

**А К А Д Е М И Я   Н А У К   С С С Р**  
**ТРУДЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА**

**Выпуск 73**

**А. П. ФЕОФИЛОВА, М. Л. ЛЕВЕНШТЕЙН**

**ОСОБЕННОСТИ**  
**ОСАДКО- И УГЛЕНАКОПЛЕНИЯ**  
**В НИЖНЕМ И СРЕДНЕМ**  
**КАРБОНЕ**  
**ДОНЕЦКОГО БАССЕЙНА**

**ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР**  
**МОСКВА**

Выпуск 73

А. П. ФЕОФИЛОВА, М. Л. ЛЕВЕНШТЕЙН

ОСОБЕННОСТИ  
ОСАДКО- И УГЛЕНАКОПЛЕНИЯ  
В НИЖНЕМ И СРЕДНЕМ  
КАРБОНЕ  
ДОНЕЦКОГО БАССЕЙНА



ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР  
*П. П. ТИМОФЕЕВ*

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Угленосные отложения среднего карбона Донбасса в течение ряда лет изучались коллективом литологов Геологического института АН СССР под руководством Ю. А. Жемчужникова и В. С. Яблокова. Главное внимание было обращено на выяснение условий образования пород и углей и особенностей ритмического строения угленосных отложений продуктивных свит московского яруса. Большое место занимала также дальнейшая разработка методов фациально-циклического анализа, принятого в качестве основного рабочего метода исследования. При этом фация определялась как совокупность физико-географических условий образования осадков, выраженная комплексом тесно связанных между собой генетических типов пород. Такое понимание фации за последнее время прочно укоренилось в области угольной геологии, что видно из многочисленных литологических исследований, проведенных на различных угольных бассейнах и месторождениях. Работами по изучению среднего карбона Донбасса была охвачена вся площадь его открытой части, что позволило составить большое число детальных палеогеографических карт по отдельным мелким циклам осадконакопления.

Основные результаты работ отражены в коллективных трудах Донбасской экспедиции Геологического института АН СССР (Аллювиальные отложения..., 1954; Атлас литогенетических типов..., 1956; Жемчужников и др., 1959—1960). Кроме того, участниками работ опубликовано много статей по отдельным вопросам и районам (Ботвинкина, 1952, 1955, 1956<sup>1</sup>, 1956<sup>2</sup>; Колотухина, 1948, 1952; Тимофеев, 1954, 1956; Тимофеева, 1953, 1956; Феофилова, 1954, 1955). Л. И. Боголюбовой, П. П. Тимофеевым и В. С. Яблоковым опубликован также ряд статей о генетических типах углей и связи их с фациальными обстановками осадконакопления. Организованные в 1954 г. Геологическим институтом АН СССР и трестом Артемгеология аналогичные исследования нижнего карбона юго-западной части Донбасса по своей методике и основным задачам явились непосредственным продолжением работ по изучению среднего карбона. Интерес к отложениям нижнего карбона Донбасса был обусловлен открытием в нем промышленной угленосности в районе Петриковка — Владимировка. Интенсивные поисковоразведочные работы здесь развернулись в 1949 г. На обширных территориях, охваченных разведкой, были выявлены площади с весьма высокой угленосностью (Владимировский район) и на близких расстояниях — площади с резко пониженной угленосностью (ст. Межевая) или вовсе лишенные угольных пластов промышленного значения (Кальмиусский район). Было установлено также, что угли нижнего карбона относятся к дюреновым, существенно отличаясь по петрографическому составу и химико-технологическим свойствам от среднекарбоновых углей. Все это свидетельствовало о специфике характера и особенностях распределения угленосности в нижнем карбоне, требовавшей объяснения и выдвигавшей ряд вопросов практического характера.



В самом начале полевых исследований стало ясно, что угленосные отложения нижнего карбона представлены тем же парагенезисом пород (аргиллиты, алевролиты, песчаники, известняки, угли), что и среднекарбоновые, и что породы нижнего карбона в общем выражают те же фации озер и болот, аллювия, лагун, заливов и открытого моря, которые были выделены и подробно описаны в отложениях среднего карбона. Не вызывал сомнений также и сложноциклический характер их строения. Поэтому объяснение специфики нижнекаменноугольного угленакопления надо было искать в особенностях генетических типов пород одноименных фаций нижнего и среднего карбона, в частности, в особенностях вещественного состава пород; в деталях морфологии побережья, выявляющихся при анализе парагенезисов фаций и прослеживании различных фациальных зон на площади; в специфических особенностях сложноциклического строения угленосных отложений, которые обуславливаются особенностями тектонического режима Донецкого прогиба в нижне- и среднекаменноугольное время. В соответствии с этим осадки нижнего карбона изучались нами в сравнительном аспекте и основное внимание было обращено на выявление отличительных признаков отложений нижнего карбона. Это обусловило в свою очередь и построение настоящей работы. Хотя основной задачей являлась характеристика условий осадконакопления и особенностей циклического строения нижнекарбоновых отложений, мы всюду приводим основные данные и по среднекаменноугольным отложениям; закономерности среднекаменноугольного осадко- и угленакопления служили исходным материалом при анализе нижнекарбоновых отложений. Обобщение всей суммы признаков, отличающих нижне- и среднекаменноугольное осадконакопление, привело нас к представлению о существенных различиях в ландшафтно-тектонических условиях этих геологических отделов, различиях, имеющих, несомненно, уже формационный характер. Мы пришли, таким образом, к заключению, что угленосные отложения нижнего и среднего карбона относятся к различным типам угленосных формаций.

Необходимо подчеркнуть, что задачи формационного анализа не были поставлены перед настоящими исследованиями, поэтому вопросы границ формаций и их соотношения с соседними неугленосными формациями здесь почти не затрагиваются. Выводы наши о двух типах угленосных формаций Донецкого бассейна базируются на детальном сравнительном анализе внутренних особенностей этих формаций — их состава, строения и условий накопления.

Работы осуществлялись в тесном содружестве с геологами треста Артемгеология. Непосредственно в исследованиях, помимо авторов, принимали участие: от Геологического института АН СССР — З. В. Тимофеева, проводившая изучение конкреций в угленосных отложениях нижнего карбона; от треста Артемгеология — М. Ф. Манукалова-Гребенюк, давшая микроскопические характеристики карбонатных пород; К. И. Иносова, обеспечившая углепетрографические исследования; К. Ф. Курилова, выполнившая большую работу, связанную с детальными полевыми литологическими наблюдениями; Г. У. Соколова и О. П. Рябиченко, занимавшиеся минералогическим анализом песчано-глинистых пород.

В процессе полевых работ удалось осуществить совместно с профессором А. П. Ротом просмотр основных разрезов нижнего карбона. Профессор А. П. Ротай любезно согласился также взять на себя определение фауны брахиопод, за что авторы выражают ему глубокую благодарность. Авторы весьма признательны также М. Т. Сергеевой, участвовавшей в просмотре нескольких разрезов нижнего карбона и выполнившей определение фауны пелеципод.

## ВВЕДЕНИЕ

Нижнекаменноугольные отложения Донецкого бассейна обнажены только на его южной окраине, в бассейне р. Кальмиус. К ним приурочены здесь лишь незначительные проявления угленосности, вследствие чего долгое время нижний карбон считался малоперспективным.

В 1949 г., когда геологоразведочными организациями Министерства геологии СССР и Министерства угольной промышленности СССР в районе Новомосковска, Павлограда и Петропавловки были выявлены угольные пласты рабочей мощности, наступил коренной поворот в изучении нижнего карбона.

В течение 1949—1951 гг. в разведку была вовлечена площадь от Петриковки (в 40 км северо-западнее Днепропетровска) на западе до ст. Межевой на востоке. Затем с 1952 г. поисковыми работами была охвачена также площадь, расположенная далее к юго-востоку, вплоть до р. Кальмиус. Таким образом, разведанная область неглубокого залегания нижнекаменноугольных отложений вытянута в общем в субширотном направлении с запад-северо-запада на восток-юго-восток на 300 км. На этой территории разведочными работами выявлен ряд месторождений угля с крупными запасами и высокого качества (Новомосковское, Павлоградское, Петропавловское и Южно-Донбасское месторождения). Ширина полосы, доступной для разведки (по глубинам залегания), составляет 15—30 км.

Детальные литологические исследования проводились в пределах района деятельности треста Артемгеология, охватывающего восточную половину полосы распространения нижнего карбона (от ст. Доброполье — Межевая на западе до р. Кальмиус на востоке (фиг. 1).

В настоящее время на этой площади выделены три самостоятельных геологических района: Кальмиусский, Владимировский и Волчанский. Кальмиусский район примыкает с юга к старейшему углепромышленному району — Донецко-Макеевскому, Владимировский район примыкает к Кураховско-Маринскому району, а Волчанский район граничит с Красноармейским геолого-промышленным районом Донбасса.

Состояние изученности перечисленных районов неравноценно. Наиболее подробно исследован Владимировский район, в пределах которого находятся детально разведанные Южно-Донбасские участки. Площади к востоку и западу от Южно-Донбасских участков изучены значительно слабее. В Кальмиусском районе геологические исследования ограничались геологической съемкой и единичными буровыми скважинами.

Нижнекаменноугольные отложения в юго-западной части Донецкого бассейна представлены полным разрезом, охватывающим турнейский, визейский и намюрский ярусы. Они разделяются на две толщи, резко отличающиеся по литологическому составу. Нижняя, представленная карбонатными породами (известняки, доломиты, кремнистые мергели),



охватывает весь турнейский ярус и нижнюю часть визейского. Эта карбонатная, преимущественно известняковая толща в схеме Геолкома выделена в виде одной свиты, обозначенной индексом  $C_1^1$ .

Верхняя толща нижнего карбона, охватывающая верхние зоны визейского и весь намюрский ярус, сложена преимущественно терригенными породами (аргиллиты, алевролиты, песчаники) с тонкими прослоями известняков и углей.

Общая мощность терригенной (визейско-намюрской) толщи нижнего карбона достигает 2720 м в восточной части района (по Новоселовской разведочной линии в бассейне р. Кальмиус), уменьшаясь до 1650 м в районе Петропавловки (по р. Самаре).

Общепризнанной схемы дробного стратиграфического расчленения верхневизейских и намюрских отложений в настоящее время еще не существует. До последнего времени отсутствовала также единая синонимика угольных пластов и известняков<sup>1</sup>. Сопоставление наиболее распространенных схем дается на фиг. 2.

В настоящей работе использована синонимика и схема расчленения нижнего карбона, принятая в тресте Артемгеология с 1954 г., согласно которой отложения нижнего карбона подразделяются, как и в других схемах, на 5 свит:  $C_1^1$  (А),  $C_1^2$  (В),  $C_1^3$  (С),  $C_1^4$  (D),  $C_1^5$  (Е). Таким образом, обеспечивается преемственность индексации свит и синонимики угольных пластов и известняков в тех частях разреза, которые были ранее детально изучены.

Свита  $C_1^2$  (В), или подугленосная, начинающая терригенный комплекс осадков нижнего карбона, принимается в границах, предложенных В. З. Ершовым (Широков, 1956), т. е. от кровли известняковой толщи  $C_1^{cf}$  до известняка  $C_1$  самарского разреза ( $B_{12}$ , по А. П. Ротая, 1939). В основу индексации известняков этой свиты положена схема А. П. Ротая (Ротай, 1939; Южная экскурсия, 1937).

Свита  $C_1^3$  (С), или самарская (угленосная), рассматривается в пределах от известняка  $C_1$  (по синонимике самарского разреза) до бешевского известняка  $D_1$ . Индексация углей и известняков в этой свите производится нами по схеме, принятой углеразведочными трестами в районе Петропавловки, с учетом некоторых изменений, связанных с уточнением корреляции кальмиусского и петропавловского разрезов.

Свита  $C_1^3$  подразделяется на две подсвиты — нижнюю и верхнюю. Границей между подсвитами служит известняк  $C_5$ , соответствующий известняку  $C_1$  схемы А. П. Ротая. Нижняя подсвита, с которой связана почти вся промышленная угленосность нижнего карбона, относится к визейскому ярусу. Для верхней подсвиты большинством исследователей устанавливается намюрский возраст. Объем, границы и синонимика известняков и углей свит  $C_1^4$  и  $C_1^5$  принимаются по кальмиусскому разрезу, в основном по А. П. Ротая, с некоторыми уточнениями, внесенными за последние годы Д. Е. Айзенвергом и геологами-съемщиками треста Артемгеология (Айзенберг, 1958).

Таким образом, для свит  $C_1^2$ ,  $C_1^4$  и  $C_1^5$  в качестве стратотипа принимается кальмиусский разрез, где эти свиты прекрасно обнажены и изучены по р. Кальмиус.

Для угленосной свиты  $C_1^3$  наиболее приемлемым стратотипом является самарский (петропавловский) разрез. Продуктивная толща нижнего карбона представлена здесь в типичном виде и хорошо разбурена, тогда как в бассейне р. Кальмиус свита  $C_1^3$  лишена промышленной угленосности, детально не разведывается, плохо обнажена и, следовательно, малодоступна для детальных исследований.

<sup>1</sup> В настоящее время унифицированная синонимика пластов  $C_1$  разработана углеразведочными трестами и Днепропетровским горным институтом.

Область развития нижнекаменноугольных отложений юго-западной окраины Донецкого бассейна находится на северном склоне Приазовской части Украинского кристаллического массива. Они слагают здесь обширную пологую моноклиналь, обращенную в общем на северо-восток и переходящую в южное крыло Кальмиус-Торецкой котловины. Центральная часть моноклинали осложнена крупной пологой Волчанской синклиналью, ось которой перпендикулярна основному северо-западному простиранию пород.

Для описываемого района, как и для всего северного склона Украинского кристаллического массива, характерны пологие углы падения  $5 - 12^\circ$ . Более крутые углы падения встречаются редко и связаны обычно с пликативными структурами второго порядка и местным влиянием дизъюнктивных деформаций.

Среди мелких складок района выделяются две группы. Первая охватывает длинную цепь куполов и брахиантклиналей, вытянутых в северо-западном направлении вдоль регионального Криворожско-Павловского сброса, сходных с Калайдинско-Голубовскими структурами Днепровско-Донецкой впадины. По-видимому, так же как эти последние, они относятся к южной зоне краевых дислокаций Большого Донбасса. Вторая группа объединяет ряд флексурообразных складок северо-восточного простирания, развитых в пределах восточного крыла Волчанской синклинали.

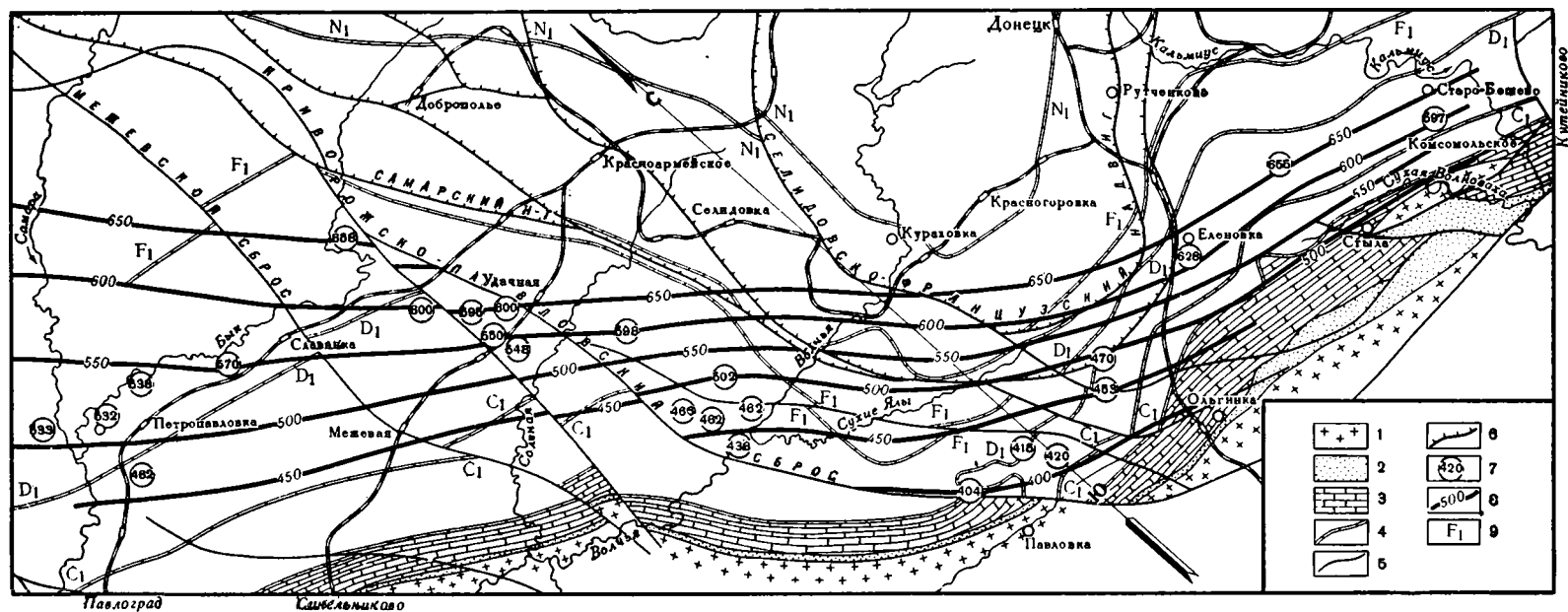
Имеющийся в настоящее время обширный разведочный материал подтверждает глыбовый характер тектоники в полосе примыкания палеозойских отложений к Украинскому кристаллическому массиву. Развитые в этой зоне нарушения относятся к типу нормальных сбросов, преимущественно продольных и диагональных. Все региональные сбросы имеют в общем северо-западное простирание с северо-восточным или юго-западным падением сбрасывателя. Среди сбросов с северо-восточным падением сбрасывателя крупнейшим является Криворожско-Павловский сброс, представляющий региональный разлом, прослеженный на протяжении 130 км от Павловки и Васильевки на юго-востоке до Криворожья на р. Бык и севернее. Вертикальная амплитуда смещения, составляющая на юге 1100 м, к северо-западу уменьшается до 600 м на р. Соленой и до 250—270 м у Криворожья. Падение сбрасывателя крутое ( $60 - 70^\circ$ ).

Скачкообразное изменение мощностей свит и метаморфизма в угольных пластах, устанавливаемое при сопоставлении висячего и лежащего крыльев Криворожско-Павловского и некоторых других сбросов этого типа, а также литологические наблюдения вызывают предположение о конседиментационном характере этих и родственных им дизъюнктивов. Они рассматриваются нами как древние разломы, формирование которых связано с начальными этапами развития Донецкого прогиба.

К системе сбросов с юго-западным падением плоскостей сбрасывателя относятся: Владимирский, Шевченковский, Межевой и др. Вертикальная амплитуда наиболее крупных из этих смещений достигает 100—150 м. Падение сбрасывателя крутое.

В полосе выходов среднекаменноугольных отложений, примыкающей с северо-востока и севера к площади распространения нижнекаменноугольных осадков, установлен совершенно другой характер дизъюнктивной тектоники, с преобладанием нарушений типа надвигов и второстепенным значением сбросов. При этом крупнейшие надвиги Донецко-Макеевского и Красноармейского районов прослежены и изучены во всей толще среднего карбона, и признаков их затухания в нижней части разреза не наблюдается. Очевидно, все эти надвиги продолжают и в толще нижнего карбона. Эти надвиги дугообразно огибают Волчанскую синклиналь. Падение сбрасывателей во всех случаях согласное с падением пород и направлено к центральной части Волчанской синклинали.





Фиг. 3. Карта изопакт свиты  $C_1^3$  (нижней подсвиты)

1 — кристаллические породы; 2 — верхний девон; 3 — карбонатная толща нижнего карбона; 4 — горизонты «свитных» известняков в угленосных отложениях карбона; 5 — сбросы; 6 — надвиги; 7 — мощность нижней подсвиты в опорных пунктах; 8 — изопакты; 9 — индексы «свитных» известняков

Таким образом, в пределах описываемой площади установлено сложное переплетение черт глыбовой тектоники жесткого кристаллического фундамента и надвиговой тектоники открытого Донбасса, причем первые преобладают в юго-западной, а вторые — в северо-восточной части района.

Указанная смена морфологии структур в районе происходит параллельно с прогрессирующим уменьшением мощностей всех свит и, соответственно, быстрым уменьшением метаморфизма в юго-западном направлении, т. е. вкост простирания борта кристаллического массива. На фиг. 3 показаны изопакиты нижней подсвиты угленосной самарской свиты. В общих чертах характер их выдерживается и для всех других свит нижнего карбона. В среднем отчетливо устанавливается уменьшение мощностей отложений нижнего карбона в юго-западном направлении со скоростью 1—3% на каждый километр. При этом изопакиты приближенно следуют конфигурации кристаллического массива (Левенштейн, 1959).

Детальные литологические исследования проводились по керну скважин поисковоразведочного бурения, расположение которых показано на фиг. 1.

Наиболее полно изучена угленосная свита  $C_1^3$ , как в районах с промышленными углями — Владимировском и Волчанском, так и в районах, лишенных промышленной угленосности, Кальмиусском (на востоке) и Добропольском (на северо-западе). Свиты  $C_1^4$  и  $C_1^5$  изучены по единичным разрезам Волчанского, Владимировского и Кальмиусского районов. Свита  $C_1^2$  из-за отсутствия кернового материала изучена лишь по двум разрезам во Владимировском и Кальмиусском районах.

Как видно, изученные скважины приурочиваются к двум профилям, идущим в направлении от Владимировского района на север-северо-запад к Добропольскому району и на восток-северо-восток к Кальмиусскому району. Профили эти секут изопакиты под острыми углами (см. фиг. 1, 3), что позволило проследить изменение литолого-фациального состава нижнекарбонных отложений в направлении от прибортовых участков (Владимировский район) к более удаленным от борта районам с повышенными мощностями осадков. Дополнительно были изучены разрезы башкирского яруса по ближайшим Донецко-Макеевскому и Красноармейскому районам. Ранее (при изучении среднего карбона) отложения башкирского яруса в юго-западной части Донбасса были изучены недостаточно и охватывали лишь его верхнюю половину (свиты  $C_2^3$  и  $C_2^4$ ). Таким образом, проведенные нами исследования позволили уточнить имевшиеся представления об особенностях фациально-циклического строения башкирского яруса и составить полный разрез угленосных отложений нижнего и среднего карбона для юго-западной части Донбасса.

Основы применявшейся нами методики работ — выделение литогенетических типов, фаций и циклов осадконакопления, построение фациальных колонок и профилей — детально описаны в первой части монографии, выпущенной коллективом Геологического института АН СССР по результатам аналогичных исследований среднего карбона Донбасса (Ю. А. Жемчужников и др., 1959). Поэтому вопросы методики здесь нами затрагиваются лишь попутно в той мере, в какой это необходимо для понимания основного материала.



---

## Глава I

### ПОРОДЫ И ФАЦИИ

Угленосные отложения нижнего карбона Донецкого бассейна полифациальны. Так же как и в среднем карбоне, широко развиты отложения континентальных, морских и переходных групп фаций. Генетические признаки пород этих фаций в общих чертах аналогичны среднекарбовым. Специфические особенности нижнекарбовых фаций выявляются лишь при детальном сравнительном анализе пород одноименных фаций нижнего и среднего карбона. Они выражаются в своеобразии структуры, текстуры и вещественного состава отдельных литогенетических типов, а также в существенно иных соотношениях их в пределах некоторых фаций; реже наблюдается выпадение одних генетических типов и появление новых, не встречающихся в среднем карбоне.

В настоящей главе мы ставим своей задачей подробно охарактеризовать именно эти специфические особенности нижнекарбовых фаций, отражающие различия ландшафтно-тектонических обстановок нижнего и среднего карбона. Рассмотрение каждой фации начинается с характеристики ее в условиях среднего карбона. Так как литогенетические типы и фации среднего карбона были детально изучены и описаны в ряде работ Донбасской экспедиции Геологического института АН СССР, они принимаются в качестве эталонных, и характеристики их даются здесь в предельно сжатой форме, лишь в той мере, в какой это необходимо для сравнительного анализа и выявления особенностей нижнекаменноугольного осадконакопления.

#### КОНТИНЕНТАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Континентальные отложения включают две группы: аллювиальных и болотных фаций.

##### Аллювиальные фации

Фация песчаных осадков русла в среднем карбоне имеет исключительно широкое развитие и приурочена к продуктивным свитам московского яруса в южном и юго-западном районах бассейна. Представлена она преимущественно песчаниками от мелкозернистых до крупнозернистых, с подчиненным участием гравелитов, реже — конгломератов. Песчаники разнозернистые, как правило, с ритмической сортировкой материала. Состав полевошпатово-кварцевый, с обломками горных пород, содержание полевых шпатов обычно до 15—20%, в редких случаях до 40—50%, когда песчаник приближается к аркозовому. Содержание обломков горных пород непостоянное, чаще невысокое (менее 10%). В составе их преобладают кварциты, различные

сланцы, реже встречаются эффузивные, гранитоидно-пегматоидные или кремнистые породы. Первичных слюд мало. Кварцевые зерна обычно не корродированы. Полевые шпаты резко различной сохранности: от свежих до разрушенных. Форма обломочных зерен угловатая и угловато-окатанная. Цементов мало, тип контактовый или контактово-поровый, по составу разнообразный: глинистый (каолининовый или гидрослюдистый), кремнистый, реже карбонатный, иногда представлен гидроокислами железа. Часто состав цемента смешанный. Песчаники имеют крупную косую слоистость, типичную для осадков речного потока, с мощностью отдельных серий обычно 0,7—1,5 м. В одной плоскости обнажения направление падения косых слоев внутри различных серий обычно поддерживается, но угол их меняется, что свидетельствует о меандрировании русел.

Косая слоистость отчетливо выявляется вследствие закономерных изменений гранулометрического состава внутри серий: в пределах каждого косого слоя толщиной 1—2 см грубозернистый материал становится все более тонким в направлении от его подошвы к кровле (ритмическая сортировка) и вверх по восстанию. Наблюдаются также закономерные изменения гранулометрического состава самих серий, материал которых периодически грубеет, а затем постепенно становится все более тонкозернистым; мощность таких ритмов порядка 2—5 м. Еще более характерно изменение материала от грубого до тонкозернистого от основания толщи русловых отложений к ее кровле. Это изменение является результатом боковой миграции русла и сопровождается соответствующими изменениями других признаков осадка, что и определяет разнообразие генетических типов данной фации.

Нижняя часть толщи русловых осадков сложена плохо сортированными крупнозернистыми песчаниками с гравием, линзами гравелита и конгломерата. Наряду с хорошо окатанными гальками кварца и перемытых карбонатных конкреций здесь содержатся слабо окатанные гальки и неокатанные обломки местного происхождения, свидетельствующие о размыве подстилающих пород. Косая слоистость имеет неправильный характер и разное направление, выражена неотчетливо. В изобилии встречаются растительные остатки, преимущественно крупные стебли, стволы и корни деревьев. Эти осадки выражают пристрежневую часть русла и имеют небольшую мощность (обычно не более 2 м). Выше, с переходом в отложения типичной прирусловой отмели, гравийно-галечный материал резко сокращается или исчезает, появляется отчетливая ритмическая сортировка, слоистость становится правильной, преимущественно однонаправленной.

Снизу вверх по разрезу материал постепенно становится более тонким, что сопровождается уменьшением мощности косых серий, постепенным исчезновением крупных растительных остатков, появлением все большего количества растительного детрита, подчеркивающего слоистость. В верхней части материал становится значительно более однородным, преимущественно мелкозернистым, в связи с чем ритмическая сортировка не выражена.

Русловые отложения залегают по неровному отчетливо эрозионному контакту на различных горизонтах подстилающих пород. В плане имеют полосовидную форму, отвечающую ископаемым долинам. Мощность толщи руслового аллювия одного осадочного цикла обычно не превышает 20—25 м. Часто встречающиеся мощные толщи (до 100 м) представляют результат наложения аллювиальных толщ нескольких циклов.

По всем признакам русловые отложения среднего карбона относятся к приустьевым участкам равнинных рек с длинным путем транспортировки материала из удаленной области сноса, с хорошо разработанными и довольно интенсивно меандрирующими руслами.

В нижнем карбоне юго-западной части Донбасса аллювиальные отложения имеют незначительное развитие лишь в отложениях намюрского яруса, лишенного промышленной угленосности (выше известняка  $C_5$ )<sup>1</sup>. На площади западного продолжения Донбасса (Новомосковский район) присутствие их констатировано также и ниже, в пределах продуктивной (самарской) свиты (Сокольская, Хмарский, 1957). Песчаные осадки русловой фации нижнего карбона отличаются повышенным содержанием обломков горных пород (до 30%, изредка до 60%) и весьма низким (обычно не больше 5%) содержанием полевых шпатов (иногда совершенно отсутствующих). На западе (Волчанский район) много зерен каолинита. Обломки состоят главным образом из кремней, кремнистых и кремнисто-глинистых сланцев, силицитов с фауной радиолярий, яшмовидных пород, кварцитов и карбонатных пород с фауной фораминифер и брахиопод, т. е. из метаморфизованных осадочных пород, весьма сходных с подстилающими, преимущественно карбонатными породами нижневизейского и турнейского ярусов. Цемента несколько больше, по типу он поровый, по составу — каолиновый (Волчанский район) или кремнисто-глинистый, реже карбонатный. Характерны довольно существенные изменения минералогического состава на сравнительно коротких расстояниях. Так, в Волчанском районе песчаники русловой фации отличаются, помимо отмеченного выше высокого содержания каолинита в цементе и зернах, несколько повышенным, по сравнению с восточным Кальмиусским районом, содержанием полевых шпатов, отсутствием обломков эффузивных пород, а также иной ассоциацией тяжелых минералов, в частности, наличием граната и таких малоустойчивых минералов, как амфибол, пироксен (в небольших количествах).

Русловые отложения нижнего карбона отличаются также меньшим содержанием грубообломочных пород, нечеткостью проявления косой слоистости, меньшими мощностями косых серий, чаще всего не превышающими 0,20—0,30 м. Низы русловых осадков, представленные крупнозернистыми песчаниками, отвечающими стрежневой части потока, обычно содержат лишь примесь гравия и мелкой гальки кварца, кремня и алевролита; гравелиты и в особенности конгломераты почти не встречаются. Средне- и мелкозернистые песчаники прирусловой отмели участками (в керне) выглядят неслоистыми, участками же наблюдается косая слоистость за счет неясной ритмической сортировки материала, которая подчеркивается местами обугленными растительными остатками, зернами и линзочками углистого материала, изредка — послойным распределением гравия и мелкой гальки (табл. I, 1). Ритмических изменений крупности песчаного материала от серии к серии не наблюдается. Отчетливо выражено лишь измельчение материала в направлении к верхней части, сопровождающееся соответствующими изменениями характера слоистости и растительного материала. В верхах толщи русловых осадков встречаются единичные косые серии мощностью не свыше 0,10 м, слоистость неясная, прерывистая, участками косоволнистая и горизонтальная. Песчаники западного Волчанского района очень рыхлые, белого цвета (за счет присутствия каолина как в цементе, так и в зернах).

Характерно, что каолиновые зерна встречаются здесь по всему разрезу толщи русловых осадков, значительно превышая по размерам зерна других минералов. В нижней части они достигают размера мелкой гальки (1—3 см) и, как правило, довольно слабо окатаны (табл. I, 2). На белом каолиновом фоне волчанских песчаников весьма рельефно выступают зерна и линзочки черного углистого материала, что обуславливает своеобразный облик породы и свидетельствует наряду с други-

<sup>1</sup> Везде приводится синонимика треста Артемгеология.

ми признаками о недостаточной отсортированности материала. Еще одной особенностью русловых песчаников Волчанского района является присутствие большого числа мелких пиритовых конкреций неправильной желвачной формы, диаметром до 5—6 см и менее (вплоть до микроконкреций диаметром не более 1 мм), окруженных бурым железистым ореолом.

Отмеченные черты русловых осадков нижнего карбона, особенно в западной части изученной нами территории (Волчанский район), позволяют сделать следующие выводы. Реки нижнего карбона были значительно короче среднекарбоновых, обладали относительно слабой динамикой потока, с пониженной сортирующей деятельностью. Область питания была расположена сравнительно недалеко, в размыв вовлекались прилегающие территории суши, которые в нижневизейское время еще представляли область морского карбонатного накопления, а в намюрское время уже были покрыты корой выветривания, в изобилии поставлявшей каолиновый материал. При несомненной близости размываемой суши осадки русловой фации относительно тонкозернистые, что говорит в пользу слабо расчлененного рельефа области сноса.

Заметим, что породы русловой фации нижнего карбона по всем признакам близки к русловым песчаникам нижнего карбона Подмосквовно-го бассейна (Тихомирова, 1958).

Фация песчано-алевритовых осадков поймы. Как в среднем, так и в особенности нижнем карбоне пойменные отложения маломощны, залегают всегда на русловых осадках и связаны с ними постепенными переходами. Представлены они тонко- и мелкозернистыми песчаниками с подчиненным развитием алевролитов и алевритистых аргиллитов. Минералогический состав пойменных осадков в общем близок к русловым, отличаясь отсутствием обломков горных пород, повышенным содержанием слюд, разложенностью всех зерен полевых шпатов, худшей сортировкой материала, большим количеством цемента разнообразного типа и состава, часто с обильной примесью гидроокислов железа. Ввиду малого развития пойменной фации в нижнем карбоне, характерные отличия ее от среднего карбона не выявлены. Как и в среднем карбоне, наиболее отчетливо выделяются генетические типы собственно пойменных отложений и пойменных озер. Для первых характерны тонкозернистые песчаники и крупнозернистые алевролиты, с мелкой косой и асимметричной косоволнистой слоистостью, типичной для отложений паводковых вод, реже наблюдается прерывистая пологоволнистая или горизонтальная слоистость. Растительные остатки мелкие, от небольшого количества до умеренного, детрита довольно много. В отдельных маломощных интервалах наблюдаются прослоечки глинисто-углистого материала, имеющего очень неправильную прихотливую форму, напоминающую разветвленную корневую систему. В Волчанском районе к этим прослоям приурочены мелкие пиритовые конкреции.

Озерно-пойменные отложения преимущественно алевритовые с горизонтальной, волнисто-горизонтальной или линзовидной слоистостью. Растительные остатки распределены неравномерно, местами их много, они преимущественно мелкие, плохой сохранности, реже встречаются крупные отпечатки коры сигиларий. Детрит содержится в количестве от умеренного до обильного. Вверх по разрезу пойменные отложения постепенно сменяются отложениями болотных фаций.

Фация песчано-конгломератовых отложений временных потоков. К этой фации мы относим прослои конгломератов, иногда переходящие вверх по разрезу в конгломератовидные песчаники, имеющие весьма ограниченное и локальное распространение в верхах продуктивной свиты (ниже известняка  $C_4^4$ ) верхневизейского и в низах намюрского ярусов нижнего карбона. Мощность прослоев до 2 м. Кон-

гломерат состоит из угловато-окатанных, часто вытянутой формы галек размером до 5 см и более, состоящих преимущественно из кремнистых пород и перемытых конкреций (табл. I, 3). Он залегает по контакту неглубокого эрозионного размыва на озерно-болотных осадках, а вверх по разрезу, обогащаясь местами грубозернистым песчаным материалом, резко сменяется алевролитами того же озерно-болотного характера, что совершенно не характерно для русловой фации. По-видимому, мы имеем здесь отложения временных потоков, выносивших галечный материал в озера, в соответствии с чем данную фацию, возможно, следует относить к пролювию.

Подобные конгломераты среди отложений среднего карбона не известны. Присутствие их среди отложений нижнего карбона подтверждает наше заключение о наличии в это время близко расположенных источников сноса.

### Болотные фации

Фация аргиллитово-алевритовых осадков заболоченных прибрежно-морских равнин. Отложения данной фации в среднекарбовое время имели наиболее широкое развитие в продуктивных свитах московского яруса. Они сложены преимущественно алевролитами с подчиненными тонко- и мелкозернистыми песчаниками и аргиллитами. Песчано-алевритовые породы преимущественно кварцевые, с небольшим количеством разрушенных полевых шпатов и слюд, содержат много цемента базального, реже порового типа, по составу глинистого (преимущественно каолинитового и слюдистого) карбонатного. Часто встречаются окислы железа, сферолиты сидерита и мелкие кристаллы пирита. Сортировка материала повсеместно плохая, форма зерен угловатая и угловато-окатанная.

Во всех типах пород данной фации содержится очень много хорошо сохранившихся корневых остатков стигмариий и их аппендиксов, а также растительного детрита. Весьма характерно также большое число конкреций специфической неправильно желвакообразной, часто корневидной формы разнообразного, но преимущественно мелкого размера (не больше 3—4 см, чаще меньше).

Химический состав конкреций зависит от характера тех прибрежных осадков, которые послужили в связи с регрессией моря субстратом для образования. По З. В. Тимофеевой (Жемчужников и др., 1959), в тех случаях, когда болотные условия развивались на заливно-лагуно-дельтовых отложениях, конкреции содержат большое количество  $\text{FeCO}_3$  (70—90%) и основным конкрецтеобразователем является магнезиально-железистый карбонат типа пистомезит-сидероплезита с участием сидерита. В условиях прибрежно-морского субстрата с повышенной известковистостью образовались конкреции со значительным содержанием  $\text{CaCO}_3$  (20—60%), в которых существенная роль принадлежит доломиту и кальциту.

Особенности литогенетических типов данной фации в значительной степени определяются также интенсивностью процессов почвообразования и переработки осадка корневой системой растений.

В нижней части толщи болотных осадков данной фации, где породы наименее изменены, обычно еще различается сильно нарушенная первичная слоистость; здесь встречаются лишь редкие нитевидные корешки. Выше по разрезу, с приближением к угольному пласту, слоистость исчезает, породы приобретают комковатую текстуру, очень неоднородны (наблюдается как бы перемешивание осадков различного гранулометрического состава), содержат большое число корневых остатков, ориентированных перпендикулярно к напластованию пород. Характерен пепельно-серый цвет. Это так называемая подпочва, к которой приурочивается

основная масса конкреций (табл. I, 4). Лежащая выше почва угольных пластов обычно представлена тонкозернистыми осадками (аргиллиты — алевролиты мелкозернистые) темно-серого цвета, с весьма характерной комковатой текстурой, тесно связанной с обилием беспорядочно ориентированных стигматий и их аппендиксов (так называемый кучерявичик). Мощность отложений описываемой фации обычно не превышает 1,5—2,5 м.

В нижнем карбоне исключительно широкое развитие болотных отложений данной фации наблюдается в продуктивной толще верхневизейского времени (интервал  $C_1$  —  $C_5$ ), где они имеют ряд отличительных особенностей. Во-первых, корневые остатки встречаются здесь на очень больших расстояниях от угольного пласта, причем чем дальше вниз по разрезу от угольного пласта, тем более отчетливо выступают первичные, все менее измененные текстура и тип породы.

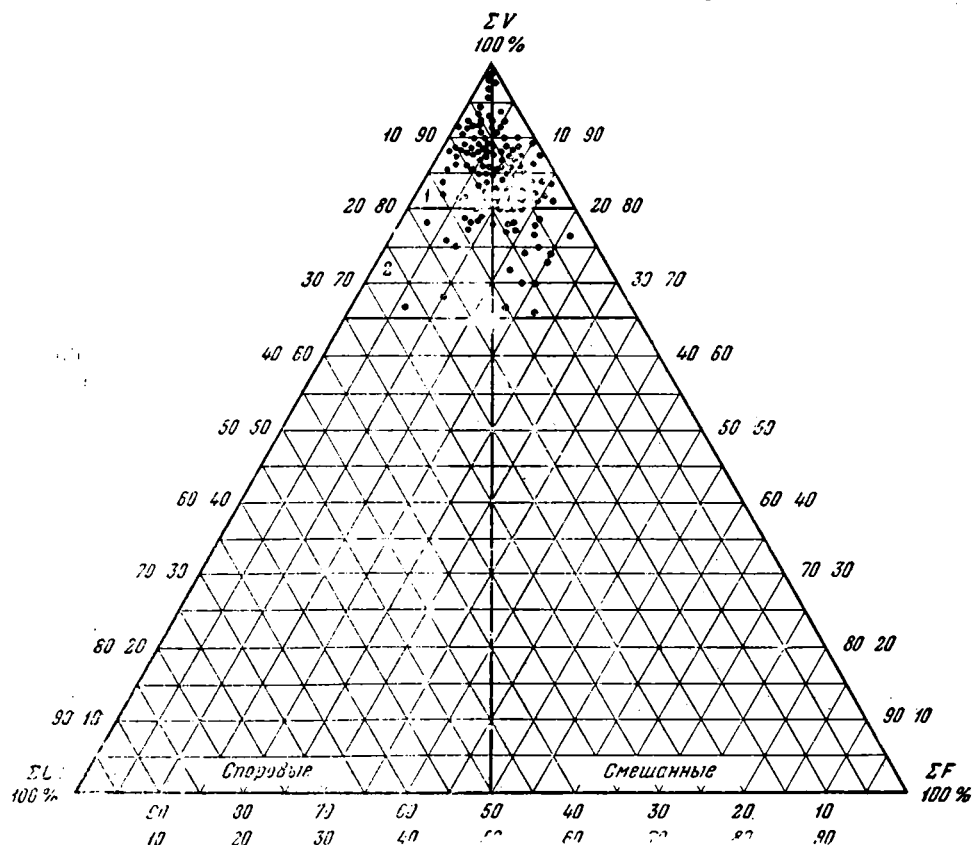
В результате выделяются своеобразные разновидности «подпочвы» (табл. II и III), представляющие различные генетические типы пород из прибрежных фаций заливно-лагунного и открытого морского побережья, а также фации озер, реже песчаных выносов рек, пронизанные корневыми остатками, и в то же время с почти ненарушенной текстурой. Подобные разновидности, совершенно нехарактерные для среднего карбона, свидетельствуют о широком развитии растительности в нижнекарбовое время в прибрежных участках бассейна. Характер корневых остатков в этих мощных слоях прибрежных пород в ряде случаев отчетливо свидетельствует о многократном зарастании, одновременно прерывавшемся и вновь возобновлявшемся, что указывает на очень медленное и длительное погружение, непрерывно компенсировавшееся осадконакоплением. Это, несомненно, определяется особенностями колебательного режима в период образования продуктивной свиты  $C_1^3$  нижнего карбона, о которых подробнее будет сказано ниже.

Во-вторых, следует подчеркнуть, что в целом переход от прибрежных осадков к типичным болотным осадкам, в том числе к угольному пласту, происходит здесь значительно более постепенно, с чем связано появление новых литогенетических типов, не имевших развития в среднем карбоне. К ним относится тип слабопроточных озер в зоне болот, представленный алевролитом мелкозернистым или аргиллитом алевролитистым, неясно горизонтальнослоистым или с отчетливой горизонтальной слоистостью, ровным плитчатым расколом и большим количеством обугленных растительных остатков плохой, реже хорошей сохранности (табл. IV, 1, 2).

Другим новым типом являются алевролиты крайнего мелководья более крупных реликтовых водоемов озерно-болотного типа, образование которых относится к начальной стадии заболачивания. Для этого типа характерны частые изменения гранулометрического состава от алевролита крупнозернистого до аргиллита алевролитистого. В более тонких разностях наблюдается скрытогоризонтальная или неясная горизонтальная и мелковолнистая слоистость, в более крупных — волнистая, линзовидная, иногда слегка взмученная, обусловленная разностью состава и растительным детритом. Иногда (местами) наблюдается несколько комковатая текстура. Породы содержат большое количество растительных остатков, иногда частично пиритизированных, различной крупности; это преимущественно стигматии, аппендиксы, остатки коры, растительный детрит. Корневые остатки отсутствуют (табл. IV, 3). Встречаются ходы илоядных.

Наряду с этими типами значительно более широкое развитие, чем в среднем карбоне, имеют неслоистые алевролиты типа застойных водоемов. Все эти три типа залегают в разрезе ниже типичной подпочвы (с корневыми остатками и сильно нарушенной текстурой). В породах

данной фации присутствует большое количество конкреций, преимущественно мелких, неправильно желвачной или овальной формы. Наибольшее число их приурочено к подпочве, развивающейся на прибрежных осадках лагунной фации; значительное количество их содержится также в алевrolитах крайнего мелководья. Для непосредственной почвы



Фиг. 4. Диаграмма петрографического состава углей среднего карбона Донбасса  
1 — кларен; 2 — дюрено-кларен

угольного пласта — «кучерявчика» и для озерно-болотного типа конкреции не характерны.

В отличие от среднего карбона конкреции болотной фации нижнего карбона всегда содержат большое количество  $\text{FeCO}_3$  и очень немного  $\text{CaCO}_3$  (не более 10—12%), представляя в основном сидероплезиты.

Фация углисто-глинистых осадков заиливающих частей обводненных торфяных болот. К этой фации относятся аргиллит слабоуглистый, часто алевритистый, тонко горизонтально-слоистый за счет обильных обугленных растительных остатков плохой и хорошей сохранности, в том числе листьев папоротников, придающих породе своеобразный «листоватый» облик, и аргиллит углистый, неясно (скрыто) горизонтально-слоистый. Цвет темно-серый до черного за счет тонко рассеянного углистого материала. Изредка встречаются мелкие включения пирита, марказита; слабоуглистый аргиллит содержит также редкие мелкие конкреции сидерита. Мощность углистого аргиллита обычно не превышает 0,2—0,5 м, «листоватого» 1,0—1,5 м.

Для отложений нижнего карбона «листоватый» аргиллит совершенно не характерен.

Фа́ция обводненных торфяных болот представлена гумусовыми углями, которыми сложены почти все пласты Донецкого бассейна. Совершенно подчиненную роль играют угли смешанного происхождения — сапропелево-гумусовые и липтобиолитовые (споровые). Первые встречаются во всех свитах карбона, но обычно в виде невыдержанных маломощных прослоев (до 0,1 м) в кровлях гумусовых углей; вторые — среди гумусовых углей в форме тонких (до 0,05 м) линзовидных прослоев, и только в пластах визейского яруса нижнего карбона.

Гумусовые угли среднего карбона по преобладанию в них гелифицированного вещества (70—90%) относятся в главной своей массе к кларенам и в меньшей степени — к дюрено-кларенам, что наглядно видно на трехугольнике вещественного состава углей, составленном К. И. Иносовой (фиг. 4), по углам которого отложены суммарные количества витринита ( $\Sigma V$ ), фюзенита ( $\Sigma F$ ) и лейптинита ( $\Sigma L$ ).

По данным Л. И. Боголюбовой (Боголюбова, Яблоков, 1951; Жемчужников и др., 1959), среди клареновых углей по признаку строения преобладающего в них гелифицированного вещества отчетливо выделяются два генетических типа: первый тип — угли с ксиловитрено-витреновым гелифицированным веществом и второй тип — угли с однородным гелифицированным веществом. Присутствие в углях первого типа форменных элементов ксиловитреновой и витреновой структур свидетельствует о том, что разложение растительного материала в процессе образования этих углей было приостановлено на стадии набухания. Однородное строение гелифицированного вещества углей второго типа представляет собой результат полного разложения растительного материала в процессе гелификации, включая последнюю стадию разжижения. Помимо основного признака — строения гелифицированного вещества, типы углей различаются и по ряду других признаков (состав форменных элементов, соотношение фюзенизированного и кутинозированного вещества, тип кларенов и дюрено-кларенов, содержание пирита и др.). Типы углей по петрографическому составу хорошо совпали с выделенными ранее углехимиками (Видавский, Рябоконева, 1941) типами углей по восстановленности и, таким образом, получили определенную химико-технологическую характеристику. Угли первого генетического типа по совокупности химико-технологических признаков оказались более восстановленными, а угли второго генетического типа — менее восстановленными (первично-окисленными).

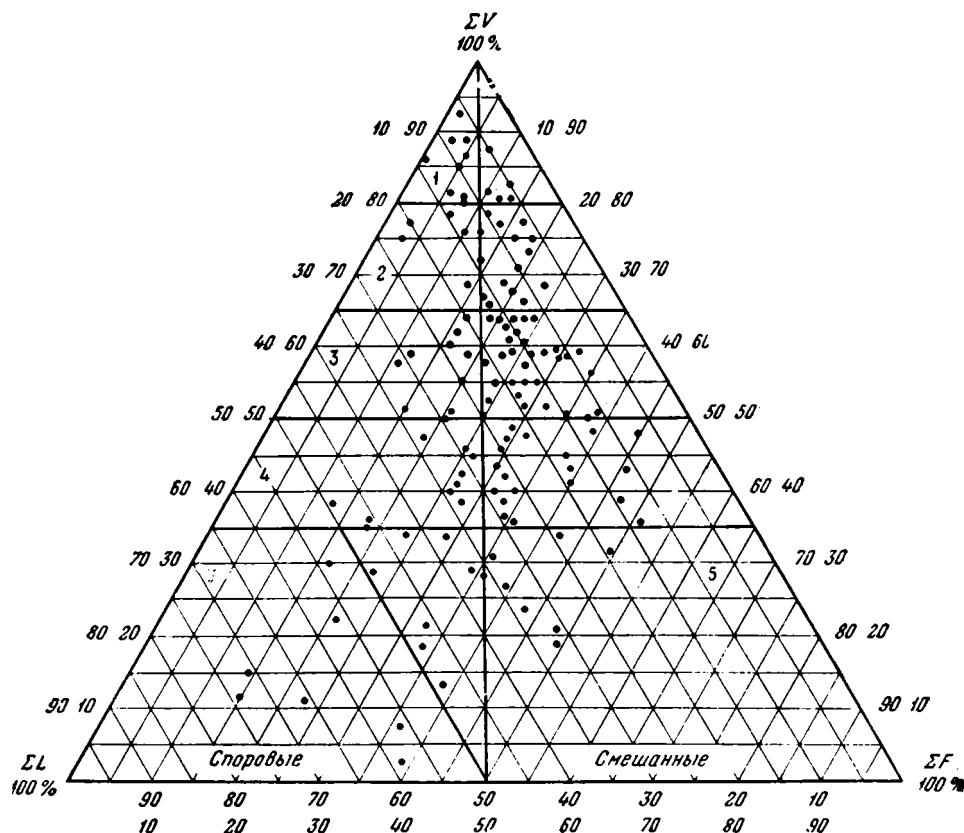
Л. И. Боголюбовой и П. П. Тимофеевым были установлены также определенные зависимости между генетическими типами углей и фациальными типами вмещающих циклов. При этом П. П. Тимофеев (1952) пришел к выводу, что угли первого генетического типа образовались в условиях относительно подвижного топяного болота и быстрого захоронения растительного материала трансгрессирующими водами. Образование углей второго генетического типа происходило в условиях медленного погружения торфяника и незначительной скорости его захоронения, что способствовало полному разложению растительного материала.

Л. И. Боголюбова (Жемчужников и др., 1959) отмечает также вероятное дополнительное влияние величины окислительного потенциала среды топяного болота. Более восстановленные угли первого генетического типа могли образоваться, по ее мнению, в более восстановительной среде, возможно, с менее активной бактериальной деятельностью, что задерживало разложение растительного материала.

Угли продуктивной свиты визейского яруса нижнего карбона по соотношению основных компонентов: гелифицированных (группы витринита  $V_t$ ), фюзенизированных (группы фюзенита  $F$ ) и кутинозированных (группы лейптинита  $L$ ) — резко отличаются от углей средне-



го карбона. По данным К. И. Иносовой, в продуктивной свите нижнего карбона преобладают смешанные кларено-дюреновые и дюрено-клареновые угли, для которых характерно повышенное содержание фюзенизированных (20—30%) и кутинизированных (10—20%) компонентов,



Фиг. 5. Диаграмма петрографического состава углей нижнего карбона Южного Донбасса  
1 — кларен; 2 — дюрено-кларен; 3 — кларено-дюрен; 4 — дюрен; 5 — ультрадюрен.

в то время как гелифицированное вещество составляет 50—70%. В подчиненном развитии содержатся дюреновые и даже ультрадюреновые угли, совершенно не характерные для среднего карбона. Эти различия наглядно выступают при сравнении составленных ею треугольных диаграмм петрографического состава углей среднего и нижнего карбона (фиг. 5).

Несмотря на низкое содержание гелифицированного вещества, К. И. Иносовой удалось выделить генетические типы сложнокомпонентных визейских углей по тому же признаку строения гелифицированного вещества, который был положен в основу классификации среднекарбонных углей. Ею были выделены три основных генетических типа углей, удовлетворительно увязавшихся со степенью восстановленности их по химико-технологическим данным (исключая ультрадюрены):

- «а» — угли с высокой степенью разложения растительных остатков, маловосстановленные;
- «б» — переходный тип — угли со средней степенью разложения растительных остатков, средневосстановленные;
- «в» — угли с низкой степенью разложения растительных остатков, восстановленные.

В отличие от среднего карбона, где широко развиты восстановленные угли первого генетического типа и сравнительно реже — маловос-

становленные второго, в продуктивной свите нижнего карбона преимущественным развитием пользуются угли переходного типа «б», в меньшей мере — маловосстановленные сильно разложенные угли типа «а», а слабо разложенные восстановленные угли типа «в» встречаются редко, причем степень разложения углей типа «в» обычно несколько выше, чем в первом генетическом типе углей среднего карбона. При этом оказалось, что дюреновые и ультрадюреновые угли с содержанием гелифицированного вещества менее 50%, спорово-кутинового — более 20% и фюзенизированного — более 25% относятся в подавляющей массе к типу «а» или близкому к нему, т. е. характеризуются высокой степенью разложенности растительного материала.

### ОТЛОЖЕНИЯ, ПЕРЕХОДНЫЕ ОТ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ К МОРСКИМ

К этой группе относятся песчаные осадки типа речных выносов, приустьевых баров, отложившиеся в прибрежной части морского бассейна при непосредственном участии речных потоков и сохранившие вследствие этого в большей или меньшей степени признаки русловых осадков; песчано-алевритовые отложения верхней, наиболее мелководной части подводного склона, формирующие различные аккумулятивные формы типа прибрежных отмелей, подводных гряд, пересыпей, кос, состав и строение которых связаны с условиями прибрежной части морского бассейна и его волнового поля; алевритово-глинистые осадки прибрежных водоемов, типа заливов, бухт, защищенных аккумулятивными образованиями от прямого воздействия волнений и течений открытого моря, более или менее отгороженных от моря лагун, или полностью изолированных приморских озер.

Фа́ция песчаных выносов рек. В среднем карбоне эта фация представлена мелко- и среднезернистыми песчаниками, иногда с примесью крупнозернистого материала. Состав полевошпатово-кварцевый со слюдой и обломками горных пород. Полевых шпатов много, встречаются как разрушенные, так и свежие зерна. Цемент контактово-поровый и порово-базальный, по составу слюдистый и карбонатный. Форма зерен угловато-окатанная и полуокатанная. Сортировка материала довольно слабая. Слоистость косая, крупная, разнонаправленная, с часто меняющимся углом наклона косых слоев; местами выполаживается до горизонтальной. Мощность косых серий редко превышает 0,20 м. Вследствие довольно быстрого выклинивания отдельных косых серий и срезания их вышележащими в обнажениях слоистость часто имеет клиновидный перекрестный характер. Обычно слоистость неотчетлива, обуславливаясь примесью тонкозернистого материала, и лишь местами подчеркивается растительным детритом. Встречаются и более крупные растительные остатки, распределенные неравномерно, от незначительной примеси до обильных скоплений. Закономерных изменений гранулометрического состава в пределах всей толщи и ритмической сортировки материала внутри косых серий не наблюдается, материал в слое довольно однороден. Отложения данной фации могут залегать на подстилающих породах как с постепенным, так и с резким контактом, часто с признаками подводного размыва небольшой амплитуды. В последнем случае в основании толщи наблюдаются более или менее окатанные, преимущественно алевритовые гальки, появление которых, однако, не сопровождается погрубением вмещающего песчаного материала. Слабо окатанные включения алевролита, со следами пластической деформации, ориентированные по косой слоистости, периодически встречаются и выше по разрезу пород данной фации, мощность которых обычно поряд-

ка 10—15 м, редко больше. В своем развитии они тесно связаны с аллювиальными песчаниками.

В нижнем карбоне фация речных выносов широко распространена и представлена значительно более разнообразными генетическими типами пород, в соответствии с чем может быть подразделена на две взаимосвязанные субфации с интенсивной и ослабленной динамикой водной среды. Первая субфация представлена в основном теми же типами мелко- и среднезернистых песчаников с разнонаправленной косо́й слоистостью, которые имеют преимущественное развитие в среднем карбоне. По составу они очень близки к русловым песчаникам нижнего карбона и, так же, как эти последние, отличаются от среднекарбонových низким содержанием полевых шпатов и слюд и повышенным содержанием обломков горных пород осадочного комплекса. В основании этих песчаников изредка встречаются конгломераты, похожие на конгломераты фации временных потоков, но отложенные в прибрежной части морского бассейна. Приурочена данная субфация к намюрскому ярусу нижнего карбона.

В продуктивной свите визейского яруса почти исключительно развивается лишь субфация с ослабленной динамикой водной среды, представленная главным образом мелкозернистым песчаником с подчиненными прослоями средне- и тонкозернистого песчаника и изредка алевролитов. Осадки этой субфации отличаются по составу почти полным отсутствием обломков горных пород, разрушенностью редких зерен полевого шпата, коррозией кварцевых зерен, преимущественно серицитово-кварцевым, участками карбонатным цементом, лучшей сортировкой материала.

Слоистость разнообразная: прерывистая горизонтальная, пологоволнистая, мелкая асимметричная, косоволнистая, изредка крупная косоволнистая; преобладает горизонтальная слоистость, обычно неотчетливая. Растительного материала много, от мелкого детрита до крупных обугленных растительных остатков. Весьма часто встречаются также крупные и мелкие неокатанные включения тонко горизонтальнослоистого алевролита. Эти включения, так же как и растительные остатки, распределены в слое очень неравномерно, свидетельствуя о частых изменениях гидродинамического режима водной среды, что обуславливает разнообразие генетических типов и разновидностей данной субфации.

Вместе с тем вверх по разрезу наблюдается тенденция постепенного уменьшения динамики среды. В нижней части толщи этой субфации залегают песчаники мелко- и среднезернистые (табл. IV, 4), которые в самом основании иногда содержат примесь крупнозернистого материала, мелкой галечки и неокатанных включений алевролита, гальку из перемытых конкреций, часто также кусочки угля, что свидетельствует о контакте неглубокого размыва. При прослеживании на площади нетрудно убедиться, что размыв, предшествовавший образованию песчаников этого типа, часто уничтожал угольные пласты. Подводный характер размывов следует из облика всей фации, не имеющей признаков, характерных для фаций аллювия; кроме того, он подтверждается фактом обнаружения в песчаниках, у самой их нижней границы, ходов илюдов, заполненных песком с криноидеями. Несколько выше в песчаниках встречаются скопления грубого обугленного растительного материала, за счет которого видна неправильная прерывистая линзовидно-волнистая или неправильная косоволнистая слоистость (табл. V, 1, 2). Еще выше начинает преобладать песчаник мелкозернистый, переполненный неравномерно распределенными неокатанными обломками тонко горизонтальнослоистого алевролита и гальками из перемытых конкреций, реже алевроитовыми или кремнистыми (табл. V, 3). На участках, где включения разрежены, различается прерывистая горизонтальная неправильноволнистая и косоволнистая слоистость за счет алевроитового материала, образу-

щего тонкие линзочки. Местами наблюдается косая слоистость с мощностью серий не более 0,20—0,30 м.

Расположение обломков довольно беспорядочное, но чаще по наслению. В песчанике содержатся мелкие растительные остатки и детрит в небольшом количестве, распределенные неравномерно и местами образуют скопления, подчеркивающие слоистость. Иногда он слабо вскипает с HCl (горизонтальнослоистые участки). Еще выше по разрезу песчаник переходит в мелкозернистый и тонкозернистый, иногда переслаивается с алевролитом крупно- или среднезернистым (толщина чередующихся слоев до 5 см). Слоистость обычно неясная, прерывистая, мелкая, косоволнистая, преимущественно асимметричная, с высотой серий до 3 см и менее и пологим углом наклона. Изредка слоистость имеет перекрестный характер. В переслаивании более грубый материал образует замывы причудливой формы, рисунок слоистости очень неправильный. Встречается мелкая галечка из перемытых конкреций и алевролита, иногда редкие мелкие неокатанные включения алевролита. Растительный материал здесь содержится главным образом в виде детрита, распределенного неравномерно. В Волчанском районе в этом типе встречаются мелкие пиритовые конкреции (табл. V, 4). В верхней части толщи осадков описываемой субфации песчаный материал лучше отсортирован и имеет горизонтальную слоистость, отчетливость проявления которой зависит от весьма неравномерного распределения мелкого растительного материала. На участках обильного его скопления горизонтальные слои имеют своеобразный тонкоштриховатый характер (табл. VI, 1), отложения близки к озерным. На участках, где растительного материала меньше, слоистость неясная, местами подчеркивается тонкими линзочками алевролитового материала. Здесь все еще встречаются мелкие галечки из перемытых конкреций и редкие мелкие неокатанные включения алевролита. Неяснослоистые разности часто слабо вскипают с HCl. Для продуктивных свит московского яруса среднего карбона отложения описываемой субфации совершенно не характерны. В башкирском ярусе нижнего карбона они присутствуют наряду с отложениями субфации речных выносов с повышенной динамикой водной среды. При этом, однако, отложения речных выносов с пониженной динамикой не имеют здесь специфических особенностей этой субфации, наблюдающихся в продуктивной свите  $C_1^3$ , а представляют лишь верхнюю часть толщи осадков речных выносов более тонкозернистого состава, с меньшим масштабом косой слоистости, постепенно вытесняющейся мелкой асимметричной косоволнистой слоистостью. На площади прослеживаются частые переходы грубозернистых песчаников субфации с повышенной динамикой водной среды в субфацию более тонкозернистых песчаников с признаками ослабленной динамики, причем подобный переход всегда сопровождается изменением общей обстановки осадконакопления в сторону большей ее мористости. Таким образом, в башкирском ярусе субфацию речных выносов с пониженной динамикой можно рассматривать как периферическую (приморскую) часть речных выносов, наиболее удаленную от речного устья.

В свитах  $C_1^4$  и  $C_1^5$  также присутствуют обе субфации, но отложения субфации с пониженной динамикой довольно близки к свите  $C_1^3$ , отличаясь меньшим количеством неокатанных включений и несколько более широким развитием косой слоистости.

В продуктивной свите  $C_1^3$  визейского яруса нижнего карбона субфация с пониженной динамикой имеет наиболее широкое самостоятельное развитие.

Относительно тонкозернистый состав и преобладание горизонтальных и пологоволнистых форм слоистости говорят о том, что эти осадки образовались в условиях предельно ослабленной динамики речного по-

тока и слабых прибреговых течений и волнений. Обилие растительного материала свидетельствует о близости берега. Большое число неокатанных включений алевролита, а также алевритовой и конкреционной гальки, скопления которых наблюдаются в тонкопесчаном материале с горизонтальной и волнистой слоистостью, указывают на неоднократный перемыв осадков в зоне побережья, что можно объяснить лишь особенностями его тектонического режима, на чем мы остановимся ниже.

В силу низкой гидродинамической активности в прибрежной части бассейна продукты перемыва почти не подвергались дальнейшей водной обработке и разному, откладываясь вблизи берега и смешиваясь с тонкопесчаным материалом, выносимым речным потоком.

Фация песчаных осадков баров, пересыпей и кос. В среднем карбоне отложения этой фации имеют довольно широкое развитие в продуктивных свитах московского яруса, приурочиваясь к юго-западному и центральному районам Донбасса, где наиболее широко распространены речные осадки и их подводные выносы. Представлены они мелко- и среднезернистыми песчаниками с подчиненными крупно- и тонкозернистыми песчаниками и алевролитами. Состав полевошпатово-кварцевый со значительным преобладанием кварца. Характерно повышенное содержание слюд и присутствие барита. Обломки горных пород редки. Полевые шпаты преимущественно разложены. Кварцевые зерна частично корродированы. Цемент поровый и базально-поровый, по составу слюдистый и карбонатный (кальцит и анкерит). Сортировка материала средняя. Форма зерен угловато-окатанная и полуокатанная. Довольно отчетливо выражено закономерное погрубение материала в средней части слоя, на фоне которого наблюдаются частые изменения гранулометрического состава и характера слоистости. В песчаниках наблюдается чередование полого-косой крупной клиновидной и горизонтальной слоистости; в алевритовых прослоях чаще всего мелкая волнистая, косоволнистая и мелкая косая слоистость асимметричной ряби волнений и течений. Местами в песчаниках резко преобладает прерывистая горизонтальная, участками очень неотчетливая слоистость и они содержат большое количество неокатанных включений мелкозернистого алевролита или аргиллита. Как правило, песчаники данной фации связаны с ниже- и вышележащими породами постепенными переходами. Изредка нижний контакт резкий, с признаками неглубокого подводного размыва, имеющего весьма локальный характер. Мощность 5—10 м, редко больше.

В нижнем карбоне отложения данной фации имеют весьма ограниченное развитие, отличаясь более тонкозернистым составом (преимущественно песчаники мелкозернистые) и преобладанием горизонтально-слоистых разновидностей, а также довольно частым присутствием карбонатизированных прослоев (вскипают с HCl в порошке), приуроченных к горизонтально-слоистым разностям. По петрографическому составу очень близки к песчаникам речных выносов с ослабленной динамикой водной среды.

Фация глинистых осадков лагун и заливов представлена аргиллитами (чаще алевритистыми) и мелкозернистыми алевролитами. Среди аллотигенных минералов присутствуют кварц, полевые шпаты, слюды и глинистые минералы. Основная масса в аргиллитах и базальный цемент в алевролитах глинисто-слюдисто-карбонатные, с гидроокислами железа и тонко рассеянным пиритом и марказитом. Среди глинистых минералов присутствует бейделлит, очень редко каолинит, монотермит, галлуазит. Сортировка материала средняя и довольно сильно варьирующая в зависимости от местных условий. Характерна неясная горизонтальная («скрытогоризонтальная») слоистость, проявляющаяся в аргиллите преимущественно в плитчатом расколе, а в алеврито-

вых породах также и в незначительной разности гранулометрического состава. Растительных остатков обычно много, преимущественно мелких, обугленных, плохой сохранности и в форме детрита, но распределены они внутри фации неравномерно. Также неравномерно содержание фауны, местами в отдельных прослоях образующей массовые скопления, местами же почти отсутствующей. Для некоторых генетических типов характерно обилие конкреций разнообразной формы и размеров, но чаще в форме печочко- или чешуеобразных прослоев по наслоению. Частые изменения всех признаков в пределах данной фации носят сопряженный характер, обуславливаясь изменениями морфологии водоемов заливно-лагунного побережья, степенью изоляции их от открытого моря и удаленностью от береговой линии. При этом с достаточной отчетливостью можно выделить две субфации: лагун и заливов.

Субфация лагун представлена относительно хуже отсортированными породами, с несколько более отчетливо выраженной слоистостью, часто со следами ряби на поверхности наслоения, с большим количеством обугленных растительных остатков, детрита и тонко рассеянной растительной органики, придающей аргиллитам иногда почти черный цвет. Фауна обильная, главным образом формы опресненных вод, представленные различными антракозидами, в комплексе с ними *Spirorbis*; местами в одном и том же слое встречаются и некоторые прибрежноморские формы, выдерживающие опреснение, среди них чаще всего из пелеципод *Sanguinolites*, *Clinopista*, реже *Myalina*, *Solenomorpha*, из брахиопод — мелкие *Lingula*, из гастропод — *Bucania*. Встречаются также *Ostracoda* и *Estheria*.

Состав конкреций отличается высоким содержанием  $\text{FeCO}_3$  (75—90%) при низком  $\text{CaCO}_3$  (не больше 5—8%), т. е. они очень близки к пистомезит-сидероплезитовым конкрециям из болотных отложений (слегка повышено лишь содержание  $\text{MgCO}_3$ ). Все эти признаки свидетельствуют об отложении осадков данной субфации в относительно небольших мелководных, прибрежных, изолированных от открытого моря, и сильно опресненных водоемах заливно-лагунного побережья.

Субфация заливов представлена лучше отсортированными скрытослоистыми породами, содержащими небольшое количество мелких растительных остатков, среди них изредка обрывки листьев, и фауну смешанного состава. Прибрежноморские формы, выдерживающие распреснение, которые имели подчиненное развитие в лагунных отложениях, здесь преобладают и наряду с ними встречаются типично морские формы пелеципод, такие как *Schizodus*, *Nucalavus*, *Dunbarella*, *Posidoniella*, из гастропод *Euphemus*, причем для них характерны мелкие размеры и хорошая сохранность. Антракозиды отсутствуют. Редко встречается пирит. Конкреции отличаются несколько повышенным содержанием  $\text{CaCO}_3$  (до 15%). Все эти признаки указывают на условия относительно более открытых, удаленных от береговой линии, спокойных, по-видимому, несколько более глубоководных водоемов, с менее нарушенным солевым составом вод.

Отложения лагунной субфации имеют мощность 2—5 м, редко больше. Отложения заливной субфации обычно более мощные — 5—8 м, реже до 15 м.

