд-Харбор 159  
 Уотчлоу 154  
 Уэйбридж 268  
 Уэймут 243, 244, 253  
 Уэксфорд 49, 86  
 Уэллшпул 73, 76  
 Уэльс 20, 27, 28, 33, 35, 36, 39—50, 52—58, 59, 61, 63, 64, 66, 71, 72, 74—79, 87, 90, 108—110, 112—114, 124—127, 138, 141, 145, 146, 162, 164, 165, 175, 176, 180, 186, 187, 190, 191, 228, 233, 234, 262  
 Уэльс-Брабантская возв. 183  
 Уэльс-Брабантский о-ов 170, 174, 175, 180—184  
 Уэнлокская гряда 76, 77  
 Уэнслидейл 152, 154  
 Уэстфилд 167

Файли 244  
 Файф 156, 158, 167, 185  
 Файфшир, графство 130, 156, 158  
 Фарерские о-ва 272  
 Фарн, о-ов 196  
 Фаула, о-ов 132  
 Фенленд 244  
 Фенс 245  
 Фернесс 206, 207  
 Фингалова пещера 274  
 Финтонский район 135  
 Флинт 146, 183  
 Флинтшир, графство 146, 164  
 Флэдбери 288  
 Фолкстон 258  
 Фордингбридж 272  
 Форест-оф-Дин 125, 127, 176, 188, 191, 193, 251  
 Форланд-Пойнт 121  
 Форт, р. 157, 166, 293  
 Форт-Клайд, р. 283  
 Форт-Уильям 2Л  
 Фром 220  
 Хаверфорд-Уэст 59, 74  
 Хазлер-Хилл 30  
 Хайт 253  
 Хакнесс 243

Халдон, холмы 259  
 Хамбер 242, 256  
 Хангман-Пойнт 121  
 Хантер-Хилл 33, 35  
 Хантингтон 58  
 Харвич 280  
 Хардстофт 195  
 Харлех 234, 272  
 Харрис 11  
 Харрисон, оз. 291, 292  
 Хаунстаут 246  
 Хаут 29  
 Хафмонд-Хилл 32  
 Хелвиллин 63  
 Херефорд 80  
 Херефордшир, графство 126, 193  
 Хеттон 199  
 Хой, о-ов 132  
 Холи, о-ов 29  
 Хорли, 209  
 Хортон 81  
 Хофмонд, холмы 183  
 Хэмблтон 244

Центральная равнина 133, 134  
 Центральный массив, Франция 171  
 — Росс 19

Чадли 119  
 Чарнвуд 35, 213, 217  
 Чарнвуд-Форест 32, 111  
 Чатам 269  
 Челтнем 228, 234  
 Челфорд 288  
 Черный остров 131  
 Чешир, графство 213, 217—219, 233, 288  
 Чивнот 129, 153  
 Чиллесфорд 281  
 Чилтернские холмы 259, 260  
 Чичестер 269

Шайнт, о-ов 233  
 Шаннон, р. 168, 186  
 Шарпнесс 79

Шварцвальдский массив 138  
 Шервудский Лес 215  
 Шерборн 236  
 Шетландские о-ва 27, 124, 130  
 Шеффилд 161  
 Шотландское нагорье 138  
 Шпицберген 27, 264  
 Шропшир, графство 45, 46, 52, 53, 56—61, 70, 72, 76, 79, 80, 88, 124—126, 146, 164, 183, 213—215, 262  
 Шрусбери 182, 184  
 Шэп 107, 150

Эдж-Хилл 231  
 Эдинбург 128, 156, 157  
 Эйвон, р. 139, 140, 291  
 Эйвонмут 178  
 Эйвонское ущелье 140—142, 146  
 Эйгг, о-ов 263  
 Эйкотт, холмы 63  
 Эйлса, о-ов 286  
 Эйп 230  
 Эйре 126  
 Эйфель 116  
 Экс, р. 210  
 Эксетер, графство 210, 259  
 Элгин 208  
 Эпшлби 204, 205  
 Эриболл 93—95  
 Эршир 156, 158, 166, 168, 185, 207  
 Эссекс, графство 253, 256, 270, 281  
 Этрикбридженд 67

Юго-западная провинция 137, 139—145, 147, 162, 164, 188  
 Южно-Пеннинский массив 146  
 Южно-Шотландская возв. 20, 37, 38, 47, 55, 65, 66, 68, 82—84, 86, 90, 102—106, 112, 127, 129, 130, 139, 146, 147, 155, 166, 185, 197, 198, 282  
 Южный Даунс 280  
 — Росс 19  
 — Харрис 10

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ . . . . .	5
<b>I. ДОКЕМБРИЙ</b>	
Глава 1. Докембрий. <i>Перевод С. Е. Алферова</i> . . . . .	7
<b>II. НИЖНИЙ ПАЛЕОЗОЙ</b>	
Глава 2. Кембрийская система. <i>Перевод С. Е. Алферова</i> . . . . .	36
Глава 3. Ордовикская система. <i>Перевод С. Е. Алферова</i> . . . . .	51
Глава 4. Силурийская система. <i>Перевод С. Е. Алферова</i> . . . . .	71
Глава 5. Каледонская орогения. <i>Перевод С. Е. Алферова</i> . . . . .	89
<b>III. ВЕРХНЕПАЛЕОЗОЙСКАЯ ЭРА</b>	
Глава 6. Девонская система. <i>Перевод С. Е. Алферова</i> . . . . .	114
Глава 7. Каменноугольная система. <i>Перевод И. П. Лаврушко</i> . . . . .	136
Глава 8. Варисская орогения. <i>Перевод И. П. Лаврушко</i> . . . . .	187
Глава 9. Пермская система. <i>Перевод И. П. Лаврушко</i> . . . . .	198
<b>IV. МЕЗОЗОЙСКАЯ ЭРА</b>	
Глава 10. Триасовая система. <i>Перевод И. П. Лаврушко</i> . . . . .	212
Глава 11. Юрская система. <i>Перевод И. П. Лаврушко</i> . . . . .	224
Глава 12. Меловая система. <i>Перевод И. П. Лаврушко</i> . . . . .	249
<b>V. КАЙНОЗОЙСКАЯ ЭРА (ГРУППА)</b>	
Глава 13. Третичная система. <i>Перевод И. П. Лаврушко</i> . . . . .	265
Глава 14. Плейстоцен. <i>Перевод И. П. Лаврушко</i> . . . . .	279
ЛИТЕРАТУРА . . . . .	294
ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ . . . . .	304
УКАЗАТЕЛЬ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ НАЗВАНИЙ . . . . .	314

«НАУКИ О ЗЕМЛЕ»

т. 44

*Дж. Беннисон, А. Райт*

**Геологическая история Британских островов**

Редактор М. В. ФЕДОРОВА

Художественный редактор В. М. Варлашин. Технический редактор Н. А. Иовлева

Сдано в набор 10/XI-1971 г. Подписано к печати 6/III 1972 г.

Бумага № 1 70×1081/16-10 бум. л. 28 усл. печ. л. Уч.-изд. л. 29,55

Изд. № 5/5866. Цена 3 р. 36 к. Зак. 1176

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МИР». Москва, 1-Рижский пер., 2

Московская типография № 16 Главполиграфпрома Комитета по печати при Совете Министров СССР  
Москва, Трехпрудный пер., 9