В нижнем карбоне отложения лагун и заливов расчленяются еще более отчетливо, как по комплексу генетических признаков пород, так и по занимаемому ими положению в разрезе и на площади, в соответствии с чем их можно рассматривать как самостоятельные фации. Следует отметить, что при реконструкции палеогеографической обстановки термины «лагуна» и «залив» употребляются нами в общем смысле, как прибрежные водоемы, более и менее изолированные от открытого моря.

Фауна лагун имеет исключительно широкое развитие в продук-

тивной свите визейского яруса нижнего карбона ( $C_1$  —  $C_5$ ). По сравнению со средним карбоном они имеют несколько более грубозернистый состав, представленный преимущественно алевролитами мелко-, реже среднезернистыми, с подчиненными алевритистыми аргиллитами. Тонкозернистые осадки имеют монотермито-гидрослюдистый состав с примесью каолинита. Отличительными особенностями их являются значительно большее содержание пирита, главным образом по растительным остаткам, и меньшее количество фауны, имеющей в то же время более разнообразный характер (табл. VI, 2).

Чаше встречаются брахиоподы *Camarotoechia* (*Hustedia*), *Schellwienella* sp., *Orbiculoidea* sp., *Lingula* sp. и гастроподы *Bellerophon*. Изредка присутствуют единичные экземпляры брахиопод: *Productus* (*Dictyoclostus*) sp., *Pr.* (*Productus*) sp., *Pr.* (*Echinoconchus*) sp. и пелеципод: *Anthraconeilo* sp., *Anthraconauta* sp., *Sanguinolites* sp., *Tellinomorpha* sp. Встречаются также мелкие обломки криноидей. Очень редко в намюрском ярусе встречаются слои, содержащие только пелециподы распресненных вод: *Najadites*, *Myalina*. Подобный состав фауны свидетельствует о меньшей распресненности лагунных вод нижнего карбона и, следовательно, меньшей изолированности их от вод открытого моря. Это подтверждается частым нахождением в основании лагунных отложений маломощных слабоизвестковистых алевролитов с аллохтонной прибрежно-морской фауной, которые рассматриваются ниже, в группе морских отложений и совершенно не характерны для лагунной обстановки среднего карбона.

Вверх по разрезу породы постепенно грубеют, фауна резко сокращается, встречаясь в форме редких мелких обломков, или вовсе исчезает, растительные остатки встречаются преимущественно в форме мелких обрывков стеблей и детрита, наряду с пиритизированными остатками все чаще появляются обугленные. Одновременно в породах получает развитие отчетливая горизонтальная, мелковолнистая или тонколинозвидная слоистость, осложненная мелкими текстурами взмучивания. Все эти признаки указывают на более мелководные и подвижные условия, что в общем случае отвечает приближению к берегу. Описанный комплекс пород по разнообразию генетических типов, мощности и площадному распространению значительно превосходит аналогичные отложения лагунной фации среднего карбона. Очень часто эти более мелководные осадки лагунной фации в условиях нижнего карбона полностью замещают тонкозернистые типы с охарактеризованной выше фауной.

Фация заливов, так же как и фация лагун, отличается в целом несколько более грубозернистым составом. Наиболее глубоководными и, в общем случае, удаленными от берега осадками, слагающими нижнюю часть толщи заливных отложений, являются алевролиты мелкозернистые и аргиллиты алевритистые, редко чистые (последние более характерны для намюрского яруса). В составе глинистых минералов наряду с гидрослюдами содержится примесь бейделлита или монтмориллонита. Отложения эти преимущественно скрыто горизонтально-слоистые и содержат много фауны брахиопод, пелеципод, реже криноидей, гастропод и сетчатых мшанок; изредка встречаются гониатиты. Участками фауна образует массовые скопления.

Весьма характерной особенностью заливной фации нижнего карбона является присутствие в этих тонкозернистых породах наряду с фауной большого количества тонких, нацело пиритизированных стебельков растений своеобразной извилистой формы, вызывающей представление о водорослях; в среднем карбоне они не встречаются.

Наиболее широкое развитие заливных отложений приурочено к намюрскому ярусу, где часто наблюдается чередование их с морскими отложениями. В этих случаях тонкозернистые осадки заливной фации

содержат много разнообразной фауны брахиопод и пелеципод средней сохранности, преимущественно мелких размеров, из которых были определены: *Chonetes pseudovariolata* Nik., *Chonetes carboniferis* Keys., *Chonetes* cf. *hardrensis* Phill., *Chonetes* cf. *papillionacea* Phill., *Chonetes* cf. *dolmanianis* Kon., *Chonetes* sp., реже встречаются *Productus* (*Dictyoclostus*) sp., *Pr.* (*Marginifera*) sp., *Pr.* (*Productus*) sp., *Orbiculoidea* sp., *Lingula* sp. Из пелеципод: *Nuculavus* sp., *Polidevcia* sp., *Anthraconeilo* ex gr. *anthraconeloides* (Chao), *Myalina* sp. Кроме того, в этом комплексе часто присутствуют гастроподы *Bellerophon radiatus* Echv., *Bellerophon* cf. *semicostatus* M. Соу. и обломки мелких криноидей. Встречаются мшанки.

В случае чередования заливных отложений с лагунными, что характерно для самых низов намюрского яруса (интервал  $C_5-D_1$ ), они содержат преимущественно мелкие пелециподы довольно плохой сохранности, из которых определены: *Nuculavus luciniformis* Phill., *Nuculavus muhllieformis* Serg., *Nuculavus* sp., *Phestia petrieformis* sp. nov., *Phestia* sp., *Polidevcia* cf. *attenuatieformis* Serg., *Polidevcia* sp. Значительно реже — *Anthraconeilo olegieformis* Serg., *Anthraconeilo* sp., *Grammysioidea* sp. Постоянно присутствуют в данном комплексе также гастроподы *Bellerophon* sp.

Вверх по разрезу описанные тонкозернистые осадки заливной фации обычно сменяются алевролитами среднезернистыми с неясной мелко-волнистой и линзовидной слоистостью, иногда со слабо выраженными текстурами взмучивания. Характерен неровный, иногда скорлуповатый раскол. Растительные остатки, которых здесь мало, мелкие и, как правило, не пиритизированные; изредка встречаются отпечатки мелких листьев. Фауна встречается очень редко: единичные обломки брахиопод (*Productus Dictyoclostus* и *Camarotoechia*), пелеципод и мшанок. Подобные алевролиты, выражающие более мелководные и, в общем случае, более прибрежные условия, очень однородны в слое, достигают большой мощности и имеют широкое площадное распространение. В среднем карбоне этот генетический тип, выражающий переход от тонких осадков залива к прибрежной зоне волновой ряби, не имеет развития.

Во всех типах пород заливной и в особенности лагунной фации нижнего карбона содержится большое количество конкреций разнообразной формы и размеров, но преимущественно поясковых и неправильно линзовидных, реже в форме слабо минерализованных прослоев. В тонкозернистых осадках заливной фации встречаются, кроме того, специфические, характерные только для нижнего карбона, «мелкоагрегатные» конкреции, более, однако, распространенные среди морских фаций, где мы на них и остановимся. Конкреции отличаются от среднекарбонových повышенным содержанием  $MgCO_3$  и весьма близки по составу к конкрециям из болотных отложений нижнего карбона.

Фация песчано-алевритовых осадков зоны волновой ряби заливно-лагунного побережья. В среднем карбоне представлена преимущественно алевролитами и тонкозернистым песчаником, которым подчинены алевритистые аргиллиты и мелкозернистые песчаники. Состав полевошпатово-кварцевый со значительным преобладанием кварца. Много слюды, характерно присутствие барита. Зерна полевого шпата в той или иной степени разрушены, особенно сильно в тонкозернистых разностях. Наблюдается коррозия кварцевых зерен. Цемент глинисто-слюдисто-карбонатный с широким развитием гидроокислов железа. Сортировка средняя и непостоянная, лучше отсортированы песчаные осадки, хуже — алевритовые. Форма песчаных зерен угловато-окатанная и полуокатанная. Встречается пирит. Слоистость мелковолнистая, мелкая косоволнистая, мелкая линзовидная, реже горизонтальная, в целом типичная для ряби волнений и сгонно-нагонных течений мелководья закрытого и полужакрытого побережья.



Наблюдаются частые изменения гранулометрического состава и форм слоистости. Весьма характерны «алевролиты переслаивания», представляющие чередование тонких слоев более грубого и более тонкого алевритового материала с линзовидными границами. Как правило, рисунок слоистости неправильный, границы слоев нечеткие, сложной конфигурации, широко развиты текстуры взмучивания, мелких подводных оползаний. Все эти особенности связаны с частыми разрушениями и перестройками песчаных рябей, что характерно для условий лагунного побережья. Растительного материала много, преобладают мелкие обрывки стеблей и детрит. В наиболее прибрежных типах частые ходы илоядных; изредка встречается фауна из тех же ассоциаций, которые присутствуют в алевритово-глинистых осадках заливов и лагун. В некоторых типах присутствуют линзовидные конкреции.

Отложения данной фации представляют наиболее мелководные и в большинстве случаев прибрежные участки лагун и заливов, в соответствии с чем могут быть также подразделены на две субфации, различающиеся главным образом по структурно-текстурным признакам, которые контролируются непосредственной связью этих субфаций в разрезе и на площади с тонкозернистыми осадками субфаций заливов и лагун.

Отложения прибрежной части заливов отличаются от прибрежно-лагунных более тонкозернистым составом (обычно не грубее алевролита среднезернистого), исключительно мелкой неправильной интенсивно взмученной неотчетливой слоистостью тонкого рисунка, обусловленной незначительной разностью состава, почти полным отсутствием конкреций, малым количеством растительных остатков, редкими ходами илоядов и более часто встречающейся фауной прибрежноморских форм, выдерживающих опреснение. Мощность отдельных слоев фации очень непостоянна, изменяясь от долей метра до нескольких десятков метров.

В нижнем карбоне эта фация в целом представлена аналогичными породами, состав которых отличается, как и во всех других фациях нижнего карбона, весьма низким содержанием полевых шпатов, которые здесь слабо затронуты разложением. Кварцевые зерна слегка корродированы. Местами встречаются мелкие угловато-окатанные обломки горных пород (из кремнисто-глинистых сланцев, кремнистых пород, кварцитов). Слюды до 10%, встречается хлорит. Цемент контактово-поровый, реже порово-базальный и базальный, по составу серицитово-кварцевый с неравномерным участием карбонатного, местами карбонатно-глинистый.

Отложения прибрежных участков заливов и лагун расчленяются более отчетливо, в соответствии с чем их можно рассматривать здесь как самостоятельные фации.

Фация прибрежной зоны волновой ряби лагун. В пределах данной фации, в отличие от среднего карбона, наблюдается более закономерная последовательность чередования различных генетических типов пород в разрезе, что указывает на более выдержанный зональный характер их распределения на площади.

В низах разреза обычно наблюдаются тонкое мелководное переслаивание мелко- и крупнозернистого алевролитов с преобладанием мелкозернистого и участием аргиллита алевритистого, осложненное текстурами взмучивания и ходами илоядных. Оно отвечает более удаленной от берега зоне данной фации. Породы содержат много растительных остатков и детрита. Кверху переслаивание становится более крупным, начинает преобладать крупноалевритовый материал, в самой верхней части оно сменяется песчаником тонкозернистым с характерной слоистостью мелководной ряби, ходами илоядных и обильным растительным материалом, в том числе довольно грубыми остатками стеблей и коры (табл. VI, 3). Эти песчаники выражают самые прибрежные, непосредственно

граничащие с заболоченной сушей участки. В отличие от среднего карбона в них содержится иногда мелкая галечка местных пород, причем на таких участках косоволнистая слоистость принимает асимметричный характер (табл. VI, 4). Это говорит о периодически возрастающей динамике волнений и слабом перемыве осадков.

Следует еще подчеркнуть, что описываемая фация представлена породами, не грубее тонкозернистого песчаника. Мелкозернистые песчаники с прерывистой косоволнистой слоистостью ряби, часто встречающиеся среди отложений аналогичной фации среднего карбона, в нижнем карбоне наблюдаются только в виде прослоев внутри песчаных образований фации пересыпей кос и баров.

Фация прибрежной зоны волновой ряби заливов. Отличается от прибрежно-лагунной фации более тонкозернистым составом осадков и, соответственно, более тонким и менее отчетливым рисунком слоистости, а также меньшим содержанием растительного материала.

В условиях нижнего карбона данная фация представлена значительно большим разнообразием генетических типов пород, чем в среднем карбоне. Новым типом является своеобразное «блеклое» переслаивание алевролита мелкозернистого со среднезернистым, с преобладанием правильной горизонтальной слоистости, которое выражает наиболее удаленную от берега зону внутри фации (табл. VI, 5). В более прибрежной зоне весьма специфичен алевролит мелкозернистый с мелкой неясной линзовидно-волнистой слоистостью мелкой ряби (табл. VI, 6).

Оба эти типа по характеру слоистости имеют аналоги в прибрежной зоне как лагунного, так и морского побережья, отличаясь от тех и других значительно более тонким и менее дифференцированным (в алевролитах переслаивания) составом. От прибрежно-лагунных осадков они отличаются, кроме того, меньшим количеством растительного материала и значительно более правильным рисунком слоистости.

Фация глинисто-алевритовых и песчаных осадков приморских озер. Представлена разнообразными породами от аргиллитов до песчаников мелко-, реже среднезернистых. Для песчаных разновидностей характерен полевошпатово-кварцевый состав со слюдой и примесью немногочисленных обломков горных пород (из кремня и кварцита). Полевые шпаты преимущественно разложены, но встречаются и свежие зерна. Цемент порово-базальный, карбонатно-слюдистый, с обильными гидроокислами железа. Сортировка материала довольно плохая. Тонкозернистые разновидности имеют преимущественно кварцевый состав с большим количеством слюды. Цемент глинисто-слюдистый с примесью карбонатного.

Во всех типах пород наблюдается мелкая горизонтальная слоистость, более отчетливая в грубозернистых разновидностях. Характерна ровная поверхность наслоения. Растительный материал обильный, преобладают мелкие растительные обрывки и детрит, но встречаются и обильные остатки листьев хорошей сохранности, приуроченные к тонкозернистым породам. Отложения озерной фации в среднем карбоне имеют незначительное развитие, редко образуя слои мощностью, превышающей 2—3 м.

В нижнем карбоне озерные отложения значительно более широко распространены, часто образуют слои мощностью 10 м и более. Состав их весьма близок к отложениям лагунной фации. Характерно очень незначительное содержание листовых остатков, изредка появляющихся в тонкозернистых породах в форме обрывков. Обычно же присутствует лишь мелкий растительный детрит (табл. VII, 1—2). Прибрежная зона озерных водоемов в ряде случаев представлена своеобразными типами алевролитов переслаивания и тонкозернистого песчаника со сло-

стостью прибрежной ряби, которые очень напоминают отложения из фации прибрежной зоны волновой ряби лагун. Алевролиты озерного переслаивания отличаются, однако, от лагунных тем, что при очень тонком характере переслаивания крупноалевритовый материал участвует в нем наравне с мелкоалевритовым (табл. VII, 3). Песчаник тонкозернистый отличается исключительно тонким характером неправильной мелковогнистой слоистости ряби мелководья, а также частыми текстурами оползания (табл. VIII, 1, 2). Оба типа содержат большое количество мелких растительных остатков и детрита. Отложения эти, совершенно не характерные для московского яруса среднего карбона, отвечают прибрежной зоне волновой ряби крупных озер. В условиях широкого развития озерной обстановки их можно рассматривать как самостоятельную фацию.

## МОРСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Морские отложения представлены терригенными и карбонатными осадками открытого моря, исключительно выдержанными как по своему строению, так и по площади.

### Фации морских терригенных осадков

Различные фации отражают зональную смену условий осадконакопления по мере удаления от береговой линии. Относительной близостью к береговой линии преимущественно контролируется и закономерное чередование генетических типов пород внутри каждой отдельной фации.

Фация глинистых осадков открытого моря. Отложения этой фации более или менее широко развиты во всех свитах среднего карбона. Представлены они преимущественно аргиллитами, реже мелкозернистыми алевролитами, иногда известковистыми, одноподчymi, хорошо отсортированными. В аргиллитах основная масса карбонатная или глинисто-слюдистая, среди глинистых минералов присутствуют нонтронит, гидрослюды. В алевролитах резко преобладает кварц, много слюды, редкие зерна полевых шпатов хорошей сохранности, цемент базальный того же состава, что основная масса в аргиллитах. Встречается много тонко рассеянного пирита.

Породы горизонтальнослоистые, слоистость обычно неотчетливая («скрытослоистые»), иногда подчеркивается прослойками, обогащенными карбонатным материалом, цепочками конкреций или фаунистическими остатками. Растительные остатки обычно отсутствуют. Фауна содержится в большом количестве, весьма разнообразная: брахиоподы, пелециподы (в том числе *Astartella*, *Polidevicia*, *Stagnnucula*, *Edmondia*, *Posidonomya*, *Leda* и др.), криноидеи, реже мшанки, кораллы, трилобиты, гониатиды, гастроподы и другие морские формы. Особенно много ее в известковистых разностях, представляющих в общем случае окраинную, наиболее удаленную от берега, зону внутри данной фации. Среди главной массы неизвестковистых пород периодически появляются конкреции в форме четковидных прослоев, или плоских лепешковидных послойно ориентированных образований, что сопровождается резким сокращением количества фауны, представляющей, однако, теми же типично морскими формами. В конкрециях преобладает карбонат кальция (50—85%), карбонаты железа и магния содержатся в подчиненных количествах (чаще преобладает железо), минеральный состав преимущественно анкеритово-кальцитовый с примесью доломита.

Наиболее прибрежная зона данной фации представлена аргиллитами, часто алевритистыми, без видимой фауны (встречается редкая микрофауна), с редкими единичными конкрециями. Мощность отложений данной фации значительная, обычно порядка 20—25 м. Максимальное

развитие их приурочивается к наиболее угленасыщенным свитам ( $C_2^3$  и  $C_2^5$ — $C_2^7$ ), в которых одновременно наблюдается наиболее широкое развитие и аллювиальных осадков.

В нижнем карбоне отложения открытого моря приурочены к намюрскому ярусу (свиты  $C_1^4$  и  $C_1^5$ ), причем в свите  $C_1^4$  они фиксируются лишь в восточном Кальмиусском районе. В продуктивной свите визейского яруса они имеют ограниченное распространение. Представлены морские осадки однородными алевролитами мелкозернистыми и аргиллитами алевритистыми (чистые аргиллиты встречаются очень редко), скрытогоризонтальнослоистыми, с большим количеством разнообразной морской фауны брахиопод, пелеципод, криноидей, мшанок; реже встречаются кораллы, гастроподы, трилобиты, обломки гониатитов. Растительные остатки практически отсутствуют. Конкреции встречаются редко, главным образом в форме слабоминерализованных прослоев. Состав их отличается от среднекарбонových пониженным содержанием  $CaCO_3$  и повышенным  $FeCO_3$ . Таким образом, данная фация представлена здесь по существу одним, относительно прибрежным генетическим типом. Столь характерные для среднего карбона типы аргиллитов с цепочкообразными анкеритово-кальцитовыми конкрециями и аргиллитов известковых, наиболее глубоководных и удаленных от берега, в нижнем карбоне не имеют распространения.

В целом морские отложения отличаются также значительно меньшей мощностью и меньшей выдержанностью на площади. Однако оба эти показателя довольно сильно варьируют по разрезу нижнекарбонových отложений и в тесной связи с ними изменяется характер содержащейся в осадках фауны.

Для наиболее выдержанных горизонтов, прослеживающихся в пределах всей исследованной площади, характерен в основном брахиоподовый состав фауны (первый комплекс), причем он заметно различен для продуктивной свиты  $C_1^3$  и для свит  $C_1^4$ — $C_1^5$  намюрского яруса.

Из отложений свит  $C_1^4$ ,  $C_1^5$ , для которых этот комплекс наиболее характерен, были определены: *Productus* (*Productus*) *redesdalensis* var. *donetzianus* Rot., *P.* (*Productus*) sp., *P.* (*Linoproductus*) cf. *corrugatus* M. Coy., *P.* (*Marginifera*) cf. *minima*., *P.* (*Marginifera*) *subcarbonicus* Leb., *P.* (*Dictyoclostus*) cf. *redesdalensis* M—W., *P.* (*Dictyoclostus*) sp., *Spirifer gröberi* Schwet. sensu Semichat., *S. pallaensis* Weller., *S. ex gr. bisulcatus* Sow., *Chonetes carboniferus* Keys., *Ch. fenja* Rot., *Athyris ambigua* (Sow.) *Ch. cf. pseudovariolata* Nik. Из пелеципод в этом комплексе были встречены только *Aviculopecten*. Изредка встречаются кораллы, трилобиты, обломки гониатит.

Из отложений продуктивной свиты  $C_1^3$ , где слои, содержащие фауну этого комплекса и морские фации, в целом имеют значительно более ограниченное развитие, были определены: *Productus* (*Productus*) sp., *P.* (*Dictyoclostus*) sp., *P.* (*Marginifera*) sp., *P.* (*Avonia*) sp., *P.* (*Buxtonia*) sp., *Spirifer* sp., реже встречается *Gigantella latissimus* (Sow.). Кроме того, что в большом количестве содержится *Schellwienella crenistria Tschern.*, часто встречаются *Fenestella*. Пелециподы здесь не обнаружены.

Весьма показательно, что в изученных нами разрезах башкирского яруса, для которого характерно исключительно широкое и устойчивое развитие морских фаций, описываемый комплекс брахиоподовой фауны обогащается спириферами, из которых были определены следующие формы: *Spirifer* (*Choristites*) ex gr. *notabilis* sp. nov., *S.* (*Brachityrina*) *probus* Rot., *S.* aff. *smolanus* Schwet. sensu Semichat., *S. taidonensis* Tolm., *Spirifer gröberi* Schwet. sensu Semichat. Наряду с ними встречаются продуктыды: *Productus* (*Linoproductus*) ex gr. *tenuistriatus* Vern., *P.* (*Linoproductus*) *latiplanus* Ican., *P.* (*Dictyoclostus*) sp., *P.* (*Marginifera*) sp. Изредка встречаются также морские пелециподы: *Polidevcia* sp., *Avicu-*

*lopecten* sp., *Schellwienella* и *Fenestella*, однако они для этого комплекса здесь, так же как и для отложений свит  $C_1^4$ ,  $C_1^5$ , совершенно не характерны.

Менее выдержанные горизонты тонкозернистых морских осадков, приуроченные к интервалам и участкам с менее широким и устойчивым развитием морских фаций, характеризуются резким преобладанием морских пелеципод, наряду с которыми встречаются и брахиоподы, но в меньшем количестве и менее разнообразные (второй комплекс).

Состав фауны также различен для свиты  $C_1^3$  и свит  $C_1^4$ ,  $C_1^5$ . В свите  $C_1^3$  пелециподы наиболее обильны и разнообразны. Из отложений этой свиты определены: *Aviculopecten* cf. *clathratus* M. Coy., *Allorisma* sp.; *Edmondia* sp., *Pecten* sp., *Leiopteria* sp., *Pseudomussium anisotus* (Phill)..  
*P. redesdalensis*., *Posidoniella sulcata* Hind., *Grammysioidea* sp., *Leiopteria trompsoni* Portlock., *Solenomorpha* sp., *Parallellodon*, *semicostatus* M. Coy. Реже встречаются *Anthraconeilo vita* Tschern., *Polidevcia* sp. Из брахиопод наиболее характерны: *Productus* (*Marginifera*) sp., *P. (Dictyoclostus)* sp., *P. (Buxtonia)* sp., реже встречаются *Spirifer* sp., *Schellwienella* sp., иногда присутствуют мшанки.

В морских отложениях свит  $C_1^4$ ,  $C_1^5$  намюрского яруса комплекс пелеципод значительно беднее. Преимущественным развитием пользуются *Edmondia* sp., *Solenomorpha rossica* Tschern. Реже встречаются *Grammysioidea nitida* Tschern., *Anthraconeilo* ex gr. *undulata* (Phill)..  
*Squamularia lineata* Mart., *Aviculopinna* sp. Наряду с пелециподами здесь встречаются брахиоподы: *Productus* (*Productus*) sp., *P. (Buxtonia)* sp., *Athyris* sp. Присутствуют также *Schellwienella* sp.

Для еще менее выдержанных слоев, приуроченных к участкам относительно локального развития морских фаций, характерен обедненный состав пелеципод и брахиопод, который хорошо выдерживается во всех свитах нижнего карбона (третий комплекс). Из брахиопод здесь преобладает *Camarotoechia multirugata*, изредка встречаются *Productus* sp., *P. (Dictyoclostus)* sp., *Chonetes* sp. Из пелеципод определены: *Aviculopecten* sp., *Phestia* sp., *Polidevcia* sp. Наряду с ними появляются гастроподы *Bellerophon* sp., изредка *Ostracoda* и *Dentalium*. Общее количество фауны значительно сокращается.

Самые маломощные и крайне невыдержанные слои данной фации, встречающиеся среди преимущественного развития описываемой ниже фации мелкого моря, к которой они тяготеют по составу фауны, характеризуются весьма обедненным комплексом. Здесь встречаются морские пелециподы *Aviculopecten* sp., *Allorisma* sp., а также мелководные формы *Camarotoechia* sp., неопределимые обломки брахиопод и гастроподы (четвертый комплекс). Общее количество фауны невелико. Слои с этим комплексом фауны встречаются главным образом в продуктивной свите визейского яруса (в интервале известняков  $C_4^3$  —  $C_5$ ). Для отложений среднего карбона второй и в особенности третий и четвертый комплексы не характерны.

В целом в нижнем карбоне фауна значительно менее разнообразна, чем в среднем карбоне. Это сочетается с меньшей устойчивостью и широтой развития данной фации и указывает на относительно более мелководный характер морского бассейна.

Фация глинисто-алевритовых осадков мелкого моря. В среднем карбоне отложения данной фации по всем признакам и положению в разрезе являются переходными между глинистыми осадками открытого моря и прибрежноморскими песчано-алевритовыми. Они представлены преимущественно алевролитом мелкозернистым, реже аргиллитом алевритистым и алевролитом крупнозернистым. Слоистость горизонтальная, иногда слегка волнистая, чаще неотчетливая; иногда подчеркивается тонкими прослойками алевролита крупнозернистого.

Фауна редкая, приурочена к прослоям аргиллитов, представлена немногими видами морских пелеципод. Из брахиопод встречаются только *Lingula* и очень редко — продуктиды. Встречаются гастроподы (*Viscunia*) и остракоды. Растительный материал присутствует в незначительном количестве, в виде тончайшего детрита, изредка в виде мелких обрывков стеблевых частей растений. В направлении к верхней части толщи осадков данной фации, отвечающем, как правило, приближению к береговой линии, наблюдается постепенное погрубение материала, более отчетливая слоистость, исчезновение фауны и конкреций. Мощность непостоянна: от 1—2 м до 10—15 м. Наибольшее содержание осадков данной фации приурочивается к отложениям башкирского яруса, в особенности к свите  $C_2^2$ .

В нижнем карбоне отложения фации мелкого моря имеют исключительно широкое развитие, во много раз превышающее распространение осадков предыдущей фации. Соответственно этому, здесь наблюдается большее разнообразие литогенетических типов, с более характерными и выдержанными признаками. Они представлены аргиллитами алевритистыми и алевролитами мелко- и среднезернистыми. Состав глинистой фракции гидрослюдистый, часто с незначительной примесью бейделлита или монтмориллонита.

Наиболее мористым типом являются аргиллиты алевритистые скрыто или неясно-горизонтальнослоистые, которые содержат в небольшом количестве мелкие пелециподы с тонкой нежной раковиной. Сохранность их плохая, чаще встречаются лишь неопределимые обломки, значительно реже целые раковинки. Из их числа были определены: *Anthraco-neilo undulata* Phill., *A. vita* Tschern., *A. olegieformis* Schulga, *A. inflata* sp. nov., *A. ex gr. carbonaria* (Eichw.), *A. sp.*, *Schulgoviace* cf. *isogrammaeformis* gen. et sp. nov., *Posidoniella laevis* (Brown.), *P. sulcata* Hind., *P. sp.*, *Grammysioidea nitida* Tschern., *G. sp.*, *Schizodus* cf. *whaeleri* Swalov., *S. sp.*, *Phestia snjatcovi* Fedotov, *Edmondia removsquiensis* Tschern. Кроме пелеципод, часто присутствуют также гастроподы *Bellerophon*, встречаются обломки криноидей, изредка — обломки одиночных кораллов.

Сходный фаунистический состав наблюдался нами и в отложениях башкирского яруса.

Значительно реже, главным образом в пределах продуктивной свиты  $C_1^3$ , встречаются слои с преобладанием мелководных брахиопод: *Camarotoechia* sp., *Schellwienella*, среди которых изредка встречаются мелкие пелециподы: *Grammysioidea* sp., *Phestia* sp., реже *Anthraconeilo* sp. и гастроподы *Bellerophon*. Во всех случаях в описываемых отложениях присутствуют также обломки продуктид, трудно поддающиеся более точному определению. Растительный материал встречается в очень небольшом количестве, в форме тонкого детрита.

По органическим остаткам часто развивается пирит, который вообще характерен для этой фации и встречается также в форме мелкой, иногда «точечной» вкрапленности или же мелких конкреций трубчатой формы.

Весьма характерны частые карбонатные конкреции разнообразной формы: поясковые, линзовидные, неправильно желвачные. В числе последних особенно характерны «мелкоагрегатные» конкреции, наблюдавшиеся нами только в отложениях нижнего карбона, главным образом свиты  $C_1^3$ , и приуроченные именно к описываемой фации. По данным З. В. Тимофеевой, мелкоагрегатное строение в большинстве случаев связано с образованием конкреций по органическим остаткам — по кустам криноидей, скоплениям водорослей. Нередко подобные конкреции образуются также в участках массового развития ходов илоядных животных. Строение агрегатных конкреций — биоморфоз — можно видеть на табл. IX. Они состоят из агрегата мелких, обычно четко ограниченных, более темных по цвету фрагментов, представляющих собой результат замещения железистым карбонатом органического остатка (членика криноидей,

илодного хода и т. п.) и значительно хуже минерализованной вмещающей массы.

Не менее распространены аргиллиты алевритистые (реже алевролиты мелкозернистые), очень однородные, скрыто-горизонтальнослоистые, совершенно лишенные органических остатков, но содержащие поясковые и мелкоагрегатные конкреции, а также минерализованные прослои. В разрезе они залегают выше аргиллитов с фауной и выражают несколько более прибрежные условия внутри данной фации. В условиях еще большей близости к берегу образовывались алевролиты данной фации, приуроченные в разрезе отдельной толщи мелководноморских осадков к ее верхней части. В них наблюдается неясная горизонтальная, тонколинзовидная или мелковолнистая слоистость, иногда осложненная мелкими текстурами взмучивания, небольшое количество мелких растительных остатков. Фауна практически отсутствует. Все эти признаки свидетельствуют об относительно обмелении и приближении к берегу. Конкреции в алевритовых осадках имеют поясковую или линзовидную форму и в целом менее характерны.

Химический состав всех конкреций данной фации, вне зависимости от их формы, характеризуется резким преобладанием  $\text{FeCO}_3$  — от 60 до 86%, содержание  $\text{MgCO}_3$  от 10 до 35%,  $\text{CaCO}_3$  — обычно не более 15%, т. е. по существу они очень близки конкрециям из болотных отложений нижнего карбона. Отдельные толщи осадков описываемой фации достигают 25—30 м (в намюрском ярусе).

Отмеченные характерные особенности пород не оставляют сомнения в том, что они отлагались в условиях значительно более мелководного морского бассейна, по сравнению с отложениями описанной выше фации. В то же время своеобразный и устойчивый комплекс присущей им фауны, широкое площадное распространение и четко выраженная зональность в распределении разнообразных генетических типов свидетельствует о том, что данная фация имела в нижнем карбоне вполне самостоятельное значение, тесно связанное с особенностями морского побережья.

Фация алевритовых и тонкопесчаных осадков прибрежной части открытого моря. Отложения этой фации в среднем карбоне тесно связаны с алевритово-глинистыми осадками открытого моря, имеют широкое развитие в разрезе и хорошо выдерживаются на площади. Представлены они тонким переслаиванием алевролита мелко- и крупнозернистого (генетический тип «алевролитов переслаивания») и тонко-, реже мелкозернистым песчаником. Состав преимущественно кварцевый, со слюдой и незначительной примесью полевых шпатов, преимущественно неразрушенных. Цемент порово-базальный, состав слюдистый, карбонатный, реже глинисто-слюдистый. Зерна кварца корродированы. Форма зерен угловато-окатанная. Сортировка изменяется от средней до хорошей.

В алевролитах переслаивания мелко- и крупноалевролитовые слои, мощностью от 1—2 мм до 3—5 см (реже до 20—30 см), имеют волнисто-линзовидные границы; в более мощных прослойках видна тонкая косоволнистая слоистость со срезанием ниже лежащих серий вышележащими (перекрестная), которая развита также в тонкозернистых песчаниках. Весьма характерен правильный рисунок слоистости, четкие границы между слоями различного гранулометрического состава. По характеру структуры и текстуры эти отложения очень похожи на осадки современных приливно-отливных морских побережий. Растительного материала мало, представлен он главным образом детритом. Местами встречается фауна, приуроченная к грубозернистому материалу и представленная немногими родами толстостенных пелеципов (*Myalina*, *Pecten*), зарывающимися формами (*Lithophagus*), обломками толстостенных продуктидов, реже члениками криноидей. В наиболее прибрежных типах

встречаются обильные ходы илоядов. Однако в целом фауна мало характерна. Изредка в алевролитах переслаивания встречаются линзовидные конкреции.

Снизу вверх по разрезу толщи прибрежноморских осадков отчетливо выражено: постепенное погрубение материала: увеличение мощности чередующихся прослоев в алевролитах переслаивания, в которых постепенно начинает преобладать крупнозернистый алевроитовый материал, переход их в прибрежной части в тонкозернистый песчаник; некоторое увеличение количества растительного материала. Подобные изменения весьма закономерны, отвечая переходу от приморской части осадков данной фации к прибрежной, непосредственно граничащей с болотными осадками. В своем развитии осадки прибрежноморской фации тесно связаны с глинистыми осадками фации открытого моря, мощность их обычно не превышает 10—15 м.

В нижнем карбоне прибрежноморские породы отличаются более резко выраженным преобладанием кварца (содержание полевых шпатов и слюд обычно не выше 10%), встречаются единичные мелкие обломки горных пород. Цемент преимущественно глинисто- и слюдиисто-кварцевый, реже глинисто-карбонатный и карбонатный.

Отличие данной фации от среднего карбона заключается главным образом в большем разнообразии генетических типов и их разновидностей, что характерно в особенности для свиты  $S^3_1$ . Однако это обусловлено не расширением морских условий, а наоборот, неустойчивостью морских горизонтов, чередованием их с заливно-лагунными. В результате среди прибрежноморских осадков продуктивной свиты нижнего карбона появляются специфические типы, тяготеющие по некоторым признакам к зоне волновой ряби заливов и лагун.

Наряду с тонким и нормальным переслаиванием мелко- и крупно-алевритового материала здесь встречается переслаивание алевролита с тонкозернистым песчаником. Значительно более широкое развитие получает переслаивание алевролитов с нарушенной слоистостью за счет текстур взмучивания и ходов илоядных. Часто присутствуют алевролиты крупнозернистые с неправильной волнисто-линзовидной слоистостью ряби мелководья, отличающиеся от аналогичных по характеру слоистости алевролитов прибрежнолагунной фации малым количеством растительного материала. Изредка в переслаивании встречаются скопления прибрежноморской фауны, главным образом криноидей, приуроченных к прослоям более грубого, слабо известковистого материала.

Среди песчаных образований значительно более широким развитием пользуются песчаники с горизонтальной слоистостью, которые в условиях среднего карбона представляют лишь подчиненные прослои среди косоволнистых песчаников. Здесь они выделяются в качестве самостоятельного генетического типа, среди которого наблюдаются отдельные неслоистые прослои с карбонатным сильно железистым цементом.

Наряду с этими песчаниками, отлагавшимися в условиях спокойной динамики водной среды, часто встречаются тонко- или мелкозернистые песчаники с мелкой алевроитовой галечкой (табл. X, 1, 2), реже с неясной крупной косоволнистой слоистостью, указывающие, наоборот, на относительно повышенную динамику. Следует отметить также, что в наиболее характерных для этой фации песчаниках с правильной косоволнистой (перекрестной) слоистостью, последняя часто имеет резко выраженный асимметричный характер, чего не наблюдалось в среднем карбоне, и указывает на наличие прибрежных течений.

Отмеченные особенности прибрежноморских осадков проявляются наиболее отчетливо в тех случаях, когда они залегают на алевроитово-глинистых осадках, преимущественно выражающих мелководноморские условия.



В тех случаях, когда фация мелкого моря получает исключительно широкое развитие, полностью замещая фацию более глубоководных осадков открытого моря, в прибрежной зоне появляются специфические генетические типы пород, которые могут быть выделены в особую субфацию однородных алевритовых осадков, образовавшихся в условиях слабой волновой деятельности.

Отложения эти представлены алевролитом крупнозернистым, преимущественно с неясной очень мелковолнистой слоистостью, обусловленной незначительной разностью гранулометрического состава (табл. X, 3, 4). В более прибрежных участках слоистость выражена лучше — прерывистая волнисто-линзовидная, очень неправильного рисунка. Фауна не характерна, изредка встречаются обломки брахиопод и пелеципод, преимущественно неопределимые. Растительный материал присутствует в умеренном количестве. Мощность осадков обычно не превышает 10 м. Образование этих отложений следует относить к прибрежным участкам, защищенным от действия течений и интенсивных волнений. Наиболее часто они встречаются в свитах  $C_1^3$  и  $C_1^2$  (в верхней ее части) и совершенно не характерны для среднего карбона.

Перечисленные особенности прибрежноморских осадков нижнего карбона указывают на образование их в условиях относительного нестояния гидродинамического режима, обусловленного, по-видимому, более сложным рельефом побережья. С этим согласуется и значительно более слабая выдержанность их на площади.

Во всех свитах нижнего карбона, но преимущественно в верхневизейском ярусе, очень часто встречаются также прибрежноморские слабоизвестковистые алевролиты, залегающие в кровле болотных осадков (обычно в безугольных циклах), которые по своеобразию их положения и облика выделяются в самостоятельную фацию.

Фация алевритовых и тонкопесчаных осадков зоны волнений морского побережья в начальную стадию трансгрессии моря. Представлена слабоизвестковистыми алевролитами крупнозернистыми, реже средне- и мелкозернистыми, с неясной неправильной волнисто-линзовидной слоистостью крайнего мелководья, с растительными остатками плохой сохранности и фауной брахиопод, криноидей и пелеципод. Плохая сохранность фауны, беспорядочное захоронение в породе, разнообразие родового и видового состава указывают на ее аллохтонный характер. В слое распределена неравномерно, местами образует скопления. Весьма характерны конкреции, линзовидные, неправильно желвачные, иногда агрегатные, отличающиеся по химическому составу от конкреций в лежащих ниже болотных отложениях повышенным содержанием  $CaCO_3$ .

По всем признакам и залеганию непосредственно на отложениях фации заболоченных прибрежноморских равнин отложения данной фации относятся к начальным фазам медленных и в общем мало интенсивных трансгрессий, обусловленных очень медленным опусканием, почти компенсировавшимся осадконакоплением. В результате породы несут признаки несомненной трансгрессии (появление морской фауны, карбонатность), и в то же время они очень похожи на подстилающие их прибрежные осадки конечной стадии регрессии моря (табл. XI).

Обычно отложения этой фации образуют маломощные прослои (доли метра, реже 1—2 м) и перекрываются алевритово-глинистыми отложениями мелкого моря, заливов или лагун. Однако местами, как правило, в безугольных интервалах, они образуют мощные (до 10—15 м) слои, в пределах которых часто чередуются с болотными осадками.

Особенности литогенетических типов данной фации в значительной мере определяются характером перекрывающих их пород.

В случае перехода вверх по разрезу в глинистые отложения мелкого моря прибрежноморские осадки несколько более тонкозернисты (преобладает алевролит среднезернистый), хорошо вскипают в порошке с HCl, слоистость очень неотчетлива, растительного материала сравнительно мало, фауна обильна, наряду с преобладанием разнообразных продуктусов встречаются *Athyris*, *Spirifer*, *Camarotoechia*, *Orbiculoides*, *Schellwienella*, *Lingula*, а также пелециподы: *Myalina*, *Edmondia*, *Anthraconeilo*, *Aviculopecten* и некоторые другие, и криноидей. Частыходы илоядов. В маломощных прослоечках алевролит местами приближается к глинистому известняку типа ракушняка. Конкреции очень распространены и наиболее известковисты. В лагунной обстановке отложения данной фации наиболее грубозернисты, неоднородны, слоистость очень неправильная, подчеркивается большим количеством растительного детрита. Текстура комковатая. Много растительных остатков, в том числе встречаются обрывки стигмариий и их аппендиксы. Фауны значительно меньше, встречаются главным образом *Crinoidea*, *Camarotoechia*, изредка обломки немногих видов продуктид, *Schellwienella* и мшанки. Конкреции характеризуются более высоким содержанием FeCO<sub>3</sub>. Строго говоря, эти отложения можно относить уже к группе лагунных фаций, если бы не своеобразное положение их в кровле болотных осадков, свидетельствующее о начале трансгрессивной фазы осадконакопления.

По простиранию отложения описываемой фации часто замещаются известняками, представляя таким образом фацию, переходную к группе карбонатных фаций. Для отложений среднего карбона подобные известковистые алевролиты совершенно не характерны.

#### **Фации морских карбонатных осадков (известняков)**

Разнообразные типы и разновидности донецких известняков выделены и описаны различными авторами в соответствии с общепринятой классификацией известняков по способу их образования за счет: а) скелетов организмов (органогенные), б) осаднения из воды (биогенно-хемогенные); в) разрушения древних карбонатных пород (обломочные) и с учетом характера фауны, степени ее сохранности и сортировки, количества терригенных примесей и некоторых других признаков.

Однако ни отдельные типы известняков, ни их группы, выделенные подобным образом, не характеризуют какие-либо определенные фациальные условия образования известняков, понимая под этим связь с определенными ландшафтными формами и зонами побережья, глубинами, температурами, солевым составом вод или их гидродинамическим режимом. Детальные исследования известняковых горизонтов показали, что понятию карбонатной фации в действительности отвечают парагенетические ассоциации разнообразных структурных типов известняков, относящихся к различным группам общепринятых классификаций (Банковский, 1950<sup>1, 2</sup>, Логвиненко, 1953; Ботвинкина, 1956<sup>1, 2</sup>; Кучеренко и др., 1957; Левенштейн, Манукалова, Феофилова и др., 1957; Киреева, Максимова, 1959).

Несмотря на хорошую изученность донецких известняков, выделение карбонатных фаций является сравнительно новым и недостаточно разработанным вопросом. Ни одному исследователю не удалось пока сочетать комплексное изучение вещественного состава известняков с детальным прослеживанием изменений этого состава на площади в связи с изменением фаций вмещающих терригенных пород и общей обстановки осадконакопления.

В результате в настоящее время ряд характеристик карбонатных фаций среднего карбона Донбасса во многом противоречит друг другу, но

и вместе с тем обнаруживают и черты сходства. Не отдавая решительно-го предпочтения какому-либо одному автору, попытаемся кратко суммировать те положения, которые представляются наиболее обоснованными и совпадающими с нашими данными по продуктивной свите нижнего карбона (Левенштейн, Манукалова, Феофилова и др., 1957), а также отметить наиболее спорные, а частично и неверные выводы.

Известняки угленосных отложений нижнего и среднего карбона представляют мелководные прибрежные образования на глубинах не свыше 50—100 м. В пределах этой прибрежной полосы они выражают по меньшей мере три достаточно четко различающиеся фации, впервые намеченные В. А. Банковским: 1) относительно удаленных и глубоководных участков открытого моря; 2) мелководных и, как правило, более прибрежных участков моря, включая прибреговую зону волнений и течений; 3) мелководья заливов и приморских лагун.

Фация карбонатных осадков открытого моря представлена различными типами органогенных известняков, сложенных как целыми организмами (биоморфные), так и детритом. Породообразующими являются остатки красных водорослей, фораминифер, кораллов, спикул губок, брахиопод. Широко развиты также смешанно-детритусовые известняки. Помимо породообразующей группы, часто присутствуют разнообразные морские формы из других групп (кроме перечисленных, встречаются в виде примеси остатки мшанок, иглокожих, зеленых и синезеленых водорослей, остракод, трилобитов, гастропод). В известняках нижнего карбона остатки мшанок также иногда являются породообразующими; в единичных случаях они образуют даже биогермы. Для детритусовых известняков характерно присутствие большего или меньшего количества целых раковин, плохая сортировка обломков (наряду с крупными обломками почти всегда есть и шлам), их угловатая форма. Для всех типов известняков данной группы (за исключением спикулового) характерно также небольшое количество глинисто-алевритовой примеси, редко превышающей 10%. Преобладают известняки, сложенные почти исключительно кальцитом, но изредка встречаются и доломитизированные разности, с содержанием  $MgCO_3$  до 20—30%; содержание  $FeCO_3$  во всех типах данной фации незначительно. Н. В. Логвиненко (1953) отнес к описываемой фации лишь биоморфные органогенные известняки, считая все типы детритусовых известняков образовавшимися в самых мелководных прибрежноморских условиях. Ошибочность этого вывода в настоящее время очевидна, особенно после работ Г. В. Киреевой и С. М. Максимовой (1959), показавших, что зона развития детритусовых известняков является наиболее мористой, занимает северо-восточное положение на площади всего Донбасса. Чисто фораминиферовые и спикуловые известняки являются, по их данным, наиболее глубоководными и удаленными от берега типами среди известняков данной фации. Однако это нельзя распространять на все биоморфные известняки, как сделано у Л. Н. Ботвинкиной (Жемчужников и др., 1959). Так, например, зона донецелловых водорослевых известняков, исключительно широко развитых в свите  $C_2^5$ , занимает, по данным Киреевой и Максимовой, более прибрежные и мелководные участки по отношению к зоне других биоморфных, а также детритусовых известняков. Наши материалы по нижнему карбону показывают, что столь резкая дифференциация водорослевых и детритусовых известняков не всегда имеет место; в верхневизейских и низах намюрских отложений преобладают смешанные детритусово-водорослевые (*Calcifolium*) и водорослево-детритусовые типы. Вообще переходы биоморфных известняков в соответствующие детритусовые наблюдается постоянно и повсеместно, поэтому нет основания совмещать с этими переходами границы фаций или субфаций. Наиболее противоречивым является положение микрозернистых

известняков. Логвиненко (1953) отнес их целиком к отложениям заливов низменного побережья. По данным Киреевой и Максимовой (1959), зона микрозернистых известняков занимает крайние юго-западные участки бассейна, где широко развиты аллювиальные и заливно-лагунные фации терригенных осадков. Однако, по их же данным, в ряде случаев микрозернистые известняки встречаются и на северо-востоке, в зоне преимущественного развития биоморфно-детритусовых известняков и морских терригенных фаций. Л. Н. Ботвинкина относит все микрозернистые известняки к описываемой фации открытого моря. По нашим материалам, микрозернистые известняки встречаются как в обстановке открытого моря, так и среди прибрежноморского и лагунно-заливного мелководья, где имеют в общем более широкое распространение. Подобные же взгляды отражены в работе Кучеренко (1957). Микрозернистые известняки описываемой фации открытого моря отличаются незначительной примесью терригенного материала и исключительно чистым кальцитовым составом. Они могут содержать неокатанный, очень плохо сортированный детрит и целые раковины морских форм, характерных для данной фации.

Известняковые горизонты фации открытого моря являются наиболее мощными и выдержанными. Они повсеместно перекрываются терригенными морскими осадками.

Фация карбонатных осадков мелководных и прибрежных участков моря. К этой фации В. А. Банковский (1950<sub>2</sub>) отнес смешанно-детритусовые типы (криноидеи, фораминиферы, брахиоподы, пелециподы и др.) и криноидно-детритусовые, отличающиеся высоким содержанием алевроитово-глинистой примеси, а также глинистые с детритом морской фауны, переходящие в известковистые аргиллиты, и, кроме того, оолитовые известняки с терригенной примесью.

Л. Н. Ботвинкина считает весьма характерным для спокойных участков данной фации известняки с обильными сине-зелеными водорослями, содержащими детрит и мелкие фораминиферы (Жемчужников и др., 1959). Детритусовые же разновидности выражают либо начальные стадии формирования известняковых горизонтов (слагая их нижние части), либо окраинные участки, более прибрежные и мелководные, вплоть до зоны прибреговых волнений включительно. Для них характерно: отсутствие типично морских форм, редкие фораминиферы, преобладание брахиопод, криноидей, мшанок, реже пелеципод, примесь различных сине-зеленых водорослей, преимущественно крупные размеры обломков (иногда типичные «ракушняки»), более или менее интенсивная окатанность их, слоистая текстура, большая примесь терригенного материала, повышенное содержание  $\text{FeCO}_3$  (чаще в пределах 20—35%), иногда присутствуют растительные обрывки или отмечается битуминозный запах. Большая часть указанных признаков достигает максимального выражения в известняках, относимых Л. Н. Ботвинкиной к зоне прибреговых волнений, представленных песчано-алевритовыми разновидностями с преобладанием криноидного или криноидно-брахиоподового хорошо окатанного и довольно хорошо сортированного детрита и с отчетливо выраженной мелкой косоволнистой (перекрестной) слоистостью. Наряду с повышенным содержанием  $\text{FeCO}_3$  здесь констатируется повышение и  $\text{MgCO}_3$ .

По данным Киреевой и Максимовой, а также нашим материалам, по нижнему и низам среднего карбона для данной фации более характерны известняки, в которых в той или иной степени преобладает не детрит, а микро- или мелкозернистый карбонат. Эта поправка не противоречит, а лишь уточняет приведенную выше характеристику. Среди микрозернистых известняков следует особо отметить микрозернистые с мас-

совым скоплением («банками») крупных брахиопод и с колониальными кораллами.

Известняки данной фации представляют хорошо выдержанные на площади горизонты, но обнаруживают резкие изменения мощности и непостоянство состава. Они перекрываются относительно мелководными и прибрежными морскими терригенными осадками, реже — отложениями заливов.

Фация карбонатных осадков мелководья заливов и лагун. К этой фации относятся маломощные и невыдержанные карбонатные горизонты, часто замещающиеся слабокарбонатными алевролитами, или совершенно выклинивающиеся, которые содержат много терригенной примеси и сравнительно мало фауны, не имеют коррелятивного значения и поэтому очень плохо изучены. Различные авторы отмечают различные структурные типы, характерные для этой фации: микрозернистые с редким (участками совершенно отсутствующим) детритом; глинистые и алевритистые карбонатные горизонты с детритом опресненных форм, часто переходящие в карбонатные алевролиты, в которых встречаются растительные остатки и ходы илоядов; своеобразные биоморфные разновидности, образованные скоплением пелеципод или остракод. Среди глинисто-алевритовых карбонатных горизонтов часто встречаются разновидности с комковатой, пятнистой или брекчиевидной текстурами, выражающие наиболее мелководные условия внутри данной фации.

Фауна представлена немногими прибрежно-морскими формами брахиопод, мелких криноидей, обрывками мшанок, а также формами брахиопод, пелеципод, гастропод и остракод, выдерживающими опреснение. Терригенная примесь всегда значительна, часто является породообразующей. Карбонатная часть повсеместно сильно обогащена железом, а участками и магнием. Содержание  $\text{FeCO}_3$  может достигать 40—50%, содержание  $\text{MgCO}_3$  обычно не превышает 25%, причем в отдельных образцах  $\text{FeCO}_3$  всегда превышает  $\text{MgCO}_3$ . Известняки данной фации тесно связаны с заливно-лагунной обстановкой и перекрываются терригенными отложениями фаций мелкого моря, заливов и лагун. В последнем случае они обычно замещаются слабокарбонатными алевролитами, относящимися к описанной выше терригенной фации прибрежных осадков начальной стадии трансгрессии моря.

## *Глава II*

### **ЦИКЛЫ РАЗНЫХ ПОРЯДКОВ И ФАЦИАЛЬНЫЕ ОБСТАНОВКИ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ**

Настоящая глава представляет краткое изложение нашего понимания донецких циклов осадконакопления, принципов их классификации, типовых особенностей строения и состава, фациальных обстановок их образования, а также методики выделения циклов высших порядков.

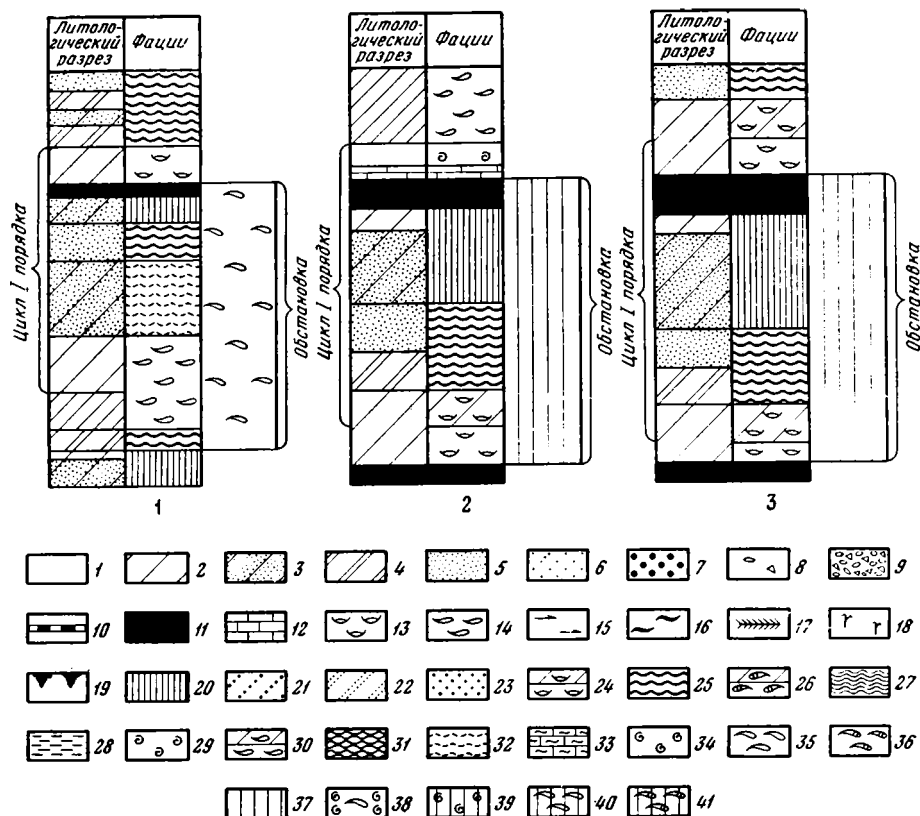
Большая часть этих вопросов разрабатывалась в течение ряда лет коллективом литологического отдела ГИН на материалах среднего карбона Донбасса и освещена в опубликованных работах отдельных авторов (Ботвинкина, 1952, 1956<sub>2</sub>; Феофилова, 1954, 1955; Тимофеев, 1956) и в коллективной монографии по угленосным отложениям среднего карбона Донбасса (Жемчужников и др., 1959—1960). В процессе выполнения данной работы были опубликованы также особенности строения и фациальные обстановки накопления осадочных циклов угленосной толщи нижнего карбона юго-западной части Донбасса (Феофилова, 1959). Однако ввиду того, что ряд терминов и понятий, связанных с использованием метода фациально-циклического анализа, так же как методические приемы выделения циклов и обстановок осадконакопления, являются новыми и недостаточно установившимися, мы сочли целесообразным дать краткую сводку наших представлений по этим вопросам, осветив их лишь в той мере, в какой это необходимо для понимания дальнейшего изложения.

Кроме того, в настоящей главе дается более подробная сравнительная характеристика фациальных обстановок осадконакопления нижнего и среднего карбона с учетом вышеописанных специфических особенностей отдельных выражающих их фаций.

### **ЦИКЛЫ ПЕРВОГО ПОРЯДКА И ФАЦИАЛЬНЫЕ ОБСТАНОВКИ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ**

Под циклом первого порядка мы понимаем последовательность пород, выражающих закономерную смену фаций от наиболее мористых ко все более прибрежным, вплоть до континентальных включительно (регрессивный ряд, фаза или часть цикла) и далее — снова ко все более мористым (трансгрессивный ряд, фаза или часть цикла). За начало цикла принимаются нами породы с отчетливо макроскопически выраженными признаками обмеления и приближения к берегу (начало регрессивного развития осадконакопления). Соответственно, конец цикла маркируется породами с признаками максимальной удаленности от берега и относи-

тельной глубоководности. Помимо нижней регрессивной и верхней трансгрессивной, можно выделять среднюю переходную часть цикла, к которой всегда приурочивается угольный пласт. Типичное строение Донецких нижнекарбонowych циклов приведено на фиг. 6.



Фиг. 6. Циклы первого порядка и фашиальные обстановки их образования

Типы циклов: 1 — регрессивный; 2 — трансгрессивный; 3 — однородный  
Литологические разрезы: 1 — аргиллит; 2 — алевролит мелкозернистый; 3 — алевролит крупнозернистый; 4 — алевролиты переслаивания; 5 — песчаник тонко- и мелкозернистый; 6 — песчаник среднезернистый; 7 — песчаник крупнозернистый; 8 — гальки и неокатанные обломки пород; 9 — конгломерато-брекчия; 10 — углистый сланец; 11 — уголь; 12 — известняк; 13 — фаунистические остатки; 14 — фаунистические остатки плохой сохранности; 15 — растительные остатки плохой сохранности; 16 — крупные обугленные растительные остатки; 17 — растительные остатки хорошей сохранности; 18 — корневые остатки; 19 — почва угольного пласта «кучерявичник»  
Фашии: 20 — заболоченных приморских равнин; 21 — речных выносов (с повышенной динамикой); 22 — то же, с пониженной динамикой; 23 — баров; 24 — лагун; 25 — прибрежных участков лагун; 26 — заливов; 27 — прибрежных участков заливов; 28 — озер; 29 — открытого моря; 30 — мелкого моря; 31 — прибрежных участков открытого моря; 32 — то же, защищенных от интенсивных волнений и течений; 33 — прибрежных участков моря начала трайгрессии  
Обстановки: 34 — морская; 35 — мелководноморская; 36 — заливная; 37 — лагунная; 38 — переходная от моря к мелкому морю; 39 — переходная от моря к лагуне; 40 — переходная от мелкого моря к лагуне; 41 — переходная от залива к лагуне

На фиг. 6, 1 начало цикла проходит внутри фашии мелкого моря, на фиг. 6, 2 и 3 — внутри фашии лагун. Во всех случаях оно совпадает с переходом к относительно более прибрежным литогенетическим типам, чаще всего представленным и несколько более грубозернистым составом. Дальнейшее развитие всех трех циклов сопровождается постепенным появлением признаков, свидетельствующих о переходе в зону развития

прибрежноморских осадков (фиг. 6, 1) или волновой ряби лагун (фиг. 6, 2 и 3). Регрессивный ход осадконакопления рассматриваемых циклов завершается образованием болотных осадков, значительно более мощных на лагунном субстрате (фиг. 6, 2 и 3); переходный период знаменуется образованием торфяника, также более мощного в лагунных условиях. Трансгрессивная часть циклов представлена алевролитом центральных участков лагун (фиг. 6, 1 и 3), либо морскими аргиллитами с пластом известняка в основании (фиг. 6, 2), выражающими максимум в развитии трансгрессивного осадконакопления. Вышележащие породы несут отчетливые признаки более прибрежных условий и должны быть, следовательно, отнесены к регрессивной фазе вышележащих циклов.

Фашии начала регрессии и конца трансгрессии могут быть использованы для определения фашиального типа цикла. Так, в приведенном примере (фиг. 6) первый цикл (фиг. 6, 1) относится к морско-лагунному типу, второй (фиг. 6, 2) — к лагунно-морскому, а третий (фиг. 6, 3) представляет лагунный тип.

По соотношению фашии начала регрессии и конца трансгрессии выделяются регрессивные, трансгрессивные и однородные типы циклов.

К регрессивным относятся циклы, у которых фашии начального этапа выражают более мористую обстановку по сравнению с фашиями конца их трансгрессивного развития (например, морско-лагунный цикл на фиг. 6, 1).

К трансгрессивным относятся циклы с обратным соотношением фашии, когда о более мористой обстановке свидетельствуют фашии конца трансгрессивного развития цикла (например, лагунно-морской цикл, фиг. 6, 2).

Циклы, представленные в начале и конце своего развития одинаковыми или близкими (принадлежащими к одной группе) фашиями, можно с полным основанием называть однородными (например, лагунный цикл).

Подразделение циклов по соотношению фашии имеет важное значение для анализа направленности процесса осадконакопления и выделения циклов высших порядков.

Постепенное поглубение пород с развитием регрессивного осадконакопления, вплоть до тонко-, реже мелкозернистых песчаников прибрежно-волновой зоны, является очень характерным для циклов продуктивной свиты нижнего карбона, в которой грубозернистые речные песчаники почти не развиты. Регрессивная последовательность лишь местами осложняется внедрением мелкозернистых песчаников речных выносов, которые часто залегают на отложениях лагун, заливов и мелкого моря, с признаками неглубокого размыва подстилающих пород.

Другой характерной особенностью как ниже-, так и среднекарбонных циклов Донбасса является резкая асимметрия их строения, выражающаяся в резком преобладании регрессивной части цикла, по мощности и разнообразию фашии над трансгрессивной частью. Последняя выражена, как правило, одной, редко двумя фашиями. В подавляющем большинстве случаев отложения кровли угольного пласта выражают наиболее мористые для данного цикла условия, устанавливающиеся сразу же после затопления торфяника. Трансгрессивный ряд фашии обычно отсутствует и этап трансгрессивного развития может быть обнаружен лишь при детальном анализе структурно-текстурных и фаунистических изменений внутри одной и той же фашии.

При сравнительно однообразном типе породных последовательностей, слагающих нижекарбонные циклы, отвечающие им регрессивные фашиальные ряды существенно различны, как это видно и на приведенной фиг. 6. Чаще всего характер и последовательность смены фашии внутри регрессивного ряда определяется его начальным членом, т. е. фашией мак-



симального развития предшествовавшей трансгрессии. Так, если начальная фация регрессивного ряда представлена мелкозернистыми алевролитами фации центральных участков лагун (фиг. 6, 2 и 3), то лежащие выше отложения относятся также к лагунным, хотя и все более прибрежным типам. Если период максимальной трансгрессии представлен тонкозернистыми осадками фации мелкого моря, то их сменяют алевролиты прибрежноморской фации (фиг. 6, 1); в верхней части последних могут присутствовать осадки прибрежной зоны лагун, но они имеют здесь резко подчиненное развитие. В том и другом случае развитие регрессивного фациального ряда завершается отложениями болотной фации, с ярко выраженными признаками почвообразования.

Подобная закономерная смена генетически связанных фаций отражает зональность распределения их в прибрежной области угленакпления и дает представление о морфологическом типе побережья и его ландшафте, характеризуя, таким образом, фациальную обстановку накопления осадков.

Обращаясь к рассматриваемым циклам, видим, что нижняя часть первого цикла образовалась в обстановке мелкого моря, второго и третьего — в лагунной обстановке. Верхние части циклов, судя по неполным разрезам вышележащих фациальных рядов, приведенных на фиг. 6, образовались, соответственно, в лагунной (фиг. 6, 1) и в морской обстановках (фиг. 6, 2 и 3). Таким образом, накопление осадков полного цикла, изображенного на фиг. 6, 1, происходило в условиях перехода мелководноморской обстановки — в лагунную следующего цикла (фиг. 6, 2), в условиях более резкого перехода лагунной обстановки — в морскую; тогда как образование третьего цикла (фиг. 6, 3) происходило целиком в лагунной обстановке.

### Типы фациальных обстановок

В изученном разрезе нижнего и низов среднего карбона отчетливо выделяются пять основных типов фациальных обстановок, строение которых приведено на фиг. 7. Для каждой обстановки дается характерное чередование фаций и их относительное развитие, полученное в результате статистического подсчета действительных соотношений, встреченных нами в интервале угленосной толщи  $S^3_1$  нижнего карбона (средние данные). Кроме того, приводятся фактические разрезы, представленные в фациальной (слева) и литологической (справа) колонках. Для некоторых обстановок даны различные варианты, по которым идет развитие регрессивного ряда фаций по мере приближения к береговой линии.

Для морской обстановки продуктивной свиты нижнего карбона характерно присутствие фаций открытого моря, мелкого моря и прибрежноморских осадков (фиг. 7, 1, 2). Частота встречаемости других, указанных в колонке фаций, менее 50%. В отличие от среднего карбона, угольные пласты встречаются в данной обстановке лишь как редкое исключение, не достигая рабочей мощности. Средняя мощность разреза, выражающего регрессивную последовательность фаций, равна 6 м. На фиг. 7, 3 показан регрессивный фациальный ряд значительно большей мощности (до 15 м), с относительно более широким развитием фации открытого моря за счет фации мелкого моря. Подобное строение типично для морской обстановки угленосных отложений среднего карбона, где к ней приурочивается рабочая угленосность. В нижнем карбоне оно представляет единичные аномальные случаи. В целом морская обстановка в нижнем карбоне имеет очень ограниченное развитие и как бы угнетенный характер.

Широкое развитие морской обстановки в среднем карбоне мы связываем с морским побережьем, имеющим выровненную береговую линию

и плоский открытый шельф типа современных ватт. Подобному побережью отвечает слабо расчлененный рельеф прилегающей суши. Интенсивные прибреговые волнения и течения успевают полностью разнести и переработать обломочный материал, поступающий с суши, доводя его до минимальной крупности, которой соответствуют тонко- и мелкозернистые песчаники. Более крупный материал, как правило, в осадках морской обстановки не встречается.

Образование наиболее прибрежных осадков в этих условиях контролируется главным образом деятельностью приливно-отливных течений с относительно постоянным гидродинамическим режимом, обусловленным регионально действующими факторами. Это обеспечивает не только исключительную выдержанность прибрежморских осадков на площади, но и однотипность их строения на простирании каждой фациальной зоны.

Переход от прибрежморских осадков к алевроитово-глинистым осадкам открытого моря весьма закономерен, нарастание мористости идет примерно в равном темпе на всех участках побережья. Фациальные зоны идут параллельно друг другу, в общем следуя береговой линии. Это сказывается и в относительном постоянстве фаунистических комплексов фации открытого моря и в четкой дифференциации отдельных литогенетических типов, последовательно выражающих все более глубоководные условия (аргиллиты с конкрециями, аргиллиты с богатой морской фауной, известковистые аргиллиты).

В нижнем карбоне фациальный ряд, характерный для морской обстановки, отражает, по-видимому, лишь отдельные участки побережья, которые временами приближались к подобному выровненному типу, тогда как в целом морфология его имела существенно иной, более сложный облик.

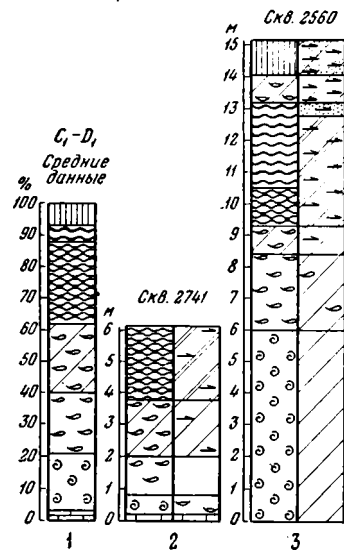
Разнообразие генетических типов прибрежморских осадков, ограниченность развития типичной приливно-отливной слоистости при сравнительно широком развитии слоистости ряби волнений на мелководье, осложненной текстурами взмучивания, отложение на локальных участках то горизонтальнослоистых осадков, то, наоборот, осадков с признаками кратковременного усиления динамики местных волнений и течений — все эти признаки указывают на значительно более сложную динамику водной среды, подверженную воздействиям относительно локально действующих факторов.

Переход к фации открытого моря осуществляется очень неравномерно на различных участках побережья, но в целом значительно более постепенно. Это сказывается как в широком развитии фации мелкого моря, разнообразии выражающих ее литогенетических типов, так и в разнообразии фаунистических комплексов фации открытого моря. Среди последних наибольшим развитием пользуются относительно обедненные комплексы, свидетельствующие опять-таки о преобладании здесь более мелководных условий. Наиболее глубоководные литогенетические типы фации открытого моря среднего карбона фактически отсутствуют.

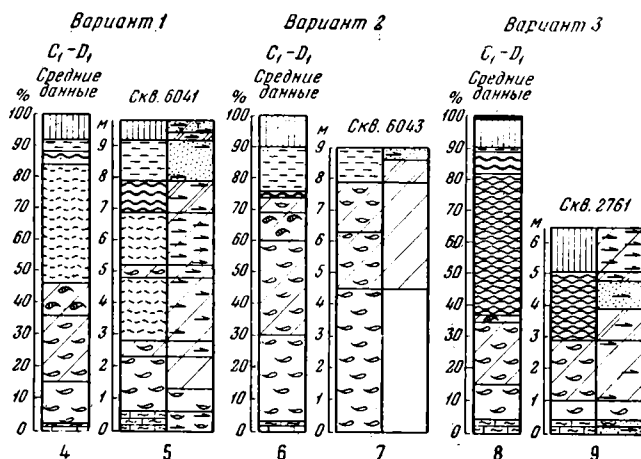
На площади имеют место частые замещения одних генетических типов другими и отдельные фации морской обстановки значительно хуже выдерживаются на площади; фациальные зоны имеют более сложные очертания. С этими особенностями строения и развития морской обстановки в нижнем карбоне следует, по-видимому, связывать и отсутствие в ней угольных пластов.

Мелководноморская обстановка включает тонкозернистые осадки фации мелкого моря, с которых и начинается характерный для нее фациальный регрессивный ряд. Дальнейшее развитие идет по трем возможным вариантам, из которых наиболее специфичен вариант 1 (см. фиг. 7, 4, 5), включающий прибрежные алевролиты, выделенные нами в субфацию с ослабленной динамикой волнений и течений. Остальные

М о р с к а я

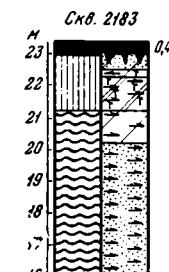


М е л к о в о д н о - м о р с к а я

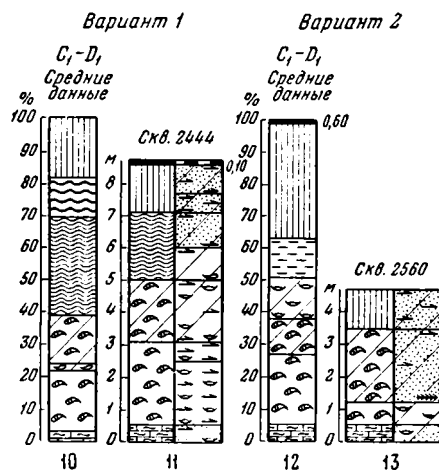


У с т ь я р е к

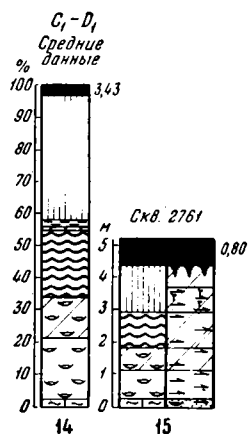
Вариант 2



З а л и в н а я

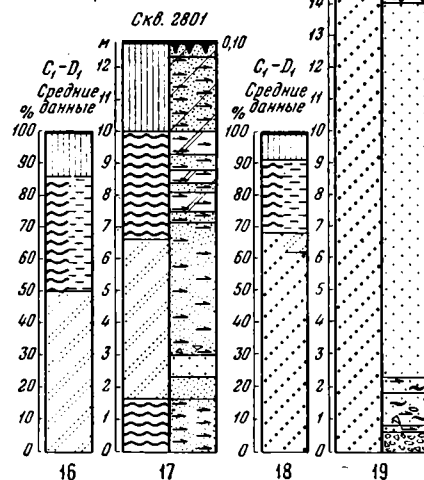


Л а г у н н а я



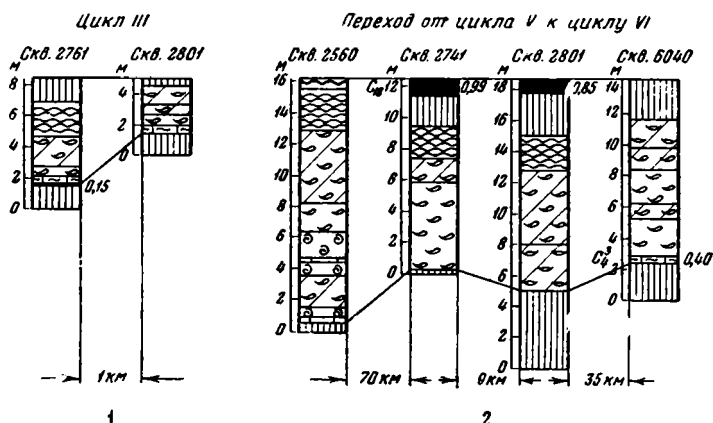
У с т ь я р е к

Вариант 1



Фиг. 7. Основные типы фациальных обстановок  
Условные обозначения см. Фиг. 6

фациии этого варианта, показанные в усредненной колонке (см. фиг. 7, 4) встречаются редко и имеют подчиненное значение. Угольные пласты не встречены. Вариант 2 отличается выпадением прибрежной алевритовой субфации, за счет которой получают широкое распространение осадки озерной фации (фиг. 7, 6, 7). Одновременно фация мелкого моря получает еще более широкое, преимущественное перед совокупностью всех других фаций развитие. Угольные пласты здесь также не встречены. Вариант 3 очень сходен по набору фаций и их соотношению с морской об-



Фиг. 8. Выдержанность мелководноморского фациального ряда (вариант 3) на площади

Условные обозначения см. фиг. 6

становкой, отличаясь, на первый взгляд, только выпадением фации открытого моря (фиг. 7, 8, 9). Однако ряд дополнительных признаков, как, например, довольно частое появление здесь несомненно мелководных известковистых алевролитов, никогда не встречающихся среди мелководноморских осадков морской обстановки, значительные более высокие содержания карбонатов железа и магния в составе конкреций указывают на то, что чередование фаций по варианту 3 в пределах угленосной толщи  $C_1^3$ , особенно ее нижней продуктивной части, также выражает специфические условия мелководноморской обстановки. Об этом свидетельствует и невыдержанность этого чередования на площади: в большинстве случаев вариант 3 на коротких расстояниях — до 1 км — замещается другими вариантами мелководноморской обстановки (фиг. 8, 1). Исключение наблюдается на переходе от нижней — собственно угленосной части свиты  $C_1^3$  — к ее верхней части, значительно более мористого характера, где вариант 3 оказывается более устойчивым, выдерживаясь на протяжении почти всей изученной нами площади, и лишь в западной части Волчанского района сменяется чередованием фаций, типичным уже для морской обстановки (см. фиг. 8, 2). Характерно, что последовательность фаций варианта 3 имеет в этих условиях большую мощность и с ней связан устойчивый рабочий пласт угля ( $C_{18}$ ), что характерно для типично морской обстановки, к которой и тяготеет здесь вариант 3. Чередование мелководноморских фаций по варианту 3 широко развито в нижних свитах  $C_2^1$ ,  $C_2^2$  среднего карбона, где по всем признакам оно относится к морской обстановке, выражая ее прибрежную часть.

Средняя мощность разрезов мелководно-морской обстановки во всех случаях в свите  $C_1^3$  порядка 5—7 м. Широкое развитие мелководноморской обстановки с наиболее характерными для нее типами прибрежных осадков с признаками слабой волновой динамики (варианты 1 и 2)

можно относить к участкам морского побережья, на значительном протяжении защищенным от действия интенсивных прибрежных волнений и течений. Вместе с тем, эта защита осуществлялась без существенного нарушения нормального солевого состава вод, о чем говорит характер фауны, находимой в осадках мелкого моря, и в особенности криноидные биогермы (по которым шло образование агрегатных конкреций). Можно поэтому полагать, что интенсивным волнениям, сгонно-нагонным, а тем более приливо-отливным течениям здесь препятствовали аккумулятивные образования типа подводных гряд, временами, может быть, существовавшие в форме плоских низменных островов, располагавшихся на значительном удалении от берега. Возможно также, что этому способствовали очертания берега, образовывавшие на таких защищенных участках нечто вроде широких бухт.

К концу очередной регрессии моря на месте защищенных мелководноморских участков в ряде случаев могли оставаться разобщенные водоёмы озерного типа, постепенно заполнявшиеся осадками.

Для среднего карбона и в особенности для продуктивных свит московского яруса подобная мелководноморская обстановка совершенно не характерна.

Заливная обстановка представлена фаціальным рядом, начинающимся с тонкозернистых осадков фации залива, вверх сменяющихся однородными алевролитами той же фации и далее — алевроитовыми осадками фации прибрежной зоны залива, которые кверху переходят в болотные отложения, значительно более широко развитые, по сравнению с мелководноморской обстановкой (см. фиг. 7, 10, 11). Помимо этого основного варианта, в нижней части угленосной толщи  $C_1^3$  встречается чередование по варианту 2, отличающееся выпадением прибрежных алевролитов, за счет которых получают развитие озерно-болотные отложения (см. фиг. 7, 12, 13). Мощность фациального ряда варианта 1 порядка 7—8 м. В единичных случаях с ним связывается появление угольного пласта очень неустойчивой, местами рабочей мощности. Во втором варианте мощность фациального ряда в среднем не более 4 м, угольные пласты встречаются очень редко и имеют нерабочую мощность.

Заливная обстановка в пределах всего изученного разреза имеет подчиненное значение. Относительно более широкое развитие ее можно связывать с переходным типом побережья от ингрессионного (с изрезанной береговой линией), характерного для лагунной обстановки, к выровненному морскому.

К этому выводу приводит неустойчивость слагающих эту обстановку литогенетических типов, попеременно тяготеющих то к морским, то к лагунной обстановкам.

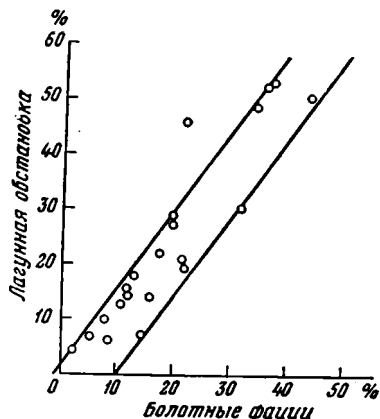
Смешанный комплекс фауны, среди которой наряду с типично морскими формами встречаются и формы, характерные для лагунной фации, указывает на периодические нарушения нормального солевого состава морских вод. Специфика заливной фации проявляется также в исключительно широком развитии некоторых форм брахиопод и пелеципод (разнообразные *Chonetes*, *Nuculavus*), не наблюдающемся в других фациях.

Приуроченность к фации залива своеобразных растительных остатков вызывает представление о водяной растительности, произраставшей временами на дне залива. В периоды активизации морских вод этот растительный материал перерабатывался, но не уносился далеко за пределы залива, захороняясь в осадках заливной фации в периоды последующего ослабления динамики морских вод.

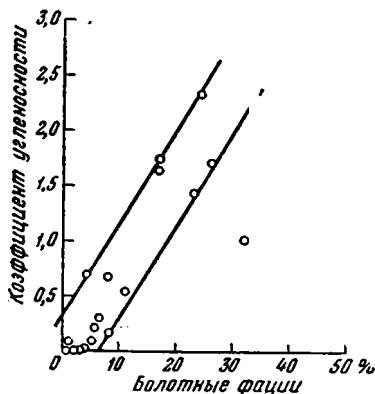
Еще более неустойчивы признаки осадков прибрежной части залива, где наблюдаются частые переходы от скрытослоистых алевролитов (часто обогащенных карбонатами, преимущественно железа и магния) и го-

ризонтально-слоистых алевролитов озерного типа к алевролитам переслаивания и алевролитам с тонкой косоволнистой слоистостью, сходными с прибрежно-морскими осадками.

Исключительно тонкозернистый состав этих прибрежно-заливных осадков является, однако, весьма характерной особенностью заливной обстановки. Его можно объяснить тем обстоятельством, что заливная обстановка, в ее наиболее типичном выражении, отвечает все еще слабо расчлененному, относительно выровненному побережью. Количество обломочного материала, выносимого с континента реками, сравнительно



Фиг. 9. Зависимость между лагуной обстановкой и болотными фациями



Фиг. 10. Зависимость коэффициента угленосности от содержания болотных фаций в лагунной обстановке

невелико, и он почти полностью перерабатывается и разносится прибреговыми течениями и волнениями. Аккумулятивные формы типа песчаных кос и пересыпей находятся в зачаточном и неустойчивом состоянии. В условиях подобного побережья преобладающая масса отлагающихся осадков представляет материал волнового поля морского бассейна. Естественно, поэтому, что на отдельных участках, где береговая линия и морские воды более или менее вдаются в сушу и где формируются осадки фациального ряда заливной обстановки, действие прибреговых волнений и течений несколько ослаблено; это и обуславливает осаждение здесь более тонкого материала с признаками пониженной динамики водной среды (по сравнению с участками выровненного побережья).

В среднем карбоне заливная обстановка по существу не имеет самостоятельного выражения. Это свидетельствует о значительно более быстрых изменениях ландшафта побережья при переходе от изрезанного лагунного типа к выровненному морскому.

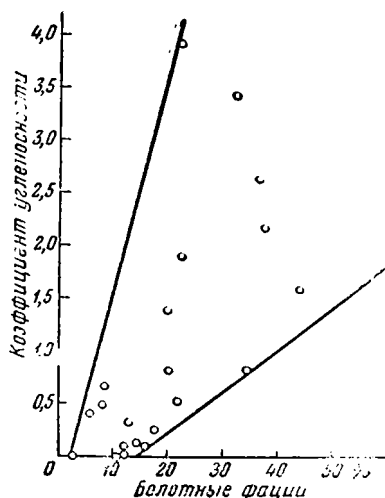
Лагунная обстановка представлена тонкозернистыми породами лагунной фации, вверх сменяющимися обычно породами фаций прибрежной зоны волновой ряби лагун и болотными фациями, очень часто включающими угольные пласты (см. фиг. 7, 14, 15). В основании последовательности довольно часто встречаются прослои слабокарбонатных алевролитов фации прибрежных осадков начальной стадии морской трансгрессии. Мощность лагунной последовательности фаций в среднем менее 4 м. Строение лагунной обстановки может осложняться включением мелко- и среднезернистых песчаников фации пересыпей кос и баров, что, однако, более характерно для лагунной обстановки продуктивных свит среднего карбона, в нижнем же карбоне представляет редкое исключение. Лагунная обстановка имеет исключительно широкое

развитие в угленосной толще  $C_1^3$  нижнего карбона, особенно в ее нижней части (собственно продуктивная свита), где с ней связана высокая промышленная угленосность. Широта развития лагунной обстановки в отдельные периоды образования свиты  $C_1^3$  и на отдельных участках рассматриваемой площади теснейшим образом связана с содержанием болотных фаций (фиг. 9), а последние обнаруживают в пределах лагунной обстановки тесную коррелятивную прямую связь с коэффициентом угленосности (фиг. 10). Для сравнения приводится характер связи между коэффициентом угленосности и содержанием болотных фаций в различных обстановках угленосной свиты  $C_1^3$  (фиг. 11). Как видно, связь в этом случае чрезвычайно слабая (большой разброс точек).

Лагунная обстановка связана с побережьем ингрессионного типа с изрезанной береговой линией.

В среднем карбоне, особенно в продуктивных свитах московского яруса, лагуны были достаточно хорошо изолированы от морских вод, вследствие обилия обломочного материала, выносимого реками; из этого материала строились приустьевые бары и пересыпи, отгораживавшие лагуны, сравнительно быстро превращавшиеся в водоемы озерного типа. С другой стороны, воды лагун несомненно разбавлялись речными водами. Все это способствовало сильному распреснению лагун среднего карбона. В условиях продуктивной свиты нижнего карбона лагуны были слабо изолированы от морских вод, на что указывает в первую очередь характер содержащейся в них фауны. Среди аккумулятивных прибрежных форм преобладали невысокие гряды и приустьевые отмели. Имела место частая перестройка деталей морфологии лагунного ландшафта. Почти при каждой новой трансгрессии морские воды проникали в лагуну, принося с собой песчаный материал, снесенный с отмелей и гряд приморского края лагунной полосы и перекладывая его вместе с прибрежно-морской фауной. Проникновение же речных вод в лагунные водоемы было затруднено быстрым падением живой силы речного потока при впадении в водоем и формированием приустевой отмели. В результате лагуны нижнего карбона были значительно менее распреснены, с чем, по-видимому, связано повышенное содержание карбоната магния в конкрециях и карбонатных прослоях лагунных осадков.

Обстановка приустевых участков речных долин в продуктивной свите нижнего карбона характеризуется почти исключительно песчаниками фации речных выносов. При этом в нижней, собственно угленосной части свиты  $C_1^3$  ( $C_1 - C_5$ ) встречаются почти исключительно тонко- и мелкозернистые песчаники с признаками ослабленной динамики среды, выделенные нами в отдельную субфацию. Обычно они залегают по контакту слабого и неглубокого размыва на осадках лагуно-озерно-болотного комплекса. Мощность их очень непостоянна, в среднем около 3 м. Примерно такова же мощность перекрывающих отложений, представленных также лагуно-озерно-болотным комплексом, причем болотные фации имеют сравнительно подчиненное развитие (см. фиг. 7, 16, 17). Изредка встречаются угольные пласты нерабочей мощно-



Фиг. 11. Зависимость коэффициента угленосности от содержания болотных фаций в различных обстановках

сти. В верхней части свиты  $C_1^3$ , наоборот, резко преобладают более грубозернистые песчаники субфации с повышенной динамикой водной среды, иногда с прослоями конгломератов в основании (см. фиг. 7, 18, 19). Они залегают преимущественно на мелководных морских осадках по контакту отчетливого размыва, амплитуда которого здесь более значительна. Мощность их в среднем достигает 9 м. Кверху они также сменяются лагунно-озерными и еще выше, — болотными фациями. В единичных случаях с ними связываются угольные пласты неустойчивой рабочей мощности. Общая мощность фациального ряда порядка 10 м, когда в нем принимают участие песчаники субфации с ослабленной динамикой среды отложения, и 15—18 м, в случае субфации с повышенной динамикой. В свитах  $C_1^4$  и  $C_1^5$  обе субфации имеют примерно равное распространение.

Начиная с верхов свиты  $C_1^3$ , отмечается периодическое появление типичных аллювиальных фаций, которые имеют, однако, во всех свитах нижнего карбона весьма ограниченное развитие по сравнению со средним карбоном. Аллювиальные песчаники нижнего карбона залегают по контакту неглубокого эрозионного размыва и имеют мощность, сравнимую с мощностью песчаников речных выносов. В пределах башкирского яруса среднего карбона, особенно в свите  $C_2^3$ , роль аллювиальных песчаников существенно возрастает, а речных выносов — сокращается. Мощность аллювиальных песчаников отдельных циклов превышает здесь 30 м, и они залегают с глубоким эрозионным врезом на отложениях морских фаций.

В московском ярусе среднего карбона аллювиальные песчаники и их подводные выносы имеют исключительно широкое развитие, занимая до 50% от общей мощности разреза юго-западных районов Донбасса. Часто они образуют толщи мощностью до 100 м многоярусного строения, представляющие результат наложения песчаников нескольких циклов (первого порядка) в связи с размывом тонкозернистых осадков трансгрессивных фаз этих циклов.

Венчаются аллювиальные отложения повсеместно отложениями болотных фаций, в том числе угольными пластами, которые в пределах нижнего карбона в этой обстановке обычно неустойчивы и лишь местами достигают рабочей мощности. В московском ярусе, наоборот, к обстановке приустьевых частей речных долин приурочена вся промышленная угленосность среднего карбона.

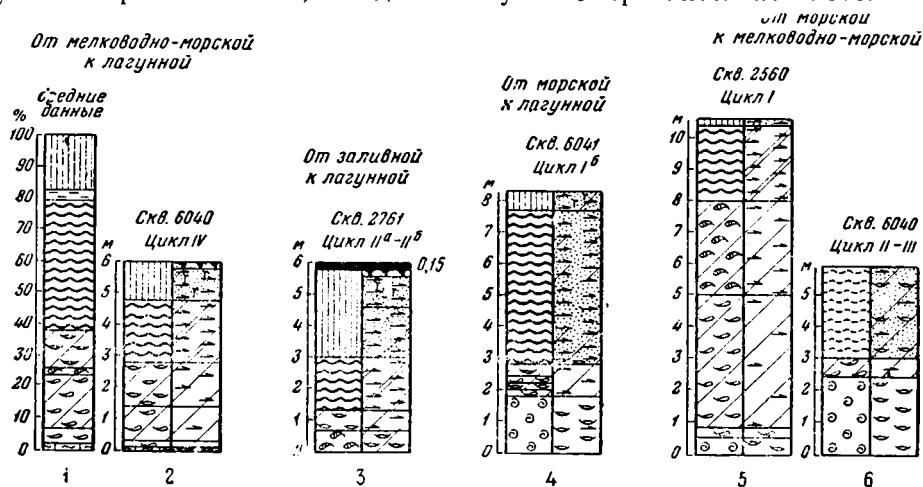
Широкое развитие обстановки приустьевых частей речных долин естественно связывать с оживлением речной сети вследствие усиления поднятий в области сноса или опусканий в бассейне накопления, увеличением количества обломочного материала, поступающего в морской бассейн, и соответствующим выдвиганием речных русел. Наблюдающееся в разрезе карбона последовательное вытеснение тонкозернистого материала речных выносов более грубозернистым и далее вверх — аллювиальными осадками в общих чертах, несомненно, отражает тенденцию продвижения речных долин в сторону морского бассейна.

Однако при этом надо иметь в виду, что реки нижнего и среднего карбона были резко различны, так же как характер и положение питающей их области. При впадении широких равнинных рек московского яруса в морской водоем происходило очень постепенное падение скорости речного потока и интенсивное выдвигание подводных русел далеко в глубь бассейна. Переход от типичного аллювия к осадкам речных выносов и приустьевых баров растягивался здесь на многие десятки километров. В результате осадки, выносимые реками, находились здесь под активным воздействием как речного потока, так и интенсивных волнений и течений открытого морского побережья, отражением чего и является типичная для них крупная косоволнистая разнонаправленная слоистость.



Даже в наиболее удаленных от устья участках совершенно отсутствуют генетические типы, характерные для нижнекарбоневой субфации речных выносов с пониженной динамикой водной среды. Вследствие высокой гидродинамической активности прибрежной зоны морского бассейна более тонкопесчаный материал речных выносов подвергался здесь интенсивной переработке и разносу в волновом поле бассейна, окончательно захороняясь уже в форме пересыпей, кос или баров лагунной обстановки.

Аллювиальные отложения намюрского яруса нижнего карбона, как уже говорилось выше, свидетельствуют о сравнительно небольших



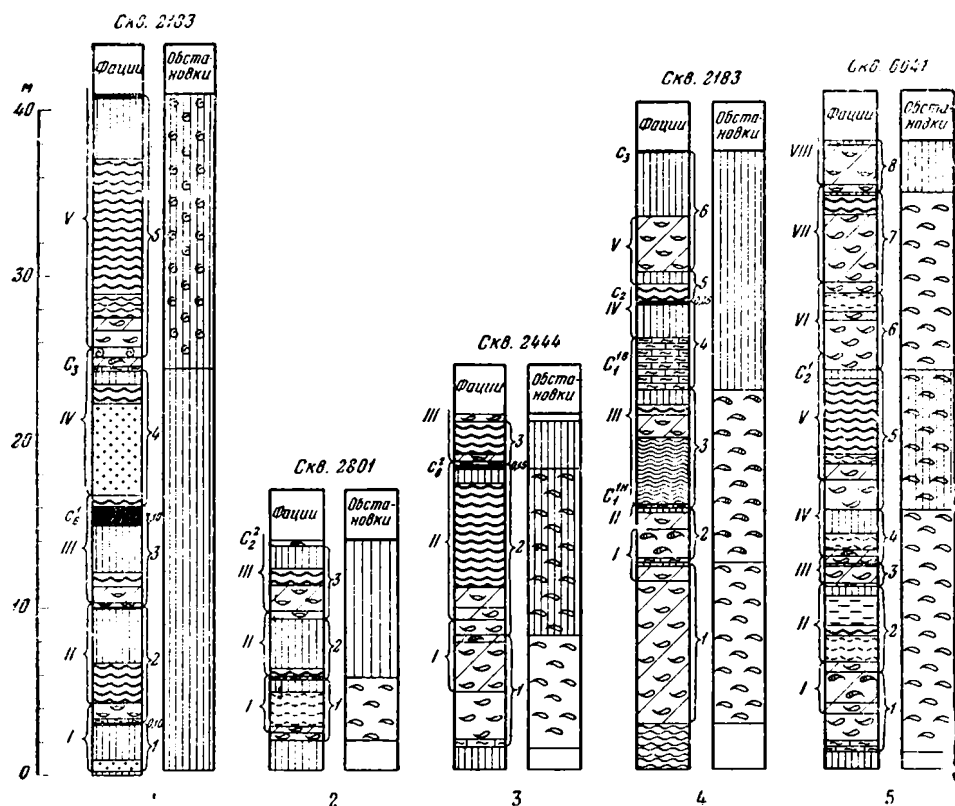
Фиг. 12. Переходные типы обстановок

Условные обозначения см. фиг. 6

и коротких реках с очень непостоянным гидродинамическим режимом, на отдельных участках приближавшихся к типу временных потоков. При впадении в мелководный морской водоем, защищенный в прибрежной части от интенсивных волнений и течений, скорость речного потока быстро падала и происходило энергичное осаждение выносимого материала. В этих условиях образование косой слоистости в осадках речных выносов было ограничено как слабым выдвиганием подводных русел, так и незначительной гидродинамической активностью прибрежной части морского водоема. Этим в значительной мере объясняется широкое развитие в намюрском ярусе нижнего карбона субфации речных выносов с признаками пониженной динамики водной среды и преимущественно горизонтальными и волнистыми формами слоистости. Отложения эти представляют, по-видимому, своеобразные приустьевые отмели, подвергавшиеся лишь периодическому перемыву и местному переотложению.

Переходные типы обстановок. Помимо основных обстановок, каждая из которых характеризуется преобладанием морских, мелководноморских, заливных, лагунных или речных фаций, встречаются типы, в которых осуществляется переход от одной группы фаций к другой, относительно менее мористой. Примеры подобных обстановок приведены на фиг. 12. Кроме того, изредка встречаются аналогичным образом построенные фациальные ряды, в которых осуществляется переход от морских фаций к заливным и от мелководноморских к заливным. В обстановках, переходных от заливных и мелководно-морских фаций к лагунным, встречаются угольные пласты, преимущественно нерабочей, в единичных случаях — очень неустойчивой рабочей мощности. Остальные типы практически являются безугольными.

Переходные обстановки отражают процесс соответствующей перестройки побережья, сопровождающийся сокращением площади, ранее занятой одной группой фаций, например, лагунной, и миграцией в сторону суши фаций более мористых, например, мелководноморских. В результате в пределах зоны углеобразования, охватываемой одной циклической последовательностью, оказывается не одна, а две группы фаций, например, лагунных, непосредственно у берега и мелководноморских — в некотором удалении от него. В соответствии с этим широкое развитие



Фиг. 13. Изменение обстановок в ходе седиментации угленосной свиты  $C_1^3$   
I — VIII — циклы первого порядка; 1—8 — фациальные ряды. Остальные условные обозначения см. фиг. 6

переходных обстановок может служить показателем замедленного темпа изменений палеоландшафта, относительной устойчивости его, что в свою очередь свидетельствует об относительно спокойном тектоническом режиме.

На фиг. 13 приведены конкретные примеры переходов мелководноморской обстановки в лагунную. Как видно, этот переход может осуществляться непосредственно (фиг. 13, 2), указывая на интенсивные быстрые перестройки ландшафта, или посредством обстановки переходного (от мелкого моря к лагуне) типа (фиг. 13, 3) или, наконец, через заливную обстановку (фиг. 13, 4), которая сама по себе представляет переходный этап на пути изменения мелководно-морской обстановки. В каждом последующем случае переход мелководноморской обстановки в лагунную все более растягивается во времени, совершается все более постепенно.

На фиг. 13 отчетливо видны также соотношения между циклами первого порядка и фаціальными обстановками их накопления. Обычно отдельные обстановки выдерживаются на протяжении времени образования нескольких циклов первого порядка (например, лагунная обстановка в пределах продуктивной толщи нижнего карбона, см. фиг. 13, 1). При этом фаціальный тип цикла и фаціальная обстановка его образования не всегда совпадают. Так, например, циклы VI и IV (см. фиг. 13, 5) относятся к мелководно-морскому типу циклов, но первый из них образовался целиком в мелководно-морской обстановке, в то время как второй образовался на границе двух обстановок: мелководно-морской (нижняя часть цикла) и переходной от мелкого моря к лагуне (верхняя часть цикла). Тяготение к лагунным условиям сказывается и на особенностях состава цикла IV, обуславливая, в частности, относительно широкое развитие в нем болотной фации (по сравнению с циклом VI). В целом, можно сказать, что фаціальная обстановка образования циклов первого порядка и ее относительная устойчивость во времени и на площади существенно дополняют характеристику циклов, даваемую по их краевым фациям.

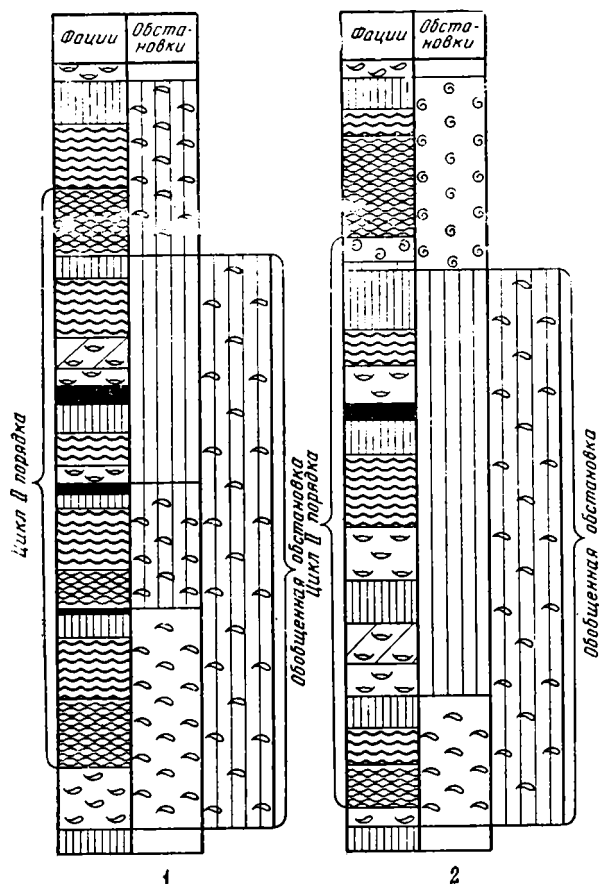
### ЦИКЛЫ ВТОРОГО ПОРЯДКА И ФАЦИАЛЬНЫЕ ОБСТАНОВКИ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ

Проследивая последовательно сменяющиеся в разрезе циклы первого порядка, нетрудно убедиться, что они закономерно изменяются по набору слагающих их генетических типов пород и отвечающих этому типу фаций, угленосности и ряду других признаков. Наглядное представление о характере этих изменений дают примеры, приведенные на фиг. 14. Снизу вверх по разрезу тип циклов первого порядка, изображенных на фиг. 14, 1), изменяется по характеру краевых фаций и их соотношению, от слаборегрессивного мелководноморского через регрессивный морско-лагунный до однородного лагунного, который далее сменяется трансгрессивным лагунно-морским типом. Одновременно с изменением типа циклов меняется и их угленосность: она минимальна в нижнем слаборегрессивном мелководноморском типе, увеличивается в регрессивном морско-лагунном типе и достигает максимальных значений в однородном лагунном типе; в трансгрессивном лагунно-морском цикле угленосность отсутствует. Таким образом, рассмотренные четыре цикла первого порядка выражают цикл второго порядка, в строении которого также можно различать нижнюю регрессивную часть, представленную в нашем случае двумя регрессивными циклами первого порядка, среднюю переходную часть, представленную одним однородным лагунным циклом, и верхнюю трансгрессивную часть, представленную трансгрессивным лагунно-морским циклом первого порядка. Лежащий выше по разрезу цикл первого порядка регрессивного морско-лагунного типа начинает уже новый цикл второго порядка.

В полном соответствии со строением циклов первого порядка максимальная угленосность в циклах второго порядка приурочивается к их средней переходной части, в данном случае — к однородному лагунному циклу первого порядка, образовавшемуся на переходе от регрессивного развития цикла второго порядка к трансгрессивному.

Изменение фацеального типа циклов первого порядка сопровождается соответствующим изменением обстановки их образования. Как видно, регрессивная часть нижнего цикла первого порядка образовалась в мелководноморской обстановке, трансгрессивная часть — в переходной от мелкого моря к лагуне, что подчеркивает слаборегрессивный тип этого цикла. Регрессивная часть лежащего выше цикла образовалась в той же

переходной от мелкого моря к лагуне обстановке, а трансгрессивная часть — в лагунной обстановке. Третий (снизу) цикл, с максимальной угленосностью, целиком образовался в лагунной обстановке, к которой приурочено образование и регрессивной части четвертого цикла; трансгрессивная его часть, завершающая развитие цикла второго порядка, образовалась в обстановке, переходной от мелкого моря к лагуне. Таким



Фиг. 14. Циклы второго порядка и фациальные обстановки их образования

Условные обозначения см. фиг. 6

образом, в пределах цикла второго порядка мелководноморская обстановка сменяется вначале переходной от мелкого моря к лагуне, а затем лагунной обстановкой, которая в дальнейшем снова переходит в обстановку, переходную от мелкого моря к лагуне.

Сравнивая обстановки начального и конечного этапов развития циклов второго порядка, можно по аналогии с циклами первого порядка выделять регрессивные, трансгрессивные и однородные типы циклов второго порядка. Рассматриваемый цикл второго порядка (см. фиг. 14, 1), очевидно, относится к регрессивному типу, так как его образование начинается в мелководноморской обстановке, а заканчивается в обстановке, переходной от мелкого моря к лагуне. Пример трансгрессивного типа цикла второго порядка изображен на фиг. 14, 2.

Обращаясь снова к фиг. 13, иллюстрирующей различные формы перехода мелководноморской обстановки в лагунную, видим, что переходы,

изображенные на фиг. 13, 2, 4, осуществляются в пределах одного цикла второго порядка, в процессе его регрессивного развития. Однако встречаются случаи еще более постепенной смены обстановок, подобные изображенному на фиг. 13, 5, где переход мелководноморской обстановки в лагунную осуществляется на протяжении двух циклов второго порядка. В первом из них, состоящем из циклов I—V первого порядка, мелководноморская обстановка в средней части цикла сменяется переходной от мелкого моря к лагуне и лишь в лежащем выше цикле второго порядка осуществляется переход мелководноморской обстановки в лагунную.

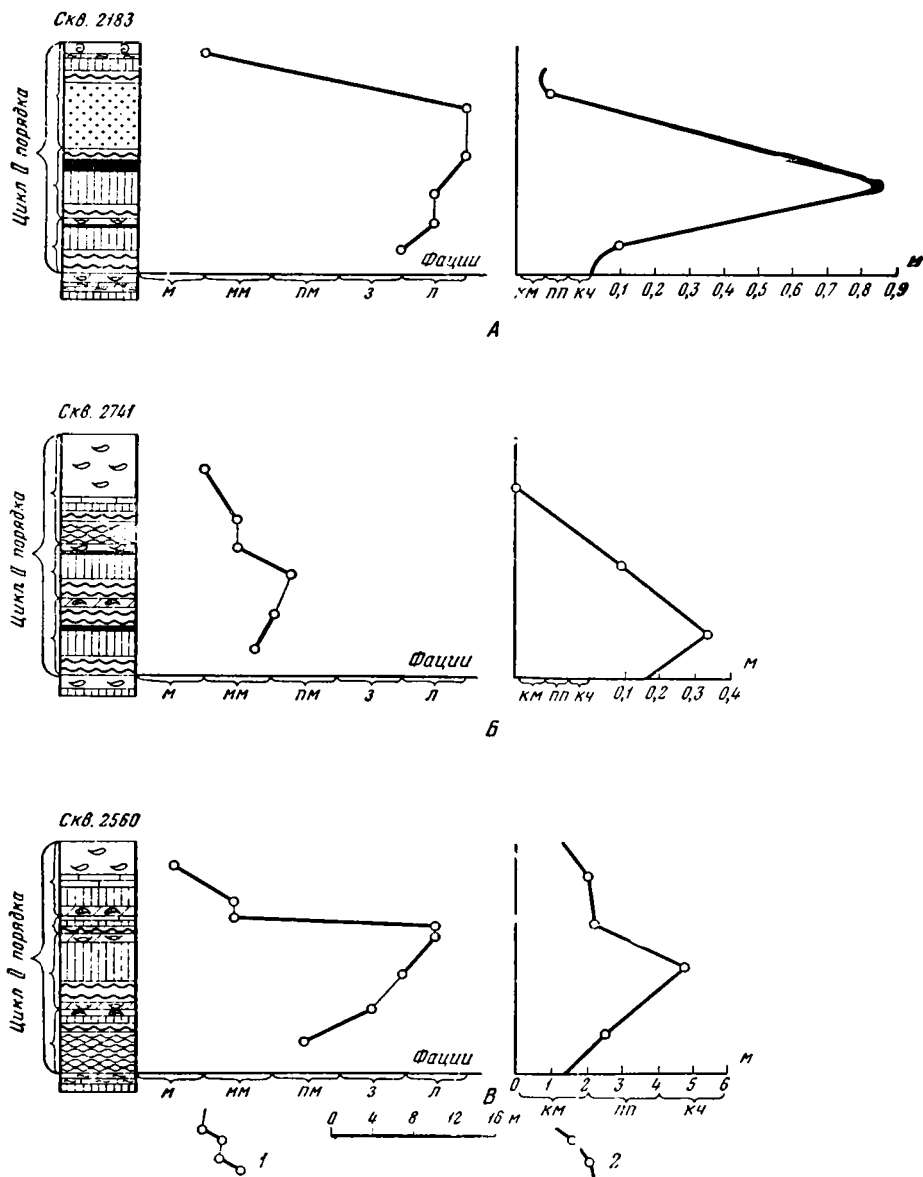
Из приведенных примеров видно, что выделение фациальных обстановок дает возможность упростить фациальную характеристику разреза, перейти от изображения отдельных фаций, закономерное чередование которых выявляет цикличность первого порядка, к изображению генетически связанных комплексов фаций или фациальных обстановок, чередование которых дает непосредственное выражение цикличности второго порядка.

### **Различные типы строения циклов второго порядка. Обобщенные фациальные обстановки**

Циклы второго порядка, так же как и первого, можно классифицировать по фациальному составу и направленности развития; отличие лишь в том, что в данном случае нужно учитывать не фации начала и конца и их соотношение, а фациальные обстановки начального и конечного этапа развития цикла второго порядка и по их соотношению определять регрессивный, трансгрессивный или однородный тип цикла.

Кроме того, в циклах второго порядка появляется еще один характерный признак, связанный с особенностями их строения. А именно, можно различать типы циклов второго порядка с преобладанием регрессивных циклов первого порядка, с равным количеством регрессивных и трансгрессивных и, наконец, с преобладанием трансгрессивных циклов. Примеры всех трех типов приведены на фиг. 15. Характер краевых фаций и направленность их развития внутри циклов первого порядка, слагающих циклы второго порядка, изображены графически. На горизонтальной оси отложены в условном масштабе фации, в последовательности от моря к континенту, вертикальной осью служит фациальная колонка. Каждый цикл первого порядка характеризуется жирным отрезком кривой, соединяющей точки, отнесенные к серединам регрессивной и трансгрессивной частей данного цикла и к соответствующим фациям. Подобный способ изображения наглядно выявляет как цикл второго порядка в целом, так и особенности его строения, обусловленные соотношением циклов первого порядка различного типа. Для каждого цикла второго порядка приведены также графики изменения угленосности, причем каждая точка графика отнесена к середине цикла первого порядка, характеризуя мощность содержащегося в нем угля, а в случае его отсутствия — мощность различных типов болотных отложений («крайнего мелководья», «подпочвы», «кучерявчика»). Графики показывают тесную связь угленосности с фациальным составом циклов, о чем уже говорилось выше.

Распределение циклов второго порядка различного типа по разрезу угленосных отложений имеет закономерный характер. При этом, в строении циклов второго порядка нижнего карбона повторяется та же особенность преимущественного развития регрессивного ряда, которая характерна для циклов первого порядка. Как видно на фиг. 14, комплекс фациальных обстановок в пределах как регрессивного, так и трансгрессивного типа циклов второго порядка образует регрессивный ряд обстановок, в обоих циклах меняющийся от мелководно-морской до



Фиг. 15. Различные типы строения циклов второго порядка

А — с преобладанием регрессивных циклов первого порядка; Б — с преобладанием трансгрессивных циклов первого порядка; В — с равным количеством регрессивных и трансгрессивных циклов первого порядка

1 — кривая изменения фациального состава; 2 — кривая изменения угленосности (скв. 2183, 2741) и интенсивности заболачивания (скв. 2560).

Фашии: М — морская; ММ — мелководноморская; ПМ — прибрежноморская; З — заливная; Л — лагунная. Генетические типы бассейнов: кч — крайние бассейны; пл — подпочва; кч — «кучерявички»

Остальные условные обозначения см. фиг. 6

лагунной (более постепенно, через переходный тип обстановки, как это видно на фиг. 14, 1 и более резко на фиг. 14, 2). Это дает основание для дальнейшего обобщения фациальной характеристики разреза путем введения понятия обобщенной фациальной обстановки, объединяющей обстановки всего регрессивного ряда. Тип обобщенной фациальной обстановки мы определяем (по аналогии с типом фациальной обстановки) по начальной обстановке регрессивного ряда. В тех случаях, когда прибрежные обстановки, завершающие регрессивный ряд, имеют сравнимое (см. фиг. 14, 1) или преимущественное (см. фиг. 14, 2) развитие по отношению к начальной обстановке, мы имеем, очевидно, переходный тип обобщенной обстановки. На приведенных примерах (см. фиг. 14) в обоих случаях обобщенная обстановка представлена переходным типом от мелкого моря к лагуне.

Разрез, представленный в обобщенных фациальных обстановках, непосредственно выявляет цикличность третьего порядка, не отражая более частных фациальных изменений внутри мелких циклов первого и второго порядков.

### ЦИКЛЫ ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА

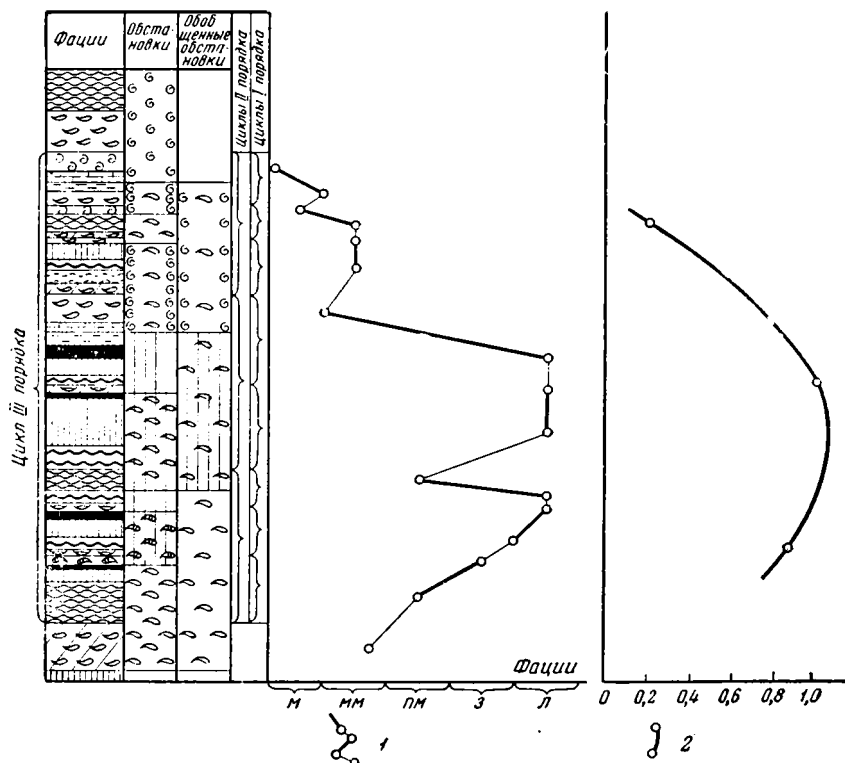
Строение циклов второго порядка, как было показано выше, совершенно подобно строению циклов первого порядка. Разница лишь в том, что характерная для каждого цикла смена регрессивного развития трансгрессивным выражается здесь в закономерном чередовании не отдельных фаций, а генетически связанных комплексов фаций — фациальных обстановок, что соответствует более крупному масштабу этих циклов. В соответствии с этим, сравнение циклов второго порядка приводит к выделению циклов третьего порядка, еще более крупного масштаба.

Пример цикла третьего порядка приведен на фиг. 16. Он состоит из трех циклов второго порядка и восьми циклов первого. Цикл третьего порядка в целом, характер слагающих его более мелких циклов отчетливо выявляется по кривой изменения фациального состава, построенной описанным выше способом. В полном согласии с изменением фациального состава происходит и изменение угленосности, также изображенное графически в виде кривой суммарной угленосности циклов второго порядка, слагающих данный цикл третьего порядка (точки кривой отнесены к серединам циклов второго порядка). Как видно, нижний цикл второго порядка имеет отчетливо выраженный регрессивный характер, верхние два цикла — трансгрессивные. Колонка фациальных обстановок непосредственно выявляет все три цикла второго порядка, колонка обобщенных фациальных обстановок — цикл третьего порядка.

Сравнение обстановок начального и конечного этапа развития данного цикла третьего порядка приводит к заключению о трансгрессивной направленности его развития. Максимум угленосности приурочивается к среднему циклу второго порядка, выражающему здесь переходный период в развитии цикла третьего порядка.

Следует заметить, что наиболее четкий максимум угленосности наблюдается в случаях, когда переходная часть цикла  $n$  порядка представлена циклом  $n - 1$  порядка однородного типа, включающего наиболее прибрежные фации и обстановки. Однако это имеет место лишь при достаточно постепенном переходе от регрессивного развития цикла  $n$  порядка к трансгрессивному. В случае более резких переходов однородные циклы выпадают и максимум угленосности приурочивается в зависимости от особенностей строения цикла  $n$  порядка либо к последнему регрессивному, либо к первому трансгрессивному циклам  $n - 1$  порядка, иногда же распределяется между тем и другим.

Цикл третьего порядка, изображенный на фиг. 16, представляет как раз случай сравнительно резкого перехода от регрессивного развития к трансгрессивному, выпадения однородного цикла второго порядка и приуроченности наиболее прибрежных фаций и обстановок,



Фиг. 16. Цикл третьего порядка и фациальные обстановки его образования  
1 — кривая изменения фациального состава; 2 — кривая суммарной угленосности.  
Остальные условные обозначения см. фиг. 6, 15

а соответственно, и максимума угленосности, к первому трансгрессивному циклу второго порядка, и в меньшей мере — к нижнему регрессивному циклу второго порядка.

## ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ЦИКЛОВ РАЗНЫХ ПОРЯДКОВ И ИХ ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Существенной особенностью нашей методики выделения циклов разных порядков является то, что представление о цикличности каждого более высокого порядка выводится не непосредственно из разреза, а путем сравнительного анализа фациального состава и строения циклов ближайшего низшего порядка. Это обеспечивает, во-первых, однозначность выделения крупных циклов, во-вторых, правильное определение их порядка и, наконец, сводит к минимуму опасность пропуска циклов, недостаточно рельефно выраженных в разрезе.

При сравнении циклов одного и того же порядка, в первую очередь анализируется вся последовательность пород, выражающих отдельные фации и закономерно построенные фациальные ряды. Анализ отдельных характерных горизонтов, таких как угли, известняки, грубозернистые



песчаники, так же как отдельных признаков пород (фауны, растительных остатков, конкреций и др.) и особенностей строения сравниваемых циклов (количества содержащихся в них циклов низшего порядка, отношения регрессивной части цикла к трансгрессивной, мощности и т. п.) дает дополнительный материал, уточняющий границы циклов и направленность их развития. При этом, в зависимости от особенностей разреза, те или иные признаки отдельных циклов оказываются наиболее широко развитыми и их периодический характер проявляется наиболее отчетливо.

Как будет показано ниже, сравнительный анализ циклов третьего порядка приводит к выделению циклов четвертого порядка. Применяя тот же метод к циклам четвертого порядка, приходим к выделению циклов пятого порядка, сравнимых по масштабу со свитами. Аналогичным образом выделяются циклы шестого порядка, сравнимые по объему с ярусами, и, наконец, были выделены два цикла седьмого порядка, граница между которыми совпала с границей между нижним и средним отделами карбона. Стратиграфическое значение крупных циклов рассматривается ниже, здесь же следует лишь подчеркнуть их практическое значение.

Сопоставление разрезов по циклам первого порядка дает эффективные результаты в условиях, подобных собственно продуктивной части угленосной свиты нижнего карбона, где почти отсутствуют выдержанные маркирующие известняковые горизонты и наряду с устойчивыми рабочими угольными пластами содержится большое количество относительно маломощных и невыдержанных, местами нацело выклинивающихся пропластков. Прослеживание отдельных циклов первого порядка помогает определить место выклинившегося пласта угля и способствует точной увязке всего разреза. Однако при необходимости сопоставления удаленных разрезов, особенно при условии изменения их мощности, что всегда сопровождается явлением расщепления циклов и более или менее существенными изменениями их фациального состава, сопоставление по циклам первого порядка затрудняется или становится совершенно невозможным. В условиях исключительно мелкой цикличности нижнего карбона, сопоставление по циклам первого порядка возможно лишь в пределах отдельных разведочных участков.

Выделение циклов второго и третьего порядка (мезо- и макроциклов) значительно облегчает детальное сопоставление удаленных разрезов, позволяя оперировать с укрупненными, генетически связанными комплексами пород, сравнительно хорошо выдерживающимися на площади.

Вместе с тем, введение понятия фациальной обстановки позволяет проследить фациальный состав и особенности строения циклов второго (мезоциклы) и третьего (макроциклы) порядка на больших расстояниях, что дает более обобщенное представление о типе побережья и его ландшафте, а следовательно, и материал для суждений о возможном характере угленосности.

### Глава III

## ОСОБЕННОСТИ ФАЦИАЛЬНЫХ ОБСТАНОВОК И ЦИКЛИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ СВИТ НИЖНЕГО И СРЕДНЕГО КАРБОНА

Для характеристики условий накопления отдельных свит нижнего и среднего карбона были составлены профили фациальных обстановок (фиг. 17—29)<sup>1</sup>, на которых показаны границы циклов второго и третьего порядков.

Основой для построения профилей послужили литологические колонки изученных нами скважин, составлявшиеся в масштабе 1 : 200, по которым выделялись литогенетические типы, фации, фациальные обстановки и циклы осадконакопления. В дальнейшем колонки фаций и обстановок переводились в масштаб 1 : 500, в котором и было проведено детальное сопоставление всех разрезов, а также уточнены и скоррелированы границы циклов. При этом было использовано большое количество промежуточных скважин, описанных углеразведочными партиями треста Артемгеология.

Ввиду того, что профили обстановок составлялись с расчетом на многократное уменьшение, показать на них детальные литологические и фациальные колонки оказалось невозможным. Поэтому мы ограничились приведением схематических литологических колонок, составленных углеразведочными партиями треста.

Кроме того, по детально изученным скважинам было подсчитано среднее содержание пород и фаций в отдельных свитах, приведенное в табл. 1 и 2.

При выделении циклов крупных порядков существенное значение имел сравнительный анализ горизонтов известняков и комплексов фауны, содержащихся в тонкозернистых терригенных осадках.

### СВИТА $C_1^2$ (В) — ПОДУГЛЕНОСНАЯ (ИЛИ ГРАБОВСКАЯ)

Нижняя граница свиты проводится по кровле сплошных известняков зоны  $C_1^{Vf}$ ; за верхнюю границу принят известняк  $C_1$  ( $B_{12}$  по схеме А. П. Ротая), который легко опознается при разведке и прослежен по простираанию примерно на 300 км. Свита детально изучена лишь по двум разрезам Владимировского (скв. 18, 2752, 2877) и Кальмиусского (скв. 6038, 6037) районов (фиг. 17). Общая мощность в прибортовой части бассейна (пос. Владимировка) 400 м; к северо-востоку она увеличивается до 520 м (Кальмиусский район), а к северо-западу до 420—

<sup>1</sup> Фиг. 17—29 см. в конце книги в конверте.

Таблица 1

## Литологический состав свит нижнего и среднего карбона Донбасса (в %)

| Свита       | Район                                         | Мощность<br>свиты в м | Угли и угли-<br>стые породы | Песчаники                       |                                        |       | Алевриты | Аргиллиты | Известняки |      |
|-------------|-----------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------------------|-------|----------|-----------|------------|------|
|             |                                               |                       |                             | тонко- и<br>мелкозер-<br>нистые | средне- и<br>крупно-<br>зерни-<br>стые | ВСЕГО |          |           |            |      |
| $C_2^7$ — М | Центральный                                   | 620                   | 1,92                        |                                 |                                        | 24,7  | 50,7     | 20,8      | 1,94       |      |
| $C_2^6$ — L | То же                                         | 340                   | 2,10                        |                                 |                                        | 51,2  | 36,5     | 8,0       | 2,20       |      |
| $C_2^5$ — K | » »                                           | 540                   | 2,77                        |                                 |                                        | 41,4  | 32,7     | 21,7      | 1,40       |      |
| $C_2^4$ — J | Кальмиусский                                  | 319                   | 0,30                        | 27,2                            | 0,60                                   | 27,8  | 53,5     | 16,9      | 1,30       |      |
| $C_2^3$ — H | » »                                           | 584                   | 1,00                        | 21,9                            | 2,00                                   | 23,9  | 64,8     | 10,1      | 0,20       |      |
| $C_2^2$ — G | » »                                           | 455                   | 0,55                        | 20,4                            | —                                      | 20,4  | 43,6     | 35,3      | 0,20       |      |
| $C_2^1$ — F | » »                                           | 264                   | 0,05                        | 27,7                            | —                                      | 27,7  | 53,8     | 16,2      | 4,20       |      |
| $C_1^5$ — E | » »                                           | 447                   | 0,20                        | 11,3                            | —                                      | 11,3  | 74,7     | 10,7      | 3,10       |      |
| $C_1^4$ — D | » »                                           | 587                   | 0,06                        | 10,2                            | —                                      | 10,2  | 72,7     | 11,7      | 5,90       |      |
| $C_1^4$ — D | Волчанский                                    | 266                   | 0,41                        | 24,9                            | 7,90                                   | 32,8  | 50,1     | 15,0      | 1,80       |      |
| $C_1^3$ — C | Верхняя<br>часть<br>( $C_5$ —D <sub>1</sub> ) | Кальмиусский          | 483                         | 0,03                            | 9,9                                    | 5,44  | 15,3     | 76,7      | 6,3        | 1,52 |
|             | Нижняя<br>часть<br>( $C_1$ —C <sub>5</sub> )  |                       |                             |                                 |                                        |       |          |           |            |      |
|             | Верхняя<br>часть<br>( $C_5$ —D <sub>1</sub> ) | То же                 | 640                         | 0,25                            | 24,6                                   | 1,40  | 26,0     | 73,7      | —          | 0,05 |
|             | Нижняя<br>часть<br>( $C_1$ —C <sub>5</sub> )  |                       |                             |                                 |                                        |       |          |           |            |      |
|             | Верхняя<br>часть<br>( $C_5$ —D <sub>1</sub> ) | Владимировский        | 327                         | 0,10                            | 12,4                                   | —     | 12,4     | 85,0      | 2,0        | 0,50 |
|             | Нижняя<br>часть<br>( $C_1$ —C <sub>5</sub> )  |                       |                             |                                 |                                        |       |          |           |            |      |
|             | Верхняя<br>часть<br>( $C_5$ —D <sub>1</sub> ) | То же                 | 432                         | 2,50                            | 24,0                                   | 3,40  | 28,2     | 68,2      | 0,8        | 0,30 |
|             | Нижняя<br>часть<br>( $C_1$ —C <sub>5</sub> )  |                       |                             |                                 |                                        |       |          |           |            |      |
| $C_1^2$ — B | Волчанский                                    | 313                   | 0,80                        | 11,5                            | 1,00                                   | 12,5  | 83,3     | 1,0       | 2,40       |      |
|             | То же                                         | 464                   | 1,60                        | 13,5                            | —                                      | 13,5  | 84,2     | 0,4       | 0,30       |      |
| $C_1^2$ — B | Владимировский                                | 274                   | 0,14                        | 18,5                            | 3,70                                   | 22,2  | 65,4     | 11,0      | 1,20       |      |

430 м (Волчанский район). В отличие от лежащей ниже толщи морских карбонатных осадков в свите  $C_1^2$  начинается накопление полифациально-го комплекса разнообразных терригенных осадков, с подчиненными прослоями известняков.

В литологическом составе свиты  $C_1^2$  резко преобладают тонкообломочные породы — аргиллиты, алевриты, вместе слагающие до 75% мощности свиты. Подчиненную роль играют мелкозернистые песчаники. Грубообломочные породы встречаются спорадически только в нижней части свиты, составляя не более 3—4% (см. табл. 1). В бассейне р. Кальмиус содержится до 14 слоев известняков. Западнее количество их уменьшается до 7—9. Во Владимировском районе они составляют всего 1,5—2,0% от мощности всех пород свиты. Мощности отдельных известняковых прослоев чаще не превышают 1 м.

В свите  $C_1^2$  отмечено до 12 прослоев угля, сконцентрированных главным образом в ее верхней части, где отдельные платы ( $b_5$  и  $b_5^1$ ) достигают рабочей мощности. Однако первый нерабочий прослой угля (или «кучерявичик») появляется уже в почве известняка  $B_1$ , почти непосредственно в кровле толщи сплошных известняков, подчеркивая резкую смену обстановки осадконакопления на границе свит  $C_1^1$  и  $C_1^2$ .

Таблица 2

## Содержание пород различных фаций в свитах нижнего и среднего карбона Донбасса (в %)

| Свита       | Район                     | Мощность<br>свиты в м | Континента-<br>льные   |               | П е р е х о д н ы е    |              |              |                             |               |                              |              | М о р с к и е          |                        |                            |                                                           |      |
|-------------|---------------------------|-----------------------|------------------------|---------------|------------------------|--------------|--------------|-----------------------------|---------------|------------------------------|--------------|------------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------|------|
|             |                           |                       | аллю-<br>виаль-<br>ные | болот-<br>ные | речных<br>выпо-<br>сов | баро-<br>вые | лагу-<br>ные | прибреж-<br>но-лагу-<br>ные | залив-<br>ные | прибреж-<br>но-залив-<br>ные | озер-<br>ные | откры-<br>того<br>моря | мелко-<br>го мо-<br>ря | приб-<br>режно-<br>морские | прибреж-<br>но-мор-<br>ские нача-<br>ла транс-<br>грессии |      |
| $C_2^4$ — М | Центральный               | 620                   | 16,9                   | 14,20         |                        |              | 47,80        |                             |               |                              | 3,9          |                        | 17,20                  |                            |                                                           |      |
| $C_3^5$ — L | То же                     | 340                   | 42,8                   | 10,8          |                        |              | 26,00        |                             |               |                              | 7,4          |                        | 13,00                  |                            |                                                           |      |
| $C_3^5$ — K | » »                       | 540                   | 35,3                   | 17,10         |                        |              | 31,20        |                             |               |                              | 5,1          |                        | 11,30                  |                            |                                                           |      |
| $C_3^5$ — J | Кальмусский               | 319,45                | —                      | 10,64         | 23,04                  | 1,12         | 0,92         | 2,84                        | 1,37          | —                            | 16,79        | 4,80                   | 28,00                  | 10,50                      | 0,06                                                      |      |
| $C_3^5$ — H | » »                       | 583,89                | 6,70                   | 8,30          | 6,20                   | 8,50         | 1,80         | 4,95                        | 3,90          | 2,10                         | 9,10         | 4,50                   | 35,00                  | 8,80                       | 0,02                                                      |      |
| $C_3^5$ — G | » »                       | 455,23                | —                      | 8,10          | 7,00                   | 6,00         | 1,10         | 4,50                        | 6,60          | 1,65                         | 3,90         | 7,00                   | 36,70                  | 17,40                      | —                                                         |      |
| $C_3^5$ — F | » »                       | 263,92                | —                      | 10,10         | 7,90                   | 2,25         | 1,10         | 8,80                        | 12,90         | 5,80                         | —            | 9,00                   | 19,60                  | 21,60                      | 0,90                                                      |      |
| $C_3^5$ — E | » »                       | 493,75                | —                      | 7,00          | 4,60                   | 2,00         | 4,30         | 7,90                        | 10,45         | 10,20                        | 10,40        | 10,70                  | 15,15                  | 14,45                      | 2,40                                                      |      |
| $C_3^5$ — D | » »                       | 587,55                | —                      | 8,85          | 0,60                   | 5,00         | 4,60         | 8,40                        | 8,40          | —                            | 4,10         | 13,30                  | 28,80                  | 17,95                      | —                                                         |      |
| $C_4^3$ — D | Волчанский                | 266,10                | 5,50                   | 9,20          | 16,00                  | 2,30         | 2,40         | 4,30                        | 6,40          | 0,60                         | 11,00        | 3,00                   | 18,75                  | 20,10                      | 0,40                                                      |      |
| $C_4^3$ — C | Верх<br>( $C_5$ — $D_1$ ) | Кальмусский           | 474,17                 | 3,60          | 10,60                  | 6,50         | 2,30         | 4,70                        | 4,50          | 17,30                        | 2,80         | 8,10                   | 4,30                   | 22,30                      | 14,70                                                     | 0,30 |
|             | Низ<br>( $C_1$ — $C_5$ )  | То же                 | 633,65                 | —             | 18,90                  | 9,50         | 2,30         | 6,50                        | 26,20         | 5,30                         | 2,70         | 1,10                   | 3,90                   | 10,10                      | 11,95                                                     | 1,60 |
|             | Верх<br>( $C_5$ — $D_1$ ) | Владимировский        | 322,60                 | —             | 11,20                  | —            | 4,50         | 6,70                        | 8,80          | 17,10                        | 0,80         | 3,20                   | 2,60                   | 20,10                      | 22,60                                                     | 2,40 |
|             | Низ<br>( $C_1$ — $C_5$ )  | То же                 | 424,86                 | —             | 30,8                   | 13,60        | 1,10         | 12,15                       | 17,45         | 0,09                         | —            | 8,60                   | 1,32                   | 8,66                       | 5,49                                                      | 0,73 |
|             | Верх<br>( $C_5$ — $D_1$ ) | Волчанский            | 333,3                  | —             | 9,10                   | 8,20         | —            | 9,70                        | 15,40         | 16,50                        | 5,60         | 4,60                   | 6,60                   | 15,50                      | 6,20                                                      | 2,40 |
|             | Низ<br>( $C_1$ — $C_5$ )  | То же                 | 430,60                 | 0,40          | 34,70                  | 3,20         | 3,10         | 9,90                        | 16,50         | 3,35                         | 1,60         | 3,10                   | 4,10                   | 8,65                       | 8,95                                                      | 2,50 |
|             | $C_4^2$ — В               | Владимировский        | 273,70                 | —             | 9,30                   | 13,10        | 0,40         | 4,50                        | 2,90          | 6,20                         | —            | 12,20                  | 2,50                   | 23,50                      | 23,50                                                     | 0,90 |

Фациальный состав свиты характеризуется средними данными по Владимировскому району (см. табл. 2). Преобладают фации мелкого моря, в меньшей мере фации речных выносов и озер; лагунно-заливные и болотные фации, так же как фации открытого моря, имеют подчиненное развитие. С удалением от прибортовых участков бассейна (Кальмиусский район) фации речных выносов исчезают и преобладание мелководноморских фаций становится еще более резко выраженным. Одновременно несколько более широкое развитие получают морские фации, в том числе карбонатные.

Характер и особенности распределения фациальных обстановок видны на приведенном ранее профиле (см. фиг. 17).

В свите  $C_1^2$  выделяется 10 циклов второго порядка (мезоциклов), образующие четыре цикла третьего порядка (макроцикла), которые достаточно отчетливо выявляются по чередованию соответствующих обстановок.

Три нижних макроцикла имеют сравнительно простое строение: каждый из них состоит из двух мезоциклов регрессивного и трансгрессивного типов. Четвертый макроцикл состоит из четырех мезоциклов, из которых нижний относится к слаборегрессивному, почти однородному типу (на переходе от трансгрессивного развития осадконакопления к регрессивному), второй — к отчетливо регрессивному, третий — к однородному (на переходе от регрессии к трансгрессии) и самый верхний — к трансгрессивному типу.

В приборговом Владимировском районе средние части трех нижних макроциклов отчетливо выделяются вследствие появления здесь, на преобладающем фоне морских обстановок, обстановки приустьевых частей речных долин, представленной преимущественно фацией речных выносов. При этом, субфация с повышенной динамикой водной среды приурочивается к нижнему макроциклу, с наиболее широким развитием фаций открытого моря, в том числе карбонатных.

В средней части верхнего макроцикла получают довольно широкое развитие заливно-лагунные обстановки, чередующиеся здесь с мелководноморской.

Развитие всех четырех макроциклов завершается морскими горизонтами с прослоями известняков  $B_4$ ,  $B_7$ ,  $B_9$  и  $C_1$ , из которых первые три являются наиболее характерными и выдержанными известняками подугленосной свиты.

Макроциклы первый и третий имеют отчетливо выраженный регрессивный характер, макроциклы второй и четвертый — трансгрессивный. Это следует как из соотношения фациальных обстановок начальной и конечной фаз развития макроциклов, так и из характера разделяющих эти макроциклы известняков.

Известняк  $B_1$  наиболее мощный, содержит много разнообразного детрита, водорослей *Calcifolium* и разнообразных фораминифер, в нижней части переходит в фораминиферовый тип. Известняк  $B_4$  отличается меньшей мощностью, в детрите преобладают брахиоподы, криноидеи и обломки кораллов, среди фораминифер особенно характерными являются *Sacamina*, участками появляется алевроново-глинистая примесь. Известняк  $B_7$ , завершающий развитие трансгрессивного макроцикла, в общем сходен с  $B_4$ , но отличается большим количеством разнообразного детрита, содержит много кораллов и богатый комплекс фораминифер.

Известняк  $B_9$ , относящийся к регрессивному макроциклу третьему, имеет уже значительно менее глубоководный характер. Фаунистические остатки представлены главным образом мелким детритом брахиопод и криноидей, кораллы отсутствуют, фораминиферы представлены очень бедным комплексом, в основном формами *Archaediscus* и *Tetrataxis*

Следует заметить, что аналогичный характер имеет и лежащий выше известняк В<sub>10</sub>. Это вполне согласуется с однородным типом вмещающего его цикла второго порядка и допускает в качестве второго варианта положение границы между третьим и четвертым макроциклами над морским горизонтом и известняком В<sub>9</sub>. Известняк С<sub>1</sub>, завершающий четвертый — трансгрессивный макроцикл, является более устойчивым и несколько более глубоководным по сравнению с известняками В<sub>9</sub> и В<sub>10</sub>. Он отличается от них большим количеством детрита, а также более разнообразным комплексом мелких фораминифер; участками переходит в детритусовый тип и содержит одиночные кораллы.

Таким образом, анализ направленности развития четырех макроциклов свиты С<sub>1</sub><sup>2</sup> приводит к выделению в ее пределах двух циклов четвертого порядка, завершающихся морскими горизонтами с известняками В<sub>7</sub> и С<sub>1</sub>. Они названы нами, соответственно, Докучаевский нижний и Докучаевский верхний циклы. Из приведенных данных отчетливо видно, что оба эти цикла четвертого порядка относятся к регрессивному типу.

В целом для свиты С<sub>1</sub><sup>2</sup> характерны следующие признаки:

1. Отчетливо-регрессивное развитие осадконакопления, выражающееся в постепенной смене морской и мелководноморской обстановок нижней части свиты — преимущественно мелководноморской в ее средней части и заливно-лагунными обстановками в ее верхней части; в приуроченности наиболее глубоководных известняков к нижней части свиты; угольных пластов — к верхней части свиты.

2. Тесная связь обстановки приустьевых частей речных долин, представленной преимущественно речными выносами (без участия аллювиальных фаций), — с морскими обстановками нижней части свиты.

3. Низкая угленосность, приобретающая промышленное значение лишь в верхах свиты, где преобладают заливно-лагунные обстановки.

### СВИТА С<sub>1</sub><sup>3</sup> (С) — УГЛЕНОСНАЯ (ИЛИ САМАРСКАЯ)

Эта свита выделяется в границах от известняка С<sub>1</sub> (петропавловского) до D<sub>1</sub> (бешевского). В таком понимании объем свиты несколько больше, чем в смежном Петропавловском районе, где в качестве верхней границы свиты принят лежащий ниже горизонт, соответствующий группе известняков С<sub>6</sub> — С<sub>6</sub><sup>0</sup> в Кальмиусском районе.

Детальное литологическое изучение свиты проведено в районах Добропольском (скв. 2560), Волчанском (скв. 2444, 2430, 2676, 2183), Владимировском (скв. 8000, 8001, 2741, 2761, 2796, 2913, 2824, 2801) и Кальмиусском (скв. 6044, 6043, 6040, 6041, 6047, 3376).

Мощность свиты в Кальмиусском районе (с. Новоселовка) 1195 м. К юго-западу она уменьшается до минимальных значений во Владимировском районе, где она равна 660 м. Далее на северо-запад мощность свиты снова возрастает, достигая 870 м в Волчанском районе (по р. Соленой) и 1160 м в Добропольском районе.

Породы представлены преимущественно различными мелко- и крупнозернистыми алевролитами, содержание которых колеблется в пределах от 68 до 85% (см. табл. 1). Содержание песчаников изменяется от 12 до 28%, причем они представлены главным образом тонко- и мелкозернистыми разновидями. Среднезернистые и крупнозернистые песчаники либо вовсе отсутствуют, либо содержатся в количестве, превышающем 2—5% от общей мощности толщи. Конгломераты встречаются в маломощных прослоях лишь в некоторых районах и содержание их от общей мощности толщи составляет менее 1%. Аргиллиты, в том числе алевритистые, почти не встречены. Содержание их составляет 0,5—2%, редко (Кальмиусский район) достигает 6%.

По литологическим особенностям свита  $C_1^3$  отчетливо подразделяется на две подсвиты: нижнюю, в интервале между известняками  $C_1$  —  $C_5$ , и верхнюю, в интервале  $C_5$  —  $D_1$ . Нижняя подсвита визейского яруса характеризуется широким развитием болотных осадков, которые фиксируются в виде многочисленных стигмариновых слоев, угольных прослоев и пластов общим числом до 60. Именно к этой подсвите приурочены почти все пласты угля, достигающие рабочей мощности, вследствие чего ее можно называть собственно угленосной, или продуктивной, подсвитой. Карбонатные осадки здесь почти отсутствуют. Только в средней части подсвиты отмечается пара относительно устойчивых сближенных известняков  $C_3$  и  $C_4$  и в самой верхней части — известняк  $C_5$ , разделяющий нижнюю и верхнюю подсвиты. Эти известняки наряду с известняком  $C_1$ , залегающим в основании, являются основными маркирующими горизонтами нижней подсвиты.

Верхняя подсвита характеризуется значительно меньшим развитием болотных осадков. Количество прослоев и пластов угля в ней не превышает 17, из которых лишь некоторые достигают промышленных кондиций на отдельных участках. Карбонатные осадки, наоборот, имеют несколько более широкое развитие. Наиболее устойчивыми и характерными являются: группа сближенных известняков  $C_6$  —  $C_6^0$  ( $D_1$ , Петропавловский), сближенные известняки  $C_7$  —  $C_8$  и известняк  $C_{10}^1$ . Характерно также появление в верхней подсвите горизонтов грубозернистых песчаников, приуроченных к периферическим районам (Кальмиусскому и Волчанскому), в то время как в нижней подсвите наиболее грубозернистые песчаники наблюдаются во Владимирском районе. Отмеченные особенности подсвит отражены в табл. 1, где приведены данные подсчета различных обломочных и органогенных пород, слагающих нижнюю и верхнюю подсвиту по детально изученным разрезам различных районов.

Следует подчеркнуть своеобразие литологического состава пород угленосной свиты  $C_1^3$  нижнего карбона, выражающееся в исключительно малом развитии как грубообломочных, так и, с другой стороны, тонко отмученных осадков. Подобный состав не находит аналогов ни в одном из разведанных районов развития угленосных свит среднего карбона. Действительно, низкое содержание аргиллитов, порядка 5—6%, наблюдающееся в ряде районов западной половины Донбасса, сопровождается, как правило, интенсивным развитием песчаников, содержание которых доходит в этих случаях до 40%. В восточной половине Донбасса, где во многих районах содержание песчаников падает до 10—15%, т. е. становится сравнимым с содержанием их в угленосной свите  $C_1^3$ , содержание аргиллитов возрастает до 40% и более.

Слабая дифференциация обломочных пород по крупности зерна находится, по-видимому, в связи с особенностями геотектонического положения нижнекарбонového бассейна, на чем мы остановимся ниже.

Еще более резко различия между подсвитами выступают при сравнении фаций и обстановок накопления слагающих их осадков (табл. 2, фиг. 18—21).

Нижняя подсвита в прибортовом Владимирском районе характеризуется исключительно широким развитием лагунных и озерно-болотных фаций и, соответственно, устойчивым развитием лагунной обстановки. Подсвита обладает здесь наиболее высокой угленосностью; до 24 угольных пластов имеют рабочую мощность. В краевых районах — Волчанском и Кальмиусском — несколько увеличивается содержание мелководноморских прибрежных фаций и несколько чаще встречаются терригенные и карбонатные горизонты с типичной морской фауной, однако лагунно-болотные фации, по-прежнему, резко преобладают. Заметнее меняются фациальные обстановки, среди которых существенно возрастает роль мелководноморской и в особенности переходной от мелкого

моря к лагуне. Соответственно меняется угленосность подсвиты. В Волчанском районе рабочей мощности достигают лишь 12 пластов угля, причем устойчивую рабочую мощность имеет только один из них ( $C_6^1$ ). В Кальмиусском районе лишь 5 пластов достигают случайной или неустойчивой рабочей мощности. В Добропольском районе возрастает роль морских фаций и периодически появляется обстановка, переходная от моря к лагуне. Промышленная угленосность практически отсутствует.

В верхней подсвите повсеместно наблюдается резкое сокращение лагунно-болотных фаций и соответственное расширение заливных и мелководноморских фаций. Появляются фации аллювия и грубозернистых речных выносов, приуроченных к краевым районам, где одновременно наблюдается более широкое развитие морских фаций. В целом во всех изученных районах в пределах верхней подсвиты наблюдается преобладание мелководноморской и заливной обстановок, с кратковременным появлением и относительно локальным развитием обстановок приустьевых участков речных долин и лагун. На западе, в Добропольском районе, существенное развитие получила также морская обстановка. Как видно, фациальные различия между нижней и верхней подсвитами гораздо более существенны по сравнению с различиями, наблюдающимися между отдельными районами в пределах одной и той же подсвиты. Угленосность верхней подсвиты почти не имеет промышленного значения, однако весьма характерно, что в отличие от нижней подсвиты угленосность выше в краевых районах. Так, в прибортовом Владимировском районе встречаются лишь маломощные нерабочие пропластки угля. В Волчанском районе 4 пласта достигают рабочей мощности; в Кальмиусском районе 2 пласта достигают неустойчивой рабочей мощности. Относительно повышенную угленосность краевых районов следует, по-видимому, объяснять приуроченностью к этим районам обстановки приустьевых частей речных долин с участием обеих субфаций речных выносов и фаций аллювия. Наиболее устойчивые угольные пласты встречаются именно в этой обстановке. В свите  $C_1^3$  выделяется до 33 циклов второго порядка (мезоциклов), которые образуют 9 циклов третьего порядка (макроциклов). В направлении к прибортовым участкам количество мезоциклов уменьшается за счет слияния соседних мезоциклов в один. Тенденцию к слиянию обнаруживают и макроциклы. В Кальмиусском и Добропольском районах наблюдается, наоборот, тенденция к расщеплению некоторых макроциклов, наиболее отчетливо проявившаяся в макроциклах втором и шестом.

Макроциклы первый, третий, шестой и восьмой относятся к регрессивному типу, макроциклы второй, четвертый, пятый, седьмой и девятый — к трансгрессивному. Чередование регрессивных и трансгрессивных макроциклов выявляет в пределах свиты  $C_1^3$  четыре цикла четвертого порядка, завершающиеся тонкозернистыми осадками морских фаций, с наиболее выдержанными известняками свиты:  $C_4$ ,  $C_5$ ,  $C_8$  и известняком  $D_1$ , лежащим в основании вышележащей свиты  $C_1^4$ . Нижний цикл четвертого порядка, названный нами самарский нижний, по соотношению краевых обстановок и известняковых горизонтов, относится к слаборегрессивному типу. Завершающий его известняк  $C_4$  является первым (после известняка  $C_1$ ) выдержанным известняком и хорошим маркирующим горизонтом. Вместе с тем он выражает, несомненно, более мелководные условия, по сравнению с известняком  $C_1$ . Известняк  $C_4$  содержит значительную песчано-алевритовую примесь, участками в прибортовом районе переходит в алевритистый известняк или в известковистый алевролит. Содержит большое количество крупных обломков и целых створок брахиопод, местами образующих массовые скопления («банки»). Форминиферы очень редкие, в основном мелкие *Archaeodiscus*. В направ-



лении к Волчанскому району очень постепенно переходит в тонкозернистый с детритом, участками — в детритусовый тип. Типичные морские фораминиферы отмечены в нем лишь в Добропольском районе.

Таким образом, цикл Самарский нижний продолжает регрессивное развитие свиты  $C_1^2$ . Лежащий выше цикл четвертого порядка — Самарский верхний имеет слаботрансгрессивный характер. Завершающий его известняк  $C_5$ , разделяющий нижнюю и верхнюю подсвиту, представляет хороший маркирующий горизонт. Он содержит много смешанного детритуса и сине-зеленых водорослей. Фораминиферы представлены относительно прибрежными и мелководными формами, но более разнообразными, чем в известняке  $C_4$ . На западе участками переходит в детритусовый тип и содержит одиночные кораллы. В прибортовых районах обогащается глинисто-алевритовой примесью.

Лежащий выше цикл четвертого порядка, названный нами Берестовским, имеет отчетливо трансгрессивный характер. Он заканчивается горизонтом тонкозернистых морских осадков, особенно широко развитых в западных районах, где они содержат фауну первого, наиболее глубоководного комплекса. К ним повсеместно приурочен выдержанный известняк  $C_8$ , который вместе с лежащим ниже известняком  $C_7$  представляет лучший маркирующий горизонт верхней подсвиты. Оба эти известняка (сближенные) детритусовые, с многочисленными водорослями *Calcifolium* и фораминиферами, содержат одиночные и колониальные кораллы, практически лишены терригенной примеси, по химическому составу почти чисто кальцитовые. Они являются типичными для фации наиболее глубоководных карбонатных осадков открытого моря и по условиям образования очень похожи на нижние известняки свиты  $C_1^2$ .

Верхний цикл четвертого порядка — Камышевахский — относится к регрессивному типу, что особенно отчетливо выявляется по изменению фациальных обстановок в западных районах (см. фиг. 21) от морских до аллювиально-лагунных. Завершающий его сложный известняк  $D_1$  на большей части площади представлен двумя прослоями  $D_1^a$  и  $D_1^b$ , из которых прослой  $D_1^a$  является наиболее устойчивым и выражает относительно более глубоководные условия. Это тонкозернистый известняк, с большим количеством разнообразного детрита, в том числе обломков кораллов, участками детритусовый, с немногочисленными, но типично морскими фораминиферами. Терригенная примесь в нем отсутствует, резко преобладает карбонат кальция, наряду с которым наблюдается повышенное содержание карбоната магния. По всем признакам, он также относится к фации относительно глубоководных осадков открытого моря, но в ее пределах выражает несколько более мелководные и прибрежные условия по сравнению с известняками  $C_7$  —  $C_8$ .

Таким образом, в свите  $C_1^3$  заканчивается развитие самого нижнего цикла пятого порядка, основание которого совпадает с началом подугленосной свиты  $C_1^2$ , а верхней границей является морской горизонт с известняком  $C_8$ . Этот цикл пятого порядка, названный нами Кальмиусским нижним, состоит из трех регрессивных и двух трансгрессивных циклов четвертого порядка и по соотношению обстановок начальной и конечной фазы своего развития относится нами к регрессивному типу.

В качестве наиболее характерных особенностей свиты  $C_1^3$  следует подчеркнуть следующие:

1. Нижняя подсвита формировалась в условиях исключительно широкого и устойчивого развития лагунной обстановки, особенно в прибортовых районах, где с ней связана высокая промышленная угленосность. Речные выносы, представленные своеобразными тонко- и мелкозернистыми песчаными осадками приустьевых отмелей, тесно связаны с лагунными отложениями и являются здесь по существу фацией той же лагунной обстановки.

2. Ширина прибрежной полосы устойчивого развития лагунной обстановки и приуроченной к ней зоны промышленного угленакопления сравнительно невелика. Об этом свидетельствует перемежаемость лагунной обстановки с мелководноморской в краевых Добропольском и Кальмиусском районах, что сопровождается резким падением угленосности.

3. Для верхней подсвиты характерна значительно более резкая дифференциация фаций (от морских до аллювиальных) и частое чередование мелководноморской, заливной и в меньшей мере морской обстановок, с периодическим появлением обстановки приустьевых частей речных долин, представленной как типичными речными осадками, так и их подводными выносами. Лагунные фации имеют подчиненное развитие, приурочиваясь здесь к обстановке приустьевых частей речных долин, которая приобретает самостоятельное значение. Все эти особенности свидетельствуют о некотором усилении тектонической мобильности как бассейна накопления, так и области сноса. При этом резко изменившийся характер обстановки приустьевых частей речных долин свидетельствует об усилении поднятий в области сноса, а относительно широкое развитие мелководноморской и заливной обстановок отражают тенденции более интенсивного погружения бассейна накопления и усиления морских трансгрессий, максимум которых совпадает со среднюю часть верхней подсвиты.

4. Фациальные обстановки верхней подсвиты говорят о неустойчивом характере побережья, представляющего переходный тип от закрытого лагунного нижней подсвиты к выровненному морскому, которое получает развитие в лежащей выше свите. Подобный переходный тип то более, то менее расчлененного побережья, участками с выровненной, участками с относительно изрезанной береговой линией, неустойчивый как во времени, так и на площади, но в целом более тяготеющий к выровненному типу, оказывается весьма неблагоприятным для промышленного угленакопления. Зона угленакопления здесь крайне сужена, расширяясь лишь на участках развития обстановки приустьевых частей речных долин, где единичные угольные пласты достигают неустойчивой рабочей мощности.

#### СВИТА $C_1^4$ (D) — БЕШЕВСКАЯ

Свита изучена нами по разрезам Волчанского (скв. 2430, 2444, 2680, 2186), Кальмиусского (скв. 6047, 3275, 3266, 3376) и Владимировского (скв. 2991, 8012, 2922) районов. Мощность свиты изменяется от 130 м в прибортовой части бассейна до 315 м в Волчанском и 570 м в Кальмиусском районах (фиг. 22, 23). В Кальмиусском районе она имеет значительно более морской характер, чем свита  $C_1^3$ , что выражается в первую очередь в большем количестве пластов известняков (до 37), содержащих богатую и разнообразную фауну (фиг. 22); мощность отдельных пластов доходит до 3 м. В составе пород резко преобладают алевролиты и аргиллиты (см. табл. 1). Встречается всего 6 нерабочих угольных прослоев.

Для известняков нижней части свиты, в интервале от  $D_1$  до  $D_5$  включительно, характерно обилие кораллов (особенно в известняках  $D_3$ ,  $D_4$ ,  $D_5$ ). Среди разнообразных известняков верхней части свиты, в интервале  $D_5$  —  $E_1$ , следует отметить широкое развитие оолитовых известняков (особенно в группе  $D_7$ ). На западе характер свиты резко изменяется, причем наиболее существенные изменения происходят в ее верхней части.

В Волчанском районе вместо тонкозернистых осадков с многочисленными известняками группы  $D_5$  и нижними известняками группы  $D_7$

получают широкое развитие грубозернистые песчаники с признаками многократных размывов, в процессе их формирования, отдельных горизонтов карбонатных и тонкообломочных терригенных пород. Именно эти песчаники содержат наибольшее количество каолинита в цементе и обломках. В прибортовом Владимировском районе (с. Богоявленка) наблюдается уже явный перерыв в осадконакоплении, с выпадением всей средней части свиты, от известняка  $D_7$  до известняка  $D_3$ , что сопровождается резким уменьшением мощности сохранившихся частей свиты.

В районах, расположенных западнее с. Петропавловки (за пределами детальных литологических наблюдений), из разреза выпадает вся нижняя часть свиты  $C_1^4$ , а еще далее к западу (Петриковка) также и верхняя часть свиты  $C_1^3$ .

Общее количество прослоев известняков в Волчанском районе уменьшается до 6—14, а количество угольных пластов увеличивается до 10, причем некоторые из них достигают рабочей мощности ( $d_4$  и  $d_3$ ).

Во Владимировском районе встречаются единичные нерабочие угольные пропластки.

Фациальный состав свит и фациальные обстановки осадконакопления также резко различны в западных и восточных районах (см. табл. 2, фиг. 22, 23).

В то время как на востоке в разрезе свиты преобладают морские и мелководноморские фации и обстановки, лагунно-заливные фации развиты незначительно, а песчаники речных выносов полностью отсутствуют, на западе наблюдается резкое сокращение роли тонкозернистых морских и мелководноморских осадков за счет появления и широкого развития грубозернистых песчаников субфации речных выносов с повышенной динамикой. Владимировский район по характеру фаций и обстановок близок к Волчанскому району (особенно к его восточной половине), отличаясь еще более прибрежным характером фаций, среди которых появляются аллювиальные фации.

Как видно из приводимых профилей (см. фиг. 23), на западе и, в частности, во Владимировском районе господствующей является обстановка приустьевых частей речных долин, которая чередуется с обстановками мелкого моря и заливов. Лагунные фации здесь, так же как и в верхней части свиты  $C_1^3$ , имеют ограниченное развитие и входят в обстановку приустьевых частей речных долин.

В свите  $C_1^4$  выделяется до 21 цикла второго порядка (мезоцикла), хорошо прослеживающихся в восточном разрезе и образующих 8 циклов третьего порядка (микроциклов). В связи с резкими изменениями мощности свиты отчетливо выражены явления расщепления циклов в восточном направлении и слияния их в прибортовых районах. Характерно, что расщеплению и слиянию подвержены здесь циклы всех порядков, от первого до третьего включительно.

Макроциклы первый, четвертый, шестой и восьмой относятся к регрессивному типу, макроциклы второй, третий, пятый и седьмой — к трансгрессивному. Сравнительный анализ этих макроциклов приводит к выделению в свите  $C_1^4$  трех циклов четвертого порядка с известняками  $D_4$ ,  $D_5^7$  и  $D_7^8$  в их верхней части. Четвертый цикл (четвертого порядка), начинающийся выше известняка  $D_7^8$ , завершается группой сближенных известняков  $E_2$  —  $E_2^1$  лежащей выше, в свите  $C_1^5$  (фиг. 24, 25).

Нижний цикл четвертого порядка — Новоселовский — относится к трансгрессивному типу и отличается от лежащих выше относительной выдержанностью мощности, фаций, обстановок, а также отдельных пластов известняков. В прибортовом Владимировском районе размыта лишь самая верхняя часть пород этого цикла (с известняками  $D_3$  и  $D_4$  —  $D_4^1$ ).

Преимущественным развитием здесь пользуются морские обстановки. Обстановка приустьевых частей речных долин отчетливо приурочивается к западным районам, но представлена еще только речными выносами, обнаруживающими тенденцию к выклиниванию в прибортовом Владимировском районе. Известняки верхней части Новоселовского цикла выдерживаются почти на всей площади, и на востоке представлены глубоководными типами с обильной морской фауной. Известняк  $D_4$ , завершающий Новоселовский цикл, в Кальмиусском районе относится к детритусовому типу, содержит обильные кораллы и большое количество разнообразных фораминифер. В нем наблюдается повышенное содержание карбоната магния (свыше 20%). На западе известняк имеет более мелководный характер, в верхней части содержит большое количество криноидей и брахиопод, местами образующих «банки», в нижней — кораллы и водоросли. В направлении от скв. 2430 к прибортовой части сильно обогащается карбонатом железа (свыше 20%), присутствующим наряду с карбонатом магния.

Трансгрессивный Новоселовский цикл четвертого порядка вместе с лежащим ниже Камышевахским циклом регрессивного типа образуют второй цикл пятого порядка, названный нами Кальмиусским верхним. Он относится к трансгрессивному типу и в сочетании с регрессивным Кальмиусским нижним циклом образует Кальмиусский цикл шестого порядка.

Лежащие выше два цикла четвертого порядка: Запал-Тюбинский (в интервале известняков  $D_4$  —  $D_5^7$ ) и Новосветский ( $D_5^7$  —  $D_7^8$ ) относятся к регрессивному типу. Они формировались в условиях резкого усиления периодических поднятий области сноса к западу от изученной нами территории, которые были особенно интенсивны в период образования нижнего Запал-Тюбинского цикла.

Усиление поднятий на западе сопровождалось распространением их на все более восточные районы, в результате чего в прибортовом Владимировском районе в Запал-Тюбинском цикле появляются уже типично аллювиальные фации и чрезвычайно усиливаются явления периодического размыва ранее отложенных осадков. Детальное прослеживание отдельных мелких циклов (первого порядка) от прибортового района к Волчанскому и, в особенности, к Кальмиусскому и анализ строения песчаных горизонтов речных выносов и аллювия приводит к выводу, что здесь имеются многократные перерывы в осадконакоплении, тесно связанные со сложноциклическим строением рассматриваемых отложений.

Активизация поднятий на западе сопровождалась одновременным усилением погружений в наиболее удаленном Кальмиусском районе, где получают почти исключительное развитие морские фации и обстановки. Весьма характерно исключительно широкое развитие здесь оолитовых известняков, имеющих небольшую мощность и быстро выклинивающихся в западном направлении.

Известняк  $D_5^7$ , завершающий Запал-Тюбинский цикл, в Кальмиусском районе представлен двумя сближенными пластами  $D_5^{7\text{нв}}$  и  $D_5^{7\text{п}}$ . Наиболее глубоководный нижний пласт представлен детритусовым типом с большим количеством фораминифер и слегка повышенным содержанием карбонатов магния и железа. На западе он встречен в крайней западной скважине (2430), где имеет более мелководный характер.

Известняк  $D_8^7$  имеет значительно более широкое развитие. В Кальмиусском районе он представлен тонкозернистым типом с большим количеством детрита и крупными обломками брахиопод, фораминиферы в нем единичны. Обогащен глинистой примесью и карбонатом железа. По всем признакам является более мелководным, по сравнению с известняком  $D_5^7$ , что подтверждает регрессивный характер Новосветского

цикла. Оба эти известняка ( $D_5^7$  и  $D_7^8$ ) являются, несомненно, наиболее выдержанными из числа многочисленных известняков Кальмиусского района, содержащихся в рассматриваемых циклах.

Верхний цикл четвертого порядка — Черносельский, который заканчивается уже в свите  $C_1^5$ , имеет слаботранспрессивный характер. Фациальные обстановки его образования свидетельствуют об ослаблении поднятий, что приводит к менее резким изменениям мощности цикла на площади. Обстановка приустьевых частей речных долин присутствует только в нижней части цикла; так же как в начале образования свиты  $C_1^4$ , она имеет тенденцию выклинивания к прибортовому району. В верхней части цикла преобладает заливная обстановка, морская — удерживается только в Кальмиусском районе. Известняк  $E_2^1$ , завершающий Черносельский цикл, в Кальмиусском районе представлен тонкозернистым типом с детритом, водорослями *Donezella* и небольшим количеством фораминифер. В западных районах обогащен глинистой примесью и карбонатом железа. Черносельский цикл заканчивает развитие третьего цикла пятого порядка, который назван нами Новобешевским нижним. По соотношению краевых обстановок Новобешевский нижний цикл имеет отчетливо выраженный регрессивный характер.

Приведенный материал позволяет сформулировать следующие основные особенности свиты  $C_1^4$ :

1. Свита  $C_1^4$  формировалась в условиях резкого усиления поднятий прилегающей к бассейну суши: поднятия распространялись с запада, постепенно продвигаясь в восточном направлении и достигли наибольшей интенсивности в период образования средней части свиты. В прибортовом Владимировском районе это привело к многократным перебивам в осадконакоплении и выпадению из разреза средней части свиты.

Усиления поднятий сопровождались оживлением и расширением речной системы и все более устойчивым и широким развитием на западе обстановки приустьевых частей речных долин с преимущественным развитием субфации относительно грубозернистых косослоистых песчаников. В период максимальных поднятий в прибортовом районе появляются аллювиальные фации.

Выдвижение речных долин и их подводных русел в сторону морского бассейна носило периодический характер, тесно связанный с сложноциклическим строением осадков. В периоды отступления русел на западе господствовали мелководноморская и заливная обстановки, отложения которых полностью сохранились лишь в крайних западных пунктах Волчанского района. В направлении к прибортовому району они подвергались все более глубокому размытию и выклинивались в направлении к центральной части Владимировского района.

2. Одновременно с усилением поднятий суши на западе, в восточном Кальмиусском районе, наиболее удаленном от бортовых участков и от районов выноса обломочного материала с континента, усилились опускания бассейна накопления, что обусловило исключительно резкие изменения литологического состава, фаций, обстановок, а также мощности свиты в направлении от Владимировского района к Кальмиусскому. Грубозернистые песчаные осадки сменяются тонкозернистыми, резко увеличивается роль карбонатных пород; фации речных выносов, лагун и озер замещаются вначале мелководноморскими, а затем и морскими фациями, обстановка приустьевых частей речных долин сменяется устойчивой мелководноморской, а затем и морской обстановками, резко увеличиваются мощности и одновременно количество циклов первого-третьего порядков за счет интенсивного расщепления их. Все эти изменения характерны главным образом для верхней части свиты, выше известняка  $D_4$ .

3. Несмотря на близость области сноса, энергичный размыв ее и непрерывное поступление обломочного материала в морской бассейн, замещение грубозернистых речных выносов относительно тонкозернистыми происходит уже на незначительном удалении в сторону Кальмиусского района. В свою очередь эти тонкозернистые песчаные осадки речных выносов довольно быстро выклиниваются, как только мелководноморская обстановка сменяется морской, характерной для средней и верхней части свиты в Кальмиусском районе; несомненно, что это выклинивание связано с разносом и переработкой песчаного материала, усилившимися волнениями и течениями открытого моря. Влияние обстановки приустьевых частей речных долин сказывается здесь, по-видимому, лишь в широком развитии оолитовых известняков, с более или менее окатанными песчинками в центре оолитовых зерен, весьма специфических именно для этого интервала и района. Таким образом, условия для формирования и выдвижения подводной дельты были явно неблагоприятными. Причиной этого, можно полагать, с одной стороны, является все тот же своеобразный характер рек нижнего карбона, с короткими водотоками, резкими падениями скоростей при впадении в морской водоем и энергичной разгрузкой материала в приустьевой части, о чем подробно говорилось при характеристике нижней продуктивной части свиты  $C_1^3$ . С другой стороны, этому способствовал более крутой профиль побережья и его шельфа, что представляется весьма естественным следствием контрастности движений в области сноса и бассейна накопления.

4. Исключительно высокая мобильность побережья и связанные с нею частые размывы и перерывы в осадконакоплении обусловили очень низкую промышленную угленосность свиты  $C_1^4$ , приуроченную исключительно к обстановке речных выносов западных районов.

#### СВИТА $C_1^5$ (Е) — АМВРОСИЕВСКАЯ

Свита изучена нами по разрезам скв. 3280, 3277, 3275 Кальмиусского района, скв. 8012, 8014, 8016, 2991 Владимировского района (прибортовая часть бассейна) и скв. 2430, 2586 Волчанского района (фиг. 24, 25).

Общая мощность свиты в прибортовой части бассейна 225 м. Отсюда в восточном и северо-западном направлениях мощность ее увеличивается, достигая в Кальмиусском районе 520 м и в Волчанском 300—350 м.

Свита  $C_1^5$  представлена чередованием аргиллитов и алевролитов с мелко- и среднезернистыми песчаниками. Содержит значительное количество (до 20) прослоев известняков, которые прослеживаются почти на всей описываемой площади. Среди них преобладают водорослевые (донецелловые) известняки. Наиболее выдержанными маркирующими горизонтами являются: группа сближенных известняков  $E_1$ , известняки  $E_4$ ,  $E_6$ , а также известняк  $F_1$ , завершающий свиту  $C_1^5$  и отложения намюрского яруса нижнего карбона.

В свите отмечено до 17 прослоев угля. Углепроявление значительно чаще на западе, где угольный пласт  $e_7$  часто достигает рабочей мощности. В восточных районах обычно присутствует не более 3—4 пластов угля, приуроченных к обстановке речных выносов верхней части свиты; из их числа пласт  $e_9$  по отдельным скважинам достигает промышленной мощности. Остальные пласты маломощные и невыдержанные.

В свите преобладают морские, мелководноморские и заливные фации. В меньшей мере развиты озерно-лагунные фации, существовавшие преимущественно в обстановке мелкого моря или переходной от мелкого моря к лагуне, и фации речных выносов. Болотные фации имеют резко подчиненное значение (табл. 2). Наиболее устойчивыми были мелководноморская и морская обстановки, периодически сменявшиеся

обстановками заливов и приустьевых частей речных долин. Характерна приуроченность обстановок речных выносов и заливной к нижней части свиты, а устойчивых (на площади) морских обстановок — к ее верхней части. При этом в нижней части свиты западные районы представлены относительно более прибрежными фациями и обстановками, что свидетельствует об унаследованности палеоландшафтов, характерных для верхней части свиты  $C_1^4$  (D). В период образования верхней части свиты условия существенно изменились и более прибрежные фации и обстановки существовали на востоке, в Кальмиусском районе, куда начал поступать песчаный материал речных выносов за счет активизации юго-восточной области сноса, не проявлявшейся в течение всего времени образования свиты  $C_1^4$  (D). Западные районы в верхней части свиты характеризуются широким развитием морских фаций, в основном прибрежных, в меньшей мере — мелководноморских, которые образуют здесь устойчивую мелководноморскую обстановку и обстановку, переходную от моря к мелкому морю.

В свите выделяется до двадцати циклов второго порядка (мезоциклов), которые объединяются в девять циклов третьего порядка (макроциклов). Во Владимировском районе наблюдается тенденция к слиянию соседних мезоциклов и макроциклов.

Нижний макроцикл свиты  $C_1^5$ , с известняком  $E_1^2$  в верхней части, завершает Черносельский цикл четвертого порядка, рассмотренный выше, при характеристике свиты  $C_1^4$ . Макроциклы второй, четвертый, седьмой и восьмой относятся к регрессивному типу, макроциклы первый, третий, шестой и девятый — к трансгрессивному. Таким образом, в пределах свиты выделяются еще три полных цикла четвертого порядка: Севастьяновский, Саур-Могильский и Мануйловский, верхние границы которых маркируются, соответственно, известняками  $E_6$ ,  $E_8^3$  и мощным известняком  $F_1$  — основания лежащей выше свиты  $C_2^1$  среднего карбона.

Севастьяновский цикл относится к слабoreгрессивному типу. В его средней части наблюдается широкое развитие обстановки приустьевых частей речных долин, представленной главным образом субфацией грубозернистых песчаников с повышенной динамикой водной среды, постепенно выклинивающихся в направлении к Кальмиусскому району. В Волчанском и особенно во Владимировском районах они несут признаки многократных размывов, за счет которых из разреза Владимировского района выпадают более тонкозернистые осадки трансгрессивных частей мелких циклов.

Известняк  $E_6$ , завершающий Севастьяновский цикл, прослеживается на всей площади, повсеместно перекрываясь тонкозернистыми терригенными осадками фации открытого моря. На востоке сложен двумя прослоями, из которых более глубоководный нижний прослой ( $E_6^n$ ) представлен тонкозернистым типом с большим количеством детрита, водорослей *Donezella* и редкими фораминиферами (формы *Archaeodiscus*, *Ammodiscus*), обогащен карбонатом железа. На западе переходит в водорослевый тип.

Саур-Могильский цикл формировался в условиях резкого преобладания морских обстановок и имеет отчетливо выраженный трансгрессивный характер. Завершающий его известняк  $E_8^3$ , вместе с лежащим ниже известняком  $E_2^8$  приурочен к устойчивой морской обстановке, выдерживающейся на всей площади. В Кальмиусском районе известняк  $E_2^8$  относится к водорослевому типу с детритом (водоросли представлены *Donezella*), а известняк  $E_8^3$  — к детритусовому типу с водорослями *Donezella*. Оба известняка содержат разнообразные морские фораминиферы.

Верхний Мануйловский цикл четвертого порядка относится к слаботрансгрессивному типу. Так же как и лежащий ниже цикл, он характе-

ризуется преимущественным развитием морских обстановок, отличаясь появлением обстановки приустьевых частей речных долин в восточных районах. Завершает его морской горизонт с исключительно мощным и выдержанным известняком  $F_1$ . В Кальмиусском районе он состоит из четырех сближенных прослоев:  $F_1^H$ ,  $F_1^{CP}$ ,  $F_1^B$ ,  $F_1^O$  суммарной мощностью до 7 м. Наиболее мощные прослои  $F_1^H$  (до 4 м) и  $F_1^O$  (до 3 м) относятся к тонкозернистому типу с детритом и немногочисленными, но разнообразными морскими фораминиферами. Представлены почти чистым кальцитом и лишь участками обогащаются карбонатом магния.

Регрессивный Севастьяновский и трансгрессивные Саур-Могильский и Мануйловский циклы образуют четвертый цикл пятого порядка — Новобешевский верхний, по объему почти равный свите  $C_1^5$  и имеющий отчетливо выраженный трансгрессивный характер. В сочетании с регрессивным Новобешевским нижним циклом он образует Новобешевский цикл шестого порядка.

Таким образом, в изученном нами разрезе угленосных отложений нижнего карбона выделяются два крупных цикла шестого порядка: Кальмиусский (в интервале известняков  $B_1 — D_4$ ), имеющий регрессивную направленность развития, и Новобешевский ( $D_4 — F_1$ ) трансгрессивного характера. Они образуют цикл седьмого порядка, отвечающий по объему всей толще угленосных отложений нижнего карбона.

На особенностях состава и строения крупных циклов, выражающих определенные этапы в развитии нижнекарбонového осадконакопления, мы остановимся в последующих главах.

Характерные особенности свиты  $C_1^5$  (E) следующие.

1. Нижняя часть свиты ( $E_1 — E_6$ ) характеризуется преобладанием обстановок приустьевых частей речных долин и заливов. Здесь широко развиты грубозернистые песчаники речных выносов, отложившиеся в условиях повышенной динамики водной среды, с признаками многократных перерывов осадконакопления, перемыва и переотложения. Во Владимировском районе имели место размыты довольно значительной амплитуды, приведшие к уничтожению тонкозернистых осадков верхних частей отдельных мезоциклов и слиянию содержащихся в них песчаников в один многоярусный горизонт. Особенно интенсивному размыву подверглись отложения регрессивного второго макроцикла (начинающего Севастьяновский цикл четвертого порядка), от которого во Владимировском районе сохранилась лишь маломощная толща песчаников фации речных выносов. Мощности отдельных макроциклов исключительно непостоянны, интенсивно возрастают в направлении краевых районов, что сопровождается столь же интенсивным расщеплением их и содержащихся в них циклов низших порядков. Все эти особенности говорят о том, что в период образования нижней части свиты продолжались поднятия прибортовой части бассейна, распространявшиеся на Волчанский и в особенности Владимировский районы, куда выносился обильный песчаный материал. Сравнительно с временем образования свиты  $C_1^4$  (D) поднятия прогрессивно ослабевали, устья рек отступали (типичные аллювиальные осадки находятся уже за пределами исследованной площади), профиль побережья постепенно выполаживался, различия фациальных обстановок Волчанского и Владимировского районов, с одной стороны, и Кальмиусского района, с другой — постепенно сглаживались, морские обстановки Кальмиусского района сменялись обстановками мелкого моря, залива и даже речных выносов и связанных с ними лагун. Появление в Кальмиусском районе обстановки устьевых частей рек, представленной в этой части свиты самыми окраинными (приморскими) участками, свидетельствует о некоторой активизации юго-восточного источника обломочного материала, длительное время совершенно не проявлявшегося. Характерно также исчезновение



в разрезе Кальмиусского района оолитовых известняков, нигде более не появляющихся.

2. Средняя часть свиты ( $E_6 - E_8^3$ ) характеризуется широким и устойчивым (на площади и во времени) развитием морских, мелководноморских и в меньшей мере заливных обстановок, при резком сокращении роли речных выносов. Последние по-прежнему отмечаются как на западе, так и на востоке, но имеют значительно более локальный, неустойчивый характер и относятся к субфации с пониженной динамикой среды отложения. Фациальный состав Волчанского и Кальмиусского районов окончательно выравнивается. Для этой части свиты характерна также сравнительно постоянная мощность макроциклов, заметно увеличивающаяся лишь в Кальмиусском районе, где наблюдается интенсивное расщепление циклов. По-прежнему наблюдается слияние циклов во Владимировском районе, свидетельствующее о близости его к борту прогиба.

3. Верхняя часть свиты ( $E_8^3 - F_1$ ) характеризуется дальнейшим оживлением юго-восточного источника сноса, за счет которого в Кальмиусском и Владимировском районах получили довольно широкое развитие фации речных выносов, в том числе и субфация с повышенной динамикой среды осаждения. Однако обстановка устьевых частей рек отличалась в это время здесь неустойчивостью и часто чередовалась с мелководноморской, а временами и морской обстановками, к которым приурочивалось образование сравнительно глубоководных известняков  $E_9$  и  $E_9^1$ . Заметно увеличившиеся диапазон и частота фациальных изменений свидетельствуют о повышении мобильности Кальмиусского района. На западе в это время по-прежнему преобладали морские обстановки.

4. Свита отличается низкой, непромышленной угленосностью, почти полностью отсутствующей в ее средней части. К нижней и верхней частям свиты, с наиболее широким развитием фаций и обстановки речных выносов, приурочивается появление единичных невыдержанных преимущественно маломощных угольных пропластков.

6. Преобладание обстановок приустьевых частей речных долин и заливов в нижней части свиты, а морских и мелководноморских обстановок — в верхней, наряду с приуроченностью к верхней части свиты наиболее глубоководных известняков, свидетельствует о трансгрессивном характере развития свиты в целом, что отвечает трансгрессивному типу Новобешевского верхнего цикла, который она выражает.

### СВИТА $C_2^1(F)$ — МАНДРЫКИНСКАЯ

Свита детально изучена только по двум разрезам (фиг. 26): Красноармейского района (скв. 2586) и Донецко-Макеевского (скв. 3287).

Мощность свиты  $C_2^1$  изменяется от 140 м во Владимировском районе (с. Богоявленское) до 285 м в Донецко-Макеевском (ст. Караванная) и до 570 м в восточной части Чистяковской котловины. К северо-западу от Владимировского района мощность свиты возрастает до 155 м по р. Волчьей и до 200 м в Красноармейском районе.

Сложена свита чередованием относительно тонкозернистых осадков от аргиллитов до тонкозернистых песчаников включительно (см. табл. 1). Более грубый песчаный материал имеет незначительное развитие, приурочиваясь к верхней части свиты. Широко развиты устойчивые и сравнительно мощные (до 6 м) известняки (до 10 пластов). Среди них много водорослевых (донцеелловых), весьма характерны также конторпоридные известняки. Основными маркирующими горизонтами являются известняки  $F_1$ ,  $F_1^1$ ,  $F_1^2$ ,  $F_2$  и  $F_2^1$ . Количество угольных прослоев колеблет-

ся в пределах 5—6. Из них лишь один пласт местами достигает неустойчивой рабочей мощности.

Так же как в лежащей ниже, в данной свите резко преобладают морские, мелководноморские и в меньшей мере заливные фации, среди которых периодически появляются фации речных выносов и лагун. Болотные фации по-прежнему имеют подчиненное значение. По сравнению со свитой  $C_1^5$  (Е) увеличивается роль прибрежноморских и мелководноморских фаций за счет исчезновения озерных фаций (см. табл. 2). Преимущественное развитие имеет мелководноморская обстановка, местами замещающаяся обстановкой приустьевых частей речных долин. Несмотря на широкое развитие морских фаций, они представляют повсеместно лишь прибрежные участки мелководноморской обстановки.

Оба района близки по фациальному составу, но все же западный разрез, наряду с меньшей мощностью, имеет несколько более прибрежный характер, что сказывается и на распределении угленосности и на характере известняковых горизонтов.

На западе встречено 5 угольных пластов, из которых пласт  $f_1$ , в верхней части свиты имеет рабочую мощность; на востоке встречаются лишь 2 маломощных угольных пропластка. Ряд известняков также обнаруживает тенденцию перехода в западном направлении в более мелководные и прибрежные разности.

В свите выделяется шесть циклов второго порядка (мезоциклов), хорошо прослеживающихся по обоим разрезам. Отмечается лишь несколько более сложное строение их в восточном разрезе, в связи с явлением расщепления циклов первого порядка, число которых в восточном разрезе значительно больше. Нижние четыре мезоцикла слагают один полный макроцикл свиты  $C_2^1$  слаборегрессивного типа, завершающийся морским горизонтом с известняком  $F_2$ . Мощность известняка порядка 2 м. Представлен он водорослевым типом с детритом, на востоке участками переходит в детритусовый тип. Содержит контортопориды (ранее определявшиеся как гидрактинии), количество которых возрастает на западе (где известняк участками может быть отнесен к контортопоридному типу), а также немногочисленные фораминиферы. Верхние два мезоцикла входят в состав второго макроцикла, заканчивающегося уже в основании лежащей выше свиты  $C_2^2$  (G) в устойчивой морской обстановке, к которой приурочены известняки  $G_1$  и  $G_1^1$ . Оба известняка на западе относятся к детрито-водорослевому типу с контортопоридами (более обильными в известняке  $G_1$ ); и фораминиферами (более обильными в известняке  $G_1^1$ ); на востоке известняк  $G_1$  относится к контортопоридному типу с детритом и редкими фораминиферами, а известняк  $G_1^1$  — к водорослевому типу с редкими фораминиферами. Характерно, что оба известняка имеют несколько более глубоководный характер на западе. Этот второй макроцикл свиты  $G_2^1$  имеет отчетливо выраженный трансгрессивный характер. Вместе с нижним макроциклом он образует цикл четвертого порядка, названный нами Мандрыкинским, почти точно совпадающий со свитой  $C_2^2$  и относящийся к слаборегрессивному, почти однородному типу.

В качестве характерных особенностей свиты  $C_2^1$  (F), начинающей отложения среднего карбона, следует отметить: резкое увеличение (по сравнению с лежащей ниже свитой  $C_1^5$  нижнего карбона) мощности слагающих ее макроциклов, а также количества содержащихся в них мезоциклов; сравнительно однообразный состав, с преобладанием мелководноморских и заливных фаций и незначительной ролью лагунных фаций; наличие большого количества весьма характерных устойчивых морских горизонтов, в том числе относительно глубоководных контортопоридно-водорослевых и детритусовых известняков, прослеживающихся и в пределах Днепровско-Донецкой впадины; низкая угленосность свиты в це-

лом, приуроченность единственного угольного пласта рабочей мощности к обстановке речных выносов верхней части свиты (в Красноармейском районе).

### СВИТА $C_2^2$ (G) — МОСПИНСКАЯ

Свита изучена в двух районах: Красноармейском (скв. 2660, 2661 — запад) и Донецко-Макеевском (скв. 4295, 3282 — восток). Мощность свиты  $C_2^2$  в Донецко-Макеевском районе изменяется от 270 (Сухие Ялы) до 445 м (ст. Караванная), в пределах восточной части Чистяковской котловины доходит до 770 м, в Центральном районе — до 725 м. На западе, в Красноармейском районе, мощность равна 315 м (фиг. 27).

Свита сложена преимущественно алевролитами и аргиллитами, причем последние имеют исключительно широкое развитие (табл. 1). По сравнению со свитой  $C_2^1$  довольно резко снижается роль карбонатных пород и увеличивается угленосность.

В свите  $C_2^2$  отмечается 6—8 слоев известняков. За исключением сравнительно чистых известняков  $G_1$  и  $G_1^1$ , содержащих многочисленные водоросли (донецеллы) и контортопорицы, тяготеющих еще к свите  $C_2^1$ , все остальные известняки маломощны, не выдержаны и содержат обильную терригенную примесь. Количество пластов и прослоев угля 10—14, из них 4 пласта достигают рабочей мощности.

Преобладающая роль принадлежит мелководноморским, в меньшей мере морским отложениям, суммарное содержание которых выше, чем в какой-либо другой свите (см. табл. 2). Фации речных выносов заливов и в особенности лагун и болот имеют резко подчиненное развитие. Западный разрез имеет несколько более прибрежный характер, что выражается преимущественно в резком сокращении тонкозернистых осадков фации открытого моря и количества известняков. В свите получила исключительно устойчивое развитие мелководноморская обстановка, представленная главным образом вариантом 3 (с участием прибрежноморских осадков зоны волнений и течений открытого моря), что свидетельствует о наличии выровненного морского побережья, в пределы которого изредка поступал песчаный материал речных выносов. В нижней части свиты имела устойчивое развитие морская обстановка. Лагунная обстановка не имела самостоятельного развития, приурочиваясь к обстановке приустьевых частей речных долин.

В направлении с запада на восток наблюдается местами замещение мелководноморской обстановки морской или переходной от моря к мелкому морю. Меньшая мощность западного разреза, несколько более прибрежный характер представляющих его фаций и обстановок, а также значительно меньшее количество содержащихся в нем циклов первого порядка и более простое их строение, свидетельствуют о том, что он находился несколько ближе к борту прогиба.

Исключительно отчетливо выражен общий план регрессивного развития свиты. Его можно проследить по соответственным изменениям фаций и обстановок, а также по характеру известняков. На профиле обстановок тенденция регрессивного развития проявляется в сокращении (снизу вверх), роли морской обстановки, которая повсеместно вытесняется мелководноморской и в относительно более широком развитии лагунно-заливной обстановки и обстановки речных выносов, представленной вверху свиты мощными многоярусными песчаниками фации речных выносов с повышенной динамикой водной среды (выше известняка  $G_3$ ).

На фоне этой общей направленности осадконакопления выделяется 9 циклов второго порядка (мезоциклов). Нижний мезоцикл (интервал —  $G_1$ — $G_1^1$ ) завершает верхний макроцикл свиты  $C_2^1$  (F). Остальные мезоциклы образуют три макроцикла свиты  $C_2^2$ .

В восточном направлении наблюдается расщепление циклов первого порядка и тенденция к расщеплению некоторых мезоциклов и макроциклов. В целом явление расщепления выражено отчетливее, чем в свите  $C_2^1$ .

Нижний макроцикл, отчетливо регрессивного типа, заканчивается морскими (на западе — мелководноморскими) аргиллитами с известняком  $G_1^4$  в основании. На западе он представлен тонкозернистым типом с большим количеством мелкого детрита, среди которого встречаются обрывки водорослей *Donezella* и песчано-глинистой примеси. Фораминиферы довольно многочисленные, но преимущественно мелкие *Archaeodiscus*. На востоке известняк также тонкозернистый, но с небольшим количеством детрита и обогащен карбонатами железа и магния (до 17%). Фораминиферы отсутствуют.

Второй макроцикл относится к слаборегрессивному типу. В его верхней части развиты мелководноморские аргиллиты, среди которых встречается известняк  $G_3$ , часто замещающийся известковистым алевролитом. В изученных нами скважинах он представлен на западе известковистым алевролитом, на востоке — тонкозернистым типом с небольшим количеством несортированного детрита, среди которого изредка встречаются целые брахиоподы и гастроподы. Содержит неравномерно распределенную алевритовую примесь и единичные мелкие фораминиферы — *Archaeodiscus*. Участками переходит в алевритистый известняк; обогащен карбонатом железа и магния.

Верхний макроцикл, отчетливо трансгрессивного типа, завершается аргиллитами фации открытого моря с фауной брахиопод, среди которых местами встречается известняк  $H_1$  — алевритистый, часто переходящий в известковистый алевролит с брахиоподами. Характерно, что маркирующими горизонтами в свите являются не известняки, а выдержанные морские горизонты с морской фауной.

Таким образом, три макроцикла свиты  $C_2^2$  образуют один цикл четвертого порядка — Моспинский, по объему совпадающий со свитой и имеющий отчетливо выраженный регрессивный характер.

Для свиты  $C_2^2$  (G) в целом характерно следующее:

1. Сравнительно однообразный и выдержанный фациальный состав, с преимущественным развитием мелководноморских, а в нижней части и морских фаций и обстановок.

2. Небольшое количество известняков малой мощности, преимущественно невыдержанных и представленных мелководными типами, с большой примесью терригенного материала и карбонатов железа и магния.

3. Несколько повышенная (по сравнению со свитой  $C_2^1$ ) угленосность, представленная довольно частыми, но в основном нерабочими угольными пропластками.

4. Отчетливо выраженный регрессивный характер развития, отвечающий регрессивному типу Моспинского цикла, который представляет свита  $C_2^2$ .

5. Большие мощности макроциклов, сравнимые с мощностями макроциклов свиты  $C_2^1$ , и несколько более интенсивное (по сравнению с  $C_2^1$ ) расщепление циклов.

6. Относительно повышенное содержание в восточном районе как болотных, так и морских фаций. Во всех лежащих ниже свитах, до свиты  $C_2^1$  (F) включительно, относительное повышение мористости восточного района связывалось с понижением содержания болотных фаций и сокращением угленосности вплоть до полного ее исчезновения. В тех более редких случаях (свита  $C_1^3$ ), когда Кальмиусский район оказывался относительно более прибрежным по сравнению с западным, в нем, соответственно, наблюдалось увеличение болотных фаций и более частое,

хотя и нерабочее углепроявление. В свите  $C_2^2$  (G) мы впервые констатируем увеличение мористости в относительно более удаленных от прибортовой части восточных районах при одновременном повышении их угленосности. Это свидетельствует об увеличении амплитуд дифференциальных движений и расширении зоны прибрежного углеобразования.

### СВИТА $C_2^3$ (H) — СМОЛЯНИНОВСКАЯ

Свита изучена нами в районах: Красноармейском (скв. 2662, 2660) и Донецко-Макеевском (скв. 6249, 4012, 2493, 3340, 6295). Кроме того, в 1949 г. разрез свиты был изучен Донбасской экспедицией Академии наук СССР в Центральном районе (квершлаг горизонта 181 по шахте Юнком). Все три разреза хорошо увязываются между собой, что дало возможность представить обстановку накопления свиты в виде блок-диаграммы (фиг. 28). Сходные по фациальному составу и строению разрезы Донецко-Макеевского и Центрального районов мы по-прежнему будем для простоты называть восточным, а разрез Красноармейского района — западным.

Общая мощность свиты на западе 330 м, на востоке она увеличивается до 560 м в Донецко-Макеевском и до 660—670 м в Центральном районе (где разрез ее изучен лишь в интервале  $I_1$  —  $H_3$ ).

В свите  $C_2^3$  существенно возрастает роль песчаных осадков, в том числе средне- и крупнозернистых (см. табл. 1), особенно широко развитых в Центральном районе (шахта Юнком). Одновременно еще более возрастает угленосность, доходя здесь до максимальных значений для всего башкирского яруса. Свита содержит до 22 пластов и прослоев угля, из которых 11 достигают рабочей мощности. Роль карбонатных пород, наоборот, понижена. В свите отмечено до 10 пластов известняков, однако обычно в разрезе сохраняются только 4—6. Представлены они большей частью глинистыми известняками. Наиболее устойчивы известняки  $H_3$ ,  $H_4$  (донецелловый),  $H_5^0$  с выдержанной толщей аргиллитов в его кровле, а также пара сближенных известняков  $H_6$  и  $H_6^1$  с прослоями угля  $h_9$  и  $h_9^1$  между ними.

Несмотря на резкое увеличение мощности восточных разрезов, сопровождающееся резко выраженным расщеплением циклов всех порядков, они не представляются более мористыми и удаленными от береговой линии. Разрез Донецко-Макеевского района временами имеет даже более прибрежный характер, и в целом в нем наблюдается некоторое сокращение роли тонкозернистых осадков фации открытого моря и увеличение роли осадков лагунно-заливных и континентальных фаций, а также более богатая угленосность, по сравнению с западным разрезом. Обстановки осадконакопления хорошо выдерживаются на всей площади, и, скорее, можно говорить о слабой тенденции замещения морских обстановок заливно-лагунными — в направлении с запада на восток, но не наоборот. Таким образом, резкое увеличение мощности в Донецко-Макеевском районе здесь явно связано не с удалением от берега, а с переходом в более мобильную область, испытывавшую более интенсивные опускания и поднятия.

Фациальный состав свиты  $C_2^3$ , особенно на востоке, значительно более разнообразен по сравнению со свитой  $C_2^2$  (G), что выражается в широком развитии тонкозернистых осадков фации открытого моря, в более глубоководном характере большинства известняков и, с другой стороны, в появлении мощных песчаников русловой фации, отсутствующих в лежащих ниже свитах (см. табл. 2).

Разнообразие условий накопления свиты  $C_2^3$  (H) наглядно видно на приведенной блок-диаграмме обстановок. Вместо мелководноморской

обстановки, господствовавшей в свите  $C_2^2$  (G), здесь имеет место чередование различных обстановок, от морской до речной включительно, которое подтверждает резко дифференцированный характер движений и отчетливо выявляет циклы крупных порядков. Всего в свите  $C_2^3$  (H) выделяются 10 циклов второго порядка (мезоциклов). Они сочетаются попарно, образуя 5 циклов третьего порядка (макроциклов).

Нижний макроцикл относится к слаборегрессивному типу. Завершающая его мощная толща морских аргиллитов содержит местами невыдержанный маломощный известняк  $H_3$ , алевроитистый, без фораминифер, часто замещающийся известковистым алевролитом.

Макроцикл второй отчетливо трансгрессивный, заканчивается в устойчивой обстановке открытого моря, к которой приурочен лучший известняк свиты  $H_4$ . Он повсеместно представлен водорослевым типом с детритом и фораминиферами.

Макроциклы первый и второй образуют Ремовский цикл четвертого порядка трансгрессивного типа. Он завершает развитие нижнего среднекарбового цикла пятого порядка, названного нами Башкирским нижним.

Макроцикл третий регрессивного типа. Его верхняя граница маркируется морскими осадками фаций мелкого и открытого моря, среди которых залегает известняк  $H_5^0$ . Он повсеместно представлен тонкозернистым типом с детритом, местами содержит фораминиферы, на других участках обогащается глинистой примесью. К этому макроциклу приурочены мощные аллювиальные песчаники.

Макроцикл четвертый отчетливо трансгрессивный, заканчивается в обстановке открытого моря с известняком  $H_6^1$ , повсеместно представленным тонкозернистым типом с детритом, количество которого увеличивается на востоке, где он участками переходит в детритусовый тип с фораминиферами.

Макроциклы третий и четвертый образуют регрессивный цикл четвертого порядка, названный Рутченковским. Самый верхний макроцикл — пятый — регрессивного типа, завершается аргиллитами открытого, участками мелкого моря, в основании которых повсеместно присутствует маломощный известняк  $I_1$ . Он относится к детритусово-водорослевому типу с фораминиферами. К этому макроциклу также приурочены мощные русловые песчаники.

Подчеркнем следующие основные особенности состава и строения свиты  $C_2^3$  (H).

1. Резкие изменения во времени фаций и обстановок в широком диапазоне (от морских до аллювиальных), свидетельствующие об образовании свиты в условиях еще более дифференцированных (по сравнению с свитой  $C_2^2$ ) движений, с возросшими амплитудами поднятий и опусканий. Характерна ничтожная роль переходных заливных фаций и обстановок. Вместе с тем отдельные фациальные зоны и обстановки значительно лучше выдерживаются на площади, что говорит о более однотипном строении побережья, отличавшегося относительной выровненностью и слабой расчлененностью.

2. Наличие глубоководных водорослевых известняков, завершающих макроциклы трансгрессивного характера и отлагавшихся в устойчивой морской обстановке.

3. Повышенная угленосность, большое количество угольных пластов рабочей мощности, приуроченных к средним частям почти всех макроциклов.

4. Периодическое появление мощных русловых песчаников, принадлежащих двум речным системам, имевшим, по-видимому, самостоятельные области питания, причем наиболее продвинутой в сторону бассейна оказалась юго-восточная система.

5. Резко повышенная тектоническая мобильность восточных районов, что выражается в интенсивном приросте мощности и расщеплении циклов различных порядков, развитии в этих районах типичных аллювиальных отложений и повышенной их угленосности.

6. Продолжающееся расширение зоны прибрежного углеобразования, распространявшейся на более удаленные от прибортовой части восточные районы, благодаря существенному увеличению амплитуд их дифференциальных движений, периодическому осушению и заболачиванию.

### СВИТА $C_2^4$ (I) — НЕСВЕТАЕВСКАЯ (ИЛИ БЕЛОКАЛИТВЕНСКАЯ)

Свита изучена в районах Красноармейском (скв. 2662, 2589) и Донецко-Макеевском (скв. 6249). Кроме того, использованы разрезы свит в Донецко-Макеевском (скв. 1790) и Центральном (шахта Юнком) районах, которые были изучены ранее Донбасской экспедицией ГИН АН СССР. Результаты исследования представлены в виде блок-диаграммы фациальных обстановок (фиг. 29).

Мощность свиты изменяется от 230 м в Красноармейском районе до 325 м на востоке (Донецко-Макеевский и Центральный районы).

Свита представлена чередованием алевролитов с тонко- и мелкозернистыми песчаниками, с резко подчиненным развитием как более тонких, так и более грубых пород (см. табл. 1). Грубозернистые песчаники и связанные с ними размывы подстилающих пород здесь совершенно не характерны. Роль карбонатных пород заметно возрастает, а угленосность снижается. Всего отмечено до 9 слоев известняков, среди которых очень много водорослевых. Количество пластов и прослоев угля доходит до 14, однако они редко достигают промышленных кондиций. Маркирующими, по характерному комплексу фауны, являются: известняк  $I_1^1$  и пары близких известняков  $I_2 - I_2^1$  и  $I_4 - I_4^0$ .

Свита  $C_2^4$  (I) по фациальному составу и строению имеет много общего со свитой  $C_2^3$  (H) (см. табл. 2 и фиг. 29). Существенным отличием свиты  $C_2^4$  от лежащей ниже является широкое развитие песчаников фации речных выносов, преимущественно с ослабленной динамикой водной среды, и озер, которые замещают здесь русловые фации, имеющие весьма ограниченное распространение. Песчаники речных выносов встречаются часто, но имеют небольшую протяженность. Их распределение свидетельствует о наличии целого ряда подводных рукавов, связанных как с западной, так и с восточной долинами, типичных для дельтовой области, которые мигрировали на площади, смещаясь от цикла к циклу. Хотя песчаники, связанные с деятельностью рек, по-прежнему имеют более широкое развитие в восточных районах, однако различия здесь сильно сглажены и разграничение двух систем речных долин по имеющимся данным не отчетливо. Вообще фациальный состав и строение западных и восточных районов сходны, так же как и характер их углепроявления, попеременно преобладающего от цикла к циклу то на западе, то на востоке. С обстановкой устья речных долин тесно связано развитие лагунной обстановки, имеющей здесь в общем более широкое, но локальное неустойчивое развитие. Периоды крупных трансгрессий отмечены повсеместным развитием морских и мелководноморских фаций и обстановок. Мелководноморские фации и обстановки часто присутствовали и в периоды регрессий, между подводными рукавами дельты.

Так же как в свите  $C_2^3$ , в свите  $C_2^4$  (I) наблюдается чередование резко различных фаций и обстановок, однако оно отличается здесь значительно более частой перемежаемостью. Если в свите  $C_2^3$  наблюдается

чередование целых макроциклов, попеременно представленных то аллювиально-дельтовыми, то морскими фациями и обстановками, в свите  $C_2^4$  (I) перемежаемость морских и лагунно-дельтовых обстановок наблюдается в пределах одного макроцикла. Соответственно снижается выдержанность обстановок на площади. Характерно также относительное постоянство мощности и слабо выраженное расщепление циклов.

В свите  $C_2^4$  (I) выделяется шесть мезоциклов, попарно объединяющихся в три макроцикла. Нижний макроцикл свиты относится к слабо-трансгрессивному типу. Завершающий его горизонт морских и мелководноморских аргиллитов содержит известняк  $I_2^3$ , который представлен водорослевым типом, с редким детритом и фораминиферами. Вместе с верхним макроциклом свиты  $C_2^3$  этот макроцикл образует Бабаковский цикл четвертого порядка слаборегрессивного типа.

Лежащий выше макроцикл второй относится к слаборегрессивному типу. К нему приурочено наиболее широкое развитие обстановки приустьевых частей речных долин, с участием аллювиальных фаций и наиболее частое углепроявление. Завершающий его известняк  $I_4^1$  залегает среди морских и мелководноморских аргиллитов, представлен водорослевым типом с редкими фораминиферами.

Верхний макроцикл третий, отчетливо трансгрессивный. Он заканчивается в устойчивой обстановке открытого моря, к которой приурочен известняк  $K_1$ . Известняк имеет очень большую мощность (до 3 м), представлен детритусово-водорослевым типом с большим количеством разнообразных фораминифер и является прекрасным маркирующим горизонтом.

Макроциклы второй и третий образуют Харцизский цикл четвертого порядка трансгрессивного типа. Харцизский цикл заканчивает развитие второго среднекарбового цикла пятого порядка — Башкирского верхнего, выражающего трансгрессивный этап развития осадконакопления. Вместе с Башкирским нижним циклом он составляет Башкирский цикл шестого порядка.

В заключение следует отметить следующие характерные особенности фациального состава и строения свиты  $C_2^4$  (I).

1. Широкое развитие фаций речных выносов с ослабленной динамикой среды, озер и лагун и, с другой стороны, морских и мелководноморских фаций, с участием глубоководных водорослевых известняков, при полном отсутствии заливных фаций. Частая перемежаемость обстановки приустьевых частей речных долин с морской и мелководноморской обстановками, свидетельствующая о частых и быстрых перестройках морфологии побережья.

2. Резкое сокращение роли аллювиальных фаций (по сравнению со свитой  $C_2^3$ ), что свидетельствует об ослаблении интенсивности поднятий как в области сноса, так и в бассейне накопления.

3. Низкая, преимущественно непромышленная угленосность.

4. Относительное постоянство мощности и слабо выраженное расщепление циклов.

5. Слабо выраженная направленность развития отдельных макроциклов, устанавливающаяся главным образом по характеру и распределению фаций, слагающих обстановку устья речных долин и по широте развития последней. Это свидетельствует о том, что образование отдельных макроциклов контролировалось преимущественно периодическими усилениями привноса обломочного материала, в связи с усилениями поднятий и эрозии в области сноса, при относительном постоянстве результирующей скорости погружения бассейна накопления.



## ОТЛОЖЕНИЯ МОСКОВСКОГО ЯРУСА СРЕДНЕГО КАРБОНА (СВИТЫ $C_2^5$ , $C_2^6$ , $C_2^7$ )

Детальное литологическое изучение отложений московского яруса было проведено ранее Донбасской экспедицией Геологического института АН СССР, и результаты опубликованы в ряде работ (см. предисловие к настоящей работе). Однако поскольку в заключительных главах проводится сравнительный фациально-циклический анализ отложений нижнего и среднего карбона, здесь будет уместно привести краткую характеристику строения и фаций отдельных свит московского яруса для юго-западной части Донбасса.

Среднее содержание различных пород и фаций в разрезах свит  $C_2^5$  —  $C_2^7$  в Красноармейском, Донецко-Макеевском и Центральном районах приводится по материалам Донбасской экспедиции в табл. 1 и 2.

### СВИТА $C_2^5$ (К) — КАМЕНСКАЯ

Особенностью состава свиты  $C_2^5$  является чередование мощных толщ грубозернистых песчаников и прослоев болотных осадков с многочисленными известняками, нередко довольно мощными и содержащими богатую морскую фауну. Это свидетельствует о большой амплитуде колебательных движений в период образования данной свиты. В отличие от свиты  $C_2^4$ , среди песчаников свиты  $C_2^5$  много средне- и крупнозернистых, причем преобладают песчаники аллювиального происхождения. Значительная часть песчаных толщ в юго-западном районе Донбасса имеет большую мощность и сложное многоярусное строение. Накоплению каждого яруса предшествовали местные эрозионные размывы, причем неровности древнего рельефа компенсировались в ходе последующего осадконакопления. Отдельные песчаные горизонты имеют столь широкое площадное распространение, что служат маркирующими горизонтами и имеют специальные названия. Количество пластов и прослоев угля в свите доходит до 30. Из них 16 достигают рабочей мощности.

Известняковых горизонтов содержится до 11. Часть из них к западу выклинивается; в Красноармейском районе сохраняется не более 6 известняковых горизонтов, которые хорошо прослеживаются на всей площади. Среди известняков много донецелловых.

В нижней части свиты, непосредственно над донецелловым известняком  $K_1$ , прослеживается горизонт граувакковых «табачковых» песчаников весьма специфического цвета и состава. Однако в целом песчаные осадки рек и их подводных выносов в нижней части свиты встречаются несколько реже, значительная роль принадлежит морским и заливно-лагунным осадкам. В верхней части свиты аллювиальные песчаники получают преобладающее развитие. Наиболее мощные из них известны под названием Боковских, Княгининских и Рубежных. Вместе с тем в верхней части свиты содержатся наиболее мощные и устойчивые известняковые горизонты  $K_7$ ,  $K_8$  и  $K_9$ .

В свите  $C_2^5$  выделяются два цикла четвертого порядка. Нижний, Дроновский цикл регрессивного типа, заканчивается известняком  $K_7$ . Верхний — трансгрессивный Рубежанский цикл заканчивается мощным известняком  $L_1$  (до 5 м) водорослевого типа, с фораминиферами. Эти два цикла образуют Московский нижний цикл пятого порядка, по объему равный свите  $C_2^5$  и имеющий регрессивный характер.

Мощность свиты  $C_2^5$  в пределах Донецко-Макеевского района изменяется в пределах от 240 до 525 м, в Чистяковском районе достигает 670, в Центральном — 620 м. На западе, в Красноармейском районе, мощность свиты колеблется в пределах 230—315 м.

### СВИТА $C_2^6$ (L) — АЛМАЗНАЯ

Литологический и фациальный состав свиты  $C_2^6$  близок к свите  $C_2^5$  (см. табл. 1, 2). В отличие от свиты  $C_2^5$  аллювиальные песчаники имеют значительно более широкое развитие в нижней части свиты, в интервале между известняками  $L_1$ — $L_5$ . В верхней части свиты преобладают морские и лагунно-заливные отложения, а среди песчаников значительная часть относится к речным выносам.

В свите  $C_2^6$  встречается до 18 пластов и прослоев угля, из которых 10 имеют промышленное значение на значительной части площади. Коэффициент угленосности здесь выше, чем в других свитах среднего карбона. Отмечается до 5 известняковых горизонтов. Наиболее устойчивыми и характерными являются известняки  $L_1$  и  $L_7$ .

Известняк  $L_7$  разделяет два макроцикла свиты регрессивного и трансгрессивного типа. Он содержит много одиночных кораллов, фораминифер и водорослей *Donezella*, которые выше уже не встречаются. Верхний макроцикл свиты завершается известняком  $M_1$ . Таким образом, свита  $C_2^6$  точно соответствует одному циклу четвертого порядка — Алмазному, который относится к регрессивному типу.

Мощность свиты  $C_2^6$  в пределах Донецко-Макеевского района меняется от 180 до 355 м, в Чистяковском достигает 390 м, в Центральном 290—375 м; на западе, в Красноармейском районе, колеблется от 150 до 240 м.

### СВИТА $C_2^7$ (M) — ГОРЛОВСКАЯ (ИЛИ КРАСНОКУТСКАЯ)

В отличие от свит  $C_2^5$  и  $C_2^6$  в разрезе свиты  $C_2^7$  наблюдается заметное уменьшение роли песчаников за счет увеличения морских тонкообломочных пород (см. табл. 1, 2). Значительно реже, чем в подстилающих свитах, встречаются аллювиальные песчаники, причем отдельные их горизонты при прослеживании на площади вырисовывают относительно узкие долины.

Тонкозернистые породы — аргиллиты и алевролиты — окрашены, как и во всех лежащих ниже свитах, в серый цвет различных оттенков. Только в крайней западной части бассейна, в Красноармейском и Кураховско-Марьинском районах, в верхней части свиты  $C_2^7$  появляются первые пестроокрашенные породы, приуроченные к определенным стратиграфическим горизонтам, которые удается проследить иногда на довольно значительной площади.

Угленосность в свите  $C_2^7$  тоже уменьшается, особенно в верхней половине. Количество выявленных в свите пластов и прослоев угля порядка 25, но из их числа рабочей мощности достигают не более 6—8 пластов.

В разрезе свиты отмечено 16 горизонтов известняков, часть из которых к западу выклинивается.

Однако не менее 6—10 устойчивых горизонтов известняков сохраняется в разрезе даже в Красноармейском районе. Известняки свиты  $C_2^7$  представлены большей частью детритусовыми разновидностями, с богатой стеногалинной фауной, свидетельствующей о нормальном солевом и газовом режиме вод бассейна. Некоторые слои известняков достигают довольно большой мощности (до 3—5 м).

Характерной особенностью нижней части свиты является исключительно быстрый переход вверх по разрезу ряда известняков, богатых морской фауной, в том числе кораллами, фораминиферами, в болотные осадки, завершающиеся угольными пластами. Это свидетельствует об интенсивности периодических движений поднятия и опускания, обусловивших циклическое строение осадков.

Общая мощность свиты  $C_2^7$  в пределах Донецко-Макеевского района 260—640 м; в Чистяковском — до 710 м, в Центральном — от 510 до 670 м, на западе, в Красноармейском районе, мощность изменяется от 255 до 450 м.

Нижний — регрессивный макроцикл свиты завершается сближенными известняками  $M_4$  —  $M_4^1$ . Лежащий выше макроцикл, отчетливо трансгрессивного характера, заканчивается известняком  $M_6$  с богатыми фораминиферами. Этот трансгрессивный макроцикл, по-видимому, завершает развитие Горловского цикла четвертого порядка, который вместе с лежащим ниже Алмазным циклом образует Московский верхний цикл пятого порядка трансгрессивного типа. Московский нижний и Московский верхний циклы пятого порядка образуют Московский цикл шестого порядка, верхняя граница которого неопределенна, ввиду того, что детальные литологические наблюдения свиты  $C_2^7$  выше известняка  $M_6$  отсутствуют. Тем не менее, в пределах изученной части Московского цикла достаточно отчетливо выявляется трансгрессивный характер его развития. Таким образом, в изученном разрезе Донецкого карбона намечается второй цикл седьмого порядка, примерно отвечающий угленосным отложениям среднего карбона.

В качестве наиболее общих особенностей всех трех свит московского яруса в юго-западной части Донбасса следует подчеркнуть следующие:

1. Исклчительно широкое распространение на площади обстановки приустьевых частей рек, представленной главным образом русловой фацией аллювия. Картирование отдельных горизонтов речных осадков показало, что они принадлежат широким долинам, мигрировавшим от цикла к циклу, преимущественно ориентированным с юго-запада через Красноармейский и Кураховско-Марьинский районы на северо-восток, в сторону Центрального района. За время одного цикла первого порядка речная долина продвигалась далеко на северо-восток, доходя в отдельных случаях до Гундоровского и Зверевского районов и затем с развитием трансгрессивной фазы цикла отступала на юго-запад, иногда за пределы изученных районов.

2. Вместе с речными фациями продвигались подчиненные им лагунные и болотные фации, что обусловило чрезвычайно большую ширину зоны углеобразования и высокую промышленную угленосность всех свит.

3. Наряду с обстановкой устьевых частей речных долин широкое развитие имеет обстановка открытого моря, к которой приурочены мощные глубоководные известняки. При этом наблюдается частое чередование морских и континентальных обстановок в разрезе, обуславливающее исключительную отчетливость сложноциклического строения этих отложений.

## *Глава IV*

### **НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ СТРОЕНИЯ РАЗРЕЗА УГЛЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НИЖНЕГО И СРЕДНЕГО КАРБОНА**

В предыдущей главе были рассмотрены особенности фациально-циклического строения отдельных свит нижнего и среднего карбона и изменения фаций и обстановок на площади. Было показано, что сравнительный анализ фациального состава и направленности развития мелких циклов осадконакопления приводит к выделению циклов более крупного порядка, сравнимых с отдельными свитами и ярусами, но не всегда совпадающих с ними по объему. В настоящей главе мы попытаемся показать, что закономерному изменению фациального состава, положенному в основу выделения крупных циклов, отвечают не менее закономерные изменения мощности и особенностей строения циклов, вещественного состава слагающих их пород, угленосности и ряда других признаков.

Для наглядной иллюстрации сложноциклического строения разреза ниже- и среднекарбонных отложений нами составлена сводная колонка обобщенных фациальных обстановок (фиг. 30). За основу были приняты наиболее полные разрезы по Кальминусскому (для нижнего карбона) и Донецко-Макеевскому (для башкирского яруса среднего карбона) районам. Характерные для них фациальные обстановки показаны в правой части колонки. В левой части колонки показаны обстановки, характерные для северо-западных (Волчанского и Красноармейского) районов. Отдельно (слева) вынесены основные пласты углей и известняков, а справа показаны границы циклов разных порядков (начиная со второго) с присущими им индексами и названиями. Для отложений московского яруса среднего карбона была использована сводная фациальная колонка по Центральному району, составленная нами ранее (во время работы в составе Донбасской экспедиции) и приведенная здесь также в обобщенных фациальных обстановках.

При рассмотрении сводной колонки обобщенных фациальных обстановок следует иметь в виду, что закономерное чередование фаций непосредственно выявляет циклы первого порядка; закономерное чередование фациальных обстановок — циклы второго порядка, а обобщенные фациальные обстановки дают непосредственное выражение циклов третьего порядка. Таким образом, колонка обобщенных фациальных обстановок (см. фиг. 30) отвлекается от более частных изменений обстановок и отдельных фаций внутри циклов второго и первого порядков, что способствует выявлению фациального характера крупных осадочных комплексов и направленности их развития внутри крупных циклов осадконакопления. Следует также отметить, что мы не мог-

ли показать фациальные обстановки Владимировского района, так как в нижнекарбонное время район этот отличался резко сокращенной мощностью осадков и периодическим выпадением из разреза отдельных горизонтов и циклов. В силу этого, на составленной нами колонке обобщенных фациальных обстановок недостаточно отчетливо выявляются специфические особенности прибортовых частей нижнекарбонного бассейна, в частности, исключительно широкое развитие лагунной обстановки в нижней части свиты  $C_1^3$  и обстановки устьевых частей речных долин в свите  $C_1^4$ . Поэтому при анализе специфических особенностей отдельных циклов нижнего карбона необходимо пользоваться одновременно профилями фациальных обстановок, составленными для отдельных свит нижнего карбона.

### ОСОБЕННОСТИ ЦИКЛИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ

Детальное изучение угленосных отложений среднего карбона на территории открытого Донбасса показало, что увеличение их мощности в юго-восточном направлении вдоль оси прогиба, а также от периферических участков прогиба к его осевой части сопровождается явлением интенсивного расщепления циклов первого порядка (Жемчужников и др., 1960). В результате в районах больших мощностей в одном и том же стратиграфическом интервале насчитывается значительно большее количество циклов, чем в районах сокращенной мощности. При этом средняя мощность циклов почти не меняется. Так, например, свита  $C_2^5$  на юго-западе Донбасса, в Кураховско-Марьинском районе (общая мощность 267 м) содержит 21 цикл первого порядка. В Донецко-Макеевском районе, где мощность свиты возрастает до 433 м, количество циклов увеличивается до 34. В Южно-Должанском районе свита имеет мощность 878 м и содержит 59 циклов. Для всех районов средняя мощность циклов первого порядка равна 13 м.

Постоянство средней мощности циклов определенных стратиграфических интервалов на площади, по-видимому, характерно и для нижнего карбона. Сравнивая разрезы прибортового Владимировского и наиболее удаленного Кальмиусского районов, видим, что хотя расстояние между ними сравнительно невелико, мощность отложений интенсивно нарастает (более чем в четыре раза в свите  $C_1^4$ ), что сопровождается соответствующим увеличением количества циклов первого порядка, обеспечивающим постоянство их мощности.

Следует оговориться, что в разрезах прибортовых районов в периоды интенсивного развития речных осадков наблюдается большое количество неполных циклов, частично уничтоженных эрозионными размывами, которые могут вызвать ошибочное заключение о пониженной средней мощности циклов. С другой стороны, в районах, удаленных от прибортовой части прогиба и речных артерий, находящихся за пределами зоны углеобразования, а иногда и за пределами развития болотных фаций, выделение всей последовательности циклов первого порядка затруднено вследствие выпадения характерных реперных горизонтов. В этих условиях можно прийти к ошибочному заключению об увеличении средней мощности циклов.

Возможно, что именно трудностями выделения циклов в прибортовых и удаленных районах, требующих применения детального фациального анализа, обусловлено довольно распространенное в литературе мнение, будто бы мощности циклов всегда закономерно растут от периферических участков прогибов к их центральным частям. На примере Донецкого бассейна можно утверждать, что это положение не имеет универсального характера: мощности циклов здесь практически не меняются.

Явление расщепления циклов, обеспечивающее постоянство их средней мощности, подробно описано в монографии по среднему карбону (Жемчужников и др., 1960). В подавляющем большинстве случаев расщепление циклов происходит за счет расщепления их средней переходной части, представленной болотными осадками. Наиболее интенсивному расщеплению подвержены циклы, выражающие переходные фазы в развитии циклов второго и более крупных порядков, к которым приурочена и максимальная угленосность. Для свит  $C_2^5$  и  $C_2^6$  закартированы границы расщепления циклов, имеющие дугообразную форму, совпадающую с изгибом изопакит. В пределах свиты  $C_2^5$  вершина дуги располагается, как правило, между Центральным и Хрустальным районами; в свите  $C_2^6$  она смещена на запад, располагаясь чаще всего в пределах Центрального района, реже отклоняясь к Добропольскому району. В юго-восточных районах Донбасса, где отложения среднего карбона имеют максимальную мощность, некоторые циклы свиты  $C_2^5$  испытывают вторичное расщепление.

В результате при прослеживании на площади вкост изопакитам отдельные наиболее склонные к расщеплению циклы первого порядка переходят в циклы второго порядка; соответственно изменяется порядок и более крупных циклов.

Таким образом, для условий Донецкого прогиба характерно, что *увеличение мощности отложений от периферических участков к его центральной части, свидетельствующее о нарастающей мобильности прогиба, осуществляется путем прогрессирующего усложнения характера колебательных движений.*

В первом приближении интенсивность подобных усложнений прямо пропорциональна скорости прироста общей мощности отложений. Наблюдения над свитами  $C_2^5$  и  $C_2^6$  среднего карбона показывают, что переходы циклов из одного порядка в соседний, растягиваются на 200—300 км и более.

Постоянство средней мощности циклов первого порядка на различных участках прогиба и постепенность изменения порядков цикличности на площади дают основание для сравнительного анализа особенностей циклического строения изученных нами разрезов нижнего и среднего карбона юго-западной части Донбасса, несмотря на то что отдельные интервалы этого разреза выражают не вполне идентичные участки прогиба, в разной степени удаленные от его прибортовой части.

Сравнение ниже- и среднекарбоновых циклов седьмого порядка выявляет как общие закономерности их строения, так и характерные отличительные особенности. Как видно из табл. 3 и фиг. 30, оба цикла имеют близкие мощности; каждый состоит из двух циклов шестого порядка, причем регрессивные циклы шестого порядка в обоих случаях значительно превосходят по мощности верхние — трансгрессивные. К трансгрессивным циклам шестого порядка приурочивается наибольшее количество относительно грубозернистого песчаного материала аллювиального генезиса, что особенно отчетливо выражено в среднем карбоне. Как в нижнем, так и в среднем карбоне каждый цикл шестого порядка состоит из двух циклов пятого порядка. При этом в регрессивных циклах шестого порядка мощности нижних — регрессивных циклов пятого порядка опять-таки значительно превосходят мощности трансгрессивных циклов пятого порядка, к которым приурочено появление грубозернистых осадков, связанных с речной деятельностью (интервалы  $S_8$  —  $D_4$  и  $H_4$  —  $K_1$ ). В трансгрессивных циклах шестого порядка мощности слагающих их циклов пятого порядка близки и обнаруживают тенденцию к обратному соотношению, т. е. к повышению мощности трансгрессивных циклов пятого порядка. Это согласуется с приуроченностью грубозернистого речного материала к регрессивным частям этих циклов,

|                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| А. П. Ротай                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Трест<br>Артемгеология          |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Геолком                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Унифициро-<br>ванная<br>схема<br>1951 г.   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Зона                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Ярус                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Сдвиг                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Горизонт,<br>подъярус                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Ярус                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Отдел                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| В                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  | VII                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>7</sup> (M) |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Подольский                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>7</sup> pd             |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>7</sup> k              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| A                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  | VI                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>6</sup> (L) |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Каширский                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>6</sup> k              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>6</sup> k              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| V                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>5</sup> (K) |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Верейский                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>5</sup> U <sub>2</sub> |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>5</sup> U <sub>2</sub> |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>5</sup> U <sub>2</sub> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| IV                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>4</sup> (I) |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>4</sup> (I) |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>4</sup> (I)            |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>4</sup> (I)            |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>4</sup> (I)            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| III                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>3</sup> (H) |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>3</sup> (H) |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>3</sup> (H)            |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>3</sup> (H)            |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>3</sup> (H)            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| II                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>2</sup> (E) |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>2</sup> (E) |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>2</sup> (E)            |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>2</sup> (E)            |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>2</sup> (E)            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| I                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>1</sup> (F) |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>1</sup> (F) |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>1</sup> (F)            |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>1</sup> (F)            |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>2</sub> <sup>1</sup> (F)            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> c   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> b              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> a              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C <sub>1</sub> <sup>n</sup> e |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C <sub>1</sub> <sup>n</sup> d   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Мощности циклов разного порядка и распределение циклов однородного типа  
в отложениях нижнего и среднего карбона**

| Мощность циклов в <i>м</i> |            |                   |      | Средние мощности циклов<br>I—IV порядков в циклах V<br>порядка, <i>м</i> |     |     |    | Однородные циклы<br>I порядка в циклах<br>V порядка, % |                                               |     |
|----------------------------|------------|-------------------|------|--------------------------------------------------------------------------|-----|-----|----|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----|
| VII<br>порядка             | VI порядка | V порядка         |      | IV                                                                       | III | II  | I  | от регрессив-<br>ного к транс-<br>грессивному          | от трансгрес-<br>сивного к рег-<br>рессивному |     |
| Среднекарбонный            | 2630       | Московский (Т)    | 915  | Московский<br>верхний<br>L <sub>1</sub> — M <sub>6</sub> (Т)<br>465      | 232 | 116 | 36 | 12,6                                                   | 19                                            | 0   |
|                            |            |                   |      | Московский<br>нижний<br>K <sub>1</sub> — L <sub>1</sub> (Р)<br>450       | 225 | 112 | 45 | 14,0                                                   | 12                                            | 0   |
|                            |            | Башкирский (Р)    | 1630 | Башкирский<br>верхний<br>H <sub>4</sub> — K <sub>1</sub> (Т)<br>690      | 230 | 115 | 57 | 14,4                                                   | 21                                            | 0   |
|                            |            |                   |      | Башкирский<br>нижний<br>F <sub>1</sub> — H <sub>4</sub> (Р)<br>940       | 313 | 134 | 50 | 15,1                                                   | 16                                            | 1,6 |
| Нижнекарбонный             | 2700       | Новобешевский (Т) | 785  | Новобешев-<br>ский верхний<br>E <sub>2</sub> —F <sub>1</sub> (Т)<br>430  | 143 | 54  | 24 | 6,1                                                    | 16                                            | 4,3 |
|                            |            |                   |      | Новобешев-<br>ский нижний<br>D <sub>4</sub> —E <sub>2</sub> (Р)<br>355   | 118 | 59  | 24 | 7,2                                                    | 6                                             | —   |
|                            |            | Кальмиусский (Р)  | 1915 | Кальмиус-<br>ский верхний<br>C <sub>8</sub> —D <sub>4</sub> (Т)<br>485   | 242 | 97  | 32 | 11,0                                                   | 7                                             | 4,5 |
|                            |            |                   |      | Кальмиус-<br>ский нижний<br>B <sub>1</sub> —C <sub>8</sub> (Р)<br>1430   | 286 | 110 | 35 | 8,8                                                    | 21                                            | 1,9 |

что особенно отчетливо в нижнем карбоне, где резче выражено и различие в мощностях. В целом в пределах каждого цикла седьмого порядка мощность циклов пятого порядка максимальна в его основании и уменьшается снизу вверх, в соответствии с чем переход от нижнекарбонового цикла к среднекарбонovому сопровождается резким увеличением мощности циклов пятого порядка (более чем в два раза).

Строение циклов пятого порядка обнаруживает большее разнообразие. Количество содержащихся в них циклов четвертого порядка изменяется от двух до пяти. Изменение их мощности показано графически на фиг. 30. Максимальные мощности циклов четвертого порядка приурочиваются к нижним частям нижне- и среднекарбонovых циклов седьмого порядка. При этом в среднем карбоне исключительно высокой мощ-



ностью обладает Моспинский цикл четвертого порядка ( $G_1 - H_1$ ), завершающий регрессивное развитие цикла Башкирского нижнего (пятого порядка). Мощность трансгрессивной части Башкирского нижнего цикла, представленной Ремовским циклом четвертого порядка ( $H_1 - H_4$ ), снижается почти в два раза. Во всех лежащих выше циклах пятого порядка мощность слагающих их регрессивных циклов четвертого порядка в той или иной степени превышает мощность трансгрессивных, однако в целом мощности тех и других значительно ниже, чем в Башкирском нижнем цикле пятого порядка, что хорошо видно из табл. 3, где приведены средние мощности циклов четвертого порядка в интервалах циклов пятого порядка. Это резкое уменьшение мощностей всех циклов четвертого порядка с переходом от Башкирского нижнего цикла к Башкирскому верхнему здесь снова совпадает с появлением грубозернистых речных осадков.

В нижнем карбоне аналогичное или даже еще более резкое снижение мощности всех циклов четвертого порядка наблюдается с переходом от Кальмиусского ( $B_1 - D_4$ ) к Новобешевскому ( $D_4 - F_1$ ) циклу шестого порядка, что хорошо видно из кривой фиг. 30 и табл. 3 и сопровождается, как уже было сказано, появлением относительно грубозернистых речных осадков.

В пределах отдельных циклов пятого порядка здесь, так же как и в среднем карбоне, имеет место превышение мощности регрессивных циклов четвертого порядка над трансгрессивными, но это превышение выражается меньшими величинами и иногда местами вовсе отсутствует (в Кальмиусском верхнем цикле в Кальмиусском районе).

Анализ литологического состава, фаций и мощностей циклов четвертого порядка показывает, что превышение мощности регрессивных циклов четвертого порядка над трансгрессивными далеко не всегда сопровождается увеличением в этих последних роли грубозернистого речного материала. Из этого следует, что регрессивным циклам вообще присущи более продолжительные периоды развития, что является особенностью сложноколебательных движений Донецкого прогиба. В тех же случаях, когда к трансгрессивным циклам приурочивается появление или наибольшее развитие грубозернистого речного материала, различие в мощности регрессивных и трансгрессивных циклов особенно велико. Если грубозернистый речной материал превалирует в циклах регрессивного характера (как это имеет место в регрессивных циклах пятого порядка Новобешевском нижнем и Московском нижнем, по отношению к соответствующим трансгрессивным циклам Новобешевскому верхнему и Московскому верхнему), то мощности регрессивных и трансгрессивных циклов выравниваются или даже получают обратное соотношение. Возможное объяснение подобной зависимости между мощностями циклов и содержанием в них грубозернистых речных осадков заключается в том, что образование последних связано с более или менее региональными и длительными перерывами в осадконакоплении, в соответствии с чем результирующие мощности циклов, содержащих большое количество грубозернистых континентальных осадков, оказываются относительно заниженными. При этом снижение мощности наблюдается не только в районах непосредственного развития речных осадков, но и за их пределами. Так, например, резкое снижение мощности всех циклов с переходом к Новобешевскому нижнему циклу ( $D_4 - E_2$ ) наблюдается не только во Владимирском районе, где грубозернистые речные осадки имеют исключительно широкое развитие (см. фиг. 22), но и в Кальмиусском, где последние почти совершенно отсутствуют. Это свидетельствует о том, что перерывы в осадконакоплении распространялись и на Кальмиусский район, но не имеют здесь отчетливого выражения в разрезе.

Следует подчеркнуть, что связь между мощностью циклов и содержанием в них грубозернистых осадков континентального генезиса отчетливо прослеживается лишь в крупных циклах осадконакопления.

Изменение мощности мелких циклов имеет менее закономерный характер, обуславливаясь, по-видимому, изменчивым сочетанием разнообразных факторов более местного значения. Присутствие аллювиальных отложений в циклах первого порядка не уменьшает, а, наоборот, увеличивает их мощность (Феофилова, 1954), причем это увеличение имеет чисто локальный характер, распространяясь только на область непосредственного развития речных осадков. Однако в изменении мощности мелких циклов можно также подметить закономерные особенности, если рассматривать средние мощности, отнесенные к интервалам крупных циклов пятого порядка (см. табл. 3). Как видно, средние мощности циклов I—IV порядков в общем обнаруживают ту же тенденцию последовательного уменьшения от основания нижне- и среднекарбонových циклов седьмого порядка к их верхней части, которая была констатирована для циклов пятого порядка. Переход от нижнего карбона к среднему отмечается столь же и даже еще более резким увеличением мощности циклов этих порядков. Наряду с этим сравнение циклов пятого порядка, занимающих сходное положение в нижне- и среднекаменноугольных циклах седьмого порядка, показывает, что мощности содержащихся в них мелких циклов в нижнем карбоне значительно меньше, чем в среднем карбоне. С наибольшей отчетливостью это проявляется в самых мелких циклах первого порядка. Как видно из табл. 3, средние мощности циклов первого порядка почти на всем протяжении нижнекарбонového разреза примерно в два раза меньше мощности аналогичных циклов среднего карбона. По мере перехода к циклам более крупных порядков различие в мощностях нижне- и среднекарбонových циклов постепенно выравнивается; это выравнивание завершается в циклах седьмого порядка, имеющих почти одинаковую мощность. Малые мощности циклов низших порядков в отложениях нижнего карбона являются одной из наиболее характерных особенностей его строения, свидетельствующей о некотором своеобразии режима сложноколебательных движений в нижнекарбонové время.

То обстоятельство, что различия в мощностях циклов нижнего и среднего карбона прогрессивно нарастают от крупных циклов ко все более мелким, вызывает представление о более интенсивном уменьшении в нижнем карбоне периодов частных колебаний, отвечающих циклам все более низких порядков. Это могло быть обусловлено либо меньшей мобильностью в то время Донецкого прогиба (аналогия с затуханием колебаний), либо наложением колебаний малого периода, обусловленных каким-то другим более местным фактором, либо тем и другим совместно.

Еще более показательно изменение средней мощности циклов первого порядка, отнесенной к циклам четвертого порядка. На фиг. 30 изменение вычисленной таким образом средней мощности циклов первого порядка изображено в виде кривой. Сравнивая эту кривую с расположенной рядом кривой изменения мощности циклов четвертого порядка, видим, что в среднем карбоне обе кривые имеют подобный характер: с увеличением или уменьшением мощности циклов четвертого порядка соответственно увеличивается или уменьшается средняя мощность содержащихся в них циклов первого порядка.

В нижнем карбоне это подобие нарушено и наиболее резко это нарушение проявляется в пределах Кальмиусского нижнего цикла. При этом весьма характерно, что аномально низкие мощности циклов первого порядка наблюдаются не с самого начала развития Кальмиусского нижнего цикла, а совпадают с его средней частью, представленной Самар-

скими (нижним и верхним) циклами четвертого порядка почти однородного типа, с характерным для них широким развитием лагунной обстановки и высокой промышленной угленосностью.

В пределах Кальмиусского верхнего цикла мощности циклов первого порядка постепенно увеличиваются, а затем снова резко падают, сохраняя предельно низкие значения на протяжении всего Новобешевского цикла шестого порядка, где им отвечают столь же низкие мощности циклов второго и четвертого порядков.

Таким образом, в нижнем карбоне наряду с отмеченной тенденцией прогрессивного уменьшения мощностей циклов разных порядков, которую можно объяснить меньшей мобильностью в это время Донецкого прогиба, имеет место нарушение структуры сложноциклического развития, наиболее отчетливо проявившееся в период образования Кальмиусского нижнего цикла и совпадающее с началом развития его средней части.

В качестве наиболее вероятной причины этого нарушения можно предполагать дифференциальные поднятия прибортовых частей Донецкого прогиба в период образования свит  $C_1^4$ ,  $C_1^3$  и  $C_1^5$  нижнего карбона. Признаки их мы находим в своеобразии обстановки приустьевых частей речных долин, слагающих ее фаций и пород, в особенности песчаных разностей, связанных с речной деятельностью и специфических конгломератов пролювиального облика.

Во время образования свиты  $C_1^3$  эти поднятия на нашей территории были еще незначительны и обусловили резкое уменьшение мощности главным образом самых мелких циклов. Поэтому характер изменения мощности циклов первого порядка в этом интервале наиболее сильно отклоняется от изменения мощности более крупных циклов четвертого и высших порядков (фиг. 30).

По мере усиления поднятий и продвижения их на восток в пределы изученной нами территории интенсивно уменьшаются мощности циклов все более высоких порядков.

Действительно, как видно из табл. 3, мощности циклов четвертого порядка в период образования Кальмиусского и Башкирского циклов (шестого порядка) сравнимы. В период же образования Новобешевского цикла, когда поднятия достигли максимальной интенсивности, мощности содержащихся в нем циклов четвертого порядка уже почти в два раза меньше, чем в Московское время. В результате в Новобешевское время в значительной степени восстанавливается подобие кривых изменения мощности циклов первого и четвертого порядков за счет предельного уменьшения как тех, так и других.

Характерные особенности циклического строения нижнего карбона проявляются также и в соотношении регрессивных, трансгрессивных и однородных циклов первого порядка. На фиг. 30 показано (графически) изменение отношения количества регрессивных циклов первого порядка к трансгрессивным. Как видно, в среднем карбоне чаще имеет место преобладание трансгрессивных циклов (отношение меньше единицы). Из табл. 3 видно, что здесь же наблюдается наибольшее количество циклов однородного типа, образовавшихся на переходе от регрессии к трансгрессии, причем наблюдается приуроченность их к трансгрессивным циклам пятого порядка. Такое соотношение свидетельствует об относительной длительности трансгрессивных этапов развития осадконакопления в среднем карбоне. В нижнем карбоне, наоборот, преобладают регрессивные циклы первого порядка, количество же однородных циклов резко снижается. В совокупности это свидетельствует о сравнительно более коротких периодах трансгрессивного развития нижнекарбонového осадконакопления и более длительных этапах регрессивного развития. Исключение представляет лишь Кальмиусский нижний цикл, в котором

резкое преобладание регрессивных циклов первого порядка над трансгрессивными сочетается с аномально высоким содержанием однородных циклов.

Однородные циклы первого порядка, образующиеся на переходе от трансгрессии к регрессии, встречаются очень редко. Из их распределения (см. табл. 3) видно, что они ведут себя прямо противоположно однородным циклам рассмотренного выше типа, приурочиваясь по преимуществу к регрессивным циклам пятого порядка и встречаясь почти исключительно в нижнем карбоне. В Кальмиусском нижнем цикле содержание их аномально низко.

Таким образом, мощности циклов разных порядков и особенности их строения, выражающие различную направленность развития, обнаруживают закономерные и взаимосвязанные изменения, позволяющие судить об интенсивности и внутренней структуре сложноперебросных движений за время образования нижнего и среднего карбона. Переход от среднего карбона к нижнему сопровождается резким снижением мощности циклов низших порядков, относительным увеличением количества регрессивных циклов первого порядка, снижением количества однородных циклов первого порядка на переходе от регрессии к трансгрессии и появлением однородных циклов на переходе от трансгрессии к регрессии. Все эти изменения, свидетельствующие в конечном счете, как было сказано выше, о меньшей мобильности Донецкого прогиба в нижнекарбонное время, не нарушают закономерного характера наметившихся связей, находящихся лишь в другом количественном выражении.

Особенности строения Кальмиусского нижнего цикла нарушают общие для всей остальной части разреза закономерности. Все признаки данного цикла являются как бы аномальными и находятся преимущественно в обратных соотношениях. По-видимому, это связано с особыми условиями образования данного цикла на границе смены формаций и в начале развития геосинклинального режима Донецкого прогиба, о чем подробнее будет сказано в заключительной главе.

### ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ТЕРРИГЕННЫХ ПОРОД

Анализ вещественного состава терригенных пород в вертикальных разрезах Кальмиусского и Волчанского районов показал, что наиболее существенные изменения в составе минералов, относительном их количестве и характере распределения совпадают с границами крупных циклов осадконакопления. Имеющийся в нашем распоряжении материал позволяет выявить отличительные особенности циклов пятого порядка и наметить различия между слагающими их циклами четвертого порядка. Можно полагать, что при более детальном опробовании и изучении выявятся особенности циклов и третьего порядка, но нашего материала для этой цели явно недостаточно.

Средние содержания отдельных минералов в циклах пятого порядка (а также диапазон колебаний) приведены в табл. 4, составленной в основном по определениям Г. У. Соколовой, отдельно для восточного и западного разрезов. В таблицу включены также данные М. Е. Долуды (1958) по свитам  $C_1^2$  (В) и  $C_1^3$  (С) Кальмиусского района и данные Н. В. Логвиненко (1953) по свитам  $C_2^5$ ,  $C_2^6$  и  $C_2^7$  московского яруса среднего карбона. Последние относятся к Енакиевскому району и характеризуют лишь диапазон изменения содержания отдельных минералов тяжелой фракции, что затрудняет сопоставление с нашими данными. Все же по материалам Н. В. Логвиненко можно констатировать существенное обогащение тяжелой фракции рудными минералами (за счет резкого сокращения карбонатов), цирконом, турмалином и рутилом, а также

апатитом; в Московском нижнем цикле ( $K_1$  и  $L_1$ ) резко увеличивается, кроме того, содержание хлорита. Гранат, шпинель и эпидот, наоборот, совершенно исчезают. Из новых минералов появляются (в очень небольших количествах) авгит, эгирин, корунд.

Данные М. Е. Долудо по Кальмиусскому району очень хорошо совпадают с нашими данными и дают, кроме того, характеристику нижней регрессивной части Кальмиусского нижнего цикла, минеральный состав которой нами не изучался. Разрез этой части в Кальмиусском районе представлен преимущественно тонкозернистыми породами морского генезиса. Как видно, для них характерно малое количество обломков горных пород, повышенное содержание кварца и предельно низкое содержание мусковита (как в легкой, так и в тяжелой фракции). Цветные слюды, попадающие в тяжелую фракцию, образуют, наоборот, исключительно высокие концентрации. Содержание рудных минералов резко понижено. Шпинель и гранат практически отсутствуют. Содержание других минералов того же порядка, что в лежащей выше части Кальмиусского нижнего цикла. В таблице указаны также количество и фациальный состав изученных образцов по западному и восточному разрезам в интервале циклов пятого порядка.

\* \* \*

Анализ приведенного материала показывает, что в пределах нижнего карбона в песчаниках фаций русла и речных выносов (субфаций с повышенной динамикой водной среды), содержащих повышенное количество обломков горных пород, наблюдается относительно пониженное содержание кварца и крайне незначительное содержание полевых шпатов, слюд и хлорита. Песчаники состоят почти исключительно из кварца и обломков горных пород. В пределах башкирского яруса среднего карбона, в песчаниках речных выносов, содержащих повышенное количество обломков горных пород в обеих субфациях, наблюдается относительно пониженное содержание кварца и слюд и относительно высокое содержание полевых шпатов, представленных преимущественно мало измененными плагиоклазами. Содержание в песчаниках хлорита обнаруживает лишь слабую тенденцию понижения (по сравнению с другими фациями). Наиболее отчетливо эти особенности выражены в цикле Башкирском верхнем (западный район), где среднее содержание полевых шпатов в песчаниках речных выносов поднимается до 14%.

Напомним, что состав обломков горных пород, содержащихся в песчаниках нижнего и среднего карбона, также существенно различен. В нижнем карбоне они представлены тонкоагрегатными черными кремнями, кремнисто-глинистыми и кремнистыми сланцами, силицитами с остатками фауны радиолярий, яшмовидными породами, кварцитами, обломками карбонатных пород с неясной фауной фораминифер и брахиопод, т. е. в основном породами осадочного происхождения. Судя по составу обломков, есть все основания полагать, что размывались в это время главным образом подстилающие отложения нижнего карбона и, в частности, зона  $C_1^V$ . Присутствие большого количества каолинита в цементе песчаников западного района свидетельствует о размыве сильно выветрелых пород, что согласуется с развитием крупных перерывов в осадконакоплении западнее района наших исследований.

В изученных нами в западном районе песчаниках Башкирского верхнего цикла среднего карбона обломки горных пород представлены эффузивами, кремнисто-глинистыми карбонатными породами, иногда гранитом. Кремнистые породы, в особенности силициты, встречаются редко. Подобный состав обломков наряду с отмеченным выше обогащением песчаников полевыми шпатами свидетельствует о том, что помимо осадочных пород в это время происходил размыв изверженных пород. Показательно также увеличение в среднем карбоне количества полевых

шпатов и слюд в алевритовых и тонкопесчаных породах заливно-морских и лагунно-болотных фаций. Как видно на фиг. 31, средние содержания мусковита увеличиваются от 3—4% в цикле Кальмиусском нижнем до 10% в Башкирских циклах среднего карбона.

В отдельных образцах минералы тяжелой фракции не обнаруживают приуроченности к каким-либо определенным фациям. Это связано, по-видимому, с многократным переотложением и переработкой осадка, в процессе которых происходило разубоживание первичных концентраций этих минералов и в общем более или менее равномерное распределение их в осадках различных фаций.

Однако средние содержания минералов в породах того района, который оказался в определенное время на пути длительного поступления грубообломочного материала речных выносов, обычно более или менее отличаются от содержания этих минералов в том же районе, но в период ослабленного привноса нового обломочного материала, так же как и от содержания их в другом районе, удаленном в это время от речных артерий. Это вполне закономерно, так как длительное поступление грубообломочного материала, выносимого реками и откладывавшегося в обстановке приустьевых участков речной долины или приустьевого взморья, связано с интенсивными поднятиями в области сноса, развитием нового крупного цикла эрозии, а следовательно, с вовлечением в размыв нового материала. Этот новый материал в процессе транспортировки будет смешиваться с материалом ранее отложенных осадков, в свою очередь переоткладываться, но все же при благоприятных условиях частично сохранится и дойдет до места окончательного отложения, проявляясь главным образом в своеобразии ассоциаций акцессорных минералов. Естественно, что наиболее благоприятные условия создаются как раз в периоды интенсивных поднятий и эрозии области сноса, отмечающих наш крупный цикл осадконакопления. Кроме того, как показывают наши материалы, наибольшее количество новых минералов приурочивается к районам, принимающим главную массу речного материала, не переработанного или слабо переработанного в волновом поле морского бассейна.

В период отложения осадков нижнего и среднего карбона наиболее интенсивное поступление грубообломочного материала в изученном нами районе было приурочено к началу Новобешевского и Московского циклов шестого порядка, достигая максимального развития в регрессивных частях этих циклов, представленных, соответственно, Новобешевским нижним ( $D_4 - E_2^1$ ) и Московским нижним ( $K_1 - L_1$ ) циклами пятого порядка. При этом в Новобешевском нижнем цикле оно ограничено только западными участками исследованной площади (Волчанский, Владимировский районы), в то время как на востоке развиты лишь тонкозернистые морские осадки. В Московском нижнем цикле, наоборот, песчаные осадки русел имеют исключительно широкое развитие на всей площади юго-западной части Донбасса и вытягиваются в форме широких ископаемых долин на многие десятки километров. Если в Новобешевском нижнем цикле песчаные осадки свидетельствуют о реках с коротким путем транспортировки материала (отсутствие четко выраженной ритмической сортировки материала, ограниченное развитие косой слоистости при широком развитии горизонтальной слоистости, преимущественно местный состав обломков и галек), то в Московском нижнем цикле аллювиальные песчаники имеют все признаки типичного аллювия равнинных рек с длинным путем транспортировки материала (Аллювиальные отложения..., 1954). Несмотря на эти различия, песчаники обоих циклов свидетельствуют об интенсивных поднятиях области сноса, более близких, судя по всем данным, в период образования Новобешевского нижнего цикла.

**Распределение минералов по крупным осадочным**

| Цикл          | Интервал                        | Тип цикла                                    | Количество изученных образцов | Фациальная характеристика изученных образцов |                                                                          | Обломки горных пород в %                                                       |                                                                             |                                            |
|---------------|---------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
|               |                                 |                                              |                               | Запад                                        | Восток                                                                   | Запад                                                                          | Восток                                                                      |                                            |
| Московский    | Верхний                         | L <sub>1</sub> — M <sub>5</sub>              | T                             |                                              |                                                                          |                                                                                |                                                                             |                                            |
|               | Нижний                          | K <sub>1</sub> — L <sub>1</sub>              | P                             |                                              |                                                                          |                                                                                |                                                                             |                                            |
| Башкирский    | Верхний                         | H <sub>4</sub> — K <sub>1</sub>              | T                             | 12                                           | PВ <sup>a</sup> (7 обр.)<br>Един. РВ <sup>b</sup> , БП                   | АР и МВ                                                                        | PВ <sup>b</sup> 15,8—22,5<br>РВ <sup>a</sup> 0—30,1<br>Ср. 11,4<br>БП — нет | АР — 2,4<br>МВ — нет                       |
|               | Нижний                          | F <sub>1</sub> — H <sub>4</sub>              | P                             | 16                                           | PВ <sup>b</sup> (3 обр.)<br>МВ (2 обр.)<br>Един. РВ <sup>a</sup> , БП, О | Разн. ф. РВ <sup>a</sup> ,<br>БП, МВ (по 2 обр.)<br>Един. ЛВ, ЗВ               | PВ (1 обр.) 16,6<br>Др. ф. 0—3,9<br>Чаще — нет                              | 0—7,6                                      |
| Новобешевский | Верхний                         | E <sub>2</sub> <sup>1</sup> — F <sub>1</sub> | T                             | 10                                           | PВ <sup>a</sup> (2 обр.)<br>МВ (2 обр.)                                  | Разн. ф. РВ <sup>b</sup> ,<br>РВ <sup>a</sup> , БП, ЛВ,<br>МВ, МВТ (по 1 обр.) | Не более 1,5                                                                | PВ <sup>b</sup> — 5,8<br>Др. ф. 0 — 3,1    |
|               | Нижний                          | D <sub>4</sub> — E <sub>2</sub> <sup>1</sup> | P                             | 28                                           | PВ <sup>b</sup> (14 обр.)<br>Един. РВ <sup>a</sup> , МВ, БП, ЛВ, МВТ, ММ | Разн. ф. МВ (2 обр.)<br>Един. М, З, ЛВ. Пр А м/з                               | PВ <sup>b</sup> — много<br>11,9 — 38,9<br>Ср. 25,3                          | Сп. не более 5,0                           |
| Кальмиусский  | Верхний                         | C <sub>8</sub> — D <sub>4</sub>              | T                             | 12                                           | АР (пр.) и РВ <sup>b</sup>                                               | Разн. ф. МВ, ЛВ, БП, РВ <sup>b</sup> , (1 обр.)                                | АР 3,9—27,1<br>Ср. 16,0<br>РВ <sup>b</sup> 8,1—8,7                          | Сп. не более 5,8                           |
|               | Нижний                          | C <sub>1</sub> — C <sub>8</sub>              | P                             | 15                                           | Пр РВ <sup>a</sup><br>Един. РВ <sup>b</sup> , БП, ЛВ, МВ                 | Пр РВ <sup>b</sup> и АР<br>Един. БП, ЗВ                                        | PВ <sup>b</sup> до 53<br>РВ <sup>a</sup> 3,7 — 9,8<br>Др. ф. 0—1,0          | PВ <sup>b</sup> и АР 27—60<br>Др. ф. 0—2,3 |
|               | B <sub>1</sub> — B <sub>7</sub> | 9                                            |                               | Преобладают морские осадки                   |                                                                          | Единичные (не более 5,3)                                                       |                                                                             |                                            |

Условные обозначения фаций и принятые сокращения:

БП — заболоченных приморских равнин;

АР — русловых печаников;

PВ<sup>a</sup> — субфация речных выносов с пониженной динамикой;

PВ<sup>b</sup> — тоже с повышенной динамикой;

Л — лагун;

ЛВ — прибрежных участков лагун;

З — заливов;

ЗВ — прибрежных участков заливов;

## циклом нижнего и среднего карбона

| Минералы легкой фракции в %                                    |                 |                                                             |                   |                                                                       |                     |                                                                             |                            |
|----------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Кварц                                                          |                 | Полевые шпаты                                               |                   | Слюды                                                                 |                     | Хлорит                                                                      |                            |
| Запад                                                          | Восток          | Запад                                                       | Восток            | Запад                                                                 | Восток              | Запад                                                                       | Восток                     |
|                                                                |                 |                                                             |                   |                                                                       |                     | 0—2,0                                                                       |                            |
|                                                                |                 |                                                             |                   |                                                                       |                     | 0—14,0                                                                      |                            |
| 47—79<br>Ср. 61 (в том<br>числе РВ <sup>6</sup><br>52—56)      | 80,1—<br>86,5   | РВ <sup>a+6</sup><br>12,4—18,7<br>Ср. 14,2<br>БП—8,3        | 8,1—8,3           | РВ <sup>a+6</sup> 2,4—<br>9,4. Ср. 4,2<br>БП—9,8                      | АР—0,3<br>МВ—10,4   | 0—4,9<br>Ср. 2,6                                                            | Нет                        |
| 59—81<br>Ср. 74                                                |                 | 1,2—12,3<br>Ср. 6,8                                         |                   | РВ <sup>6</sup> 1,1—<br>5,9. Ср. 3,5<br>Др. ф. 6,6—<br>16,0. Ср. 10,6 | 3,3—15,5<br>Ср. 9,5 | 0—5,4<br>Ср. 2,6                                                            | 0—8,9<br>Ср. 3,8           |
| 74—88<br>Ср. 80                                                |                 | 2,2—8,8<br>Ср. 4,9                                          |                   | 3,5—9,6<br>Ср. 6,7                                                    |                     | 0—4,9<br>Ср. 1,5                                                            |                            |
| РВ <sup>6</sup> 44—78<br>Ср. 64<br>Др. ф. 64—<br>95. Ср. 78    | 74—91<br>Ср. 84 | РВ <sup>6</sup> 0—2,3<br>Ср. 1,0<br>Др. ф. 0—8,7<br>Ср. 4,8 | 0—6,8<br>Ср. 3,0  | РВ <sup>6</sup> 0—6,6<br>Ср. 1,7<br>Др. ф. 0,7—<br>18,0<br>Ср. 6,2    | 1,2—6,9<br>Ср. 4,6  | В РВ <sup>6</sup> нет<br>или доли %<br>Др. ф. 3,2—<br>10,7. Ср. 5,8         | 0,8—6,8<br>Ср. 4,8         |
| АР—РВ <sup>6</sup><br>64—83<br>Ср. 71                          | 66—90<br>Ср. 77 | 0,1—12,3<br>Ср. 3,4                                         | 0—14,1<br>Ср. 5,3 | 0,2—7,2<br>Ср. 3,0                                                    | 0,3—16,4<br>Ср. 8,4 | Доли %<br>или нет                                                           | Не более<br>3,2<br>Ср. 1,7 |
| РВ <sup>6</sup> и АР 67—30<br>Ср. 50<br>Др. ф. 72—87<br>Ср. 78 |                 | РВ <sup>6</sup> и АР 0—1,0<br>Др. ф. 2,1—9,6<br>Ср. 5,4     |                   | РВ <sup>6</sup> и АР 0—0,5<br>Др. ф. 1,4—10,2<br>Ср. 4,4              |                     | РВ <sup>6</sup> и АР нет.<br>Др. ф. не более 2,6,<br>чаще доли %<br>Ср. 1,2 |                            |
| 79—91<br>Ср. 88,0                                              |                 | 2,6—9,7<br>Ср. 5,3                                          |                   | Ср. не более 2,9<br>Ср. 0,6                                           |                     | 0—6,0<br>Ср. 2,7                                                            |                            |



| Минералы таже |                                             |           |                                                                      |        |                             |        |                                              |        |                                                            |
|---------------|---------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------|--------|----------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------|
| Цикл          | Интервал                                    | Тип цикла | Количество изученных образцов                                        |        |                             |        |                                              |        |                                                            |
|               |                                             |           | Мусковит                                                             |        | Биотит                      |        | Рудные                                       |        |                                                            |
|               |                                             |           | Запад                                                                | Восток | Запад                       | Восток | Запад                                        | Восток |                                                            |
| Московский    |                                             |           |                                                                      |        |                             |        |                                              |        |                                                            |
| Верхний       | L <sub>1</sub> —M <sub>3</sub>              | T         | 6—57                                                                 |        | Сп. 0—18                    |        | 32—96                                        |        |                                                            |
| Нижний        | K <sub>1</sub> —L <sub>1</sub>              | P         | 0—28                                                                 |        | Нет                         |        | 16—83                                        |        |                                                            |
| Башкирский    |                                             |           |                                                                      |        |                             |        |                                              |        |                                                            |
| Верхний       | H <sub>4</sub> —K <sub>1</sub>              | T         | 0—15,1<br>Ср. 8,0                                                    |        | 8,9—11,3<br>Ср. 10,1        |        | 0—60,0<br>Ср. 18,7                           |        | 15,7—51,8<br>Ср. 29,9                                      |
| Нижний        | F <sub>1</sub> —H <sub>4</sub>              | P         | 6,8—73,6<br>Ср. 28,8                                                 |        | 17—64<br>Ср. 31             |        | 1,5—20,5<br>Ср. 10,2                         |        | 22—40,0<br>Ср. 17,1                                        |
|               |                                             |           |                                                                      |        |                             |        |                                              |        | PВ <sup>6</sup> 42—66<br>Ср. 60<br>Др. ф. 7—37<br>Ср. 24,4 |
| Новобешевский |                                             |           |                                                                      |        |                             |        |                                              |        |                                                            |
| Верхний       | E <sub>2</sub> <sup>1</sup> —F <sub>1</sub> | T         | 7,7—30<br>Ср. 22,3                                                   |        | 9,5—20,3<br>Ср. 15,1        |        | 0—32,6<br>Ср. 15,3                           |        | 4,6—18,8<br>Ср. 8,8                                        |
| Нижний        | D <sub>4</sub> —E <sub>2</sub> <sup>1</sup> | P         | 0—28,1<br>Ср. 13,3                                                   |        | 1,3—16,3<br>Ср. 9,0         |        | 0—14,3<br>Ср. 2,0                            |        | 0—20,0<br>Ср. 12,9                                         |
|               |                                             |           |                                                                      |        |                             |        |                                              |        | 31—71<br>Ср. 48                                            |
| Кальмиусский  |                                             |           |                                                                      |        |                             |        |                                              |        |                                                            |
| Верхний       | C <sub>8</sub> —D <sub>4</sub>              | T         | 7,5—15,0<br>Ср. 10,4                                                 |        | 5,9—62,1<br>Ср. 24,8        |        | 0—3,8<br>Ср. 2,4                             |        | 0,6—6,6<br>Ср. 3,8                                         |
| Нижний        | C <sub>1</sub> —C <sub>8</sub>              | P         | PВ <sup>6</sup> и AP 0—9,0<br>Ср. 4,2<br>Др. ф. 4,2—45,8<br>Ср. 15,5 |        | Сп. не более 5,4<br>Ср. 1,5 |        | PВ <sup>6</sup> 83<br>Др. ф. 43—69<br>Ср. 53 |        | PВ <sup>6</sup> и AP<br>Ср. 55<br>Др. ф. 23—28<br>Ср. 25,5 |
|               |                                             |           | 2,3—7,0<br>Ср. 5,3                                                   |        | 2,3—56,6<br>Ср. 31,2        |        | 6—32,0<br>Ср. 16,3                           |        |                                                            |

О — озер;  
 М — открытого моря;  
 ММ — мелкого моря;  
 МВ — прибрежных участков открытого моря;  
 МВТ — прибрежноморских осадков начала трансгрессии;  
 Обр. — образец;  
 Ср. — среднее;  
 Пр. — преимущественно;

Таблица 4 (продолжение)

| лой фракции в %     |                      |                     |                      |                            |                     |                   |                       |
|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|
| Циркон              |                      | Турмалин            |                      | Рутил                      |                     | Шпинель           |                       |
| Запад               | Восток               | Запад               | Восток               | Запад                      | Восток              | Запад             | Восток                |
| 13—57. Ср. 35       |                      | 4,5—20. Ср. 12      |                      | 2,0—13. Ср. 7              |                     | Нет               |                       |
| 22—39. Ср. 30,5     |                      | 10—20. Ср. 15       |                      | 6—17. Ср. 12               |                     | Нет               |                       |
| 2,4—19,4<br>Ср. 9,2 | AP—12,4<br>MB—5,5    | 2,8—21,1<br>Ср. 8,6 | AP—16,0<br>MB—4,3    | 0,2—4,4<br>Ср. 1,8         | AP — нет<br>MB—6,8  | 0—1,0<br>Ср. 0,4  | AP—5,9<br>MB—2,3      |
| 0,7—16,1<br>Ср. 4,8 | 3,2—22,1<br>Ср. 8,2  | 0—10,0<br>Ср. 3,8   | 1,8—13,6<br>Ср. 7,4  | Един. до<br>6,1<br>Ср. 1,1 | 0—6,2<br>Ср. 2,3    | Сп. до<br>2,2     | 1 обр. (MB)<br>до 8,7 |
| 1,0—9,0<br>Ср. 4,9  | 6,6—15,1<br>Ср. 10,3 | 0—11,6<br>Ср. 4,9   | 2,4—18,1<br>Ср. 12,0 | 0—7,6<br>Ср. 2,1           | 0—6,3<br>Ср. 2,8    | Нет               | 0,2—6,5<br>Ср. 2,9    |
| 3,0—12,0<br>Ср. 6,3 | 8,1—21,1<br>Ср. 14,7 | 1,8—15,0<br>Ср. 6,5 | 5,0—15,2<br>Ср. 10,2 | 0—7,3<br>Ср. 1,1           | 4,1—11,0<br>Ср. 6,8 | 0—11,0<br>Ср. 3,8 | Сп. доли %            |
| 2,3—18,0<br>Ср. 7,2 |                      | 3,4—15,1<br>Ср. 8,5 |                      | 0,5—12,0<br>Ср. 3,2        |                     | 0—4,7<br>Ср. 3,0  | 2,5—20,7<br>Ср. 9,4   |
| 3,0—19,0<br>Ср. 7,7 |                      | 2,0—14,0<br>Ср. 5,5 |                      | 0—11,0<br>Ср. 3,3          |                     | 0—5,4<br>Ср. 2,0  | 2,6—18,2<br>Ср. 7,4   |
| 3,4—12,9<br>Ср. 7,5 |                      | 0,6—14,8<br>Ср. 5,9 |                      | 0,9—9,1<br>Ср. 4,4         |                     | Нет               |                       |

| Цикл         | Интервал | Тип цикла                                    | Количество изученных образцов | Минералы тяжёлые        |                      |                      |                      |                                    |                |                      |            |
|--------------|----------|----------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------------------|----------------|----------------------|------------|
|              |          |                                              |                               | Апатит                  |                      | Хлоритонд            |                      | Гранат                             |                | Сфен                 |            |
|              |          |                                              |                               | Запад                   | Восток               | Запад                | Восток               | Запад                              | Восток         | Запад                | Восток     |
| Московский   | Верхний  | L <sub>1</sub> — M <sub>5</sub>              | T                             | 7,5—17,4 Ср. 12,5       |                      | Един. (не более 3,2) |                      | Доли %                             |                | Нет                  |            |
|              | Нижний   | K <sub>1</sub> — L <sub>1</sub>              | P                             | 9—17 Ср. 13             |                      | 0—94                 |                      | Доли %                             |                | Един. (не более 2,4) |            |
| Башкирский   | Верхний  | H <sub>4</sub> — K <sub>1</sub>              | T                             | 0—9,8 Ср. 4,3           | 6,3—4,8              | 0—2,8 Ср. 1,0        | Нет                  | 0—36,2 Ср. 14,1                    | Нет            | Нет                  |            |
|              | Нижний   | F <sub>1</sub> — H <sub>4</sub>              | P                             | 0—11,4 Ср. 2,6          | Един. (не более 2,3) | 0—8,7 Ср. 3,0        | 0—3,2 Ср. 1,5        | Един. до 5,5 Ср. 0,94              | 0—4,5 Ср. 1,3  | 0—2,9 Ср. 1,0        |            |
| Новозбедский | Верхний  | E <sub>2</sub> <sup>1</sup> — F <sub>1</sub> | T                             | 0—3,0 Ср. 1,1           | 1,0—6,6 Ср. 3,0      | 0—6,9 Ср. 2,8        | Нет                  | 1 обр. (РВ <sup>а</sup> ) 1,7      | 0—10,1 Ср. 5,0 | 0—9 Ср. 2,6          |            |
|              | Нижний   | D <sub>4</sub> — E <sub>2</sub> <sup>1</sup> | P                             | 0—11,5 Ср. 3,6          | 0—3,8 Ср. 1,5        | Сп 0—6,3 Ср. 1,6     | Един. (не более 3,4) | Сп 0—10,1 Ср. 0,9                  | Нет            | 0—9 Ср. 1,6          | 1 обр. 2,2 |
| Кальмусский  | Верхний  | C <sub>8</sub> — D <sub>4</sub>              | T                             | Сп не более 5           |                      | Нет                  |                      | 1 обр. (РВ <sup>б</sup> )—2,8      | Нет            | Един. (не более 1,5) | нет        |
|              | Нижний   | C <sub>1</sub> — C <sub>8</sub>              | P                             | Сп не более 4,4 Ср. 1,3 |                      | Сп не более 5,2      |                      | Един. РВ <sup>б</sup> (не более 2) | Нет            | Доли %               |            |
|              |          | B <sub>1</sub> — B <sub>7</sub>              |                               | 0—5,1 Ср. 1,2           |                      | Данных нет           |                      | Доли %                             |                | Един. — до 2,5       |            |

Един. — единичные;  
 Разн. ф. — разные фации;  
 Др. ф. — другие фации;  
 Сп. — спорадически;  
 А м/з — алевролит мелкозернистый;  
 Р — регрессивный тип цикла;  
 Т — трансгрессивный тип цикла.

Таблица 4 (окончание)

| Лой фракции в %         |                                  |                   |        |                                     |                                               | Прочие легко разрушае-<br>мые минералы                |                                       | Примечание                                              |
|-------------------------|----------------------------------|-------------------|--------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Анализ                  |                                  | Брукит            |        | Эпидот                              |                                               |                                                       |                                       |                                                         |
| Запад                   | Восток                           | Запад             | Восток | Запад                               | Восток                                        | Запад                                                 | Восток                                |                                                         |
| 0—1,8                   |                                  | 0—11              |        | Нет                                 |                                               | Авгит не более 3,1; эги-<br>рин до 7,1; корунд доли % |                                       | Данные Лог-<br>виненко по<br>Енакиевско-<br>му району   |
| 0,4—20                  |                                  | 0—9               |        | Нет                                 |                                               | Нет                                                   |                                       |                                                         |
| Нет                     | 1 обр.<br>(МВ)<br>0,2            | Нет               |        | 1 обр.<br>(РВ <sup>6</sup> )<br>1,2 | 3,2—1,4                                       | Ставролит —<br>доли %                                 | Нет                                   | Данные по<br>востоку<br>только по<br>двум образ-<br>цам |
| Нет                     | 1 обр.<br>1,0                    | Нет               |        | 1 обр.<br>(МВ)<br>2,1               | Доли %:<br>1 обр.<br>РВ <sup>а</sup> —<br>4,0 | Нет                                                   |                                       |                                                         |
| Нет                     | Доли %                           | Нет               |        | 1,7—4,1<br>Ср. 2,4                  | 0—3,3<br>Ср. 1,1                              | Нет                                                   |                                       |                                                         |
| 1 обр.<br>1,6           | Доли %                           | Нет               |        | 0—13<br>Ср. 3,7                     | 0,6—5,4<br>Ср. 2,0                            | Един. гипер-<br>стен (до<br>2,7); амфи-<br>бол до 4   | Един. дис-<br>тен (доли<br>%)         |                                                         |
| 1 обр.<br>8,7<br>{(AP)} | Един.<br>(не более<br>2)         | Нет               |        | 0—14,7<br>Ср. 5,5                   | 0—6,1<br>Ср. 1,6                              | Един.<br>гиперстен<br>(до 2,4)                        | Дистен<br>0,5—1,8<br>Ставролит<br>2,0 |                                                         |
| Доли %                  | Сп не<br>более<br>3,1<br>Ср. 1,2 | Доли<br>%         | Нет    | Сп не более<br>5,6<br>Ср. 2,2       |                                               | Един. ам-<br>фибол (не<br>более 2,3);<br>дистен 1,4   | Нет                                   |                                                         |
| 1 обр. 0,5              |                                  | 2 обр.<br>0,4—2,5 |        | Нет данных                          |                                               | Лепидомелан<br>0—7,5                                  |                                       | Данные До-<br>лудо по<br>Кальмиус-<br>скому рай-<br>ону |

В Новобешевском верхнем цикле поднятия ослабевают, эрозия затухает, реки отступают, грубозернистые аллювиальные отложения сменяются значительно более тонкозернистыми осадками подводных выносов и приустьевых баров. Данный цикл и в особенности его трансгрессивная часть (представленная Мануйловским циклом четвертого порядка  $E_8^3 - F_1$ ), а также лежащий выше Башкирский нижний цикл, в особенности его регрессивная часть (Мандрыкинский и Моспинский циклы четвертого порядка), свидетельствуют о минимальном поступлении в это время обломочного материала и максимально спокойных и однообразных условиях преимущественно морской седиментации. Этот период отвечает переходу от нижнего карбона к среднему и представляется периодом относительной стабилизации движений в области сноса, перед началом новых интенсивных поднятий в среднекарбовое время.

Помимо отмеченных периодов наиболее существенного поступления обломочного материала из области сноса, как в нижнем, так и в среднем карбоне выделяются периоды менее интенсивного привноса, приуроченные к Кальмиусскому и Башкирскому верхнему циклам. В Кальмиусском цикле нижнего карбона периодическое поступление обломочного материала, связанного с речной деятельностью, начинается, как на западе, так и на востоке, с верхней трансгрессивной части цикла Кальмиусского нижнего (представленной слаботрансгрессивным Самарским верхним и трансгрессивным Берестовским циклами четвертого порядка, интервал  $C_4 - C_8$ ) и прослеживается на протяжении всего Кальмиусского верхнего цикла пятого порядка ( $C_8 - D_4$ ). Весьма характерно, что наряду с встречающимися на востоке аллювиальными песчаниками (несущими также признаки рек с короткими руслами) на западе в это время периодически встречаются конгломераты и конгломератовидные песчаники пролювиального облика. Судя по характеру и количеству грубообломочного материала, связанного с деятельностью рек или временных потоков, можно полагать, что в этот период значительную роль играли местные поднятия в периферических участках бассейна накопления, которые вовлекали в размыв подстилающий комплекс осадочных пород нижнего карбона.

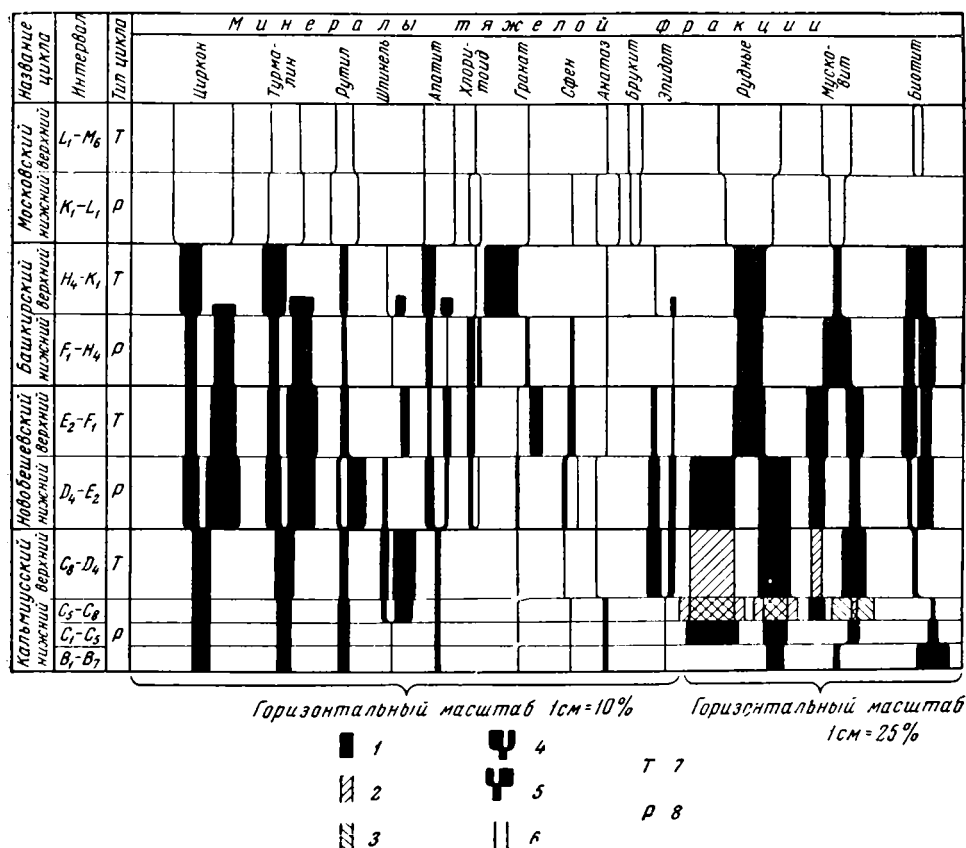
В период образования Башкирского верхнего цикла наблюдается периодическое появление русловых песчаников, которые по всем признакам близки уже здесь к аллювиальным аркозовым песчаникам московского яруса среднего карбона.

Сопоставление результатов минералогических исследований, приведенных в табл. 4 и для большей наглядности изображенных графически (фиг. 31), с охарактеризованными выше периодами усиления и ослабления эрозионной деятельности и, соответственно, увеличения и уменьшения привноса грубообломочного материала приводит к следующим заключениям. Наиболее четкая зависимость наблюдается в распределении рудных минералов (см. фиг. 31). Наибольшее количество их приурочено к интервалу  $C_1 - E_2^1$ , причем особенно высокие концентрации наблюдаются на западе. В интервале Башкирского нижнего цикла содержание рудных минералов минимально, кверху оно увеличивается, причем наиболее высокие содержания наблюдаются, по данным Логвиненко (1953), в Московском цикле ( $K_1 - M_6$ ).

Таким образом, рудные минералы дают повышенные концентрации в периоды усиленного привноса обломочного материала и в районах, обогащенных грубозернистыми осадками русел и речных выносов. В трансгрессивной части Кальмиусского нижнего цикла эта зависимость проявляется даже в отдельных образцах.

Биотит, наоборот, дает минимальные концентрации, вплоть до полного отсутствия, в периоды усиленного поступления обломочного материала; аналогичным образом ведет себя мусковит, который дает повы-

шенные концентрации в период наименьшего привноса грубообломочного материала (интервал  $E_2^1-H_4$ ). Апатит обнаруживает неуклонное возрастание концентраций снизу вверх, но каждый раз новое увеличение совпадает с периодом усиления привноса грубообломочного материала. Появление эпидота и шпинели в нижнем карбоне совпадает с началом



Фиг. 31. Схема распределения минералов тяжелой фракции в угленосной толще нижнего и среднего карбона

1 — среднее содержание минерала во всех фациях; 2 — среднее содержание минерала в фациях русла и речных выносов; 3 — среднее содержание минерала во всех фациях, кроме русловой и речных выносов; 4 — неравное содержание минерала (преобладает на западе); 5 — то же (преобладает на востоке); 6 — данные Н. В. Логвиненко по Енакиевскому району. Типы циклов: 7 — трансгрессивный; 8 — регрессивный

усиления эрозии в период трансгрессивной части Кальмиусского нижнего цикла; в Кальмиусском верхнем, отвечающем периоду наиболее интенсивных поднятий в нижнем карбоне, содержание эпидота и шпинели максимально. В среднем карбоне эпидот и шпинель встречаются спорадически и в незначительном количестве только в пределах Башкирского цикла, где некоторое увеличение их содержания опять-таки приурочивается к усилению речных выносов в Башкирском верхнем цикле.

Хлорит и сфен реагируют лишь на периоды наиболее интенсивных поднятий и привноса обломочного материала в начале Новобешевского и Московского циклов, к которым и приурочено их появление. При этом относительно повышенное содержание сфена наблюдается в Новобешевском цикле, тогда как в Московском он встречается в незначи-

тельных количествах, лишь в единичных образцах нижней части цикла. Рутил также дает четкое повышение концентрации в начале Новобешевского и Московского циклов. Наименьшую зависимость от периодов усиленного привноса и районов максимального поступления грубообломочного материала обнаруживают циркон и турмалин. Содержание их существенно возрастает на востоке с началом Новобешевского цикла, но это является, скорее, результатом перераспределения циркона и турмалина, с относительным обогащением ими морских алевритовых осадков восточного разреза и относительным обеднением западного, чем привносом дополнительного количества этих минералов.

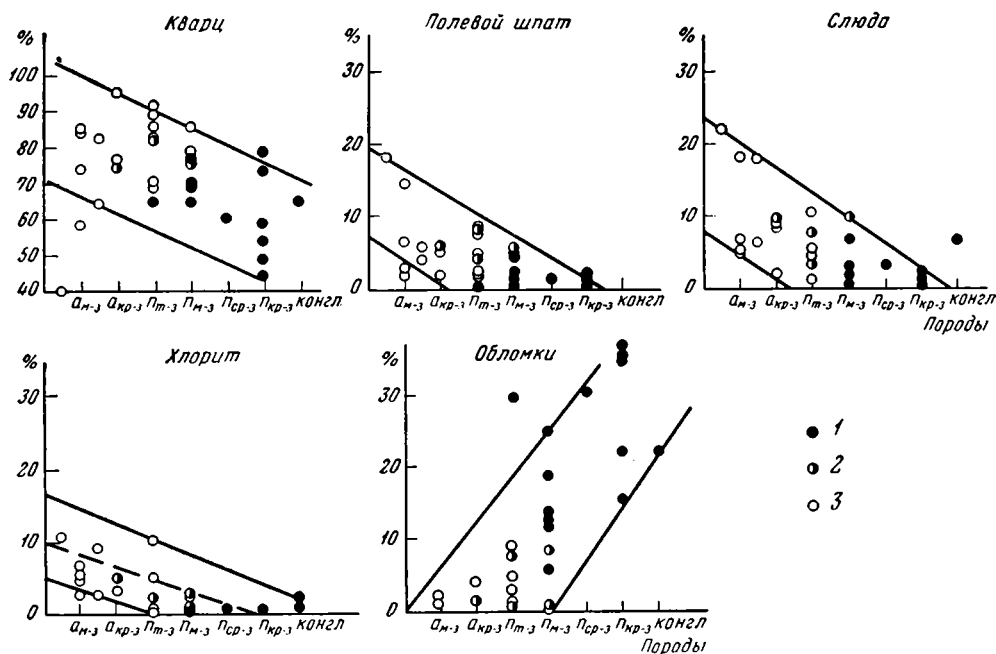
С началом Московского цикла, судя по данным Логвиненко, содержание циркона и турмалина довольно существенно увеличивается.

Таким образом, содержание подавляющей части минералов тяжелой фракции повышается в периоды усиленного привноса грубообломочного материала. Исключение представляют слюды, которые обнаруживают тенденцию к повышению концентрации в периоды относительной стабилизации области сноса и минимального поступления грубообломочного материала. На фоне этой общей закономерности наблюдаются изменения в концентрации отдельных минералов, обусловленные изменением характера размываемых пород. Следствием этого является резкое уменьшение, вплоть до полного исчезновения, содержания одних минералов и увеличение других, не согласующееся с развитием грубообломочных пород. Ярким примером этого может служить исчезновение шпинели, эпидота и незначительные содержания сфена в Московском цикле, а также поведение граната, дающего повышенные концентрации на ограниченных площадях в периоды, не совпадающие с максимальным оживлением эрозии и привносом грубообломочного материала.

Весьма характерно, что переход к Новобешевскому циклу сопровождается не только общим увеличением содержания целого ряда минералов, но и появлением существенных различий в содержании их на западе и востоке. Это согласуется с охарактеризованными выше исключительно резкими изменениями на площади пород, фаций и мощностей, наблюдающимися в пределах Новобешевского нижнего цикла, и является следствием интенсивных поднятий, отчетливо проявляющихся к западу, от исследованного района и довольно быстро затухающих в северо-восточном направлении. Большая часть минералов (рудные, апатит, хлорит, шпинель, гранат, сфен, эпидот) дают в интервале Новобешевского нижнего цикла повышенные концентрации в западном районе, что, естественно, согласуется с обилием в нем грубозернистого материала речных выносов. В то же время циркон, турмалин, рутил обнаруживают повышенные содержания на востоке, где грубозернистый материал речных выносов совершенно отсутствует. Возникает вопрос, является ли это следствием большей устойчивости этих минералов и обогащения ими тонкозернистых пород, которыми преимущественно сложен разрез восточного района, или же следует допускать дополнительный привнос их с востока? Судя по совокупности литологических данных, более вероятно представляется первое предположение.

Некоторый дополнительный материал для суждений о местоположении источников сноса можно получить из рассмотрения характера зависимостей между содержанием отдельных минералов и гранулометрическим составом вмещающих пород. Построенные (для циклов шестого порядка) графики зависимости показывают, что аллотигенные минералы легкой фракции (кварц, полевые шпаты, мусковит, хлорит) имеют повышенное содержание в относительно тонкозернистых породах (алевролитах) и пониженное — в грубозернистых, представленных различными песчаниками, вплоть до конгломератовидных, относящихся преимущественно к фациям русла и речных выносов (фиг. 32). Как видно,

зависимость между содержанием указанных минералов и гранулометрическим составом вмещающих пород имеет характер более или менее прочной линейной коррелятивной связи. Характер связи выдерживается в обоих районах, что дает основание для объединения данных по западу и востоку на одной диаграмме. Исключение наблюдается только для по-



Фиг. 32. Зависимость содержания минералов легкой фракции от гранулометрического состава пород в Новобешевском цикле ( $D_4 - F_1$ )

1 — породы фаций русла и речных выносов с повышенной динамикой; 2 — породы фации речных выносов с пониженной динамикой; 3 — породы других фаций

левых шпатов, которые на западе, в интервале Башкирского цикла ( $F_1 - K_1$ ), обнаруживают повышенную концентрацию в более грубозернистых породах, в то время как на востоке характер связи не отклоняется от обычного (фиг. 33). Следует подчеркнуть приуроченность аномального поведения полевых шпатов к интервалу и району исключительно высокого их содержания в породах, что было отмечено выше. Содержание обломков горных пород увеличивается с увеличением грубозернистости пород (см. фиг. 32), причем значительное количество их наблюдается только в песчаных отложениях фаций русла и речных выносов.

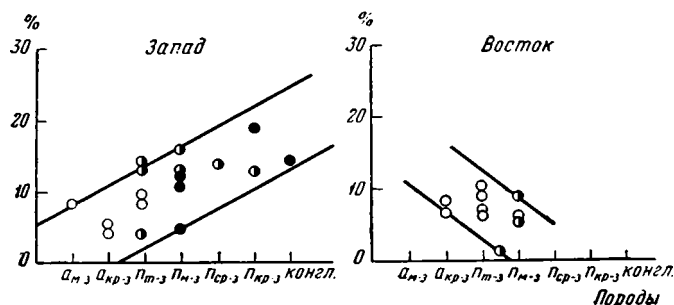
Содержание рудных минералов тяжелой фракции также увеличивается с увеличением грубозернистости пород, в соответствии с чем максимальные концентрации их и приурочиваются к отложениям русел и речных выносов (фиг. 34).

Содержание слюд в тяжелой фракции повышается в направлении более тонких пород, причем связь этих минералов с гранулометрическим составом наименее прочна (большой разброс точек). По-видимому, это обусловлено повышенными флотационными свойствами слюд, в соответствии с чем они дают исключительно высокие концентрации при интенсивном снижении динамики водной среды.

В пределах Новобешевского цикла ( $D_4 - F_1$ ), представленного на востоке исключительно тонкозернистыми образцами пород (преимущественно



венно алевролитами, в том числе мелкозернистыми), выявляется отчетливое снижение содержания мусковита (в тяжелой фракции) в направлении от тонкозернистых песчаников к алевролитам мелкозернистым (фиг. 35). В других интервалах образцы алевролита мелкозернистого почти не исследовались, поэтому универсальность подобного снижения неясна. Весьма любопытно, однако, что содержание биотита в тех же образцах восточного разреза в интервале  $D_4 - F_1$  увеличивается в направлении тонкозернистых пород, достигая максимальных значений в алевролитах мелкозернистых (см. фиг. 35). Из этого, скорее, следует, что снижение мусковита в алевролите мелкозернистом является местной особенностью, возможно, связанной с изменением характера размываемых пород: мусковит здесь как бы замещается биотитом.



Фиг. 33. Изменение характера зависимости между содержанием полевых шпатов и гранулометрическим составом пород в Башкирском цикле ( $F_1 - K_1$ )

Условные обозначения см. на фиг. 32

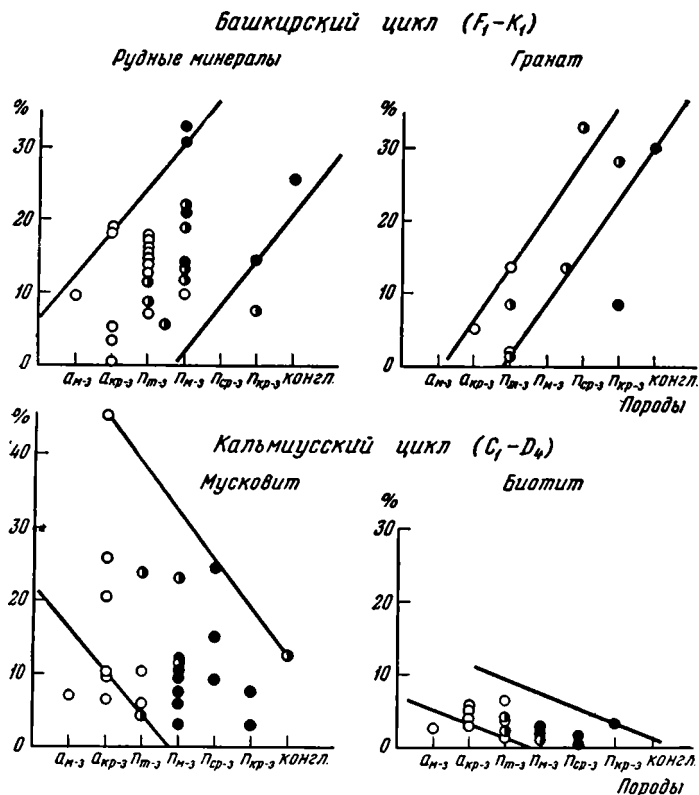
Для акцессорных минералов Н. В. Логвиненко (1953) приводит следующие данные, полученные в результате исследования продуктивных отложений среднего карбона Донбасса в северо-западных районах бассейна: концентрация циркона и апатита осуществляется в глинистых породах, концентрация турмалина и граната — в наиболее крупнозернистых песчаных породах, рутил не дает явно выраженной концентрации ни в одном типе осадков. По замечанию самого Логвиненко, его данные противоречат заключениям Л. В. Пустовалова и А. Д. Султанова (1946<sub>1</sub>, 1946<sub>2</sub>), сделанным на материалах продуктивной толщи Прикуринского района, согласно которым турмалин, гранат и даже эпидот концентрируются, так же как циркон и апатит, в глинистых породах.

Наши данные показали, что зависимости между содержанием различных акцессорных минералов и гранулометрическим составом вмещающих пород имеют различный характер в разных интервалах и районах.

Наиболее прочная коррелятивная связь наблюдается для граната, встречающегося в большом количестве только на западе, в пределах Башкирского цикла ( $F_1 - K_1$ ). Как видно (см. фиг. 34), концентрация его растет с увеличением грубозернистости пород, что согласуется с данными Н. В. Логвиненко.

Циркон в пределах Кальмиусского ( $C_1 - D_4$ ) и Новобешевского ( $D_4 - F_1$ ) циклов в обоих районах дает повышенные концентрации в тонкозернистых породах, что также согласуется с данными наблюдений Логвиненко. Однако в Башкирском цикле в обоих районах наблюдается обогащение цирконом мелкозернистых песчаников, что при прочих равных условиях может свидетельствовать в пользу относительного приближения источника сноса (см. фиг. 35). Содержание турмалина в пределах Новобешевского цикла ( $D_4 - F_1$ ) повышается в грубозернистых

породах (как это утверждает Логвиненко) лишь на западе; на востоке в это же время связь нарушена (примерно равно изменяющиеся и очень непостоянные содержания в диапазоне от алевролита мелкозернистого до песчаника мелкозернистого). В Башкирском цикле в обоих районах наблюдается обогащение турмалином мелкозернистых песчаников, т. е. турмалин ведет себя здесь подобно циркону. Наконец, в Кальмиусском

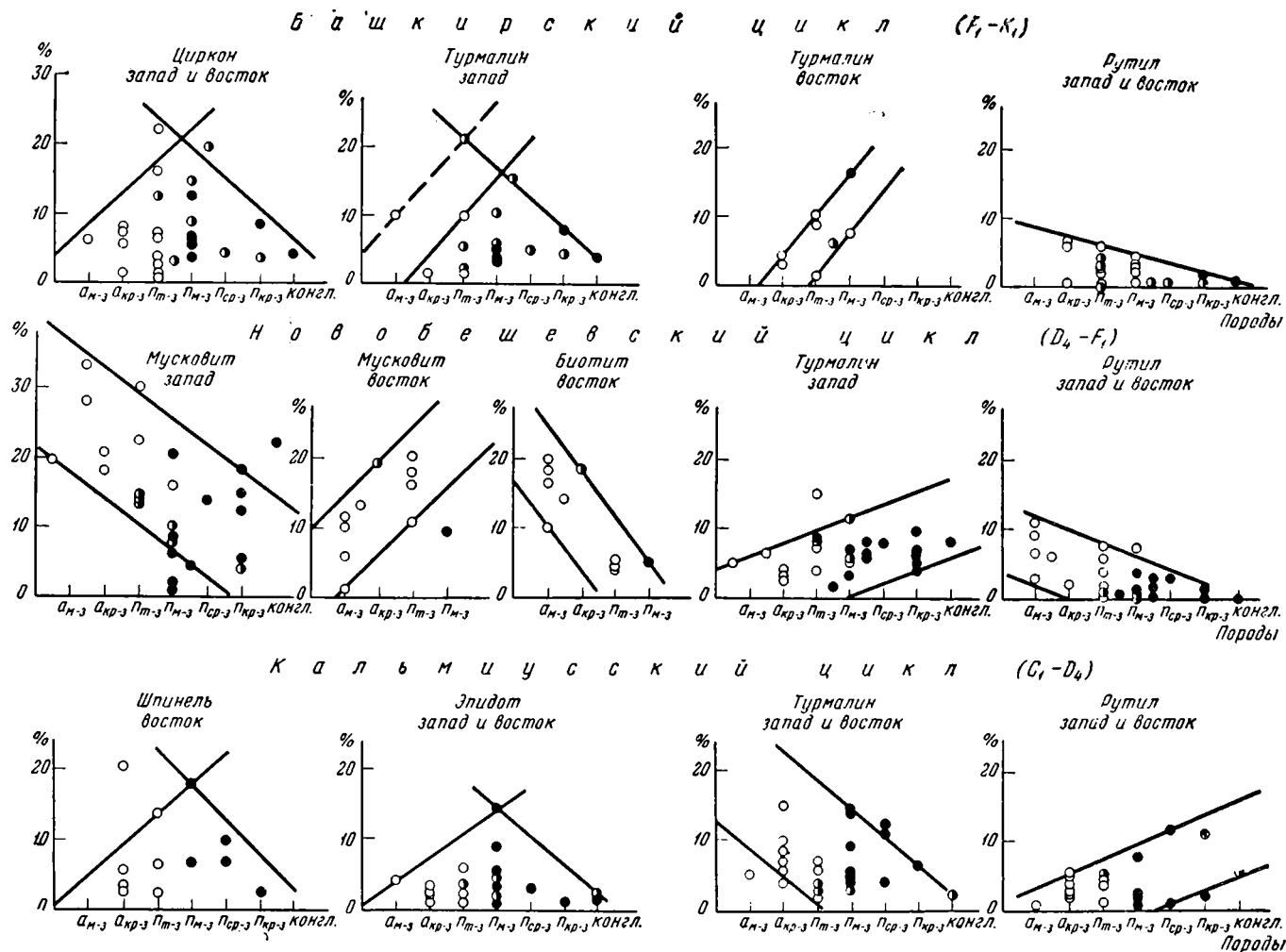


Фиг. 34. Зависимость между содержанием тяжелых минералов и гранулометрическим составом пород в Башкирском ( $F_1 - K_1$ ) и Кальмиусском ( $C_1 - D_4$ ) циклах.

Условные обозначения см. на фиг. 32

цикле, в обоих районах наблюдается повышение концентрации турмалина в наиболее тонкозернистых породах (см. фиг. 35), что опять-таки согласуется с поведением здесь циркона. Из этих данных можно заключить, что в Новобешевском цикле имело место дополнительное поступление турмалина с запада, из относительно более близкого источника. Рутил в Башкирском и Новобешевском циклах в обоих районах дает повышенные концентрации в тонкозернистых породах, а в Кальмиусском цикле наблюдается обратная зависимость: повышение концентрации в грубозернистых породах (см. фиг. 35).

В отношении других акцессорных минералов необходимо оговориться, что вследствие их спорадического присутствия в небольших количествах характер связи устанавливается менее отчетливо и не для всех интервалов. Все же можно заключить, что для шпинели характерна тенденция к максимальной концентрации в мелкозернистых песчаниках, с соответствующим снижением ее как в сторону более грубозернистых, так и более тонкозернистых пород. Подобный же характер зависимости является для эпидота и хлоритоида.



Фиг. 35. Изменение характера зависимости между содержанием тяжелых минералов и гранулометрическим составом пород в Башкирском ( $F_1 - K_1$ ), Новобешевском ( $D_4 - F_1$ ) и Кальмиусском ( $C_1 - D_4$ ) циклах.

Апатит на западе в пределах Новобешевского и Башкирского циклов дает повышенные концентрации в тонкозернистых породах (что согласуется с данными Н. В. Логвиненко), а на востоке в тех же циклах содержание его снижается в направлении от мелкозернистых песчаников к мелкозернистым алевролитам (более грубые породы здесь не исследовались).

По-видимому, нельзя утверждать о постоянстве и универсальности характера связей между отдельными минералами и гранулометрическим составом вмещающих пород. Приуроченность максимальной концентрации их к тому или иному типу породы в сильной степени зависит не только от физических свойств минерала, но и от относительной близости источника сноса, причем влияние этого последнего фактора будет по-разному сказываться на концентрации минералов различной устойчивости. С учетом всех полученных данных можно высказать следующие соображения о положении источников привноса различных акцессорных минералов в периоды отдельных крупных циклов осадконакопления.

Кальмиусский цикл характеризуется относительно обедненным содержанием акцессорных минералов. Из их числа циркон и турмалин являются постоянно присутствующими минералами; среднее содержание их почти не меняется ни во времени, ни на площади, а относительная концентрация повсеместно наблюдается в наиболее тонкозернистых породах. В отличие от этих минералов появление эпидота и шпинели приурочено ко времени значительного усиления привноса грубообломочного материала фаций русла и речных выносов (интервал  $C_5-D_4$ ), а средние содержания их существенно различны в западном и восточном районах. Относительно повышенное содержание мало устойчивого эпидота на западе, где он обогащает мелкозернистые песчаники (в то время как на востоке он концентрируется в несколько более тонких породах), можно связывать с поднятиями на западе прибортовых участков бассейна, устанавливаемыми по совокупности литологических данных (в частности, — появление пролювиальных конгломератов), о чем было сказано выше. Большое количество шпинели в восточном районе, где она концентрируется также в мелкозернистых песчаниках, и низкие содержания ее на западе, где не наблюдается приуроченности ее к какому-либо определенному типу пород, свидетельствуют о привносе шпинели с востока. Ее появление связывается с поднятиями несколько более удаленных участков Украинского массива, проявившимися, в частности, в развитии здесь аллювиальных песчаников, не встречающихся в других нижнекарбонových циклах Кальмиусского района.

Источником циркона и турмалина была значительно более удаленная область, почти не проявлявшая себя в это время в каких-либо заметных изменениях содержания этих минералов. Можно отметить лишь относительное преобладание циркона (по сравнению с турмалином) в Кальмиусском нижнем цикле и тенденцию к выравниванию их содержаний в Кальмиусском верхнем цикле. Выносимый из этой удаленной области материал подвергался длительной переработке и многократному переотложению, что обусловило постоянство содержания циркона и турмалина и концентрацию их в наиболее тонкозернистых породах.

Основная часть рутила выносилась, по-видимому, вместе с цирконом и турмалином. Однако возможно, что имело место дополнительное поступление незначительного количества рутила, связанного с материалом западных и восточных выносов рек. Об этом говорит то обстоятельство, что на фоне низких и довольно постоянных во всех типах пород содержаний рутила он образует резко повышенные концентрации в единичных образцах песчаников фаций русла и речных выносов. Остальные акцессорные минералы в данном цикле отсутствуют или содержатся в ничтожных количествах.

Новобешевский цикл характеризуется более разнообразным составом аксессуарных минералов за счет появления в заметных количествах апатита, хлоритоида, граната и сфена. Из ранее присутствовавших минералов, циркон, турмалин и рутил встречаются в незначительно повышенных количествах, эпидот — в слегка пониженном, а содержание шпинели резко сокращается. Как уже говорилось выше, в Новобешевском цикле имеют место существенные различия в содержании всех минералов на западе и востоке. При этом некоторые минералы (циркон, турмалин, эпидот, хлоритоид) сохраняют повышенные концентрации в одном и том же районе на протяжении всего Новобешевского цикла, другие (рутил, сфен) дают различные концентрации на западе и востоке только в Новобешевском нижнем цикле, когда поднятия и снос были наиболее интенсивны, а в Новобешевском верхнем цикле содержание их выравнивается, наконец, третьи (шпинель, гранат) дают переменную концентрацию на западе и на востоке.

Основным источником циркона и рутила по-прежнему является удаленная область сноса. Более высокие содержания их на востоке являются следствием резких различий литологического и фациального состава пород западного и восточного районов (обогащение тонкозернистых пород востока устойчивыми минералами), о чем также уже говорилось. В качестве отличительной особенности данного цикла следует подчеркнуть, что рутил здесь, так же как и циркон, дает четко выраженную концентрацию в глинистых породах, турмалин же, наоборот, обнаруживает на западе повышение концентрации в грубозернистых породах, в то время как на востоке не наблюдается приуроченности его ни к одному типу пород (см. фиг. 35). Из этого следует, во-первых, что дополнительное поступление рутила из прибортовых участков бассейна прекратилось; во-вторых, что турмалин в это время в значительной степени поступал с запада, где им обогащены грубозернистые породы. Привнос этот почти не сказался на среднем содержании турмалина, из чего можно заключить, что источником его на западе были осадочные породы. С западным сносом в период образования Новобешевского нижнего цикла, по-видимому, связаны и все остальные минералы, имеющие преимущественное или исключительное развитие в это время в западном районе. Исключение представляет апатит, приносимый, несомненно, с востока, о чем свидетельствует обогащение им на востоке относительно грубозернистых пород, а на западе — тонкозернистых. Привнос шпинели с востока совершенно прекратился, о чем свидетельствует полное отсутствие ее в образцах восточного района. В Новобешевском верхнем цикле среди минералов, приносимых с востока, вновь появляется шпинель, однако в количествах, значительно меньших по сравнению с Кальмиусским циклом (встречается только на востоке и концентрируется в наиболее грубозернистых для данного района породах), а также гранат, который впервые дает здесь повышенные содержания (10%), и концентрируется в тонко- и мелкозернистых песчаниках (в алевролитах он отсутствует). В распределении минералов западного сноса не обнаруживается существенных изменений, если не считать тенденции к выравниванию содержания их на западе и востоке (что особенно отчетливо для сфена и рутила), а также исчезновения шпинели.

Несмотря на подавляющее влияние западного источника выноса грубообломочного материала, содержания связанных с ним минералов (шпинели, хлоритоида, граната, сфена, эпидота) очень невелики, что подтверждает высказанное ранее предположение о преимущественном размыве осадочного комплекса пород, в связи с поднятиями прибортовых участков бассейна, отчетливо фиксирующихся к западу от исследованного района. Наиболее существенные изменения в составе аксессуарных минералов данного цикла, выражающиеся в появлении значительных

количеств апатита и граната, связаны с проявлением восточной (юго-восточной) области сноса, расположенной в более удаленных участках Азовского массива, с менее мощным осадочным покровом, в результате чего в размыв были вовлечены изверженные и метаморфические породы. Судя по литологическому и фациальному составу пород, эта область размыва была, по-видимому, дальше от восточного района наших исследований, чем в период образования Кальмиусского цикла. Заметим еще, что для времени Новобешевского верхнего цикла ( $E_2-F_1$ ) на востоке наблюдается тесная прямая коррелятивная связь между содержанием в отдельных образцах граната и апатита, что подтверждает единый источник образования этих минералов.

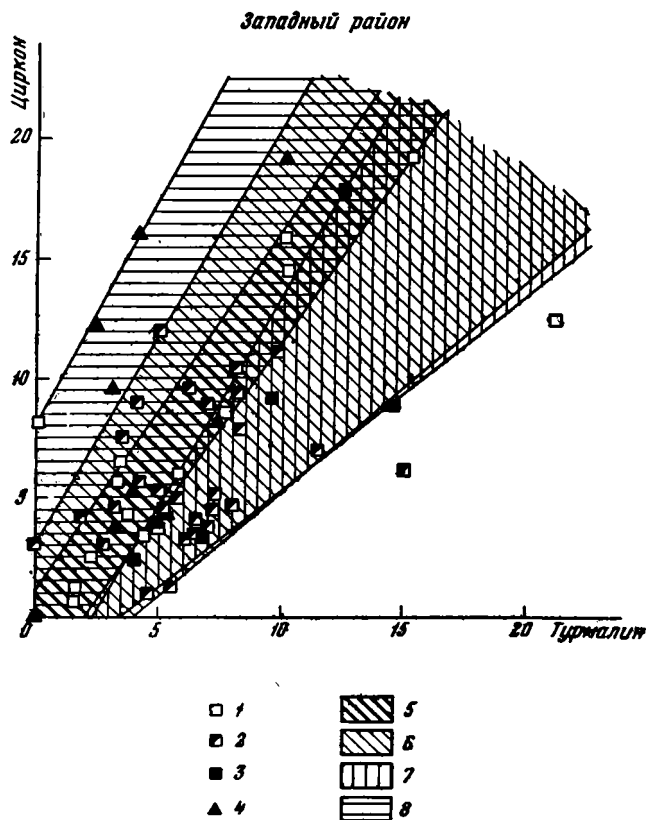
В Башкирском нижнем цикле ( $F_1-H_4$ ) наблюдается полное или почти полное исчезновение ряда минералов как западной области сноса (эпидот, сфен), так и восточной (шпинель, гранат). Заметно уменьшается также содержание турмалина. Это, несомненно, является следствием предельного ослабления в это время эрозионной деятельности и минимального поступления грубообломочного материала в бассейн накопления. Остается практически неизменным лишь содержание апатита и хлоритоида.

Новое оживление эрозии в период образования Башкирского верхнего цикла ( $H_4-K_1$ ) сказывается в появлении на западе исключительно большого количества граната, концентрирующегося в наиболее грубозернистых породах всех фаций и, несомненно, принесенного с запада. Впрочем отсутствие в этот период граната на востоке нельзя считать доказанным, так как из восточного района изучено всего 2 образца из нижней части Башкирского верхнего цикла. Высокая концентрация граната (до 36% в отдельных образцах) наряду с исключительно высоким содержанием здесь цветных слюд (по отдельным образцам для этого интервала устанавливается прямая коррелятивная связь между гранатом и биотитом) и отмеченным выше увеличением количества полевых шпатов, а также изменением состава обломков горных пород, свидетельствует о размыве изверженных и метаморфических пород, типа гранито-гнейсов, обогащенных гранатом. При этом резкое увеличение количества граната (с последующим столь же резким исчезновением его в Московском цикле) можно рассматривать как косвенное указание на интенсивность поднятий в области сноса. Судя по литологическим данным, область размыва переместилась из прибортовых участков бассейна далеко на юг, вероятно, за пределы Украинского массива. В пользу последнего говорит также почти совершенное исчезновение сравнительно легко разрушающегося эпидота, а также отсутствие еще более неустойчивых дистена, гиперстена и амфибола, которые изредка встречались в Новобешевском и в особенности в Кальмиусском циклах.

Из минералов, приносившихся в это время с востока, мы можем уверенно говорить лишь об апатите, который в пределах всего Башкирского цикла по-прежнему образует повышенные концентрации на западе в алевролитах, а на востоке — в песчаниках. В Башкирском верхнем цикле содержание его существенно увеличивается.

Одновременно с увеличением на западе граната в Башкирском верхнем цикле существенно увеличивается содержание циркона и турмалина, причем, судя по единичным образцам, содержание их становится одинаковым на западе и востоке. Весьма характерно, что оба минерала концентрируются в пределах всего Башкирского цикла как на западе, так и на востоке в мелкозернистых песчаниках (см. фиг. 35). Все это свидетельствует об активизации удаленной питающей провинции, служившей источником этих минералов. Дополнительное подтверждение этого дает анализ характера коррелятивной связи между турмалином и цирконом (фиг. 36). Как видно, в Кальмиусском цикле связь между

минералами слабая (большой разброс точек), причем в Кальмиусском нижнем цикле существенно преобладает циркон. В Новобешевском цикле связь становится несколько более прочной, относительное содержание циркона и турмалина выравнивается и разграничения полей нижнего и верхнего Новобешевского циклов (пятого порядка) уже не наблюдается. В Башкирском цикле между турмалином и цирконом имеет место тесная прямая коррелятивная связь, свидетельствующая как о несомненной общности их происхождения, так и о более интенсивном размыве



Фиг. 36. Изменение связи циркона с турмалином

1 — Башкирский цикл; 2 — Новобешевский цикл; 3 — Кальмиусский верхний цикл; 4 — Кальмиусский нижний цикл; 5 — поле точек Башкирского цикла; 6 — то же Новобешевского цикла; 7 — то же Кальмиусского верхнего цикла; 8 — то же Кальмиусского нижнего цикла

содержащих эти минералы пород, возможно, также и об относительном приближении области сноса к району исследования.

Следует еще отметить наметившуюся по нашим материалам приуроченность некоторых минералов к регрессивному или трансгрессивному типам циклов. Наиболее отчетливо это выявляется в распределении граната. Как видно из таблицы и схемы распределения минералов (см. табл. 4 и фиг. 31), гранат образует относительно повышенные концентрации в трансгрессивных циклах пятого порядка. Такая же картина наблюдается при рассмотрении циклов четвертого порядка. Имеющийся материал позволяет охарактеризовать циклы лишь четвертого порядка, содержащиеся в Кальмиусском нижнем и верхнем и в Новобешевском нижнем циклах пятого порядка (табл. 5). Во всех этих трех циклах повышенное содержание граната наблюдается в их верхних

Распределение некоторых минералов в циклах регрессивного и трансгрессивного типа \*

| Циклы V<br>порядка                  | Циклы IV поряд-<br>ка (название, ин-<br>тервал, тип)                                              | Характеристика<br>образцов                                         | Минералы, в %                                      |                     |                                 | Примечание                                  |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|
|                                     |                                                                                                   |                                                                    | Гранат                                             | Шпинель             | Хлорит                          |                                             |
| Новобшевский нижний ( $D_4-E_2^1$ ) | Черноскельский ( $D_7^8-E_2^1$ ) трансгрессивный                                                  | РВ <sup>б</sup> (2 обр.) Един. РВ <sup>а</sup> БП, МВ, МВТ         | Спорадически в разных фациях до 10,1 % ср. 2,1     | 3,4—15,0<br>Ср. 8,0 | Спорадически не >5<br>Ср. 1,9   | Данные только по западному району           |
|                                     | Новосветский ( $D_6^7-D_8^8$ ) слаборегрессивный                                                  | Преимущественно РВ <sup>б</sup> (9 обр.) Един. РВ <sup>а</sup> , 3 | В единичных образцах фации РВ <sup>б</sup> не >3,2 | 1,1—11,0<br>Ср. 6,0 | Нет                             |                                             |
|                                     | Запал-Тюбинский ( $D_4-D_6^7$ ) регрессивный                                                      | Преимущественно РВ <sup>б</sup> (3 обр.) Един. ЛВ, МВ, ММ          | То же                                              | 0—6,9<br>Ср. 2,5    | Спорадически до 10,7<br>Ср. 3,4 |                                             |
| Кальмиусский верхний ( $C_8-D_4$ )  | Новоселовский ( $D_1-D_4$ ) трансгрессивный                                                       | Преимущественно РВ <sup>б</sup> (3 обр.) Един. БП, ЛВ.             | В одном образце фации РВ <sup>б</sup> —2,8         | 0—14,1<br>Ср. 6,6   | Спорадически 0—1,1<br>Ср. 0,3   |                                             |
|                                     | Камышевахский ( $C_8-D_1$ ) регрессивный                                                          | Преимущественно АР (4 обр.) МВ (2 обр.) Един. 0.                   | Нет                                                | 2,2—20,7<br>Ср. 5,8 | 0,9—3,2<br>Ср. 1,4              |                                             |
| Кальмиусский нижний ( $B_1-C_8$ )   | Берестовский ( $C_5-C_8$ ) трансгрессивный и Самарский верхний ( $C_4-C_5$ ) слаботрансгрессивный | Преимущественно АР и РВ <sup>б</sup> (7 обр.) Един. БП, ЛВ, ЗВ     | В единичных образцах фации РВ 1,4—2,0<br>ср. 0,7   | 0—18,2<br>Ср. 6,4   | 0—2,2<br>Ср. 0,4                | Данные М. Е. Долодо по Кальмиусскому району |
|                                     | Самарский нижний ( $C_1-C_4$ ) слаборегрессивный                                                  | Преимущественно РВ <sup>а</sup> (3 обр.) Един. БП, МВ              | В одном образце 0,4                                | 0,8—17,0<br>Ср. 5,7 | 0—16,1<br>Ср. 4,3               |                                             |
|                                     | Докучаевский нижний ( $B_1-B_7$ ) регрессивный                                                    | Преимущественно морские фации                                      | В единичных образцах доли %                        | В одном образце 0,5 | 0—6,0<br>Ср. 2,7                |                                             |

\* Принятые сокращения см. в табл. 4.

трансгрессивных частях (представленных трансгрессивными циклами четвертого порядка). С несколько меньшей степенью отчетливости подобная же тенденция намечается в распределении шпинели. В распределении хлорита, наоборот, наблюдается отчетливая приуроченность повышенных содержаний к регрессивным типам циклов как пятого, так и четвертого порядков. Возможно, что концентрация других минералов также реагирует на регрессивную или трансгрессивную направленность развития осадконакопления, но это затушевывается влиянием других факторов. Причины подобной зависимости неясны и вопрос этот требует специальных исследований. Изложенный материал приводит к следующим основным выводам.

1. Изменения вещественного состава, происходящие на границах крупных циклов (пятого порядка), обусловлены оживлениями поднятий и эрозии в области сноса, введением в сферу эрозии новых комплек-



сов пород и усиленным выносом этого материала реками, что обычно фиксируется в разрезе по появлению разномеристых песчаников, а иногда и конгломератов пролювиально-аллювиального и дельтового происхождения.

2. На первых этапах развития угленосной формации нижнего карбона (Кальмиусский нижний цикл) в осадках содержались почти исключительно минералы, вынесенные из далекой области (циркон, турмалин), с признаками длительной переработки и многократного переотложения, концентрировавшиеся в пределах изученного района в наиболее тонкозернистых породах. Но уже начиная с верхней части Кальмиусского нижнего цикла наблюдается активизация более близких областей размыва, преимущественно определявших изменения вещественного состава пород нижнего карбона. Переход от нижнего карбона к среднему характеризуется минимальным поступлением грубообломочного материала и, соответственно, количественным и качественным обеднением тяжелой фракции.

С развитием Башкирского верхнего цикла влияние удаленной области сноса снова становится ведущим, определяя состав как аксессуарных минералов (резкое преобладание циркон-турмалиновой ассоциации), так и породообразующих (высокое содержание полевых шпатов), а также литолого-фациальные особенности осадков (речные песчанники с признаками длинных и хорошо разработанных русел). Влияние ближних областей сноса здесь было незначительным, а признаки размыва прибрежных участков бассейна отсутствуют. В Московском цикле, судя по материалам Н. В. Логвиненко (1953) и нашим наблюдениям над литолого-фациальными особенностями широко развитых здесь песчанников, происходит дальнейшая активизация удаленной области, и возможно также, что она стала несколько ближе к бассейну накопления.

3. Между временем оживления поднятий в области сноса и временем поступления и окончательного осаждения грубозернистого материала в бассейне накопления существовал более или менее длительный разрыв, зависевший от ряда факторов, в том числе от степени удаленности области сноса, а также характера и интенсивности движений как в области сноса, так и в бассейне накопления.

Действительно, в нижнем карбоне основная масса грубозернистого материала, связанного с ближними источниками сноса, появляется в самом начале Новобешевского цикла; в Башкирском цикле грубозернистый материал, явно связанный с оживлением дальней области сноса, появляется только в его верхней — трансгрессивной части (в период образования Башкирского верхнего цикла). В Московском цикле в связи с активизацией удаленной области сноса (обусловленной не только нарастанием интенсивности поднятий, но, возможно, и распространением их на более близкие к бассейну накопления участки), а также увеличением мобильности Донецкого прогиба и скорости его результирующего погружения наблюдается сокращение времени, необходимого для переноса осадков из удаленной области сноса в бассейн накопления: песчаные осадки аллювиального генезиса, занимающие огромные площади, поступают с самого начала развития регрессивной части этого цикла (Московский нижний цикл пятого порядка) и имеют в нем даже преимущественное развитие.

4. Таким образом, нельзя утверждать об определенной приуроченности грубозернистого материала речного происхождения ни к регрессивным, ни к трансгрессивным типам крупных циклов осадконакопления. Распределение его обуславливается местоположением области сноса и характером тектонических движений как в областях сноса и накопления, так и в переходной «шарнирной» зоне, которая попеременно является то областью накопления осадков, то их размыва.

Для всех изученных свит угленосной толщи нижнего и среднего карбона характерен в общем один комплекс конкреций — пиритово-карбонатный, при подавляющей роли карбонатных конкреций (99% и более). По данным З. В. Тимофеевой \*, среди карбонатных конкреций нижнего карбона преобладают разности магний-сидеритового состава; роль кальцитовых и кальцитово-анкеритовых конкреций весьма изменчива, а в общем меньшая, чем магний-сидеритовых.

На этом фоне намечается ряд отличий в составе конкреций и конкреционности отдельных интервалов разреза. Наиболее резко эти отличия проявляются при сравнении угленосных свит  $C_2^5$ — $C_2^7$  среднего карбона (Московский цикл шестого порядка  $K_1$ — $M_6$ ) и угленосной толщи нижнего карбона (Кальмиусский цикл шестого порядка  $B_1$ — $D_4$ ). В свитах  $C_2^5$  и  $C_2^6$  конкреции наиболее разнообразны по химико-минералогическому составу: от кальцитовых и кальцитово-анкеритовых до магний-сидеритовых, причем значительную роль играют кальцитовые конкреции, выраженные наиболее слабомагнезиальными разностями ( $MgCO_3 < 15\%$ ). Среди магний-сидеритовых разностей также преобладают конкреции с невысоким содержанием  $MgCO_3$  ( $< 12\%$ ), представленные сидероплезитом (фиг. 37). Большое разнообразие состава конкреций отражает широкую гамму фациальных условий, характерную для накопления указанных угленосных свит,—от собственно морских до опресненных озерно-лагунных и континентальных фаций. При этом наблюдается отчетливая связь между составом конкреций и фациальным характером вмещающих их пород.

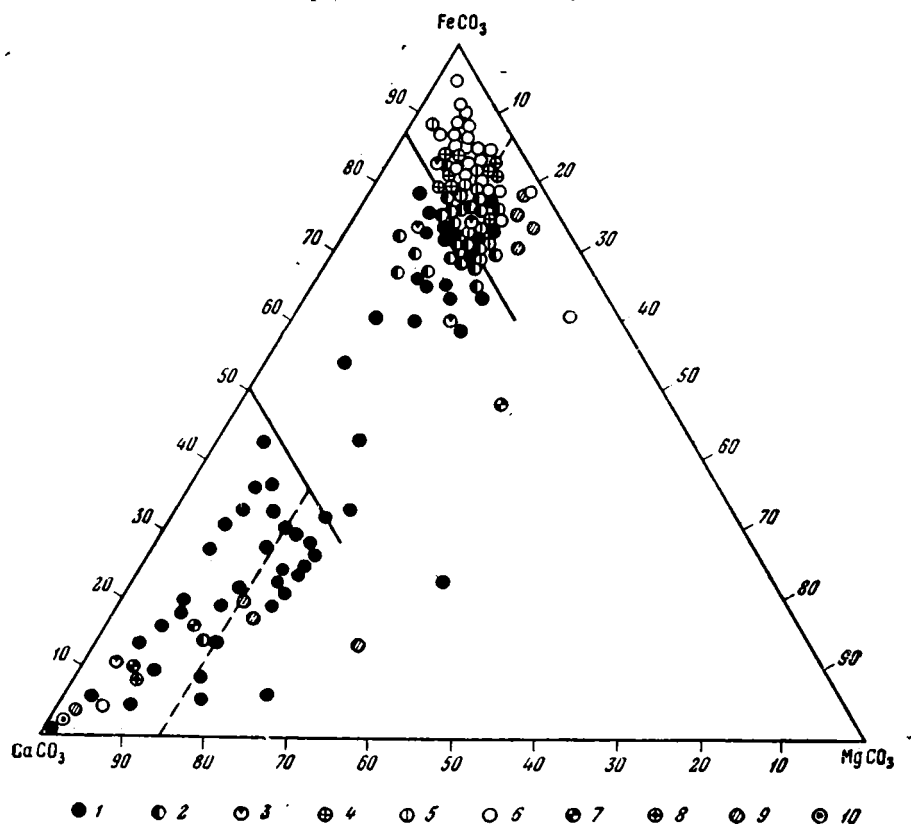
В отличие от этих свит угленосная толща нижнего карбона (верхняя часть свиты  $C_1^2$ , свита  $C_1^3$  и нижняя часть свиты  $C_1^4$ ) характеризуется большим однообразием состава конкреций (фиг. 38).

Преобладают среди них магний-сидеритовые конкреции, а кальцитово-анкеритовые и особенно чисто кальцитовые пользуются ничтожным развитием. При этом всем типам свойственна повышенная магнезиальность, которая определяет преобладание среди них пистамезит-сидероплезитовых и доломитово-анкеритовых конкреций. Причиной такого относительно однообразного, преимущественно магний-сидеритового состава конкреций Кальмиусского цикла нижнего карбона является однообразие фациального состава свиты  $C_1^3$  (к которой приурочена главная масса конкреций этого цикла) с преимущественным развитием заливно-лагунных фаций и ничтожной ролью собственно морских отложений, в частности, полным отсутствием наиболее глубоководного тенетического типа известковистых аргиллитов. Немногочисленные анкеритовые конкреции (с примесью доломита, кальцита и сидероплезита) характеризуют здесь мелководноморские и прибрежноморские фации и отличаются значительной ролью сильножелезистого анкерита, что несвойственно угленосным свитам среднего карбона. Для свиты  $C_1^3$  характерно также отсутствие кальцитовых и кальцитово-анкеритовых конкреций в болотных отложениях.

В результате конкреции всех фаций лагунной и тесно с ней связанной мелководноморской обстановки свиты  $C_1^3$  имеют аналогичный состав. Это обстоятельство наряду с повышенным содержанием магния свидетельствует о слабой распресненности лагунных вод, что согласуется с рассмотренными выше особенностями лагунной обстановки нижнего карбона. Следует заметить, что конкреции из явно пресноводных отложений верхних свит карбона Карагандинского бассейна (Коперина, Тимофеева, 1959) имеют очень малую магнезиальность, сильно пониженную даже по сравнению с московским ярусом среднего карбона.

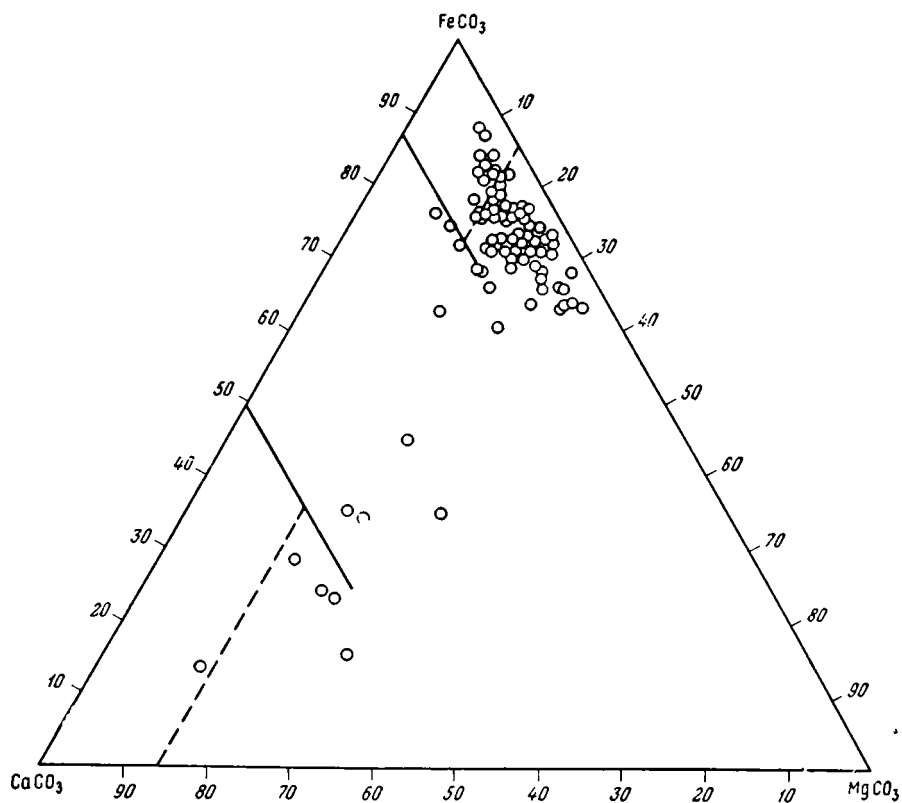
\* На основании которых составлен данный раздел.

Состав конкреций из свит  $C_1^4$  (верхняя часть),  $C_1^5$ ,  $C_2^1$ ,  $C_2^2$  и  $C_2^3$  отвечающих двум циклам шестого порядка — Новобешевскому ( $D_4—F_1$ ) и Башкирскому ( $F_1—K_1$ ), — показан на фиг. 39 и 40. Из сравнения диаграмм состава конкреций всех четырех циклов шестого порядка следует, что снизу вверх по разрезу, от цикла к циклу, намечаются более или менее резкие изменения состава конкреций, проявляющиеся в изменениях роли изоморфных  $MgCO_3$  и  $CaCO_3$  в составе карбонатных минералов, а также и в относительной роли кальциевых карбонатов.

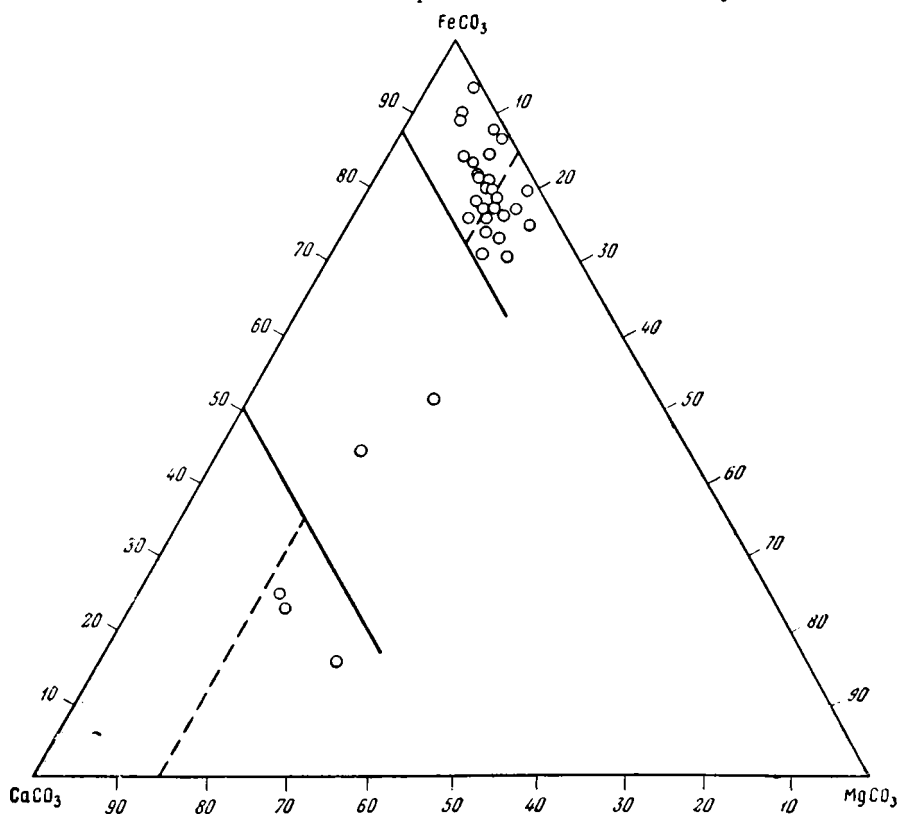


Фиг. 37. Химический состав конкреций из отложений различных фаций Московского цикла  
 1 — морские глинистые отложения; 2 — морские алевритовые отложения; 3 — прибрежноморские алевритово-глинистые отложения; 4 — алеврито-глинистые отложения прибрежных участков заливов и лагун; 5 — глинистые отложения заливов; 6 — глинистые отложения лагун; 7 — песчаные прибрежноморские отложения; 8 — песчаные отложения прибрежных участков заливов и лагун; 9 — песчаные отложения речных выносов; 10 — песчаные отложения аллювия

В Новобешевском цикле ( $D_4—F_1$ ) отмечается резкое уменьшение магнезиальности сидеритов, по сравнению с Кальмиусским циклом ( $B_1—D_4$ ), выражающееся в возрастании роли сидероплезитовых конкреций. Роль кальция при этом остается почти неизменной. При переходе от Новобешевского цикла к Башкирскому наблюдается некоторое повышение содержания пистомезит-сидероплезитовых конкреций, но в отличие от Кальмиусского цикла этот тип не является здесь доминирующим. Роль кальциевых минералов в конкрециях остается примерно той же. Правда увеличивается количество изоморфного кальция в составе сидероплезитовых конкреций. Это, по-видимому, в общем отражает некоторое, очень еще незначительное, повышение известковистости глинистых морских отложений.

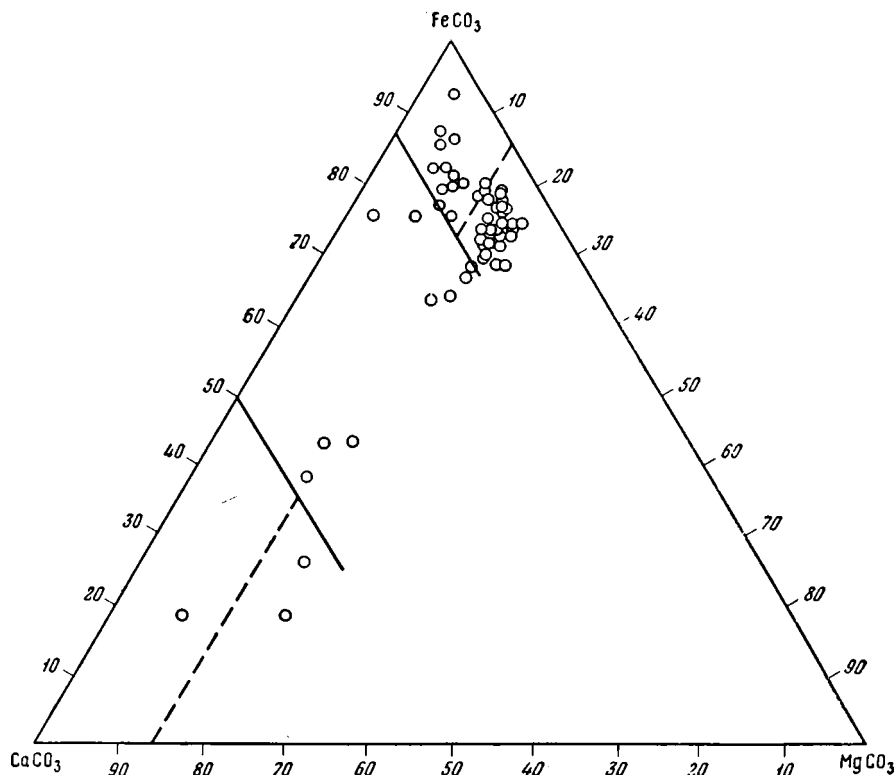


Фиг. 38. Химический состав конкреций из отложений Кальмиусского цикла



Фиг. 39. Химический состав конкреций из отложений Новобешевского цикла

Наиболее резкие изменения наблюдаются на границе Башкирского ( $F_1-K_1$ ) и Московского ( $K_1-M_6$ ) циклов. В Московском цикле резко понижается магнезиальность как железистых, так и кальциевых карбонатов, что выражается в резком преобладании среди магний-сидеритовых конкреций — сидероплезитовых, а среди магнезиально-железисто-кальциевых конкреций — кальцитовых. Относительное количество кальцитовых конкреций по сравнению с предыдущими циклами увеличи-



Фиг. 40. Химический состав конкреций из отложений Башкирского цикла

вается в 10—20 раз. Параллельно еще больше, чем в предыдущем случае, увеличивается количество изоморфного Са в сидероплезитовых конкрециях. Таким образом, здесь наряду с общим возрастанием роли кальция в составе конкреций, отражающем повышение карбонатности глинистых отложений за счет резкого увеличения роли собственно морских фаций, наблюдается общее понижение магнезиальности, свидетельствующее, по-видимому, как уже указывалось, об условиях значительного распреснения в периоды преобладания обстановки устья речных долин. Это обстоятельство вполне согласуется с наличием той контрастности пород и фаций, которая свойственна продуктивным свитам среднего карбона, в особенности свите  $C_2^5$ , и отражает, по-видимому, соответствующие изменения в режиме тектонических движений.

#### ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРА ИЗВЕСТНЯКОВ

При всем разнообразии отдельных известняковых горизонтов, известняки, завершающие трансгрессивные фазы соседних циклов второго, третьего, четвертого, а иногда и пятого порядков, имеют много общих черт, содержат сходную фауну и принадлежат обычно к одной структур-

но-генетической группе относительно глубоководных и удаленных от берега известняков. Аналогичное сходство обнаруживают известняки соседних циклов второго — четвертого порядков, образовавшиеся в периоды максимальных регрессий и представленные относительно мелководными и прибрежными типами. Таким образом, изменения характера известняков и содержащейся в них фауны в пределах циклов низших порядков в значительной мере обусловлены периодическими изменениями палеогеографических условий и связанных с ними фациальных обстановок.

По мере перехода к крупным циклам осадконакопления изменения известняков и содержащейся в них фауны приобретают все более специфический, необратимый характер, отражая определенные этапы развития осадконакопления с неповторимыми особенностями палеогеографических условий, тектонического режима и физико-химической среды накопления.

Суммируем вкратце основные особенности известняковых горизонтов, характерные для циклов пятого порядка в целом и для отдельных этапов их развития, представленных циклами четвертого порядка.

В основании Кальмиусского нижнего цикла, в пределах регрессивного Докучаевского нижнего цикла четвертого порядка ( $B_1—B_7$ ) преобладают детритусовые известняки с водорослями *Calcifolium* и крупными визейскими фораминиферами.

По мере развития регрессивного осадконакопления, в пределах Докучаевского верхнего цикла четвертого порядка ( $B_7—C_1$ ) и в особенности слаборегрессивного Самарского нижнего цикла ( $C_1—C_4$ ) становятся все более характерными песчанистые криноидные известняки или тонкозернистые с детритом, часто доломитизированные, в которых отмечается исчезновение крупных фораминифер и появление иногда в массовом количестве мелких сжатых архедискусов. Здесь же отчетливо выражено резкое уменьшение количества водорослей *Calcifolium*. Из обедненного комплекса микрофауны получили расцвет лишь отдельные виды (*Archaediscus krestovnikovi* Raus.), приспособившиеся к резко изменившимся условиям среды. По-видимому, усиливавшийся привнос обломочного материала, подавившего садку карбонатов нижележащих горизонтов, препятствовал нормальному развитию простейших животных и растений.

Новый этап в развитии фауны, выразившийся в появлении целого ряда новых видов, иногда несколько приближающихся к среднекаменному, совпадает с отчетливо трансгрессивной частью Кальмиусского нижнего цикла, представленной Берестовским циклом четвертого порядка ( $C_5—C_8$ ). Одновременно с фауной более молодого возраста здесь присутствуют и типичные визейские формы, а также вновь появляются водорослевые известняки с *Calcifolium*. Последние заканчивают здесь свое развитие и выше по разрезу уже не встречаются.

Кальмиусский верхний цикл в пределах своей регрессивной части (Камышевахский цикл четвертого порядка ( $C_8—D_1$ )) содержит песчанистые известняки с криноидеями, водорослями *Gyroporella* и частыми мелкими архедискусами, алевроитово-глинистые известняки с остракодами и гастроподами и тонкозернистые известняки с детритом, синезелеными водорослями и немногочисленными фораминиферами.

Для трансгрессивной части цикла Кальмиусского верхнего (Новоселовский цикл  $D_1—D_4$ ) весьма характерны известняки с большим содержанием кораллов, образующих иногда рифовые тела. Этим известнякам свойственна повышенная доломитизация. Они содержат довольно многочисленную фауну фораминифер смешанного типа: наряду с вновь появившимися формами продолжают иногда встречаться более древние (доживающие) визейские формы.

Новобешевский нижний цикл содержит разнообразные известняки, структурно-генетические типы которых существенно отличаются от Кальмиусского. В основании Новобешевского нижнего цикла, в пределах регрессивного Запал-Тюбинского цикла четвертого порядка ( $D_4-D_5^7$ ), впервые появляются известняки с водорослями *Donezella*, известняки с *Contortoporiidum* (ранее считавшиеся гидрактинидами) и оолитовые известняки. С развитием регрессивного накопления (Новосветский цикл четвертого порядка  $D_5^7-D_7^8$ ) наряду с водорослями *Donezella* появляются во все большем количестве сине-зеленые водоросли *Tubiphytes* (слоистые) с обильными прикрепляющимися фораминиферами. В трансгрессивной части Новобешевского нижнего цикла, представленной Черноксельским циклом ( $D_7^8-E_2$ ), обычны детритусово-водорослевые (*Donezella*) известняки с подчиненными горизонтами песчанистых оолитовых известняков. Для всего Новобешевского нижнего цикла в целом характерно обеднение фораминиферовой фауны, полное исчезновение визейских форм и чередование детритусово-водорослевых и детритусовых известняков с оолитовыми известняками. Последние особенно широко развиты в Кальмиусском районе, где в тесной связи с ними встречаются и коралловые известняки.

Новобешевский верхний цикл представлен детритусовыми или детритусово-водорослевыми (*Donezella*) известняками с конгортопоридами, в редких случаях с «строматопоровыми» (?) прослоями, содержащими значительное количество довольно однообразной фораминиферовой фауны. Среди новых видов следует отметить *Pseudostaffella antiqua*, имеющего важное стратиграфическое и корреляционное значение. Известняки трансгрессивной части цикла отличаются от регрессивной его части главным образом большим количеством фораминифер. Это согласуется с близким фациальным составом регрессивной и трансгрессивной части данного цикла.

В основании Башкирского нижнего цикла, в пределах Мандрыкинского цикла четвертого порядка ( $F_1-G_1$ ) — известняки детритусовые с водорослями *Donezella*, *Contortoporiidum* и фораминиферами. С развитием регрессии (Моспинский цикл четвертого порядка  $G_1-H_1$ ) они уступают место тонкозернистым известнякам с небольшим количеством алевроитово-глинистой примеси и несортированного детрита; преобладающими органическими остатками этих известняков являются криноидеи и брахиоподы, фораминиферы встречаются редко. В трансгрессивной части цикла (Ремовский цикл четвертого порядка  $H_1-H_4$ ) вновь появляются чистые водорослевые известняки.

Башкирский верхний цикл в своей регрессивной части (Рутченковский цикл  $H_4-H_6$ ) представлен детритусовыми известняками с немногочисленными водорослями *Donezella*. Детрит содержит обломки криноидей, брахиопод, гастропод, остракод. Цемент тонкозернистый, иногда с песчано-глинистой примесью. Фораминиферы встречаются редко. В трансгрессивной части цикла, представленной Харцызским циклом четвертого порядка ( $J_2^3-K_1$ ), известняки водорослевые (*Donezella*) с небольшим количеством детритуса и частыми фораминиферами. В северо-восточных районах они содержат иногда прослой, обогащенные спиккулами губок.

В Московском нижнем цикле содержатся детритусовые известняки с водорослями *Donezella*. В северо-восточных районах чаще встречаются водорослевые или водорослевые с детритусом известняки, иногда с прослоями, обогащенными спиккулами губок. Фораминиферы разнообразны и довольно многочисленны, особенно в верхней трансгрессивной части цикла (Рубежанский цикл четвертого порядка  $K_7-L_1$ ). С основания цикла отмечено появление многих новых видов, большая часть которых имеет распространение только в его пределах.

В нижней регрессивной части Московского верхнего цикла (Алмазный цикл  $L_1 - M_1$ ) наряду с детритусовыми известняками присутствуют еще отдельные водорослевые (донецелловые) известняки ( $L_1$  и верхняя пачка известняка  $L_7$ ). Выше по разрезу эти водоросли уже не наблюдаются. Фораминиферы встречаются часто, многие из них являются новыми видами. В западных районах некоторые известняки замещены глинисто-алевритовыми разностями.

Трансгрессивная часть цикла, представленная Горловским циклом четвертого порядка ( $M_1 - M_6$ ), содержит детритусовые известняки с большим количеством фораминифер. Последние иногда являются порообразующими организмами. В северо-западных и северо-восточных районах в некоторых известняках присутствуют спикуловые прослои.

Анализ содержащейся в известняках микрофауны показывает, что изменения комплексов фораминифер также отчетливо связаны с крупными циклами осадконакопления. Переход от карбонатной толщи к терригенным угленосным отложениям нижнего карбона, начинающимся регрессивным Кальмиусским нижним циклом пятого порядка, отмечается вымиранием крупных визейских форм, которые выше известняка  $B_7$  уже не встречаются. Переход к трансгрессивному Кальмиусскому верхнему циклу знаменуется массовым вымиранием визейских форм и появлением совершенно новых, близких уже к среднекаменноугольным. Это обновление фауны фораминифер начинается еще с верхней трансгрессивной части Кальмиусского нижнего цикла, представленной Берестовским циклом четвертого порядка ( $C_5 - C_8$ ).

На границе Кальмиусского и Новобешевского циклов шестого порядка происходит окончательное вымирание визейских форм. В Новобешевский нижний цикл пятого порядка переходят лишь отдельные представители визейского яруса, где они и заканчивают свое существование. В трансгрессивном Новобешевском верхнем цикле появляется уже *Pseudostaffella antiqua* (Dutk.), характерная для низов среднего карбона.

Граница между Новобешевским и Башкирским циклами шестого порядка, являющаяся одновременно границей между ниже- и среднекарбовыми циклами седьмого порядка и между нижним и средним отделами карбона, маркируется новым интенсивным обновлением фауны фораминифер. В Башкирском нижнем цикле получает массовое развитие *Pseudostaffella antiqua* (Dutk.) и целый ряд новых типично среднекаменноугольных форм, в том числе *Ozawainella umbonata* Brazhn. et Pot., *Profusulinella primitiva* Sosn.

Максимальное количество фауны фораминифер приурочивается к трансгрессивному Башкирскому верхнему циклу, в пределах которого отмечается появление более высоко организованных форм, таких как *Ozawainella pararhomboidelis* Man., *Profusulinella rhombiformis* Brazhn. et Pot. и др.

Переход к Московскому циклу шестого порядка сопровождается как вымиранием старых форм, так и появлением большого количества новых видов. Вымирание старых форм, в том числе рода *Archaediscus* и примитивных *Eofusulina*, происходит на протяжении регрессивного Московского нижнего цикла, в котором получают преимущественное развитие роды *Ozawainella* и *Profusulinella*. В Московском верхнем цикле наблюдается массовое развитие рода *Fusulina*, представители которого нередко являются здесь порообразующими организмами.

Интенсивность процесса обновления фауны в сильной степени зависит от характера и интенсивности тектонических движений и связанных с ними существенных перестроек палеоландшафта, происходивших на границах крупных циклов. Так, интенсивные поднятия прибортовых



участков бассейна накопления, сопровождавшиеся выносом обильного песчаного материала, в особенности характерные для Новобешевского нижнего цикла, обусловили общее обеднение фауны фораминифер и преобладание процесса вымирания старых форм над процессом появления новых видов. Этому способствовали предельно малые периоды колебательных движений, обусловившие исключительно малые мощности мелких циклов и неустойчивость морского ландшафта. Переход от Новобешевского цикла к Башкирскому происходил, наоборот, в условиях ослабленной эрозионной деятельности, минимального поступления обломочного материала из удаленной области сноса и резкого увеличения периодов частных колебаний, обусловивших соответственное увеличение мощности циклов всех порядков. Регрессивная часть Башкирского нижнего цикла растянута во времени и представлена преимущественно устойчивыми морскими обстановками. Это благоприятствовало исключительной интенсивности процесса обновления фауны фораминифер, выразившегося в массовом появлении целого ряда новых среднекаменноугольных форм.

Из изложенного выше материала можно сделать следующие выводы.

1. Известняки угленосной толщи нижнего карбона отличаются большим разнообразием структурно-генетических типов, среди которых преобладают относительно мелководные и прибрежные, особенно характерные для регрессивных циклов пятого порядка: Кальмиусского нижнего и Новобешевского нижнего. Отдельные структурно-генетические типы (коралловые, оолитовые, контортопоридовые) локализовались на ограниченных участках пространства и в ограниченных интервалах времени, что указывает на неоднородность и одновременно неустойчивость (в деталях) ландшафтно-тектонических условий. Весьма характерна также частая доломитизация и анкеритизация отдельных известняковых горизонтов.

2. Известняки среднего карбона в целом относительно более глубоководны и однообразны. Среди них преобладают детритусово-водорослевые и чисто детритусовые типы, преимущественно с большим количеством разнообразных фораминифер. Подавляющая масса известняков сложена кальцитом с небольшой примесью других карбонатов. Структурно-генетический тип отдельных горизонтов выдерживается на больших расстояниях. Все это свидетельствует о значительно более однородном и устойчивом морском ландшафте и характере тектонических движений.

3. Изменения характера известняковых горизонтов в пределах угленосной толщи нижнего и среднего карбона закономерно связаны со сложнocyклическим развитием осадконакопления. При этом наряду с периодической повторяемостью отдельных структурно-генетических типов выявляются специфические особенности известняковых горизонтов, присущие отдельным крупным циклам осадконакопления.

4. Наблюдающиеся изменения состава фауны фораминифер, содержащейся в подавляющем большинстве известняковых горизонтов, также отражают сложнопериодический характер осадконакопления. Все существенные обновления родового и видового состава фораминифер связываются с теми изменениями фациальных обстановок, петрографического состава и ритмики, которые происходят на границах крупных циклов. При этом вымирание старых форм приурочивается к регрессивным фазам развития крупных циклов. Появление новых форм начинается одновременно с вымиранием старых, но максимальный расцвет появившихся новых форм приурочивается к трансгрессивным фазам крупных циклов, где имела место более благоприятная обстановка для их развития.

## ИЗМЕНЕНИЯ УГЛЕННОСТИ И ПЕТРОГРАФИЧЕСКОГО СОСТАВА УГЛЕЙ

Распределение углей по разрезу нижнего и среднего карбона оказывается наиболее тесно связанным со сложно-циклическим характером осадконакопления и наиболее ярко выявляет его закономерные особенности. Для образований углей всегда оказывается максимально благоприятным переходный период от регрессивной фазы цикла к трансгрессивной. В циклах первого порядка этот период является единственным, когда может образоваться один угольный пласт данного цикла. В циклах второго и высших порядков количество угольных пластов, в общем случае, может равняться количеству содержащихся циклов первого порядка. При этом, однако, угольные пласты максимальной мощности образуются в переходные периоды от регрессивной части рассматриваемого цикла определенного порядка к его трансгрессивной части. В зависимости от характера перехода — резкого или растянутого во времени, — максимум угленосности сосредоточивается в одном или нескольких циклах низших порядков. На фиг. 30 дано наглядное изображение характера изменения средней угленосности (для всей исследованной площади) по вертикальному разрезу.

Как видно, кривая средней угленосности циклов второго порядка дает резкие максимумы угленосности против каждого цикла третьего порядка, отвечающие переходному периоду в развитии этого цикла. Величины максимумов неодинаковы и изменение их также имеет периодический характер, что отчетливо показывают огибающие кривые, выявляющие максимумы угленосности внутри циклов четвертого порядка, которые опять-таки отвечают переходному периоду смены регрессивного развития каждого цикла — трансгрессивным.

Из графика видно, что максимумы угленосности циклов четвертого порядка в свою очередь испытывают закономерные изменения, тесно связанные с циклическостью пятого и шестого порядков. В этом нетрудно убедиться, соединяя мысленно вначале вершины максимумов угленосности всех циклов четвертого порядка, а затем только тех, которые являются максимальными в пределах циклов пятого порядка. Огибающие кривые будут в общем подобны приведенной кривой изменения коэффициента угленосности, вычисленного для циклов четвертого порядка.

Изменения угленосности в пределах крупных циклов ярко подчеркивают регрессивную или трансгрессивную направленность их развития. При этом в отчетливо выраженной ритмичности угленакопления, по мере перехода к крупным циклам осадконакопления, начинают все более проступать черты индивидуальных, неповторимых особенностей угленакопления, выражающиеся как в абсолютных значениях и характере распределения угленосности, так и в петрографическом составе углей. Эти индивидуальные особенности отчетливо проявляются уже в циклах пятого порядка и в еще большей степени — в циклах шестого порядка.

Для Московского цикла с его исключительно высокой угленосностью, характерен широкий, резко выраженный и сильно расчлененный максимум угленосности (за счет резких колебаний ее в регрессивных и трансгрессивных циклах низших порядков), располагающийся как в регрессивной, так и в трансгрессивной части цикла. При этом наиболее высокая промышленная угленосность приурочивается к началу трансгрессивной части Московского цикла, представленной Алмазным циклом четвертого порядка ( $L_1 - M_1$ ), совпадающим со свитой  $C_2^6$ .

Башкирский цикл невысокой угленосности имеет, наоборот, очень расплывчатый узкий и слабо расчлененный максимум, довольно равномерно распространяющийся как на регрессивную, так и на трансгрес-

сивную части цикла (представленные, соответственно, нижним и верхним Башкирским циклами пятого порядка). Новобешевский цикл практически лишен угленосности.

Максимум угленосности Кальмиусского цикла находится целиком в пределах его нижней регрессивной части, представленной Кальмиусским нижним циклом пятого порядка. По абсолютным значениям, ширине и характеру расчлененности он занимает промежуточное положение между Московским и Башкирским циклами.

Еще более существенные различия обнаруживаются при сравнении ниже- и среднекарбовых циклов седьмого порядка. Оказывается, что в нижекарбовом цикле промышленная угленосность приурочена к его регрессивной части, представленной Кальмиусским циклом шестого порядка, в то время как трансгрессивная часть нижекарбового цикла седьмого порядка (представленная Новобешевским циклом) практически безугольна.

В среднекарбовом цикле мы имеем совершенно обратную картину: максимальная угленосность приурочена к трансгрессивной части цикла, представленной Московским циклом шестого порядка, а в регрессивной части цикла (представленной Башкирским циклом шестого порядка) она сильно снижена.

Таким образом, продуктивные толщи нижнего и среднего карбона занимают совершенно различное положение в циклах седьмого порядка, что согласуется и с резкими различиями петрографического состава содержащихся в них углей.

Угли верхневизейского времени нижнего карбона в пределах Кальмиусского нижнего цикла обычно сложнослоистые, чаще переходные от клареновых к дюреновым и дюреновые, преимущественно смешанного состава (имеют повышенное содержание спор и фюзенизированных компонентов). По степени восстановленности и разложенности растительного материала угли большей частью переходные («а», «б»), реже маловосстановленные, сильноразложенные («а») и еще реже восстановленные, слаборазложенные («в»). По исходному растительному материалу угли характеризуются высоким содержанием спор, органов спороношения, стеблевых, реже листовых тканей. Органы спороношения, стеблевые и листовые ткани подвержены процессам как гелификации (большей частью), так и фюзенизации (в меньшей степени). Среди спор резко преобладают микроспоры с грубой толстой экзиной, которые особенно характерны для дюреновых углей. Кутикула в верхневизейских углях очень тонкая, с плохо выраженными зубчиками, встречается редко и обычно в клареновых прослойках. Выше по разрезу угли карбона (включая и верхний карбон) преимущественно клареновые.

По углям Кальмиусского верхнего и Новобешевского циклов пятого порядка у нас очень мало данных, так как эта часть разреза практически неугленосна. Единственный рабочий пласт  $c_{24}$  на Волчанской площади представлен весьма маловосстановленным и сильноразложенным клареновым углем. В пределах Новобешевского цикла шестого порядка единичными скважинами встречены маломощные пропластки большей частью слаборазложенных восстановленных клареновых углей с редкими дюреновыми прослойками. Исходный материал углей представлен главным образом гелифицированными стеблевыми, листовыми тканями и органами спороношения. Листовые ткани обычно нежные, иногда оконтурены очень тонкой кутикулой. Преобладают споры с тонкой экзиной, но наряду с этим часто встречаются и толстостенные оболочки микроспор.

Угли Башкирского цикла сходны с углями Новобешевского цикла. Среди них резко преобладают слаборазложенные восстановленные и весьма восстановленные клареновые угли, особенно характерные для

регрессивной части Башкирского нижнего цикла (Мандрыкинский и Моспинский циклы четвертого порядка  $F_1—H_1$ ). В трансгрессивной части Башкирского нижнего цикла (Ремовский цикл четвертого порядка  $H_1—H_4$ ) и в регрессивной части Башкирского верхнего цикла (Рутченковский цикл четвертого порядка  $H_4—H_6^1$ ) наряду со слабо разложенными восстановленными углями встречаются (южная часть Красноармейского района, Кураховско-Марьинский и Донецко-Макеевский районы) и сильно разложенные, маловосстановленные угольные пласты, в том числе рабочей мощности. В пределах однородной и трансгрессивной части Башкирского верхнего цикла (Бабаковский и Харцызский циклы четвертого порядка  $H_6^1—K_1$ ) пласты сложены преимущественно переходными и слабо разложенными восстановленными типами.

На общем фоне клареновых углей в Башкирском цикле нередко встречаются и дюреновые прослои, особенно характерные для некоторых пластов Башкирского верхнего цикла и трансгрессивной части Башкирского нижнего цикла.

Состав спор Башкирского цикла обычно смешанный, с преобладанием среднекаменноугольных форм, которые в массовом количестве встречаются, начиная с трансгрессивной части Башкирского нижнего цикла (со свиты  $C_2^3$ ). С этого же времени отмечается несколько повышенное содержание в углях фюзенизированных компонентов (в свитах  $C_2^3$  и  $C_2^4$ ).

По исходному растительному материалу угли Башкирского цикла также близки углям Новобешевского цикла. В них встречаются гелифицированные стеблевые, листовые ткани и органы спороношения. Листовые ткани нежные, с тонкой кутикулой. Часто встречаются крупные стеблевые ткани, иногда с клетками, выполненными смолой. Обильные тела, сходные со смоляными образованиями, характерны для Башкирского верхнего цикла, где они появляются, начиная с пласта  $h_8$  и особенно широко развиты в свите  $C_2^4$ . Начиная с трансгрессивной части Башкирского нижнего цикла, в большом количестве появляется пыльца кордаитовых.

Угли Московского цикла по вещественно-петрографическому составу мало отличаются от углей Башкирского и Новобешевского циклов и представлены в основном кларенами. Только в нижней части Московского нижнего цикла, до пласта  $k_3$  включительно, нередко прослои кларено-дюреновых и дюреновых смешанных углей. По степени разложенности растительного материала и восстановленности угли бывают различными и колеблются от маловосстановленных сильно разложенных до весьма восстановленных очень слабо разложенных типов. Такие резкие колебания типов углей особенно характерны для регрессивной части Московского верхнего цикла (свита  $C_2^6$ ) и наименее — для трансгрессивной части этого цикла (свита  $C_2^7$ ), где преобладают переходные и слабо разложенные восстановленные, чаще всего широкополосчатые сернистые угли.

Существенное отличие углей различных интервалов карбона заключается в исходном растительном материале, что наиболее четко выявляется по особенностям кутикулы листовых гелифицированных тканей и в спорово-пыльцевом составе.

Среди гелифицированных компонентов верхневизейских углей Кальмиусского нижнего цикла наиболее распространены органы спороношения, стеблевые ткани и в меньшей мере листовые. Последние большей частью лишены кутикулы, либо с очень тонкой кутикулой.

В углях среднего карбона листовые паренхимные ткани встречаются в значительных количествах, причем в пределах Башкирского цикла это обычно тонкие нежные листья, околонтурные большей частью тонкой кутикулой; в углях Московского цикла, особенно в пределах транс-

грессивного Московского верхнего цикла пятого порядка (свиты  $C_2^6$  —  $C_2^7$ ), листовые ткани крупные и часто оконтурены грубой, толстой кутикулой. Наряду с листовыми тканями в среднем карбоне содержится много стеблевых тканей и органов спороношения, которые также имеют некоторые отличительные особенности.

Среди спор особенное корреляционное значение имеют микроспоры; они резко преобладают над макроспорами и морфологически лучше изучены.

В верхневизейских, преимущественно дюреновых, углях Кальмиусского нижнего цикла широко распространены споры с толстой экзиной типа: *Hymenozontreletes bialatus* (Wal.) Naum., *Trematozonotriletes variabilis* (Wal.) Naum., *T. commutatus* (Wal.) Naum.

В Кальмиусском верхнем и Новобешевских циклах заметно уменьшается количество спор с толстыми оторочками и увеличивается количество спор с тонкими пленчатыми оторочками и без оторочек, причем резко доминирует *Hymenozonotriletes pusillus* (Wal.) Naum.

Для Башкирского цикла характерно появление ряда форм спор и пыльцы среднекаменноугольного облика и убывание форм намюрского типа с толстой экзиной. Начиная с трансгрессивной части Башкирского нижнего цикла, в массовом количестве появляется пыльца кордаитовых типа *Perisaccus pumicosus* (Ibr.) Naum. и споры с однолучевой щелью разверзания типа *Azonomonoletes vulgaris* (Ibr.) Lub. и *A. minutus* (Ibr.) Lub., а также ряд других видов, типичных для среднего карбона.

В Московском цикле полностью исчезают формы намюрского облика (не поднимаются выше пластов  $k_2$  —  $k_3$ ) и наблюдается расцвет среднекаменноугольного комплекса спор и пыльцы.

Рассматривая изменения петрографического состава углей в совокупности с охарактеризованными выше изменениями литолого-фациального состава и циклического строения, можно констатировать следующие положения.

1. Каждому циклу шестого порядка присущи более или менее ярко выраженные специфические особенности петрографического состава углей, однако изменения последнего в общем случае не совпадают с границами циклов шестого порядка; они приурочиваются к началу поступления грубообломочного речного материала с обновленной ассоциацией минералов, свидетельствующей о начале нового цикла эрозии.

В том случае, когда появление или резкое усиление привноса речного материала совпадает с началом цикла шестого порядка и общая обстановка благоприятствует новой вспышке угленакопления, изменение петрографических свойств углей также происходит на границе соседних циклов шестого порядка. Подобный случай мы наблюдаем на границе Башкирского и Московского циклов шестого порядка.

Переход от Новобешевского цикла к Башкирскому сопровождается значительно более постепенными изменениями фациального состава пород и грубозернистый речной материал появляется здесь лишь с началом развития трансгрессивной фазы Башкирского нижнего цикла (начало накопления свиты  $C_2^3$  относительно высокой угленосности). К этому же времени приурочиваются и заметные изменения петрографического состава углей, совпадающие здесь с границей между регрессивным Моспинским и трансгрессивным Ремовским циклами четвертого порядка.

Переход от Кальмиусского к Новобешевскому циклу сопровождается резким усилением привноса грубообломочного речного материала. Однако вещественный состав пород свидетельствует, как было отмечено выше, о поступлении этого материала из прибортовых участков бассейна за счет поднятий и размыва преимущественно осадочного комплекса

пород. Начало этого процесса относится к значительно более раннему времени — началу развития Кальмиусского верхнего цикла пятого порядка, а первые признаки отмечаются еще в пределах трансгрессивной части Кальмиусского нижнего цикла. В соответствии с этим существенные изменения петрографического состава углей также приурочиваются к границе между нижним и верхним Кальмиусским циклами пятого порядка, а тенденции к этим изменениям улавливаются еще начиная с трансгрессивной части Кальмиусского нижнего цикла. Единичные угольные пласты Новобешевского цикла, с его практически ничтожной угленосностью, в значительной степени как бы наследуют тот состав, который был обусловлен существенными изменениями ландшафтно-тектонических условий на границе Кальмиусского нижнего и верхнего циклов; усиление эрозии и привноса речного материала с началом Новобешевского цикла сказывается весьма незначительно.

2. Характер и интенсивность изменений петрографического состава углей очень различны и не обнаруживают прямой связи с интенсивностью поступления речного материала и обновления его минеральной ассоциации. Исключительные по своей значимости изменения наблюдаются на границе Кальмиусского нижнего и верхнего циклов, где дюреновые угли сменяются клареновыми, что сопровождается соответствующим изменением всех или почти всех петрографических признаков (резкое уменьшение фюзена, сокращение количества спор при соответствующем увеличении листовых тканей, появление спор с тонкими оторочками) и химико-технологических свойств углей. Все последующие изменения петрографического состава имеют значительно менее глубокий и более постепенный характер, что обособляет угли Кальмиусского нижнего цикла от углей всей остальной части разреза. Это согласуется с отмеченными выше специфическими особенностями циклического строения Кальмиусского нижнего цикла, которые отличают его от всех других циклов.

Изменения петрографического состава при переходе от Кальмиусского верхнего цикла к трансгрессивному Новобешевскому выражаются лишь в резком увеличении углей слаборазложенного восстановленного типа, которые преобладают в Новобешевском цикле.

Переход к регрессивному Башкирскому циклу выражается в некотором учащении среди клареновых углей дюреновых прослоев, в небольшом увеличении фюзена, в более широком развитии переходных и мало-восстановленных (слаборазложенных углей) при общем преобладании слабо-разложенных (восстановленных), в появлении большого количества тел, сходных со смоляными образованиями, а также целого ряда новых среднекаменноугольных спор и пыльцы кордаитовых.

Переход к трансгрессивному Московскому циклу сопровождается почти полным исчезновением в клареновых углях дюреновых прослоев, резкими колебаниями степени разложенности и восстановленности, появлением крупной листевой ткани с грубой толстой кутикулой, расцветом среднекаменноугольных форм спор и пыльцы, почти полным исчезновением тел, сходных со смоляными образованиями.

3. Наблюдаются более или менее отчетливо выраженная приуроченность дюрена и фюзена к регрессивным Кальмиусскому и Башкирскому циклам (шестого порядка), хотя абсолютные содержания этих компонентов в данных циклах несоизмеримы. К регрессивным же циклам приурочивается обилие спор и смоляных образований, но первые локализуются в регрессивном Кальмиусском цикле (в его нижней регрессивной части), а вторые — в регрессивном Башкирском цикле.

Одновременно наблюдается более или менее отчетливо выраженная приуроченность слабо-разложенных восстановленных и весьма восстановленных углей к трансгрессивным Новобешевскому и Московскому

циклам (шестого порядка), проявляющаяся на фоне возрастающей неоднородности углей (по степени разложенности и восстановленности), достигающей максимального выражения в Московском цикле. Эта возрастающая неоднородность согласуется со все более резкой дифференциацией литолого-фациального состава пород, достигающей максимального выражения в Московском цикле, где имеет место частое чередование грубозернистых речных песчаников с морскими аргиллитами.

4. Изменения петрографического состава углей контролируются совокупностью целого ряда факторов как тектонического, так и фациального характера. В зависимости от формы и интенсивности проявления того или иного фактора то более, то менее существенно меняются отдельные петрографические признаки углей, что обуславливает специфический характер их состава в каждом крупном цикле осадконакопления.

## *Глава V*

### **СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЦИКЛОВ КРУПНЫХ ПОРЯДКОВ**

Стратиграфия Донецкого карбона изучалась различными исследователями в течение более столетия. Однако несмотря на столь длительный период изучения, многие немаловажные детали не получили еще единообразного, общепризнанного решения. Различные авторы, изучая отдельные группы ископаемой фауны и флоры, создали ряд стратиграфических схем, иногда существенно отличающихся друг от друга в смысле объема ярусов, подъярусов, зон, горизонтов. Не существует единого мнения насчет границы между нижним и средним отделами, с одной стороны, и средним и верхним отделами карбона — с другой. Диаметрально противоположные взгляды существуют по вопросу об объеме и целесообразности выделения намюрского яруса.

Подробное изложение основных биостратиграфических схем расчленения донецкого карбона выходило бы за рамки настоящего раздела. Оно содержится во многих специальных работах (Ротай, 1951, 1952; Новик, 1953; Киреева, 1951, 1952; Фомичев, 1953; Айзенберг, 1958 и др.).

Можно надеяться, что усиленное внимание к изучению палеонтологической стратиграфии донецкого карбона приведет в ближайшие годы к созданию единой биостратиграфической схемы, отсутствие которой особенно остро ощущается геологами, занятыми изучением крупных палеозойских регионов юга европейской части СССР.

Многолетний опыт работ в Донецком бассейне показал, что дробная стратиграфия, без которой геолог-угольщик не может вести никакой серьезной работы, не могла быть создана исключительно только на палеонтологической основе.

Недостаточность обычных методов биостратиграфии в условиях мощных угленосных толщ донецкого типа связана с тем, что при большой скорости накопления осадков эволюция органического мира сказывается слабо и смена одних форм другими от слоя к слою в большей мере обуславливается изменением фациальной обстановки, чем развитием фауны во времени.

Между тем для решения вопросов угольной геологии необходима исключительно дробная стратификация разреза, доведенная до синонимии каждого угольного пласта. В этой связи практика угольной геологии потребовала разработки других методов особо детальной корреляции разрезов. Правильные пути к решению данной проблемы были найдены основоположником современной угольной геологии, русским ученым Леонидом Ивановичем Лутугиным. Лутугинская методика в основе своей являлась литологической. Тщательно изучив разрез донецкого



карбона и его изменения на площади бассейна, Лутугин и его последователи подметили ряд закономерных особенностей в ходе накопления осадков каменноугольной толщи и отразили их в предложенной схеме расчленения карбона на свиты с индексацией пластов углей и известняков, широко известной под названием схемы б. Геолкома.

Позднее многие исследователи, занимавшиеся изучением стратиграфии донецкого карбона, отмечали и в той или иной степени использовали приуроченность изменений органического мира к границам крупных циклов или ритмов осадконакопления (Логвиненко, 1953; Фомичев, 1953 и др.). Особо следует остановиться на работе Д. Е. Айзенверга, предлагающего пользоваться в качестве основной стратиграфической единицы «осадочными комплексами», выделенными им в отложениях нижнего карбона Донбасса по совокупности литолого-фациальных и палеонтологических данных. Осадочные комплексы являются отражением «крупных геологических событий (морских трансгрессий или регрессий)», а в тектоническом отношении «отражением относительно крупных колебательных движений значительного радиуса» (Айзенберг, 1958, стр. 16—18).

Каждый осадочный комплекс, по Айзенвергу, включает разнообразные ассоциации пород и фаций, выражающих этап длительной региональной трансгрессии, сменяющейся затем соответствующей регрессией моря. Граница между трансгрессивным и регрессивным развитием комплекса используется для подразделения его на подкомплексы. Таким образом, осадочные комплексы Айзенверга представляют крупные циклы или ритмы осадконакопления (хотя автор избегает этих терминов, предпочитая пользоваться значительно более общим понятием «историко-геологического этапа»). «При наличии достаточно полного палеонтологического материала в ряде случаев удается установить соответствие рубежей в развитии отдельных групп ископаемых организмов (особенно микрофауны) геологическим границам между комплексами. Это обстоятельство, свидетельствующее о самостоятельности палеонтологической характеристики выделенных комплексов, тем самым говорит об их крупном стратиграфическом значении» (Айзенберг, 1958, стр. 15—16).

Полностью разделяя взгляды названного автора на взаимосвязанность сложнопериодического развития процесса осадконакопления и изменений органического мира, мы считаем необходимым подчеркнуть, что конкретное изучение форм этих связей едва лишь начинается. Работа Д. Е. Айзенверга в этом отношении является почти пионерской и как таковая не совершенна, что, разумеется, не умаляет ее большой ценности как крупного монографического исследования стратиграфии нижнего карбона Донбасса.

Основным недостатком является отсутствие определенного методического подхода к выделению границ крупных циклов осадконакопления и трактовке регрессивного и трансгрессивного этапов их развития, особенно в части использования данных литологических наблюдений.

Характеризуя методику выделения осадочных комплексов, Д. Е. Айзенберг на первое место выдвигает сравнительный фациальный анализ, однако тут же делает следующую оговорку: «Важно подчеркнуть сравнительный характер этого анализа; в задачу его не входит выделение отдельных фаций, фаз, циклов и др., так как литологические исследования подобного рода имеют дело главным образом с производными от незначительных тектонических движений, имеющих лишь подчиненное стратиграфическое значение. Наша же задача в данном случае состоит в выявлении более крупных стратиграфических единиц, отражающих отдельные значительные этапы геологической истории территории, связанные с основными тектоническими движениями, отраженными на всей этой территории» (стр. 15).

В свете полученных нами данных эти положения Д. Е. Айзенверга представляются ошибочными. Как было показано, мелкие циклы первого порядка (выделение которых Айзенберг считает в данном случае бесполезным), в действительности представляют тот исходный фактический материал, на основании которого только и можно прийти к объективному выделению крупных циклов, соизмеримых с «осадочными комплексами».

Разумеется, в отдельных частных случаях, при исключительно отчетливо выраженной направленности развития осадконакопления, можно достаточно верно наметить границы отдельных крупных циклов, используя закономерные изменения гранулометрического состава терригенных пород, а также частоту встречаемости таких характерных для донбасского разреза органогенных пород, какими являются известняки и угли.

Однако в общем случае такое выделение крупных циклов «на глазок», без последовательного сравнительного анализа всей гаммы циклов промежуточного масштаба, будет всегда субъективным, трудно доказуемым и неоднозначным. Кроме того, практика показывает, что выделенные таким образом циклы обычно оказываются циклами разных порядков и границы их соответствуют «этапам геологического развития» и «рубежам изменения» различной значимости и различной степени региональности. Сравнивая осадочные комплексы Айзенверга с выделенными нами циклами, видим, что Ефремовский комплекс соизмерим по объему с Кальмиусским нижним циклом пятого порядка, Старобешевский комплекс примерно равен двум циклам пятого порядка: Кальмиусскому верхнему и Новобешевскому нижнему, а Амвросиевский комплекс — одному циклу пятого порядка Новобешевскому верхнему. Следует еще заметить, что Д. Е. Айзенберг говорит о проявлении мелкой цикличности (первого порядка) непосредственно на фоне крупных колебательных движений Донецкого прогиба. Он видит, следовательно, циклы только двух несоизмеримых порядков — мелкие и крупные, в соответствии с чем все выделенные им крупные осадочные комплексы и попадают в категорию крупных циклов одного порядка.

Еще более неверным и, на наш взгляд, даже парадоксальным является утверждение, что применение метода сравнительного фациального анализа не требует выделения или определения отдельных фаций. Это тем более непонятно, что под фацией Д. Е. Айзенберг понимает (так же как и мы) не просто горные породы или их естественные ассоциации, а «совокупность условий образования горных пород, запечатленных в конкретных признаках этих пород» (стр. 16).

Разумеется, право каждого автора, в зависимости от масштаба и задач его исследований, рассматривать фации более или менее широко, переходить от отдельных фаций к их сообществам, к фациальным обстановкам, характеризовать крупные интервалы разреза преимущественно преобладающей в них одной или несколькими фациальными обстановками.

Однако, независимо от степени обобщения, фациальный анализ невозможен без выделения отдельных фаций. Отрицание необходимости изучения отдельных фаций лишь на том основании, что ставится задача выделения крупных этапов трансгрессивного и регрессивного развития, кажется нам столь же противоестественным, как если бы вдруг стали отрицать необходимость изучения отдельных пород при проведении мелкомасштабной геологической съемки.

Согласно собственному утверждению Д. Е. Айзенверга, с помощью метода сравнительного фациального анализа «удаётся наметить относительно более мористые комплексы осадков, разделенные толщами — свидетелями ослабления связей с открытым морем» (стр. 15).

Более мористая толща, сменяющаяся вверх по разрезу относительно менее мористой, при условии выдержанности этого соотношения в смежных разрезах, и представляет существо осадочного комплекса, или одного крупного цикла осадконакопления, начало которого совмещается Айзенвергом с началом нового трансгрессивного этапа в развитии осадконакопления.

К чему же приводит применение метода сравнительного фациального анализа в понимании Айзенверга, т. е. без выделения и определения фаций? Разберем это на примере Ефремовского комплекса, выделенного в объеме зоны  $C_1^v f$  схемы А. П. Ротая, зоны  $C_1^v g$  (или свиты  $C_1^2$  по Геолкому) и нижней части зоны  $C_1^a a$  (подзоны  $C_1^a a_1$ ) (см. сопоставление стратиграфических схем, фиг. 2).

Использованные Д. Е. Айзенвергом литологические данные имеют самый общий характер. Они совершенно недостаточны для суждений о фациальных обстановках образования пород, направленности их изменения во времени, а следовательно, и для разграничения трансгрессивных и регрессивных этапов развития осадконакопления. Литологическая характеристика известняковых горизонтов по существу отсутствует, они выступают как «вместилище фауны».

Нижняя граница Ефремовского комплекса связывается Д. Е. Айзенвергом с началом средневизейской трансгрессии, которую автор считает наиболее значительной во всей каменноугольной истории рассматриваемой территории. Начальная стадия ее развития выражается известняками подзоны  $C_1^v f_1$ . В это время в западной части Донецкого прогиба и на некоторых участках северного склона Украинского массива еще существовали континентальные условия. Дальнейшим погружением территории, в период подзоны  $C_1^v f_2$ , было обусловлено значительное расширение контуров средневизейского моря. Осадконакопление в Донбассе сохраняло прежний, преимущественно карбонатный характер. Образование известняков зоны  $C_1^v f$  в целом относится к условиям спокойной нормально-морской седиментации на небольших глубинах и на значительном удалении от береговой линии. С начала образования подзоны  $C_1^v g$ , режим бассейна существенно меняется. Погружение приобретает пульсирующий характер, дно морского бассейна становится более мобильным, в бассейн поступают огромные количества терригенного материала, подавляющего карбонатную седиментацию, которая получает резко подчиненное значение. «Характер терригенных пород подзоны  $C_1^v g_1$  (состав, органические остатки, текстуры и пр.) не вызывает тем не менее каких-либо сомнений в нормально-морских условиях осадконакопления» (стр. 102).

В целом осадки нижней части Ефремовского комплекса (зона  $C_1^v f$  и подзона  $C_1^v g_1$ )... «отражают обширную трансгрессию морского бассейна» (стр. 129), что и дает основание к выделению их в самостоятельный подкомплекс  $C_1^{Ef_1}$ . «В верхней части рассматриваемой толщи отмечается уже некоторое уменьшение мористости разреза...» (стр. 102).

Переходя далее к верхнему подкомплексу  $C_1^{Ef_2}$ , автор пишет, что он «отражает заметное сокращение связей с обстановками открытого моря» и, что лишь «верхи этой толщи ( $C_1^a a_1$ ) фиксируют уже некоторое увеличение мористости» (стр. 102).

«Значительное снижение общей карбонатности разреза, полное отсутствие нормально-морских известняковых прослоев, своеобразный облик немногих установленных здесь известняков, значительное обеднение фауны, частое распространение углистых и близких к ним образований, так же как и ряд других признаков, свидетельствуют о том, что открытый морской бассейн этого (серпуховского) времени находился за пределами рассматриваемой территории. Почти полное отсутствие в этой толще Донбасса грубокластических образований говорит, по-ви-

димому, о том, что данная регрессивная стадия средневизейского этапа осадконакопления происходила в условиях относительной стабильности питающей бассейн суши» (стр. 199).

Д. Е. Айзенберг неоднократно подчеркивает, что все эти выводы сделаны на основании данных фациально-литологического (на первом месте) и палеонтологического анализа, однако никаких дополнительных аргументаций, вскрывающих процесс фациально-литологического анализа, в работе нет. В действительности, фациально-литологический анализ, как показывают наши исследования, приводит к существенно иным выводам.

По меньшей мере, начиная с известняка  $B_1$ , т. е. с основания зоны  $C_1^v g$  (лежащие ниже карбонатные толщи детально нами не изучались), развитие осадконакопления носит не трансгрессивный, а регрессивный характер, особенно отчетливо выраженный именно в пределах подзоны  $C_1^v g_1$  (см. профили обстановок фиг. 17 и сводную колонку на фиг. 30). Регрессивный характер развития не может быть сведен здесь только к «некоторому уменьшению мористости» в верхах подзоны, как это считает Айзенберг, он прослеживается на протяжении всей подзоны, выражаясь в последовательном изменении как фациальных обстановок — от морских до заливно-лагунных, так и отдельных фаций и выражающих их пород, в том числе известняков, а также в некоторых особенностях циклического строения (преобладание регрессивных циклов первого порядка). В верхней части разреза, занимающей около одной трети его, получает устойчивое развитие заливно-лагунная обстановка с широким участием болотных фаций и местами рабочей угленосностью. Регрессивный характер развития прослеживается и в нижней части подзоны  $C_1^v g_2$ , что выражается в слаборегрессивном характере Самарского нижнего цикла четвертого порядка, завершающегося морским горизонтом с известняком  $C_4$ . Однако лежащий выше цикл четвертого порядка, с известняком  $C_5$  в верхней части, имеет уже слаботрансгрессивный характер, а далее вверх трансгрессивное развитие в подзоне  $C_1^v a_1$  выступает уже со всей отчетливостью (Берестовский цикл четвертого порядка  $C_5 - C_8$ ). Таким образом, для большей части верхнеэфремовского подкомплекса имеет место не регрессивное развитие с «некоторым увеличением мористости» в верхах, а трансгрессивное развитие, достигающее максимума в период образования известняков  $C_7 - C_8$ . При этом граница между регрессивным и трансгрессивным развитием Ефремовского комплекса проходит по горизонту с известняком  $C_4$ , если считать с начальным этапом трансгрессивного развития, или по известняку  $C_5$ , если принимать во внимание начало отчетливо выраженной трансгрессии.

Неверен и вывод о стабильности области питания в период образования подкомплекса  $C_1^{Ei}$ , так как именно к зоне  $C_1^v a_1$  приурочивается появление грубозернистых песчаников с большим количеством обломков горных пород.

Вряд ли правильно также включение в один осадочный комплекс столь резко различных не только в литолого-фациальном, но и геотектоническом отношении зон, какими являются зоны  $C_1^v f$  и  $C_1^v g$  в Донбассе.

Различия между ними по существу имеют уже формационный характер, и, естественно, возникает вопрос, можно ли считать единым этапом геологической истории, отражающим одно крупное колебательное движение значительного региона, комплекс осадков, включающий две различные формации? Тем более, что, согласно утверждению самого автора, к его пониманию осадочного комплекса «по-видимому, близки некоторые из известных в литературе определений термина ф а м а ц и я» (стр. 18).

Наконец, совершенно непонятно, почему верхняя граница Ефремовского комплекса проводится по основанию песчаников под известняком

**С<sub>7</sub>?** Образование этих песчаников связано с подводными выносами рек. Подобные же песчаники с большим количеством обломков горных пород встречаются, как было показано, и ниже и выше по разрезу и вообще характерны для зоны С<sub>1</sub><sup>па</sup>. Нет никаких оснований считать их исключительными и принимать за начало новой трансгрессии.

Мы остановились столь подробно на некоторых сторонах работы Д. Е. Айзенверга по следующим соображениям.

Во-первых, эта работа представляет крупное стратиграфическое исследование нижнекарбонových отложений западного сектора Большого Донбасса, включающего изучавшуюся нами площадь.

Во-вторых, основные принципиальные положения Д. Е. Айзенверга о необходимости разработки региональных стратиграфических шкал с учетом литолого-фациальных особенностей крупных участков и сложно-периодического строения слагающих их осадков представляются нам весьма актуальными и прогрессивными.

Именно поэтому мы считали необходимым, в-третьих, подчеркнуть, что Д. Е. Айзенвергу не удалось в своей работе в полной мере реализовать возможности фациального и других литологических методов, применяемых в настоящее время при изучении осадочных пород. Очевидно, практическое осуществление идей Д. Е. Айзенверга невозможно без совместных усилий палеонтологов и литологов.

Исходя из этого, предложенное Д. Е. Айзенвергом подразделение может расцениваться лишь как первая попытка построения стратиграфии Донбасса на принципиально новых основах. Само подразделение нуждается в дальнейших коррективах с учетом не только палеонтологических данных (которых мы умышленно совершенно не касались), но и фактически проведенных литологических (в широком смысле) наблюдений.

Наши исследования, несомненно, представляют также лишь первую попытку раскрыть новые возможности литологических методов в задачах стратиграфического расчленения и выявления этапов развития Донецкого прогиба.

Подчеркивая самостоятельность и объективность предложенной нами методики выделения циклов разного порядка, мы ни в коей мере не считаем, что именно наша схема должна быть положена в основу новой стратиграфической шкалы Донбасса. Как мы уже сказали, вопросы увязки рубежей и общего изменения органического мира с границами и этапами периодического осадконакопления требуют дальнейших совместных исследований палеонтологов и литологов<sup>1</sup>. Решение этих вопросов, очевидно, выходит за рамки данной работы и возможностей ее авторов. Поэтому ниже мы ограничимся лишь кратким обзором выделенных нами циклов разных порядков с точки зрения их соответствия тем или иным стратиграфическим единицам.

Граница между двумя циклами седьмого порядка совпадает с границей между нижним и средним отделами карбона, принимаемой подавляющим большинством исследователей по известняку F<sub>1</sub>.

Л. С. Либрович (1946) и Е. Ю. Новик (1938) повышали ранее границу до известняка G<sub>1</sub>. Это вполне понятно, так как вся свита C<sub>2</sub><sup>1</sup> (F) представляет Мандрыкинский цикл четвертого порядка слаборегрессивного, близкого к однородному типа, с широким развитием морских обстановок, а отчетливое регрессивное развитие действительно начинается со свиты C<sub>2</sub><sup>2</sup> (G). Однако особенности вещественного состава пород и циклического строения свиты C<sub>2</sub><sup>1</sup> свидетельствуют о принадлежности ее уже к среднекарбонovому этапу осадконакопления.

<sup>1</sup> Любопытно отметить, что, несмотря на резко отличающуюся от нашей трактовку Д. Е. Айзенверга о направленности развития отдельных частей Ефремовского комплекса, получилось довольно близкое совпадение его границ с нашим Кальмиусским нижним циклом пятого порядка.

М. Д. Залесский (1928 г.), наоборот, опускал границу между  $C_1$  и  $C_2$  до основания свиты  $C_1^5$ . Аналогичная точка зрения была высказана позднее целым рядом исследователей (Айзенберг, Бражникова, Киреева, Эйно и др., 1957). Эти взгляды не находят подтверждения в наших материалах. Вещественный состав пород свиты  $C_1^5$ , особенности ее фаций и обстановок, мощности циклов низших порядков — все свидетельствует о тесной связи ее со свитой  $C_1^4$  и резких отличиях от свиты  $C_2^1$ . Следует заметить, что в последнее время Д. Е. Айзенберг, Н. Е. Бражникова, Е. О. Новик, А. П. Ротай и П. Л. Шульга вновь поднимают границу между  $C_1$  и  $C_2$  до известняка  $E_8$ . По нашим материалам, группой известняков  $E_8$  —  $E_8^3$ , залегающих среди морских терригенных осадков, завершается отчетливо трансгрессивный Саур-Могильский цикл четвертого порядка. Лежащий выше Мануйловский цикл четвертого порядка имеет слаботрансгрессивный характер, определяющийся главным образом характером известняка  $F_1$ . Отсюда ясно, что начало массового обновения фауны с появлением характерных среднекаменноугольных форм действительно могло быть приурочено к времени образования известняков  $E_8$  —  $E_8^3$ . Однако существенно новый этап в развитии осадконакопления, с которым связаны резкие изменения вещественного состава пород и мощности циклов всех порядков, начинается после образования известняка  $F_1$ , к которому мы и относим границу между нижне- и среднекарбонным осадконакоплением.

Верхняя граница верхнего цикла седьмого порядка нами не устанавливается, так как верхняя часть свиты  $C_2^7$  (М) и верхний карбон не были охвачены детальным фациально-циклическим анализом. Возможно, что она совпадает с границей между средним и верхним отделами карбона. Нижняя граница нижнего цикла седьмого порядка также не вполне ясна, по той же причине неизученности лежащих ниже известняковых толщ визейского яруса. Вероятно, она совпадает с границей между зонами  $C_1^4f$  и  $C_1^4g$ , являющейся границей между карбонатной и угленосной формациями.

В пределах нижнего карбона Кальмиусский цикл шестого порядка включает верхнюю терригенную часть визейского яруса и нижнюю часть намюрского яруса: объем последней различен в зависимости от положения нижней границы намюрского яруса у разных авторов. Новобешевский цикл включает остальную большую часть намюрского яруса (считая за его верхнюю границу известняк  $F_1$ ) и почти точно совпадает с зоной  $C_1^2e$  внутри намюрского яруса, выделенной на схеме Н. И. Лебедева (см. фиг. 2). Граница между двумя циклами, проводимая нами по морскому горизонту с известняком  $D_4$ , отмечалась в схеме А. П. Ротая (две сближенные границы) по известнякам  $D_3$  и  $D_5$  как граница отдельных зон внутри намюрского яруса. В последней схеме Д. Е. Айзенберга она примерно совпадает с границей между нижним и верхним подкомплексами Старобешевского комплекса.

В пределах среднего карбона Башкирский цикл шестого порядка совпадает с башкирским ярусом унифицированной схемы 1951 г., а Московский цикл отвечает московскому ярусу, с оговоркой о неопределенности верхней границы цикла по нашим данным.

Таким образом, объем циклов шестого порядка близок к объему ярусов. В среднем карбоне их границы практически совпадают. В нижнем карбоне такого точного соответствия не наблюдается. Граница между циклами шестого порядка проходит выше любой из предложенных границ намюрского и визейского ярусов, что является еще одним свидетельством искусственности принятого сейчас расчленения нижнего карбона Донбасса.

В пределах нижнего карбона Кальмиусский нижний цикл пятого порядка ( $B_1$  —  $C_8$ ) включает всю верхнюю терригенную часть

визейского яруса (в объеме зон  $C_1^v g$  и нижней половины  $C_1^v h$  по унифицированной схеме; по схемам Н. И. Лебедева и А. П. Ротая в нее входят также низы намюра — подзона  $C_1^a a_1$  по А. П. Ротая). Лежащий выше Кальмиусский верхний цикл ( $C_8 - D_4$ ) включает верхнюю часть свиты  $C_1^v h$  и нижнюю часть намюрского яруса (по унифицированной схеме): последняя примерно равна зоне  $C_1^2 d$  Лебедева и зонами  $C_1^{nb} + C_1^{nc}$  А. П. Ротая. Граница между этими двумя циклами в схеме А. П. Ротая приближенно отвечает границе между подзонами. Схема Айзенверга в этом отношении ближе к нашим данным, так как подымает значение этой границы до границы между комплексами.

Новобешевский нижний цикл ( $D_4 - E_2$ ) примерно отвечает зоне  $C_1^{nd}$  по схеме А. П. Ротая (его зону  $C_1^{nc}$ , по нашим данным, следует упразднить, отнеся верхнюю часть к зоне  $C_1^{nd}$ , а нижнюю — к зоне  $C_1^{nb}$ ), а также верхнему подкомплексу Старобешевского комплекса Айзенверга.

Новобешевский верхний цикл ( $E_2 - F_1$ ) соответствует свите  $C_1^5$  (Е) или зоне  $C_1^{ne}$  Ротая, а также зоне  $C_1^n$  В Новик, с той разницей, что нижняя граница цикла проводится нами по группе известняков  $E_2$ .

В пределах среднего карбона Башкирский нижний цикл пятого порядка ( $F_1 - H_4$ ) отвечает зоне  $C_2^1$  (А) Н. И. Лебедева (1927), выделенной им внутри нижнего или башкирского яруса среднего карбона. Позднее верхняя граница зоны  $C_2^1$  (А) Лебедева была отмечена Д. М. Федотовым (1932), М. Ф. Манукаловой-Гребенюк (1950), а также Е. О. Новик (1952).

Цикл Башкирский верхний ( $H_4 - K_1$ ) отвечает зонам  $C_2^1$  (В) и  $C_2^1$  (С), выделенным Н. И. Лебедевым внутри башкирского яруса, горизонтам III и IV М. Ф. Манукаловой-Гребенюк, а также зоне IV Новик.

В пределах московского яруса Московский нижний цикл ( $K_1 - L_1$ ) отвечает свите  $C_2^5$  (К) или верейскому горизонту унифицированной схемы, или зоне  $C_2^2$  (А) по схеме Н. И. Лебедева; он совпадает также с горизонтом V М. Ф. Манукаловой-Гребенюк. Московский верхний цикл ( $L_1 - M_6$ ) примерно отвечает двум зонам  $C_2^2$  (В) и  $C_2^2$  (С) Н. И. Лебедева, Б. И. Чернышев, Е. О. Новик, В. Д. Фомичев, М. И. Соснина, М. Ф. Манукалова-Гребенюк также выделили в этой верхней части среднего карбона две стратиграфические единицы (чаще называя их зонами, иногда подзонами или горизонтами), причем верхняя граница верхней зоны перемещается у разных авторов от известняка  $M_5$  до  $M_{10}$ , а граница между зонами проходит чаще по известняку  $M_1$ , реже по  $L_7$ .

В силу недостаточной стратиграфической изученности нижнего карбона он почти не имеет таких дробных подразделений, которые отвечали бы отдельным циклам четвертого порядка. Исключение представляют подзоны  $C_1^{na_1}$ ,  $C_1^{na_2}$  и зона  $C_1^n - b$  схемы А. П. Ротая, почти точно совпадающие с Берестовским ( $C_5 - C_8$ ), Камышевахским ( $C_8 - D_1$ ) и Новоселовским ( $D_1 - D_4$ ) циклами четвертого порядка. Из трех границ, разделяющих ряд циклов от Докучаевского нижнего ( $B_1 - B_7$ ) до Самарского нижнего ( $C_1 - C_4$ ) включительно, отмечена только одна, разделяющая подзоны  $C_1^v g_1$  и  $C_1^v g_2$  (в схеме Айзенверга это — граница подкомплексов) и совпадающая с границей между Самарским нижним и верхним циклами.

В среднем карбоне, наоборот, большая часть циклов четвертого порядка совпадает со стратиграфическими единицами, выделенными разными авторами в качестве зон (реже подъярусов) или горизонтов, которые в некоторых случаях соответствуют целым свитам [свиты  $C_1^2$  (F) и  $C_2^6$  (L)]. В верхней части среднего карбона имеют место еще более детальные стратиграфические подразделения, отвечающие циклам третьего порядка.

Таким образом, в целом по своему объему циклы седьмого порядка отвечают в терригенной толще отделам карбоновой системы, циклы

шестого порядка в общем приблизительно соответствуют ярусам, пятого — подъярусам или нескольким зонам внутри ярусов, циклы четвертого порядка — отдельным зонам или горизонтам внутри подъярусов.

Необходимо, однако, иметь в виду, что указанное соответствие циклов разных порядков определенным стратиграфическим подразделениям не имеет абсолютного характера. Выше (глава IV, раздел 1) было показано, что с изменением мощности осадков внутри прогиба наблюдается расщепление или, наоборот, слияние мелких циклов, что вызывает изменение порядка всех более крупных циклов. Исходя из имеющихся данных по среднему карбону, очевидно, что в прибортовых районах резко сокращенной мощности граница между нижним и средним карбоном будет отвечать границе между циклами шестого, а возможно, и пятого порядка; соответственно понизится порядок цикличности, определяющий границы и более дробных стратиграфических подразделений. Наоборот, в наиболее глубоких частях прогиба стратиграфические границы будут совпадать с границами циклов более крупных порядков.

Это предопределяет вспомогательный характер фациально-циклического метода в задаче дробного стратиграфического расчленения осадков, даже в пределах единого бассейна накопления. Тем не менее, использование данных этого метода при стратиграфических исследованиях может оказаться весьма эффективным. Расчленение разреза на этапы сложноциклического осадконакопления дает новый материал для понимания стратиграфической значимости границ, выделенных по различной фауне и флоре, а также для уточнения объема отдельных подразделений.



## Глава VI

### ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ДОНЕЦКОГО ПРОГИБА В НИЖНЕ- И СРЕДНЕКАМЕННОУГОЛЬНУЮ ЭПОХИ

Изложенный в предыдущих главах материал показывает, что изменения литологического состава фаций, обстановок и характера углепроявления внутри угленосных отложений оказываются тесно связанными с особенностями их сложноциклического строения, отражающими определенные этапы в развитии Донецкого прогиба.

Циклы любого порядка обусловлены периодической сменой регрессивного развития осадконакопления трансгрессивным. С переходом от мелких циклов первого порядка к крупным периоды регрессивного и трансгрессивного развития становятся более длительными и прослеживаются на более широких площадях. При этом, соответственно с изменением порядка циклов, меняется и конкретный характер выражения периодов их регрессивного и трансгрессивного развития.

Как правило, в условиях Донбасса мелкие циклы первого — третьего порядков еще не имеют столь характерных литологических и фациальных особенностей, которые позволили бы опознать каждый отдельный цикл в разрезе. Одни и те же фации, представленные весьма сходными породами, многократно повторяются в различных циклах первого — третьего порядков и в большинстве случаев невозможно обнаружить специфические особенности их состава или строения. Это связано, несомненно, с тем, что на границе мелких циклов не происходило существенных, необратимых изменений геотектонического режима в области накопления или сноса, ни изменений климата, ни коренных перестроек палеорельефа.

При очень детальных наблюдениях, с картированием на большой площади древних ландшафтов в периоды каждой трансгрессии и регрессии (как это было сделано коллективом ИГН АН СССР для среднего карбона Донбасса), удастся выявить некоторые особенности отдельных циклов третьего и второго порядков, выражающиеся в закономерных изменениях внутри них ширины древних аллювиальных долин, их направлений, степени продвинутости в сторону морского бассейна, мощности выполняющих аллювиальных осадков, распределения мощностей внутри долин и ряда других признаков. Однако в обычных условиях, когда удастся изучить лишь несколько разрезов продуктивных свит в достаточно удаленных пунктах, перечисленные детали пространственного распределения фаций не выявляются.

Мы уже видели, что на границах циклов третьего порядка обычно не происходит и существенных изменений органического мира. Правда, детальные наблюдения над пелециподами и фораминиферами (Черны-

шев, 1944; Манукалова-Гребенюк, 1958 и др.) приводят к дробным стратиграфическим подразделениям, совпадающим иногда с циклами третьих порядков. Однако стратиграфические границы в этих случаях, скорее, фиксируют периодически повторяющиеся изменения в составе фауны, нежели необратимые изменения ее в процессе длительного развития.

В предыдущих главах было показано, что на границах более крупных циклов (четвертого и высших порядков) фиксируются уже существенные изменения органического мира, имеющие региональное значение; происходят резкие изменения всего комплекса фациальных обстановок; появляются новые литогенетические типы, свидетельствующие о своеобразии некоторых входящих в эти обстановки фаций; изменяется вещественный состав пород одноименных фаций, особенно представленных грубообломочным и карбонатным материалом; изменяются мощности циклов всех порядков, а также соотношение циклов регрессивного и трансгрессивного типов. Исключительно резко меняется характер углепроявления как в отношении частоты встречаемости, мощности и строения угольных пластов, так и в отношении их петрографического состава и химико-технологических свойств. Изменения эти становятся более отчетливыми и разнообразными по мере перехода к циклам более крупных порядков.

В настоящей заключительной главе мы ставим перед собой задачу охватить всю совокупность этих изменений, постепенно подводящих нас к представлениям о различных этапах развития Донецкого прогиба, отличающихся не только палеогеографической обстановкой осадконакопления, но и особенностями геотектонического режима в области накопления и сноса.

В основу приводимой ниже характеристики отдельных этапов положены циклы пятого порядка, особенности состава и строения которых выявляются из анализа слагающих их циклов четвертого порядка. При этом характеристика среднекарбонových циклов дается в сравнительном аспекте, выявляющем специфические особенности нижне- и среднекарбонového угленакопления. Далее, мы пытаемся объяснить конкретные связи между своеобразным сочетанием ландшафтно-тектонических условий каждого крупного этапа циклического развития и характером его углепроявления.

Особое внимание уделяется промышленно-угленосным этапам нижнего и среднего карбона, резко отличающимся как по общим условиям образования, так и по характеру углепроявления. Различия эти, по нашему мнению, имеют уже формационный характер.

## **НИЖНИЙ КАРБОН**

### **Цикл Кальмиусский нижний ( $V_1—C_8$ )**

Начало развития Кальмиусского нижнего цикла совпадает с переходом от карбонатной формации нижнего карбона, завершающейся известняками зоны  $C_1f$ , к терригенной угленосной формации. Переход довольно резкий, так как в почве известняков  $V_1$ , над которым условно проводится нижняя граница рассматриваемого цикла, уже появляются алевролиты болотной фации, а в интервале  $V_1—V_4$  (макроцикл первый) во Владимировском районе и далее к западу появляются средне- и крупнозернистые песчаники фации речных выносов, в то время как содержание известняков даже в наиболее мористом Кальмиусском районе падает до 10%. В лежащем выше интервале  $V_4—V_7$  (макроцикл второй) содержание известняков в Кальмиусском районе сокращается до 3—4%, т. е. до значений, типичных для угленосных отложений, и литологический

состав в общем уже не отличается здесь от состава других непродуктивных интервалов угленосной формации Донбасса.

На протяжении всей нижней части Кальмиусского нижнего цикла, отвечающей подугленосной свите  $C_1^2$  (В) (Докучаевские циклы четвертого порядка), с исключительной отчетливостью прослеживается регрессивное развитие осадконакопления, выражающееся в постепенном сокращении морских фаций и обстановок с последовательным замещением их мелководноморскими и заливно-лагунными, с которыми связывается появление угольных пластов. Регрессивный характер осадконакопления выражается и в преобладании регрессивных типов циклов первого порядка над трансгрессивными, которое имеет место уже в цикле Докучаевском нижнем и резко усиливается в лежащем выше цикле Докучаевском верхнем (четвертого порядка).

Несмотря на очевидность регрессивного развития нижней части Кальмиусского нижнего цикла, ряд общегеологических данных свидетельствует о том, что оно происходит здесь на фоне усиливающегося результативного прогибания бассейна, при одновременном увеличении амплитуд частных колебательных движений (что выражается в увеличении мощностей циклов от первого до четвертого порядка включительно). Во-первых, за все время турнейского яруса и нижней половины визейского яруса в пределах Русской платформы накопилась толща мощностью 60—190 м, а в Донбассе (зоны  $C_1^t + C_1^v$  а—f) — мощностью от 90 (в Петропавловском районе) до 450—500 м (в Кальмиусском районе), т. е. всего в 1,5—2,5 раза больше, чем на платформе. Незначительный темп погружения территории Донбасса в этот период подчеркивается и наличием перерывов внутри карбонатной толщи, например, после отложения известняков зоны  $C_1^ve$  (Айзенберг, 1958).

Мощность отложений веневского горизонта на платформе составляет не более 30 м, в то время как в Донбассе в соответствующем ему интервале подугленосной свиты  $C_1^2$  (В) мощность отложений достигает 420—530 м (Соленовский и Кальмиусский районы), т. е. в 14—18 раз больше, чем на платформе.

В наюре и среднем карбоне различие мощностей осадков на платформе и в Донецком прогибе еще увеличивается, отражая нарастающую мобильность прогиба и, в частности, увеличивающуюся скорость погружения фундамента.

Во-вторых, развитие фауны от начала турне до конца нижневизейского карбонатного осадконакопления весьма существенно, тогда как в терригенной толще  $C_1^v$  изменения фауны сравнительно небольшие. По мнению А. П. Ротая (устное сообщение), турне вместе с нижним визе соответствует отрезку времени примерно в 8—10 раз большему, чем  $C_1^v$ . Отсюда следует, что скорость осадконакопления, определяющаяся в условиях Донецкого бассейна главным образом скоростью погружения фундамента, в верхневизейское время была в среднем в 10—20 раз больше, чем в период накопления карбонатной толщи  $C_1^t + C_1^v$  а—f.

В-третьих, доказательством усиления прогибания в период образования по крайней мере нижней части подугленосной свиты является факт последовательного расширения бассейна накопления, что фиксируется в периферических участках прогиба (Петриковка, Царичанка). В этих участках наблюдается несогласное залегание на более древних отложениях (от карбонатных толщ нижнего визе до докембрия) более молодых горизонтов подугленосной свиты вплоть до известняковых горизонтов  $B_6 - B_7$  [горизонты  $A_5 - A_6$ , по А. П. Стукало и В. Н. Стовповому (1955)].

Таким образом, для обеспечения регрессивного характера осадконакопления свиты  $C_1^2$  приходится допускать прогрессирующее увеличение количества поступавшего в бассейн терригенного материала, обеспечи-

вавшего более быструю компенсацию и все более энергичное подавление карбонатной седиментации. Подобный случай образования регрессивной серии осадков в условиях наступления моря, расширения бассейна накопления и в то же время активизации области сноса разобран в работе В. В. Белоусова (1948, стр. 149—150).

Судя по тому, что увеличение общего количества терригенного материала не проявляется в разрезе свиты  $C_1^2$  сколько-нибудь заметным увеличением роли грубозернистых осадков, область сноса находилась в это время на значительном расстоянии от бассейна накопления. Это подтверждается преимущественно тонкозернистым характером песчаников, почти чисто кварцевым составом их, отсутствием обломков горных пород и легко разрушаемых минералов. Русловые песчаники отсутствуют, а речные выносы несут признаки пониженной динамики среды отложения.

Лежащий выше интервал  $C_1 - C_5$ , отвечающий продуктивной части угленосной свиты и включающий слаборегрессивный Самарский нижний и слаботрансгрессивный Самарский верхний циклы (четвертого порядка), выражает среднюю переходную часть Кальмиусского нижнего цикла (пятого порядка), к которой приурочена почти вся промышленная угленосность нижнего карбона.

Однообразие литологического и фациального состава этой части с преобладанием тонкопесчаных и алевроитовых осадков лагунно-болотных и мелководноморских фаций и устойчивым развитием лагунной обстановки в прибортовых районах свидетельствует о замедлении и последующей стабилизации темпа результирующего погружения бассейна и скорости поступления в него терригенного материала. Результатом этого явился длительный период уравновешенного осадконакопления с характерной для него полнотой компенсации, не только результирующей погружения, но и отдельных частных фаз. Это выразилось в предельном сокращении трансгрессивных фаз мелких циклов (первого порядка) и минимальном распространении здесь тонкоотмученных терригенных и карбонатных осадков открытого моря. Естественно, что в условиях столь полной и непрерывной компенсации осадки прибрежных фаций часто находились на грани осушения и отдельные участки на непродолжительное время полностью выходили из-под морских вод. Это проявляется в целом ряде отмеченных выше специфических особенностей генетических типов пород продуктивной части свиты  $C_1^3$  нижнего карбона: в исключительно мощных горизонтах болотных фаций с корневыми остатками, свидетельствующими о многофазовом процессе почвообразования, в частом чередовании их с прибрежными алевролитами начальной стадии слабых трансгрессий моря; в худшей сортировке прибрежнолагунных пород, периодически содержащих мелкие включения и галечки алевролита; в обилии неокатанных включений алевролита, галек из перемытых конкреций и крупного растительного материала в тонкозернистых песчаниках речных выносов, свидетельствующих о частых местных перемыках осадков в прибрежной зоне. О том же говорит и повышенное содержание фюзена в дюреновых углях нижнего карбона, что также связывается с частыми подсыханиями торфяника.

Устойчивому сохранению однообразной лагунной обстановки, несомненно, способствовало резкое сокращение мощности циклов низших (первого — третьего) порядков, приуроченное к началу развития средней части Кальмиусского нижнего цикла.

Малые мощности циклов первого порядка продуктивной толщи нижнего карбона (в три раза меньше, чем в интервале подугленосной свиты), при сравнительном однообразии литологического состава и фаций, придает ей местами флишеподобный характер, что отмечалось рядом исследователей (Белоусов, 1948; Логвиненко, 1953).

Следует подчеркнуть, что мощность Самарского нижнего цикла четвертого порядка практически одинакова с мощностью Докучаевского верхнего цикла, а мощность Самарского верхнего цикла испытывает лишь слабое уменьшение. В соответствии с этим в Самарских циклах четвертого порядка не только резко уменьшается мощность мелких циклов, но также возрастает количество последних, что свидетельствует о сокращении как амплитуд, так и периодов мелких колебаний, осложнявших колебания более крупного порядка, не испытывавшие столь существенных изменений.

Таким образом, если в период образования регрессивной части Кальмиусского нижнего цикла усиление темпа результирующего прогибания осуществлялось в форме закономерного пропорционального увеличения интенсивности колебательных движений всех порядков, то с переходом к Самарским циклам или собственно-угленосной толще замедление результирующего прогибания сопровождалось изменением самой структуры колебательных движений. Что же могло послужить причиной этого изменения? Выше уже было высказано предположение о том, что изменение характера колебаний было обусловлено включением в область поднятий прибортовых участков бассейна. Правда, на исследованной нами площади заметные признаки прибортовых поднятий появляются в осадках лишь верхней части свиты  $C_1^3$ , в то время как резкое уменьшение мощностей мелких циклов наблюдается с началом развития этой свиты.

Однако следует иметь в виду, что западнее, в Новомосковском районе, по данным А. В. Сокольской и Н. З. Хмарского (1957), в продуктивной части самарской свиты отмечены песчаники аллювиального генезиса. Вещественный состав этих песчаников сходен с песчаниками лежащих выше свит нижнего карбона. Далее, начиная с западных районов Павлограда, устанавливается размыв верхних горизонтов продуктивной свиты, глубина которого увеличивается в западном направлении, и в районе Петриковки продуктивная свита полностью выпадает из разреза.

Кроме того, на площади наших исследований, с переходом от свиты  $C_1^2$  к продуктивной самарской  $C_1^3$ , наблюдается обогащение тяжелой фракции песчаников рудными минералами (см. фиг. 32). Выше мы видели, что на протяжении всего изученного разреза нижнего и среднего карбона рудные минералы дают существенное повышение концентраций в периоды усиления эрозионной деятельности в области сноса, являясь наиболее чутким ее индикатором.

Наконец, вполне вероятно, что влияние прибортовых поднятий, начавшихся западнее нашего района, в первую очередь сказалось на особенностях циклического строения осадков, обусловив резкое уменьшение мощности мелких циклов с начала образования свиты  $C_1^3$ .

Несомненно, что малые мощности циклов первого порядка, обусловленные движениями малых амплитуд и периодов, вызывавшими лишь незначительные перемещения береговой линии и связанную с ними миграцию фаций, в сильной мере способствовали устойчивости лагунной обстановки во времени, хотя она и занимала в каждый данный момент узкую прибрежную зону бассейна.

Верхняя часть Кальмиусского нижнего цикла (интервал  $C_5—C_8$ ), представленная одним Берестовским циклом четвертого порядка, характеризуется резким снижением угленосности и увеличением роли известняков и одновременно средне- и крупнозернистых песчаников, относящихся к фациям русел рек и их подводных выносов. Резко снижается роль болотных и лагуновых фаций при одновременном возрастании морских фаций. В целом фации значительно более разнообразны, что находит отражение в частом чередовании различных фациальных обстановок, при заметном преобладании морских обстановок и переходных от

морских к заливно-лагунным. Указанные изменения нарастают в направлении к верхней части цикла, определяя трансгрессивный характер развития данного интервала.

Особо следует подчеркнуть наличие прослоев конгломератов пролювиального характера, впервые появившихся еще в конце средней части цикла, а также большое количество обломков горных пород в средне- и крупнозернистых песчаниках, связанных с речной деятельностью. В появлении подобных конгломератов и песчаников содержатся прямые указания на активизацию близкой области сноса, что подтверждается и появлением легко разрушаемых минералов в их тяжелой фракции. Наличие в составе обломков силицитов, вынесенных, по-видимому, из зоны  $C_1^{ve}$ , указывает на поднятия в той части Украинского кристаллического массива, которая ранее была областью накопления карбонатных осадков. Эти факты не позволяют допускать уменьшения привноса терригенного материала. Поэтому для объяснения отчетливого трансгрессивного характера осадконакопления в верхней части Кальмиусского нижнего цикла необходимо допустить заметное усиление результирующего прогибания при одновременном нарастании амплитуд частных колебаний, что привело к прогрессивному увеличению трансгрессивных фаз циклического развития.

Таким образом, несмотря на то что мощности циклов низших порядков меняются здесь очень незначительно, контрастность движений в областях сноса и накопления привела к заметному усилению дифференциации пород и фаций.

Подчеркнем в заключение основные особенности образования Кальмиусского нижнего цикла в целом. Цикл отличается исключительно большой мощностью и отчетливо выраженными регрессивной, переходной и трансгрессивной фазами развития, каждая из которых несет признаки формирования в особых условиях тектонического режима и палеогеографической обстановки.

Нижняя — регрессивная часть цикла накапливалась в условиях нарастающего погружения бассейна накопления и усиливавшегося поступления в него обломочного материала, т. е. в условиях длительной перекompенсации. Следствием этого явилось медленное изменение типа побережья от выровненного морского до заливно-лагунного, что и обусловило регрессивный характер осадконакопления. Переход к средней части цикла был отмечен замедлением результирующего погружения и изменением структуры колебательных движений за счет резкого уменьшения амплитуд и периодов мелких колебаний. Это способствовало развитию лагунной обстановки и устойчивости ее во времени.

Образование средней части цикла происходило в условиях стабилизации скоростей погружения и привноса осадков и очень малой мощности циклов низших порядков. Осадконакопление в это время в пределах изученной территории максимально приближается к уравновешенному типу. Это сказывается в однообразии пород, фаций и обстановок, а также в предельном сокращении трансгрессивных фаз развития (мелких циклов) и минимальном распространении морских терригенных и карбонатных осадков. Эти условия оказались исключительно благоприятными для углеобразования и обусловили специфические особенности углей нижнего карбона.

Условия верхней — трансгрессивной части цикла характеризуются периодическим вовлечением в размыв прибортовых участков бассейна и одновременным усилением темпа его результирующего прогибания. Это усилило дифференциацию пород, фаций и обстановок, обусловило частое чередование мелководноморской и заливной обстановок с обстановкой речных выносов, привело к резкому сокращению лагунных фаций и почти полному исчезновению промышленной угленосности.

Охарактеризованные особенности образования Кальмиусского нижнего цикла, в значительной степени связанные с переходом от подстилающей карбонатной формации платформенного типа к угленосной формации субгеосинклинального типа, объясняют, по-видимому, аномальный характер ряда признаков, отмеченных для данного цикла при характеристике особенностей циклического строения (см. гл. IV, стр. 87—92).

Кальмиусский нижний цикл имеет как бы двойственную природу, сочетая в своей нижней части черты регрессивного (по характеру осадков) и трансгрессивного (по нарастающему темпу результирующего погружения) типов.

Регрессивные черты обуславливают большую мощность цикла, преобладание мощности регрессивной его части над трансгрессивной, т. е. такие особенности строения, которые характерны для всех регрессивных циклов. В то же время ряд других признаков, таких, как низкие мощности циклов I—III порядков на протяжении их средней и верхней части, большое количество однородных циклов первого порядка на переходе от регрессивных фаз к трансгрессивным и малое — на переходе от трансгрессивных и регрессивным, — являются характерными для циклов трансгрессивного типа.

### Цикл Кальмиусский верхний ( $C_8$ — $D_4$ )

Кальмиусский верхний цикл отличается значительно меньшей мощностью и простым строением. Мощности регрессивной и трансгрессивной частей цикла соизмеримы. Средняя переходная часть, столь ярко проявляющаяся в Кальмиусском нижнем цикле, здесь не выражена. В регрессивной части цикла ( $C_8$ — $D_1$ ) усиливаются признаки поднятий прибортовых участков. Здесь широко развиты грубозернистые песчаники рек и их подводных выносов, часто многоярусного строения, с признаками размывов и выпадения отдельных горизонтов. Весьма характерно появление в этих песчаниках каолинита, как в цементе, так и в зернах, размером до гравийных. Вещественный состав песчаников в общем близок песчаникам трансгрессивной части Кальмиусского нижнего цикла, но минералы тяжелой фракции дополнительно обогащаются в западной части площади эпидотом, дающим максимальные концентрации в песчаниках. Наряду с песчаниками вновь появляются прослои пролювиальных конгломератов. Лагунные фации подчинены обстановке приустьевых частей рек, с которой связаны и единичные пласты угля неустойчивой рабочей мощности, кларенового состава, сильно разложившего, слабо восстановленного типа, изменчивого, нередко сложного строения.

В трансгрессивной части цикла ( $D_1$ — $D_4$ ) усиливается роль морских обстановок, последовательно возрастает насыщенность известняками, которые изобилуют здесь одиночными и колониальными кораллами. Ряд известняков ( $D_1$ ,  $D_3$ — $D_4$ ) являются исключительно устойчивыми и прослеживаются даже в Днепровско-Донецкой впадине.

Отложение данного цикла в западном направлении, за пределами наших исследований, резко сокращаются в мощности, причем причины этого трактуются противоречиво. По Айзенвергу, это — «предбашкирский размыв», глубина которого увеличивалась к западу; низы данного интервала, по его мнению, повсеместно сохраняются вплоть до полного уничтожения осадков в районе Петриковки. По Стовповому, помимо предбашкирского размыва, на западе выпадают и нижние горизонты данного интервала, что обусловлено перерывом на границе между визе и намюром, т. е. между Кальмиусским нижним и Кальмиусским верхним циклами. Этот вариант в свете наших данных представляется более вероятным. По-видимому, поднятия на западе развивались постепенно, в несколько этапов, одновременно распространяясь на восток и захваты-

вая прилегающую часть бассейна накопления. Это вызывало в прибортовых районах явления периодической перекомпенсации и осушения, обуславливая в то же время регрессивный тип осадконакопления. В результате грубозернистый материал оказывается в данном случае приуроченным к регрессивной части Кальмиусского верхнего цикла, в то время как в трансгрессивной части количество его явно сокращается, а русловой материал вообще исчезает, что свидетельствует о соответствующем замедлении поднятий и отступлении русел. Характерно, что в пределах этой трансгрессивной части мощности мелких циклов осадконакопления существенно возрастают, в среднем до 12 м, т. е. в два раза по сравнению с интервалом собственно угленосной свиты.

Таким образом, образование регрессивной части цикла Кальмиусского верхнего проходило в условиях активизации ближней области сноса. Образование трансгрессивной фазы цикла было обусловлено как ослаблением поднятий в области сноса, так и некоторым усилением темпа погружения. Последнее сопровождалось увеличением интенсивности мелких колебаний, о чем свидетельствует значительное увеличение здесь мощности циклов первого порядка. Однако, в целом, эти изменения в количестве поступающего материала из близких областей эрозии и сноса, и в темпе погружения бассейна накопления были невелики, о чем свидетельствует в общем сходный состав пород, фаций и обстановок в пределах всего Кальмиусского верхнего цикла.

### Цикл Новобешевский нижний ( $D_4$ — $E_2^1$ )

Новобешевский нижний — наименее мощный цикл пятого порядка в изученном разрезе Донецкого карбона. Его нижняя регрессивная часть соизмерима по мощности с верхней трансгрессивной частью, и обе они значительно уступают мощности средней части, представленной Новосветским циклом четвертого порядка слаборегрессивного типа. В пределах данного цикла в наиболее яркой форме проявляются поднятия прибортовых участков прогиба и их относительно местный характер.

В направлении от западных районов, в особенности от Владимировского района, характеризующегося резко сокращенной мощностью, к Кальмиусскому, наиболее удаленному от области поднятий, наблюдается исключительно резкое изменение пород, фаций, обстановок и общей мощности отложений, особенно в регрессивную и переходную фазу цикла.

Разрез Кальмиусского района представлен в основном тонкозернистыми осадками морского генезиса с большим количеством карбонатных прослоев. Песчаники имеют резко подчиненное развитие и представлены только тонкозернистыми прибрежноморскими разностями. Наряду с коралловыми известняками весьма характерны оолитовые разности, достигающие наиболее широкого развития в средней части цикла, на простирании основных песчаных горизонтов Владимировского района. Угольные пласты отсутствуют. В целом здесь господствует устойчивая обстановка открытого моря.

Для изученных нами прибортовых районов характерно исключительно широкое развитие средне- и крупнозернистых песчаников с большим количеством обломков горных пород. Песчаники относятся к фациям рек и речных выносов, преимущественно с повышенной динамикой течений. Здесь фиксируются многократные глубокие размывы и выпадения из разреза довольно мощных толщ, иногда целых макроциклов, что свидетельствует о многократных поднятиях и перерывах в осадконакоплении. В результате мощность осадков сильно сокращается. Западнее изученных нами районов размывы еще более интенсивны. В результате поднятий прибортовой части оказались уничтоженными и более глубокие



горизонты, вплоть до отложений цикла Самарского нижнего (в районе Петриковки).

К обстановке приустьевых частей рек приурочены линзовидные угольные пласты, не имеющие серьезного промышленного значения, сложного и крайне изменчивого строения, непостоянного петрографического состава и очень высокой зольности. Известняки здесь встречаются редко, имеют малую мощность, во многих случаях размыты при формировании лежащих выше песчаных толщ.

В пределах трансгрессивной части Новобешевского нижнего цикла (Черноскельский цикл четвертого порядка) наблюдается сокращение обстановки приустьевых частей речных долин, отступающей на запад, и расширение области развития морских обстановок. Это говорит о некотором выравнивании темпов погружения на площади за счет ослабления движений поднятия в прибортовой части. Состав минералов тяжелой фракции также реагирует на резкое различие условий в прибортовых и более удаленных районах. На востоке преобладает цирконово-турмалиново-рутиловая ассоциация, а прибортовые районы содержат по-прежнему эпидот и дополнительно обогащаются хлоритоидом, апатитом, гранатом, сфеном. Почти все эти минералы обнаруживают явную связь с трубозернистым материалом, выносившимся из соседних осушавшихся и размывавшихся районов.

Столь резкие изменения в характере разрезов с удалением от прибортовых районов наблюдаются на коротких расстояниях порядка 15—20 км и являются следствием резкого и прогрессирующего сужения фациальных зон. Оно связано с тем, что на протяжении времени образования регрессивной части цикла в прибортовых районах наблюдается последовательное сокращение области морского осадконакопления, обусловленное поднятиями не только в примыкающей части Украинского кристаллического массива, но и в прилегающей части прогиба. Вместе с тем в более удаленных участках (Кальмиусский район) продолжалось погружение, возможно, даже более интенсивное, чем в период образования лежащего ниже Новоселовского цикла (четвертого порядка).

Таким образом, в период образования Новобешевского нижнего цикла изученный район располагался в области очень узкой «шарнирной зоны». В результате в прибортовых районах регрессивный характер осадконакопления в нижней части рассматриваемого цикла выражен весьма отчетливо, тогда как в более удаленном Кальмиусском районе в силу господства однородной морской обстановки признаки регрессивного развития выражены слабо, проявляясь главным образом в изменении характера известняков, среди которых более заметное развитие получают оолитовые типы. Подобный случай сокращения фациальных зон в условиях регрессии моря и преобладании погружения, приводящий к различной последовательности фаций в вертикальных разрезах, более или менее удаленных от береговой линии, разобран в работе В. В. Белоусова (1948, стр. 150).

Характерной особенностью Новобешевского нижнего цикла являются также малые мощности всех слагающих его циклов низших порядков.

### **Цикл Новобешевский верхний ( $E_2^1$ — $F_1$ )**

Новобешевский верхний цикл по общей мощности близок к Новобешевскому нижнему, но мощность его трансгрессивной части значительно превосходит регрессивную, что вообще характерно для циклов трансгрессивного типа. В данном цикле находят дальнейшее развитие тенденции к некоторому выравниванию движений на площади, наметившиеся в период образования трансгрессивной части Новобешевского нижнего

цикла. Резко ослабевают поднятия в прибортовых участках, а в более удаленном от прибортовой части Кальмиусском районе в период образования нижней части цикла наблюдается замедление темпа результирующего погружения. Это выражается в резком сокращении роли средне- и крупнозернистых песчаников фации речных выносов в прибортовых районах. В Кальмиусском районе одновременно сокращается общее количество известняковых горизонтов, оолитовые известняки повсеместно уступают место детритусовым и водорослевым типам, появляются песчаники речных выносов с признаками ослабленной динамики водной среды. В результате регрессивная фаза цикла прослеживается отчетливо на всей площади.

Выравниваются различия между западом и востоком и в содержании минералов тяжелой фракции, состав которых в целом весьма близок к лежащему ниже циклу.

Трансгрессивная фаза цикла обусловлена повсеместным усилением результирующего прогибания бассейна, прямым доказательством чего служит последовательное появление в западных районах (за пределами исследованной площади) более высоких горизонтов, залегающих несогласно на размытой поверхности более древних осадков.

Наряду с расширением в трансгрессивной части цикла морских фаций и обстановок для нее характерно появление грубозернистого песчаного материала речных выносов в восточном Кальмиусском районе. Таким образом, на общем фоне ослабления прибортовых поднятий наблюдается продвижение их в восточном направлении, что подтверждает локальный характер этих поднятий.

В целом особенности Новобешевского верхнего цикла показывают тесную связь его с Новобешевским нижним, что подтверждается и столь же малыми мощностями содержащихся в нем циклов низших порядков и незначительной угленосностью.

Таким образом, мы не находим литологических данных для перенесения границы между нижним и средним карбоном в основание свиты  $C_1^5$ , как это предлагали Айзенберг, Бражникова и др. Они мотивируют это, в частности, наличием «предбашкирского» перерыва, однако наши материалы показывают, что в прибортовой зоне имел место длительный процесс конседиментационных поднятий и перерывов, начавшихся значительно ранее, по меньшей мере с верхней части свиты  $C_1^3$ , который достиг кульминационного развития в период образования средней части свиты  $C_1^4$  и продолжался, затухая, в течение почти всей свиты  $C_1^5$ .

## СРЕДНИЙ КАРБОН

В строении и составе крупных циклов среднего карбона можно подметить некоторые черты сходства с соответствующими им циклами нижнего карбона и одновременно ряд специфических особенностей, резко отличающих этапы циклического развития осадконакопления нижнего и среднего карбона.

### Цикл Башкирский нижний ( $F_1—H_4$ )

Цикл Башкирский нижний начинает новый крупный среднекаменноугольный этап развития угленосных отложений. От лежащих ниже циклов отличается прежде всего резким увеличением мощности, сравнимой лишь с циклом Кальмиусским нижним, который начинает развитие угленосных отложений нижнего карбона. Регрессивная часть цикла значительно превосходит по мощности трансгрессивную.

Начало развития Башкирского нижнего цикла отмечено исключительно резким увеличением мощности также и всех слагающих его

циклов низших порядков. Средние мощности циклов первого порядка увеличиваются от 5,5 м в верхах нижнего карбона (середина свиты  $C_1^5$ ) до 19 м в свите  $C_2^2$ , т. е. почти в 4 раза. Вверх по разрезу мощность мелких циклов несколько уменьшается, оставаясь, однако, много выше мощности нижекарбоновых циклов (исключая интервал подугленосной свиты). Резкая дифференциация пород и фаций, характерная для верхов нижнего карбона, сменяется сравнительно однообразной толщей аргиллитов и алевролитов преимущественно морского генезиса, с подчиненной ролью песчаных осадков речных выносов. Существенно изменяется минеральная ассоциация тяжелой фракции пород, наблюдается полное или почти полное исчезновение ряда минералов, характерных для намюрского яруса: эпидота, сфена, шпинели, граната; сильно уменьшается содержание рудных минералов.

Так же как Кальмиусский нижний, Башкирский нижний цикл имеет отчетливо выраженную регрессивную часть ( $F_1—H_4$ ), на протяжении которой тонкозернистые морские осадки нижней части, с большим количеством мощных выдержанных и относительно глубоководных известняков (свиты  $C_2^1$ ), постепенно сменяются отложениями мелкого моря, а в верхней части и лагун. Это сопровождается уменьшением мощности и количества известняковых горизонтов, представленных более мелководными разностями — подобно тому, как это имело место в подугленосной свите  $C_1^2$ . Однако регрессивная фаза описываемого цикла значительно более растянута во времени и не сопровождается существенными изменениями морфологии побережья; лагунная обстановка не получает здесь сколько-нибудь широкого и устойчивого развития. Еще более важным отличием от условий Кальмиусского нижнего цикла является то обстоятельство, что нет никаких данных о последовательном расширении бассейна накопления в течение регрессивной фазы Башкирского нижнего цикла.

Судя по всем признакам, начало развития башкирского осадконакопления проходило в условиях интенсивных морских трансгрессий, предельного ослабления эрозионной деятельности в области сноса и минимального поступления обломочного материала. Полностью исключились из размыва прибрежные участки бассейна и значительно уменьшилось по сравнению с начальным этапом формирования терригенных нижекарбоновых отложений поступление материала из удаленной области сноса. Причиной образования мощной регрессивной части Башкирского нижнего цикла, очевидно, является замедление темпа общего результирующего погружения. Величина отрицательного ускорения была незначительна, но сам процесс замедления результирующего погружения продолжался в течение длительного времени, в условиях более или менее равномерного поступления обломочного материала из удаленной области сноса. Наблюдающееся при этом увеличение мощности циклов всех порядков можно объяснить значительным увеличением периодов соответствующих колебательных движений. В результате конечное погружение за время образования каждого отдельного цикла (любого порядка) также увеличивалось, вопреки некоторому замедлению темпа результирующего погружения.

Столь характерный для Кальмиусского нижнего цикла этап уравнированного осадконакопления с широким развитием лагунной обстановки и образованием промышленных дюреновых углей здесь полностью выпадает. Средняя переходная часть цикла вообще не имеет самостоятельного выражения. Единичные угольные пласты встречаются в различных частях цикла, приурочиваясь к фациям речных выносов и связанных с ними лагун. Угли клареновые, как правило, слабо разложившиеся, восстановленного типа, строение и зольность изменчивые, сернистость чаще высокая.

Образование трансгрессивной части происходило в условиях нового ускорения результирующего погружения в области накопления и слабой активизации поднятий в области сноса.

В целом цикл Башкирский нижний характеризуется устойчивостью и сравнительной однородностью литологического состава, фаций и фациальных обстановок и имеет отчетливо выраженный регрессивный характер.

### Цикл Башкирский верхний ( $H_4$ — $K_1$ )

Цикл Башкирский верхний имеет значительно меньшую мощность. Регрессивная, переходная и трансгрессивная части цикла соизмеримы по мощности и близки по характеру пород и фаций, в соответствии с чем изменения общей направленности развития в пределах Башкирского верхнего цикла выражены неотчетливо. В то же время на протяжении всего цикла наблюдаются частые изменения литологического состава, фаций и обстановок, что резко отличает его от лежащего ниже Башкирского нижнего цикла. Так же как в Кальмиусском верхнем, в данном цикле резко возрастает содержание песчаников, среди которых значительная роль принадлежит средне- и крупнозернистым, относящимся к фациям рек и речных выносов. Состав их, однако, резко отличается от нижнекарбонových повышенным содержанием полевых шпатов, существенно иным характером обломков, свидетельствующим о размыве не только осадочных, но и изверженных пород. Характерна также иная ассоциация минералов тяжелой фракции, из которой совершенно выпадают легко разрушаемые минералы, и в то же время существенно увеличивается содержание циркона и турмалина, причем в отличие от нижнего карбона наблюдается отчетливая приуроченность повышенных концентраций их к мелкозернистым песчаникам. Таким образом, мы имеем указания на активизацию удаленной области сноса, что могло быть вызвано усилением ее поднятия и эрозии, а возможно, и относительным приближением к бассейну накопления.

В отличие от Кальмиусского верхнего цикла речные песчаники Башкирского верхнего цикла прослеживаются на значительной площади в форме широких долин и несут все признаки типичного аллювия равнинных рек, с длинным путем транспортировки материала, хорошо разработанными руслами и широкими долинами.

Одновременно с песчаным материалом рек увеличивается роль тонкозернистых морских осадков. При этом характерно попеременное преобладание в разрезе то обстановки устьевых частей речных долин, то морских обстановок.

Угленосность средняя, приурочивается к обстановке устьевых частей речных долин. Угольные пласты имеют обычно простое строение, невысокую зольность, угли клареновые, сильно разложенного, маловосстановленного типа.

Мощности циклов, от первого до четвертого порядка включительно, входящие в состав Башкирского верхнего цикла, обнаруживают тенденцию незначительного уменьшения в направлении от регрессивного Рутченковского цикла к трансгрессивному Харцызскому. Наиболее отчетливо это выражено в циклах первого порядка, средняя мощность которых в пределах Харцызского цикла (четвертого порядка) падает до 12 м.

Развитие регрессивной части Башкирского верхнего цикла, по-видимому, обусловлено активизацией поднятий в сравнительно удаленной области сноса, при стабилизации темпа результирующего погружения области накопления. В направлении к верхней трансгрессивной части цикла наблюдается постепенное затухание поднятий в области сноса. Анализ изменения мощностей и устойчивости отдельных горизонтов

свиты  $C_2^4$  показывает, что в период образования трансгрессивной части цикла Башкирского верхнего имело место некоторое расширение области осадконакопления, связанное, по-видимому, с усилением темпа результирующего погружения.

Частое чередование морских обстановок с обстановками приустьевых участков речных долин свидетельствует об изменениях скорости компенсации, резко повышавшейся в периоды продвижения речной сети, в общем совпадавшие с периодами регрессивного развития циклов четвертого порядка.

Отмеченные особенности Башкирского верхнего цикла приводят к выводу о существенных изменениях в положении источников питания рассматриваемой области в среднекарбовое время. В нижнекарбовое время активными источниками сноса периодически являлись периферические участки бассейна накопления, материал из которых более или менее непрерывно подавался многочисленными мелкими водотоками с короткими путями транспортировки материала и незакрепленными блуждающими руслами. В среднем карбоне действовали только удаленные источники питания, расположенные в пределах постоянной области сноса. Материал доставлялся реками с хорошо разработанными и значительно более длинными руслами. Количество поступающего в морской бассейн материала сильно уменьшалось к концу каждого эрозионного цикла, сам материал становился тоньше, и в конечном счете это приводило к резким изменениям фаций и обстановок осадконакопления, характерным для данного цикла.

### Цикл Московский нижний ( $K_1—L_1$ )

Цикл имеет простое строение, мощность его регрессивной части превышает трансгрессивную. Так же как и Новобешевский нижний, данный цикл отмечается резким усилением роли грубообломочного песчано-гравийного материала, общее содержание которого в юго-западных районах достигает 50%. Он представлен здесь типичным русловым аллювием многоярусного строения, с многочисленными следами эрозионных размывов и свидетельствует об оживлении поднятий и эрозии в области сноса. Детальное картирование речных осадков свиты  $C_2^5$  московского яруса на площади всего Донбасса показало, что ширина речных долин в его юго-западной части достигала временами 100 км, и они продвигались в периоды регрессии моря на северо-восток до Гундоровского и Зверевского районов.

С широким развитием аллювиальных песчаников тесно связывается развитие лагунных отложений. За счет материала, выносимого реками, быстро формировались приустьевые косы и бары, отгораживавшие лагунные водоемы, воды которых затем подвергались значительному распреснению. Лагунные фации входят, таким образом, составным элементом в ландшафт приморских аллювиальных равнин, развиваясь главным образом в междолинных участках. Вместе с аллювиальными фациями они мигрировали в периоды регрессии моря на большие расстояния в сторону бассейна, что обеспечивало исключительно благоприятные условия для последующего широкого площадного заболачивания и торфообразования, достигшего максимального расцвета именно в московском ярусе.

В периоды трансгрессий моря устья речных долин отступали, и вся огромная площадь заболоченной низменности относительно быстро затоплялась морскими водами. В результате в разрезе Московского нижнего цикла наблюдается частое чередование грубозернистых речных песчаников с морскими аргиллитами и исключительно выдержанными известняками детритусового и детритусово-водорослевого типов.

Обстановки низовых речных долин и связанных с ними лагун чередуются с обстановками, переходными от моря к лагунам и заливам. Таким образом, в цикле Московском нижнем мы наблюдаем резкую контрастность пород, фаций и обстановок, тенденции к чему наметились уже в цикле Башкирском верхнем. Угленосность цикла высокая. Угольные пласты склонны к бифуркации, весьма разнообразны по мощности, строению и степени разложения растительного материала. Угли в основном представлены клареновыми разностями, и лишь в нижних пластах цикла наблюдаются переходы в дюрено-клареновые и кларено-дюреновые типы. Мощности циклов низших порядков незначительно уменьшаются в направлении от регрессивной части Московского нижнего цикла к его трансгрессивной части.

Образование регрессивной части Московского нижнего цикла происходило в условиях резкой активизации поднятий в удаленной области сноса при некотором замедлении результирующей погружения и значительном увеличении амплитуд частных колебаний. Судя по градиенту изменения общей мощности свиты  $C_2^5$  в прибортовых участках бассейна (в два раза превышающем градиент изменения мощности свиты  $C_2^4$ ), следует предполагать некоторое сужение границ бассейна накопления. Трансгрессивная часть цикла выражена очень неотчетливо, вследствие продолжающихся поднятий в области сноса.

### Цикл Московский верхний ( $L_1$ — $M_6$ )

Мощность цикла соизмерима с Московским нижним. Как уже отмечалось выше, верхняя граница цикла условна ввиду отсутствия детальных наблюдений в пределах верхней части свиты  $C_2^7$ . В пределах Московского верхнего цикла мы наблюдаем постепенное уменьшение роли грубозернистого речного материала, сокращение и ступание речных русел и увеличение морских осадков, в том числе известняковых горизонтов, что свидетельствует о постепенном уменьшении эрозии и ослаблении поднятий в области сноса подобно тому, как это наблюдается и в цикле Новобешевском верхнем. Изменения эти в общем незначительны и проявляются главным образом в верхней трансгрессивной части цикла; в целом же литологический и фациальный состав данного цикла близок Московскому нижнему.

Угленосность высокая, особенно в нижней регрессивной части цикла, где значительное количество угольных пластов подвержено бифуркации. Строение пластов в регрессивной части цикла различное, нередко сложное, зольность изменчивая, с преобладанием низкой, сернистость преимущественно низкая или средняя. Угли клареновые, сильно разложившего слабо-восстановленного или переходного типов. В трансгрессивной части цикла угленосность значительно ниже, угольные пласты преимущественно неустойчивой мощности. Угли клареновые и дюрено-клареновые, чаще слабо разложившего восстановленного типа, сернистые.

На протяжении всего цикла имеет место чередование обстановки низовьев речных долин, с широким развитием аллювиальных фаций и примыкающих к ним лагун с морскими обстановками, представленными как переходной от моря к лагуне, так и типичной морской. Морские обстановки особенно широкое развитие получили в верхней трансгрессивной части цикла.

Таким образом, так же как и в Московском нижнем цикле, в Московском верхнем мы наблюдаем резко выраженную контрастность фаций и обстановок.

Мощности циклов низших порядков, слагающих Московский верхний цикл пятого порядка, в общем аналогичны Московскому нижнему циклу.

Общий фон регрессивного развития нижней части цикла Московского верхнего выражен очень неотчетливо, затушевываясь резкими фациальными изменениями, обусловленными частными колебаниями значительной амплитуды. В период образования трансгрессивного Горловского цикла (четвертого порядка) наблюдается незначительное снижение активности области сноса. Судя по градиенту изменения мощности свиты  $S_2^7$ , можно предполагать, что в период образования трансгрессивного Горловского цикла имело место небольшое расширение бассейна накопления.

Необходимо подчеркнуть, что данному циклу, так же как и Московскому нижнему, свойствен исключительно широкий диапазон перемещения фациальных зон. Это является одной из существенных особенностей отложений среднего карбона, резко отличающей их от нижнего (не считая подугленосную свиту).

\* \* \*

Остановимся теперь на тех причинах, которые обуславливали в каждом отдельном случае появление и исчезновение промышленной угленосности, а также существенные изменения петрографических типов углей. Прежде всего следует, очевидно, начать с этапом максимального промышленного углепроявления в нижнем и среднем карбоне. Мы видели, что в среднем карбоне наиболее благоприятной для углеобразования была обстановка приустьевых частей речных долин с подчиненной ей лагунной обстановкой. Частота углепроявления, мощность и выдержанность угольных пластов прямо пропорциональны частоте появления и широте распространения обстановки приустьевых частей речных долин и содержанию в ней аллювиальных фаций.

Максимальное углепроявление наблюдается в трансгрессивной части среднекарбонového цикла (московский ярус), совпадая с максимальным развитием в это время обстановки приустьевых частей речных долин, представленной главным образом русловой фацией.

Последовательное расширение обстановки приустьевых частей речных долин, начиная с Башкирского верхнего цикла, было обусловлено прогрессирующим нарастанием активности удаленной области сноса, расширением речной сети, более интенсивными выдвиганиями русел на территорию бассейна.

Лагунная обстановка развивалась в междолинных участках, питаясь материалом, выносимым реками и входя составным элементом в общий ландшафт слабобрасчлененных приморских аллювиальных равнин. При нарастающих трансгрессиях моря устья речных долин отступали, аккумулятивные формы лагунной обстановки более или менее быстро разрушались, береговая линия выравнивалась и лагунная обстановка уступала место мелководноморской и морской обстановкам. В грубом приближении можно считать, что широта и устойчивость развития лагунных фаций и обстановки находилась все время в прямой функциональной зависимости от широты и устойчивости развития обстановки приустьевых частей речных долин, а также от характера слагающих ее фаций, выражающих большую или меньшую степень продвинутости речного устья в бассейн накопления.

Широкому площадному распространению обстановки приустьевых частей речных долин способствовали большие амплитуды частных колебаний (крупная цикличность), обусловившие исключительно широкий диапазон перемещения береговой линии и всех фациальных зон, в том числе и зоны углеобразования. В связи с этим угольные пласты продуктивных свит среднего карбона занимают огромные площади.

Все угли промышленных свит среднего карбона клареновые, что связано, по-видимому, с высокой обводненностью торфяника вследствие ин-

тенсивности морских трансгрессий. Однако частые изменения деталей конфигурации и морфологии побережья, связанные с миграцией речных долин и большим диапазоном их перемещения внутри исключительно широкой зоны углеобразования, обусловили резкое непостоянство окислительно-восстановительного потенциала торфяника, в который поступали на различных участках то преимущественно морские, то преимущественно речные, богатые кислородом воды. В соответствии с этим угли Башкирского верхнего и в особенности Московского цикла (шестого порядка) весьма разнообразны по степени разложенности растительного материала и восстановленности, представляя всю гамму типов от сильно разложенных очень слабо восстановленных «аа» до очень слабо разложенных весьма восстановленных «вв». При этом по мере перехода от прибрежных юго-западных районов к более удаленным северо-восточным районам постепенно увеличивается роль слабо разложенных восстановленных углей.

Существенно иную картину мы наблюдаем в нижнем карбоне. Промышленная угленосность нижнего карбона связана с регрессивной частью нижнекарбонового цикла, приурочиваясь к устойчивому развитию лагунной обстановки в средней части Кальмиусского нижнего цикла.

Обстановка приустьевых частей речных долин здесь предельно редуцирована и представлена лишь тонкопесчаными осадками речных выносов с признаками ослабленной динамики среды. Появление грубозернистого материала речных выносов и аллювия с последовательным расширением обстановки приустьевых частей речных долин вверх по разрезу нижнего карбона сопровождается резким сокращением лагунной обстановки, исчезновением промышленной угленосности, изменением характера угольного вещества в редких маломощных и неустойчивых угольных пропластках.

Формирование лагунной обстановки подготавливалось режимом длительной избыточной компенсации, существовавшим на протяжении всей регрессивной части Кальмиусского нижнего цикла (подугленосная свита). Он был обусловлен интенсивными поднятиями весьма удаленной области сноса, расположенной юго-западнее платформенной области Украинского кристаллического массива, интенсивной эрозией и приносом в бассейн накопления огромного количества терригенных осадков, обеспечивших переход карбонатной формации в терригенную.

Устойчивое развитие лагунной обстановки явилось следствием наступившего уравновешенного режима осадконакопления, сказавшегося в целом ряде отмеченных выше особенностей генетических типов пород и в своеобразии нижнекарбоновых углей.

Удаленность области сноса, длинный путь транспортировки обломочного материала обусловили питание лагунной обстановки сравнительно однородными и тонкими песчано-алевритовыми осадками. В их распределении и характере не обнаруживается сколько-нибудь существенной зависимости от периодических перемещений речного устья, находившегося в основном за пределами исследованной площади.

Периоды частных трансгрессий моря отмечались, по-видимому, некоторым усилением переработки и разноса материала волновым полем бассейна, однако действие этих факторов не было в состоянии сколько-нибудь существенно изменить устойчивый лагунный ландшафт побережья.

Периоды частных регрессий не вызывали заметного приближения речного устья и заканчивались исключительно мощным развитием тонкозернистых болотных осадков и торфяника, за счет которого образовались специфические дюреновые угли нижнего карбона, преимущественно переходного по степени разложенности растительного материала



и восстановленности типа. Петрографические особенности их в известной мере можно связывать с частым подсыханием торфяника и затрудненностью проникновения в его пределы как морских, так и пресных речных вод. Существенное значение для сохранения однородной лагунной обстановки имели также особенности геотектонического режима. Как было показано, начало образования средней части Кальмиусского нижнего цикла совпало с резким уменьшением мощности мелких циклов первого — третьего порядков, в связи с уменьшением амплитуд и периодов дифференциальных движений колебательного характера, обусловленным, по-видимому, началом прибортовых поднятий на западе. Частые прогибания малой амплитуды успевали компенсироваться в пределах лагунной обстановки, способствуя ее консервации на протяжении двух Самарских циклов четвертого порядка.

Однако малые амплитуды частных прогибаний свидетельствуют также об относительной узости зоны миграции береговой линии. Поэтому несмотря на исключительную устойчивость лагунной обстановки в прибортовых районах возможная ширина ископаемой зоны лагунных осадков была ограниченной. Таким образом, можно полагать, что в отличие от углей продуктивных свит среднего карбона верхневизейские угли не имели широкого распространения вкост береговой линии бассейна и должны довольно быстро выклиниваться в направлении общего падения пород, что находит подтверждение в данных углеразведочных работ. Узостью ископаемой полосы лагунных осадков, к которой приурочена вся промышленная угленосность нижнего карбона, объясняются, по-видимому, резкие изменения угленосности, констатируемые разведочными работами по мере удаления от прибортовых участков бассейна.

Весьма характерно, что к востоку от р. Кальмиус, в Амвросиевском районе, по данным поисковых работ последних лет, подугленосная и продуктивная толща нижнего карбона ( $B_1$  —  $C_5$ ) переходят постепенно в совершенно однообразную толщу алевролитистых аргиллитов, мощностью около 1500 м, без прослоев углей и известняков, лишенную органических остатков и минеральных включений и не обнаруживающую признаков циклического строения.

Учитывая отмеченное выше выпадение продуктивной свиты из разреза западных районов (Петриковка), которое, по нашим соображениям, обусловлено многократными размывами и перерывами в процессе ее образования, приходим к выводу, что продуктивная толща нижнего карбона является весьма невыдержанной и по простиранию.

С чем же связано исчезновение промышленной угленосности в верхней трансгрессивной части нижнекарбонového цикла, где, так же как и в среднем карбоне, получают широкое развитие прубозернистые осадки, связанные с речной деятельностью?

Основная причина заключается в различиях геотектонического режима во время формирования Новобешевского и Московского циклов (шестого порядка), обусловивших различия в характере и распределении обстановок, в общем случае благоприятствующих углеобразованию.

Поднятия прибортовых участков бассейна, в значительной степени контролировавшие накопление осадков Новобешевского цикла, при одновременном интенсивно нараставшем прогибании самого бассейна, обусловили предельное сужение «шарнирной» зоны сочленения платформенной структуры Украинского массива и развивавшегося Донецкого прогиба. Морфологическим выражением этого явилось увеличение крутизны прибрежного склона и соответствующее сужение всех фациальных зон прибрежных отложений, а следовательно, и зоны возможного углеобразования.

Если в период образования Московского цикла смена грубозернистых отложений приустьевых участков речных долин тонкозернистыми терригенными и карбонатными морскими осадками растягивается на

200—300 км, то во время образования Новобешевского цикла такие переходы наблюдаются на протяжении десятка километров.

В подобных условиях возможности выдвижения подводных русел и формирования устойчивой лагунной обстановки были крайне ограниченными; наглядной иллюстрацией этого может служить профиль изменения обстановок свиты  $C_1^4$  (см. фиг. 22).

Сужению фациальных зон по-прежнему способствовали малые амплитуды мелких колебаний, выражающиеся в предельно малых мощностях циклов первого порядка в Новобешевское время. Однако в данных условиях они уже не могли обеспечить сохранение уравновешенного режима осадконакопления, тем более что, судя по возросшей контрастности пород и фаций, произошло некоторое увеличение скорости этих частных колебаний. В результате в западных и Владимировском районах, где имеет широкое развитие обстановка приустьевых частей речных долин, осадконакопление происходило в условиях явной перекомпенсации, что совершенно не благоприятствовало углеобразованию и сохранению угольных пластов в разрезе. На востоке, в Кальмиусском районе, наблюдаются, наоборот, признаки частичной недокомпенсации, болотные фации предельно редуцированы и угольные пласты уже совершенно отсутствуют.

Таким образом, некоторые черты сходства между Новобешевским и Московским циклами, выражающиеся в одновременном присутствии в них как речных песчаников с их подводными выносами, так и морских фаций, сказались лишь на сходстве петрографического типа углей этих циклов. Интенсивность же углепроявления в них резко различна, обусловливаясь существенным различием ландшафтно-тектонических условий, в которых существовали благоприятствующие углеобразованию фации.

Причины низкой угленосности Башкирского нижнего цикла, естественно, связаны с преобладанием в нем морских и заливных фаций и незначительным развитием обстановок приустьевых частей речных долин и лагун, благоприятствующих углеобразованию.

Суммируя все сказанное, приходим к выводу, что в изученном разрезе отчетливо выявляются два резко различных типа угленакопления, тесно связанные с различиями палеогеографических и тектонических условий нижнего и среднего карбона.

Н и ж н е к а р б о н о в ы й тип угленакопления характеризуется преобладанием дюреновых углей переходного по степени разложенности и восстановленности типа, ограниченных в своем развитии как во времени, так и на площади. Исключительно мелкая цикличность, совершенно не характерная для подавляющего большинства угленосных бассейнов, устойчивая однородная лагунная обстановка, не зависевшая от изменений гидродинамического режима равнинных рек с удаленной областью питания и поддерживавшаяся режимом уравновешенного осадконакопления, — таковы основные особенности формирования этого типа. В значительной мере они обусловлены приуроченностью его к началу образования новой — терригенной формации, сменившей карбонатную, и переходу от платформенного режима к субгеосинклинальному.

С р е д н е к а р б о н о в ы й тип угленакопления характеризуется резким преобладанием клареновых углей, весьма разнообразных по степени разложенности растительного материала и восстановленности типов. Промышленное углеобразование распространяется на огромные площади и удерживается на протяжении чрезвычайно длительного времени.

Сравнительно крупная цикличность, типичная для большинства угольных бассейнов, и, соответственно, большие амплитуды и периоды частных колебаний, обуславливают исключительную широту фациальных

зон и зоны углеобразования, чему способствует относительно выровненный рельеф побережья. Угленакопление приурочивается к обстановке приустьевых частей речных долин и связанных с ними лагун, которая периодически занимала огромные площади бассейна, но отличалась неустойчивостью во времени и часто чередовалась с морскими обстановками.

Данный тип угленакопления характерен для всех продуктивных свит среднего карбона, но наиболее ярко выражен в Московском цикле, с которым связана основная промышленная угленосность.

Резкие различия между ниже- и среднекарбоновым угленакоплением прослеживаются на всей площади развития верхневизейских угленосных отложений вплоть до самых прибортовых частей прогиба и платформенного склона Украинского кристаллического массива (район Петриковки). Очевидно, эти различия отражают коренные изменения в общих условиях образования угленосных отложений, настолько глубокие, что они позволяют говорить о двух типах угленосных формаций.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В пределах ниже- и среднекарбоновых отложений юго-западной части Донбасса отчетливо выделяются два типа угленосных формаций, которым свойственны резко различные типы угленакопления. Граница формаций совпадает с границей между нижним и средним отделами карбона.

2. Особенности состава и строения нижнекаменноугольной формации показывают, что она в известной мере еще наследует черты платформенного развития, выраженные достаточно отчетливо в карбонатной формации нижнего карбона. Это проявляется в следующем:

а. В сравнительной мелкозернистости обломочного материала; периодически появляющиеся грубозернистые песчаники с гравием и галькой и прослои конгломерата имеют малое распространение, прижимаясь к прибортовым участкам бассейна.

б. В преимущественно кварцевом составе песчано-алевритовых пород, с периодической примесью обломков горных пород, главным образом осадочного комплекса и ничтожным содержанием полевых шпатов.

в. В большом количестве каолина в цементе и зернах песчано-алевритовых пород западных районов, особенно в породах аллювиального генезиса, что свидетельствует о размыве коры выветривания.

г. В периодических дифференциальных поднятиях прибортовых участков бассейна, распространяющихся с запада и постепенно захватывающих все более восточные районы и связанных, по-видимому, с проявлением глыбовой тектоники жесткого кристаллического фундамента (Украинский массив). Подтверждением этого является широкое развитие сбросов северо-западного простирания с крутым падением плоскостей как на юго-запад, так и на северо-восток, установленных в отложениях нижнего карбона в области, непосредственно примыкающей к Украинскому массиву. Поисково-разведочными работами последних лет доказывается конседиментационный характер некоторых этих нарушений.

д. В исключительно малой мощности мелких циклов осадконакопления, сильно отклоняющейся от мощности циклов подавляющего большинства паралических угленосных толщ, в том числе и от угленосной толщи среднего карбона Донбасса.

е. В неустойчивости ритмичности, что выражается в многократном резком изменении во времени мощности мелких циклов осадконакопления и сопровождается нарушением отношения мощностей циклов разного порядка. При этом малая мощность циклов отчетливо приурочивается к периодам усиления дифференциальных поднятий прибортовых участков бассейна, а в периоды затухания поднятий мощность возрастает (интервалы  $B_1 - C_1$ ;  $D_1 - D_4$ ; верхи свиты  $C_1^{(5)}$ ).

3. Если такие особенности, как кварцевый состав, наличие зерен каолина, мелкозернистость осадков, сближают данную формацию с типичной платформенной угленосной формацией, например, нижнего

карбона Русской платформы, то другие связаны с своеобразием положения ее в прибортовой части развивающегося прогиба, в зоне сочленения его с платформенной структурой Украинского массива. Это определило сложный характер развития данной формации, проходившей несколько существенно отличающихся этапов, тесно связанных с крупными циклами осадконакопления:

А. Этап подугленосной свиты  $C_1^2$  или регрессивной части Кальмиусского нижнего цикла. Начало пульсирующего развития Донецкого нижекарбонowego прогиба, обильное поступление преимущественно тонкозернистого обломочного материала из удаленной области сноса, быстро подавляющего карбонатную садку и обеспечивающего регрессивную направленность осадконакопления, постепенную перестройку морфологии побережья, установление в конечном счете лагунной обстановки с первыми рабочими пластами угля. Признаки прибортовых поднятий отсутствуют. В первую половину несомненно прогрессирующее расширение бассейна накопления, что скazujeется лишь в приуроченности к нижней части подугленосной свиты песчаников речных выносов. Во вторую половину возможно некоторое замедление результирующей погружения.

Б. Этап продуктивной части самарской свиты  $C_1^3$  (интервал  $C_1 - C_5$ ) или средней части Кальмиусского нижнего цикла. Стабилизация скоростей поступления материала и прогибания. Уравновешенное осадконакопление. Предельное однообразие пород и фаций — алевроитовый и тонкопесчаный материал из удаленной области сноса с признаками длительной переработки и многократного переотложения. Устойчивая лагунная обстановка, при отсутствии речных осадков и типичных для среднего карбона грубозернистых и косослоистых осадков речных выносов. Слабая изоляция лагунных водоемов от морских вод. Повышенная магнезиальность конкреций и известняков. Резкое сокращение мощностей циклов низших порядков, свидетельствующее о нарушении общей структуры колебательных движений в связи с развитием прибортовых поднятий западнее района исследований. Малые мощности циклов первого порядка, обусловленные уменьшением амплитуд и скоростей мелких пульсаций. Узость фациальных зон. Высокая промышленная угленосность при весьма узкой зоне углеобразования. Своеобразный тип угленосности — дюреновые угли с обилием спор и фюзенизированных компонентов, однообразного переходного по степени разложенности растительного материала и восстановленности типа, низкзолые, низкосернистые, простого строения. Первые признаки прибортовых поднятий, выраженные в осадках, — пролювиальные конгломераты в конце этапа.

В. Этап верхней части самарской свиты  $C_1^3$  ( $C_5 - C_8$ ) или трансгрессивной части Кальмиусского нижнего цикла. Постепенно развивающиеся дифференциальные поднятия в области Украинского массива начинают препятствовать поступлению в бассейн накопления обломочного материала из удаленной области сноса. Режим уравновешенного осадконакопления сменяется неустойчивым режимом с частыми фазами некомпенсированного развития. Происходит быстрое изменение литолого-фациального состава, лагунная обстановка сменяется заливной и мелководноморской обстановками. Наряду с конгломератами пролювиального облика появляются речные осадки с признаками плохо закрепленных коротких русел. Вещественный состав осадков начинает обогащаться обломками горных пород, в тяжелой фракции появляются новые минералы. Угленосность резко сокращается. Единичные пласты, достигающие рабочей мощности, приурочиваются к обстановке низовьев речных долин и представлены клареновыми углями сильно разложенного маловосстановленного типа.

В целом количество материала, поступающего с еще слабо эродированного Украинского массива, было невелико и непостоянно. Преобладающая масса по-прежнему выносилась из удаленной области сноса, что объединяет все три этапа развития Кальмиусского нижнего цикла.

Г. Этап бешевской ( $C_1^4$ ) и амвросиевской ( $C_1^5$ ) свит или Кальмиусского верхнего и Новобешевского нижнего и верхнего циклов. Развитие этапа проходит в условиях дальнейшей активизации поднятий Украинского массива и вовлечения в размыв все более широких, в том числе прибортовых участков. Прогрессирующее увеличение количества грубообломочного материала, выносимого реками из близкой области сноса, развитие перерывов в осадконакоплении, сопровождающихся образованием коры выветривания. Резкое изменение вещественного состава пород, обогащение тяжелой фракции целым рядом новых, в том числе легко разрушаемых минералов. Минеральный состав неустойчив на площади, существенно изменяясь с приближением к речным устьям. Прогрессивно нарастающая мобильность бассейна накопления, усиление результирующего прогибания и скорости частных пульсаций, при очень малых мощностях циклов всех низших порядков. Все более интенсивный характер морских трансгрессий, расширение морских фаций и обстановок. Нарастающая контрастность фаций и обстановок. Неустойчивость режима осадконакопления, резкая перекомпенсация быстро сменяется неполной компенсацией. Предельное сужение «шарнирной» зоны сочленения области сноса и накопления. Исключительно резкие изменения пород, фаций и мощностей на площади. Предельное сужение зоны возможного углеобразования. Отсутствие промышленной угленосности. Единичные невыдержанные нерабочие угольные пропластки — клареновые, повышенной зольности, изменчивые по степени разложенности и восстановленности.

В максимальной степени все эти признаки проявляются в Новобешевском нижнем цикле. В Новобешевском верхнем наблюдается тенденция обратного развития, обусловленная ослаблением интенсивности прибортовых поднятий. В целом распространявшиеся с запада поднятия в области Украинского массива контролировали на данном этапе сложнотрициклическое развитие осадконакопления и состав осадков. Поступление материала из удаленной области сноса было в это время сильно ограничено, а временами, по-видимому, полностью прекращалось.

4. Особенности состава и строения среднекаменноугольной формации не обнаруживают каких либо признаков платформенного развития. Породы полимиктовые со значительно более высоким содержанием полевых шпатов. Сокращается количество обломков горных пород и существенно меняется их состав, свидетельствующий о размыве пород не только осадочного, но и изверженного характера. Отсутствуют признаки перемыва коры выветривания. Обломочный материал значительно более разнообразен по гранулометрическому составу, существенно возрастает содержание как грубозернистых, так и тонко отмученных разновидностей. В составе минералов тяжелой фракции отсутствуют легко разрушаемые минералы, резко сокращается содержание карбонатов, за счет которых возрастает содержание рудных минералов. Минеральные ассоциации устойчивы на большой площади. Все более широкое развитие получают аллювиальные песчаники с признаками рек с длинным путем транспортировки материала, с хорошо разработанными и закрепленными руслами и широкими ископаемыми долинами и, с другой стороны, типичные морские терригенные и карбонатные осадки.

Все эти признаки свидетельствуют о выключении из размыва границей с бассейном области Украинского массива и существенных изменениях палеоландшафта побережья, представлявшего в течение среднего

карбона обширную аллювиальную приморскую равнину, с хорошо разработанными долинами рек и удаленной областью сноса. Характерные для нижнего карбона сбросовые формы дислокаций сменяются надвиговыми.

Развитие циклического осадконакопления в пределах всей среднекаменноугольной формации контролируется периодически нараставшей активностью удаленной области сноса, возможно, и некоторым приближением ее в связи с усилением поднятий, которые были максимальны в период образования свит  $C_2^5$  и  $C_2^6$  московского яруса.

Мощности циклов первого порядка все время большие, типичные для подавляющего большинства угленосных отложений. Ритмичность устойчива во времени и на площади, отношения мощностей циклов разных порядков выдерживаются. Частные колебания отличаются сравнительно большими амплитудами и периодами, обуславливающими режим плавной ритмической пульсации. Зона сочленения воздымающейся удаленной области сноса и погружающегося бассейна накопления очень широка, профиль берегового склона пологий, диапазон миграции фаций и фациальные зоны исключительно широки. Все эти признаки свидетельствуют о стабилизации тектонического режима, который приобретает типичный субгеосинклинальный характер.

Угленосность тесно связана с обстановкой приустьевых частей речных долин с подчиненными ей лагунными фациями и достигает максимального развития в свитах  $C_2^5$ — $C_2^6$  московского яруса, где речные осадки получают наиболее широкое развитие. Зона углеобразования занимает огромные площади. Угольные пласты очень выдержанные. Угли клареновые, весьма разнообразные по степени разложения растительного материала и восстановленности.

5. Среднекаменноугольная формация Донбасса значительно более благоприятна для устойчивого во времени и широкого на площади развития промышленного угленакопления. Она является своеобразной разновидностью параллических формаций прогибов, с которыми связаны наиболее богатые запасы углей.

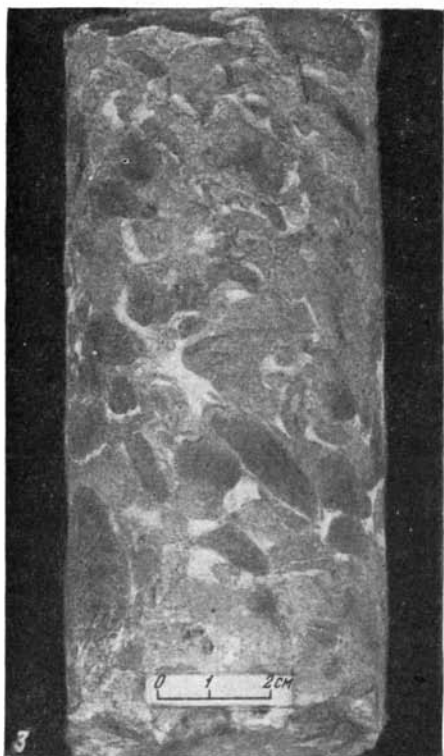
Нижнекаменноугольная формация Донбасса может быть отнесена к типу переходных, развивающихся в начальную стадию образования прогиба на жестком платформенном основании. В целом она малоблагоприятна для угленакопления вследствие дифференциальных поднятий прибортовых платформенных участков развивающегося прогиба и связанной с этим неустойчивости ритмики, мощностей, фациальных обстановок и общего режима осадконакопления.

## ЛИТЕРАТУРА

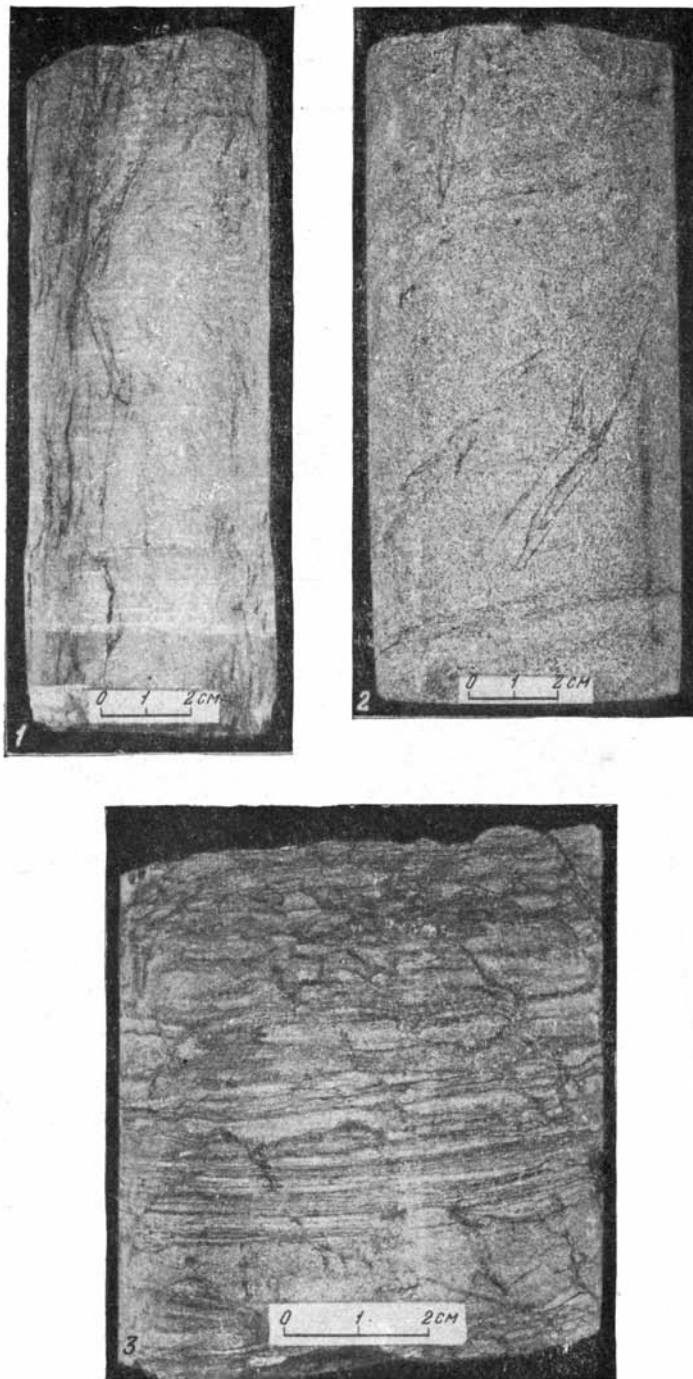
- Айзенверг Д. Е. Стратиграфия и палеогеография нижнего карбона западного сектора Большого Донбасса. Киев, Изд-во АН Украинской ССР, 1958.
- Аллювиальные отложения в угленосной толще среднего карбона Донбасса. Сб. статей под ред. Ю. А. Жемчужникова и В. С. Яблокова.— Труды Ин-та геол. наук АН СССР, вып. 151, угольная серия, № 5, 1954.
- Атлас литогенетических типов угленосных отложений среднего карбона Донецкого бассейна. Под ред. В. С. Яблокова. Изд-во АН СССР, 1956.
- Банковский В. А. 1. Карбонатность в породах каменноугольного возраста Донбасса как показатель фациальных условий. В кн.: «Геолого-исследовательские работы». М.— Харьков, Углетехиздат, 1950.
- Банковский В. А. 2. Литологическая классификация известняковых горизонтов продуктивного карбона Донбасса.— Докл. АН СССР, 1950, 74, № 4.
- Белюсов В. В. Общая геотектоника. М.— Л., Гостеолиздат, 1948.
- Боголюбова Л. И., Яблоков В. С. Генетические типы углей среднего карбона юго-западной части Донбасса.— Изв. АН СССР, серия геол., 1951, № 6.
- Ботвинкина Л. Н. О принципах выделения и типизации циклов осадконакопления в угленосных толщах.— Изв. АН СССР, серия геол., 1952, № 1.
- Ботвинкина Л. Н. Некоторые закономерности изменения палеогеографии и строения угленосных отложений свит  $S_2^5$  и  $S_2^6$  Донбасса.— Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, отд. геол., 1955, 30, вып. 3 (Реферат).
- Ботвинкина Л. Н. 1. Методы сопоставления разрезов угленосных толщ на основе фациально-циклического анализа.— Труды Лабор. геол. угля АН СССР, 1956, вып. 5.
- Ботвинкина Л. Н. 2. О трансгрессивных и регрессивных рядах фаций угленосных толщ.— Изв. АН СССР, серия геол., 1956, № 2.
- Видавский В. В., Рябоконев Н. Я. Органическая масса донецких углей в связи с их коксующимися свойствами. В кн.: «Геолого-химическая карта Донецкого бассейна». Вып. 5, Харьков — М., Укргостоптехиздат, 1941.
- Долудо М. Е. К литологии верхневизейской песчано-глинистой толщи юго-западной окраины Донбасса.— Докл. АН СССР, 1958, 118, № 5.
- Ершов В. З. Геологическое строение Донецкого бассейна по новым данным. В кн.: «Геолого-химическая карта Донецкого бассейна». Вып. 8, Москва, Углетехиздат, 1954.
- Жемчужников Ю. А., Яблоков В. С. Фациально-циклический метод изучения угленосных отложений.— Труды Лабор. геол. угля АН СССР, 1956, вып. 5.
- Жемчужников Ю. А. и др. Строение и условия накопления основных угленосных свит и угольных пластов среднего карбона Донецкого бассейна, ч. 1—2.— Труды Геол. ин-та АН СССР, вып. 15, 1959, 1961.
- Залесский М. Д. Опыт разделения каменноугольных осадков Донецкого бассейна на основании ископаемой флоры.— Изв. Геол. ком., 1928, 47, № 1.
- Иносова К. И., Феофилова А. П. Связь типов углей с общими условиями осадконакопления в Донецком бассейне. Изв. АН СССР, 1960, № 7.
- Киреева Г. Д. Стратиграфическое положение московского яруса в разрезе Донецкого бассейна (на основе распределения фузулинид).— Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, отд. геол., 1951, 26, вып. 3.
- Киреева Г. Д. Стратиграфическая схема и фораминиферы среднего карбона западной части Донецкого бассейна. Автореф. дисс. на соиск. уч. степени канд. геол.-мин. наук. М., 1952.
- Киреева Г. Д., Максимова С. В. Фациальные изменения известняков свит  $S_2^5$ ,  $S_2^6$ ,  $S_2^7$  Донецкого бассейна. Л., Гостоптехиздат, 1959.
- Колотухина С. Е. К вопросу о генезисе табачковых песчаников свиты  $S_2^5$  Донецкого бассейна.— Докл. АН СССР, 1948, 63, № 3.
- Колотухина С. Е. Об аллювиальном генезисе мощных песчаников среднего карбона северной окраины Донбасса.— Изв. АН СССР, серия геол., 1952, № 1.
- Кучеренко М. Т. Химико-минералогическая характеристика карбонатных пород среднего карбона западного продолжения Донбасса.— Научные записки Днепропетр. ун-та, 1957, 58.



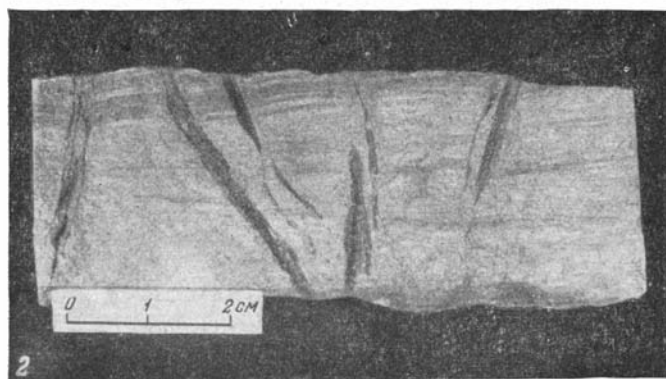
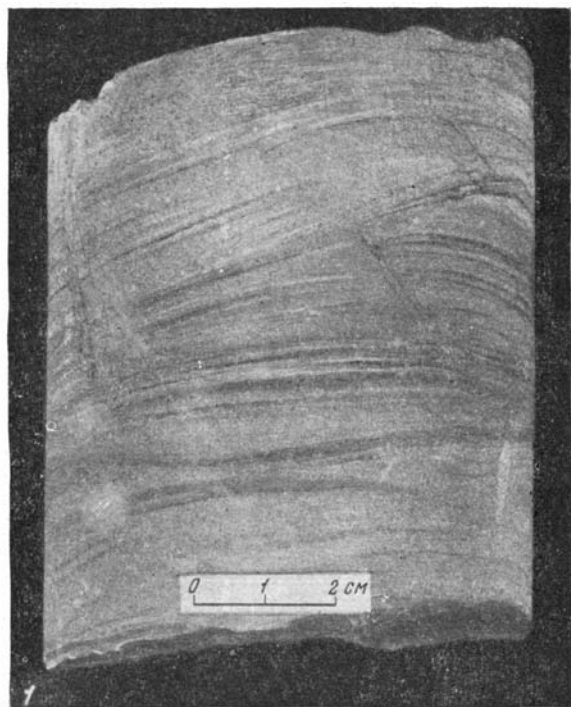
- Лебедев Н. И. Материалы для геологии Донецкого каменноугольного бассейна II. Разрез каменноугольных отложений Донбасса по р. Кальмиус.— Наук. зап. Днепропетр. наук.— досл. катедры геол. Днепропетровск, 1927.
- Левенштейн М. Л. 1. К вопросу о структуре юго-западной окраины Донецкого бассейна.— Изв. АН СССР, серия геол., 1959, № 4.
- Левенштейн М. Л. 2. К вопросу о синонимике известняков и угольных пластов нижнего карбона в юго-западной части Донецкого бассейна.— Тр. Донецкого индустриального ин-та, т. 37, 1959.
- Либрович Л. С. Новая схема подразделения и корреляции карбона Донбасса (на основе распространения цефалоподовых фаун).— Материалы Всес. научно-исслед. геол. ин-та, общая серия, 1946, сб. 7.
- Логвиненко Н. В. Литология и палеогеография продуктивной толщи донецкого карбона. Изд-во Харьков. ун-та, 1953.
- Манукалова-Гребенюк М. Ф. Стратиграфия нижнекаменноугольных отложений западной части Донецкого бассейна по микрофауне. Автореферат диссертации. Изд. ЛГУ, 1958.
- Новик Е. О. Схема расчленения по флоре каменноугольных отложений Кальмиус-Торецкой котловины Донецкого бассейна.— Геол. журнал АН СССР, 1938, 5, вып. 1—2 (на укр. яз.).
- Новик Е. О. Каменноугольная флора Европейской части СССР. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1952 (Палеонтология СССР, новая серия, 1).
- Новик Е. О. Этапы развития каменноугольной флоры юга Европейской части СССР.— Геол. журнал АН Украинской ССР, 1953, 13, вып. 3.
- Пустовалов Л. В., Султанов А. Д. 1. О распределении «тяжелых» минералов по типам пород продуктивной толщи Прикуринской низменности.— Докл. АН СССР, 1946, 52, № 2.
- Пустовалов Л. В., Султанов А. Д. 2. О сопряженности гранулометрического, минералогического и химического состава пород продуктивной толщи Прикуринской низменности.— Докл. АН СССР, 1946, 52, № 3.
- Ротай А. П. Нижний карбон Донецкого бассейна и положение намюрского яруса в каменноугольной системе.— Труды XVII сессии МГК, 1937 г., т. 1, 1939.
- Ротай А. П. Брахиоподы среднего карбона Донецкого бассейна, ч. 1. *Sperferidae*. М., Госгеолиздат, 1951.
- Ротай А. П. Брахиоподы среднего карбона Донецкого бассейна, ч. 2. *Marginifera*. М., Госгеолиздат, 1952.
- Сокольская А. В., Хмарский Н. З. Об аллювиальных отложениях в нижнем карбоне западных районов Донбасса.— Научные записки Днепропетр. ун-та, 1957, 58.
- Стукало А. П., Стовповой В. Н. Некоторые данные о геологическом строении и угленосности Приднепровского каменноугольного района западного продолжения Донбасса.— Сов. геология, 1955, сб. 46.
- Тимофеев П. П. К вопросу о связи генетических типов углей с обстановками осадконакопления.— Изв. АН СССР, серия геол., 1952, № 5.
- Тимофеев П. П. К вопросу об условиях осадконакопления угленосных свит  $C_2^6$  и  $C_2^7$  в пределах юго-западной окраины Донбасса.— Докл. АН СССР, 1954, 93, № 6.
- Тимофеев П. П. О причине циклического строения угленосных отложений среднего карбона Донбасса.— Изв. АН СССР, серия геол., 1956, № 2.
- Тимофеева З. В. Литолого-фациальная характеристика каменной и алмазной свит среднего карбона центральной части северной окраины Донбасса. Автореф. на соиск. уч. степ. канд. геол.-мин. наук. Изд-во АН СССР, 1953.
- Тимофеева З. В. Карбонатные конкреции среднего карбона Донбасса и их значение для изучения фациального состава угленосной толщи.— Изв. АН СССР, серия геол., 1956, № 10.
- Тихомирова Е. С. Условия накопления и некоторые вопросы геохимии Яснополянских отложений юго-западной части Подмосковского бассейна.— Материалы по геол. и полезным ископ. центр. районов Европейской части СССР, 1958, вып. 1.
- Труды Совещания по вопросу об объеме намюрского яруса и его положении в каменноугольной системе. 7—10 июня 1954 г. Киев, Изд-во АН Украинской ССР, 1957.
- Федотов Д. М. Каменноугольные пластинчато-жаберные моллюски Донбасса.— Труды Всес. геол.-развед. объедин., 1932, вып. 103.
- Феофилова А. П. К вопросу о классификации циклов осадконакопления в угленосной толще Донецкого бассейна.— Докл. АН СССР, 1954, 94, № 5.
- Феофилова А. П. Методика построения палеогеографических карт.— Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, отд. геол., 1955, 30, № 3.
- Феофилова А. П. Фациальные обстановки накопления угленосной толщи нижнего карбона Донецкого бассейна.— Изв. АН СССР, серия геол., 1959, № 5.
- Фомичев В. Д. Кораллы *Rugosa* и стратиграфия средне- и верхнекаменноугольных и пермских отложений Донецкого бассейна. М., Госгеолиздат, 1953.
- Чернышев Б. И. Средний и верхний карбон. В кн.: «Геология СССР», т. 7, 1944.
- Шировов А. З. Нижний карбон северо-западного продолжения Донбасса и его угленосность.— Труды Лабор. угля АН СССР, 1956, вып. 6.
- Южная экскурсия. «Донецкий каменноугольный бассейн». Путеводитель экскурсий XVII сессии МГК, 1937.



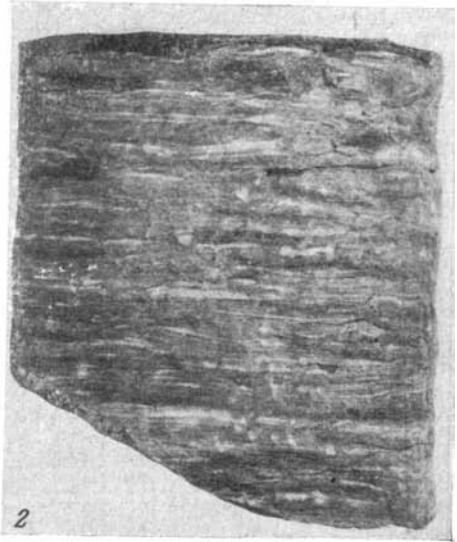
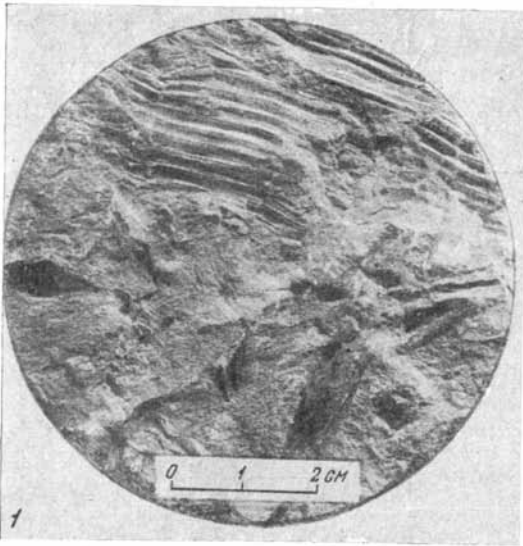
1. Песчаник разномзернистый с примесью гравия, с неясной косой слоистостью, подчеркиваемой грубыми обугленными растительными остатками. Видны зерна каолина. Фация русла. 2. Песчаник разномзернистый с гравием и галькой из алевролита и каолина, с обугленными растительными остатками. Фация русла. 3. Конгломерат. Фация временных потоков. 4. Алевролит крупнозернистый, светло-серый, неслоистый, с обильными корневыми остатками. Фация болот — «подпочва».



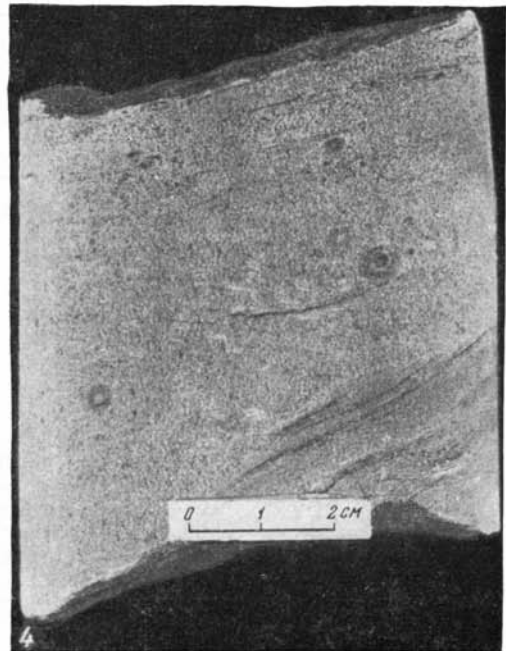
1. Песчаник тонкозернистый, светло-серый, неяснослоистый, с большим количеством тонких нитевидных корневых остатков. Фация болот — «подпочва». 2. Песчаник мелкозернистый фации речных выносов, слабо измененный процессами почвообразования. Видна крупная косоволнистая слоистость и тонкие корневые остатки характерной петлеобразной формы. 3. Тонкое переслаивание алевролитов мелководного характера прибрежнолагунной фации, слабо измененных процессами почвообразования. Видны тонкие корневые остатки.



1. Песчаник тонкозернистый фации прибрежной части открытого моря. Виден правильный рисунок слоистости, не измененной процессами почвообразования, и корневые остатки. 2. То же, раскол вкрест наслоения.

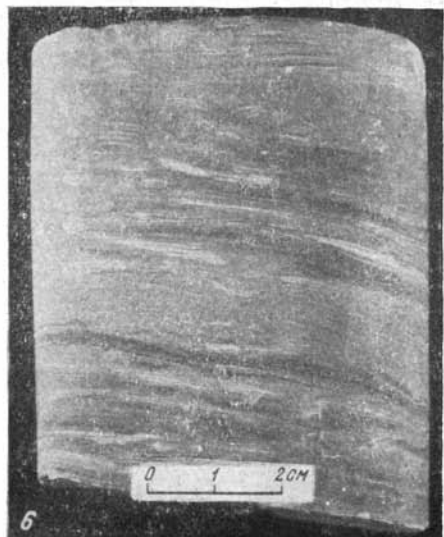
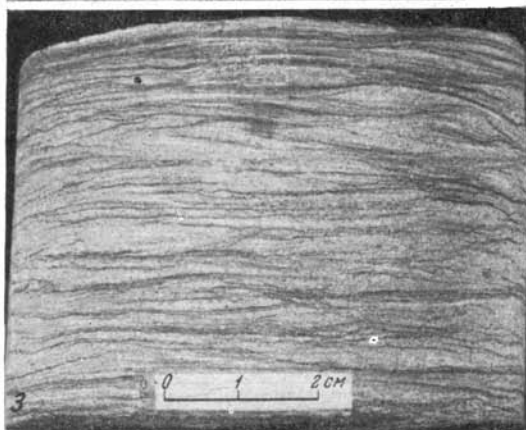
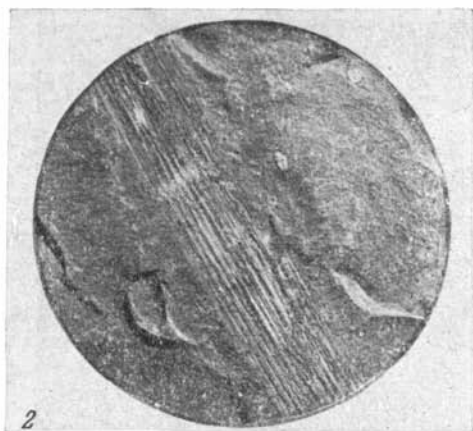
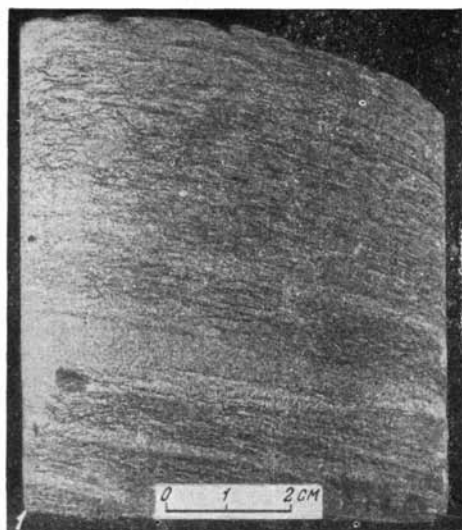


1. Алевролит неясно горизонтально-слоистый, с крупными растительными остатками стеблевых по наслоению. Фация болот. 2. Алевролит мелкозернистый, горизонтально-слоистый. Слоистость подчеркивается обильными растительными остатками. Фация болот. 3. Алевролит от мелко- до крупнозернистого с горизонтальной и горизонтально-волнистой слоистостью, с обильными растительными остатками. Фация болот. 4. Контакт песчаника мелкозернистого с примесью среднезернистого фации речных выносов с алевролитом. У нижней границы песчаника скопления гальки и полуокатанных включений алевролита.

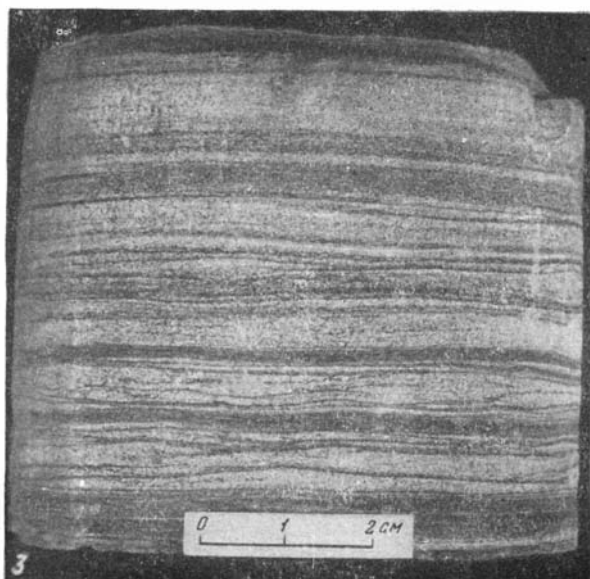
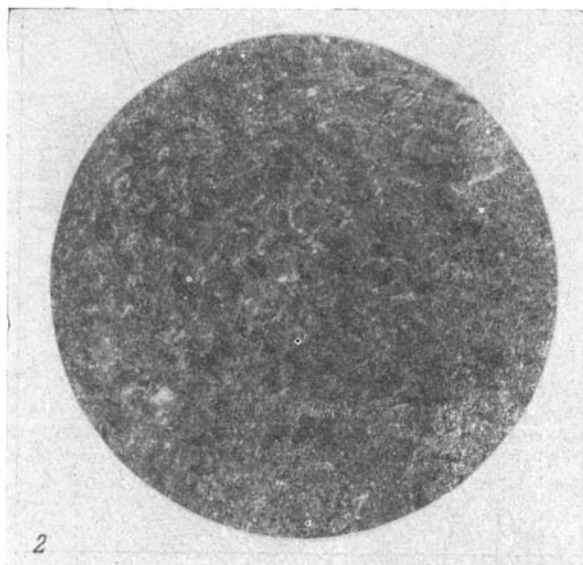
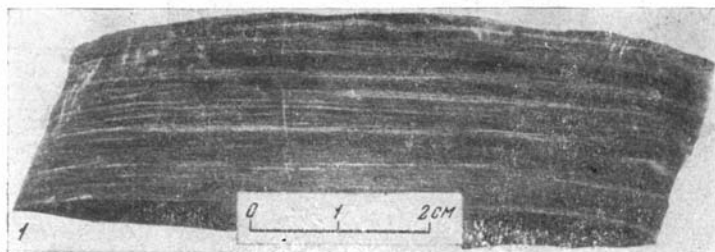


1. Контакт песчаника мелкозернистого фации речных выносов с переслаиванием алевролитов. В песчанике очень неправильная слоистость, подчеркиваемая грубыми обугленными растительными остатками. 2. Песчаник среднезернистый с примесью крупнозернистого, с беспорядочной слоистостью, подчеркиваемой грубыми обугленными растительными остатками. Фация речных выносов. 3. Песчаник мелкозернистый, тяготеющий к среднезернистому, с большим количеством неокатанных включений алевролита. Фация речных выносов. 4. Песчаник мелкозернистый с прерывистой мелкой асимметричной косоволнистой слоистостью. Видны мелкие пиритовые конкреции. Внизу — прослой крупнозернистого алевролита. Фация речных выносов.





1. Песчаник мелкозернистый с горизонтальной мелковолнистой слоистостью. Фация речных выносов. 2. Алевролит мелкозернистый с пиритизированными растительными остатками и мелкой фауной пелеципод. Фация лагун. 3. Песчаник тонкозернистый с мелкой горизонтальной и косоволнистой слоистостью. Фация прибрежных участков лагун. 4. Песчаник тонкозернистый с косоволнистой слоистостью более крупного размера. Фация прибрежных участков лагун. 5. Переслаивание алевролитов мелко и среднезернистых с прослоями аргиллита алевролитового. 6. Алевролит мелкозернистый с тонкой горизонтальной и неправильной линзовидно-волнистой слоистостью, осложненной мелкими текстурами взмучивания. Фация прибрежных участков заливов.

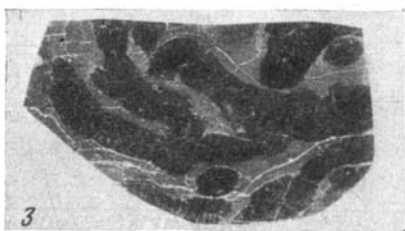


1. Алевролит крупнозернистый с правильной горизонтальной слоистостью. Фация озер.  
 2. То же, вид с торца. Характерна гладкая поверхность раскола, несущая обильный растительный детрит. 3. Тонкое переслаивание мелко- и крупнозернистых алевролитов с преобладанием крупнозернистого материала. Слоистость преимущественно горизонтальная, подчеркнута обильным растительным детритом. Фация озер.

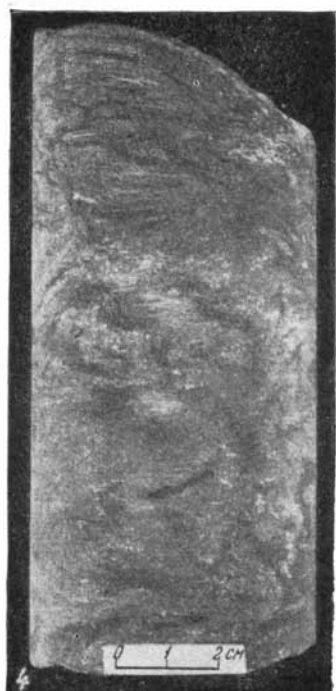
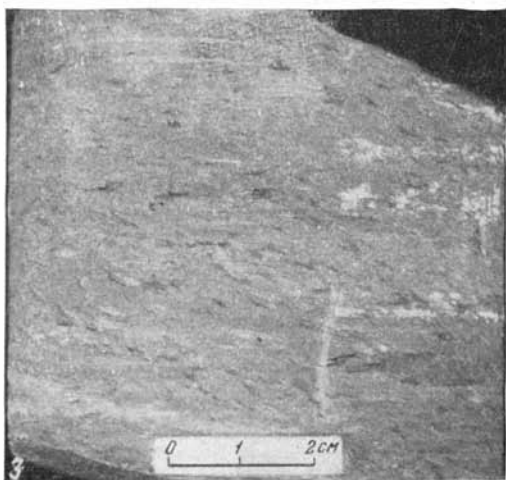




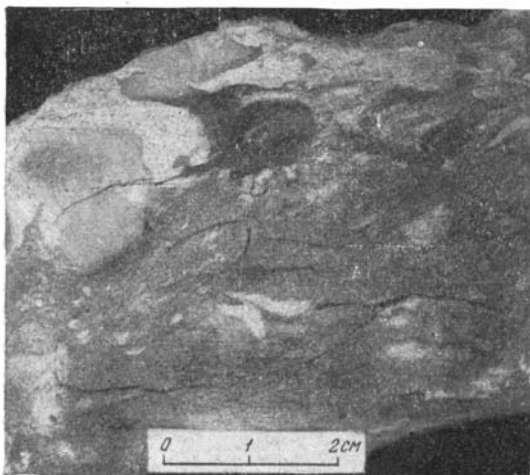
1. Песчаник тонкозернистый с очень тонкой горизонтальной прерывистой, слегка волнистой слоистостью, подчеркиваемой большим количеством мелкого растительного материала. Фация озер. 2. Алевролит крупнозернистый с интенсивно деформированной слоистостью. Вверху видна тонкая ненарушенная горизонтальная и мелковолнистая слоистость, подчеркиваемая мелким растительным материалом. Фация озер.



1. Конкреция магний сидеритового состава по кусту криноидей. Распиловка керна. 2. Тот же образец округлой поверхности керна. В центре минерализованных члеников криноидей — выделения пирита. 3. Округло-уплощенная конкреция с минерализованными члениками криноидей (черные). Распиловка керна. 4. Та же конкреция. Вид сверху. 5. Конкреция пиритово-магнийсидеритового состава по кусту криноидей. Вид сверху (торец керна).



1. Песчаник тонкозернистый с асимметричной косоволнистой слоистостью, в основании мелкозернистый с мелкими линзочками и галечками алевролита. Фация прибрежных участков открытого моря. 2. Песчаник мелкозернистый с мелкими линзочками и галечками алевролита. Фация прибрежных участков открытого моря. 3. Алевролит крупнозернистый с прерывистой мелковолнистой слоистостью за счет мелкоалевритового материала. Субфация прибрежных участков мелкого моря. 4. Алевролит крупнозернистый с за-  
мывами тонкопесчаного материала. Субфация прибрежных участков мелкого моря.



1—2. Песчаник тонкозернистый со взмученной текстурой, примазками алевролита, мелким растительным детритом и большим количеством обломков фауны (вид с торца и сбоку). Фация прибрежноморских осадков начала трансгрессии. 3. Алевролит крупнозернистый с неясной волнисто-линзовидной слоистостью, осложненной текстурами взмучивания, с частыми конкрециями и фауной. Содержит мелкие пиритизированные растительные остатки. Фация прибрежноморских осадков начала трансгрессии. 4. Песчаник тонкозернистый, плохо отсортированный, с очень неправильной, интенсивно взмученной слоистостью и большим количеством растительных остатков, в том числе аппендиксов. Содержит конкреции и редкую фауну криноидей. Фация прибрежноморских осадков начала трансгрессии.

## О Г Л А В Л Е Н И Е

|                                                                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Предисловие . . . . .                                                                                                           | 3         |
| Введение . . . . .                                                                                                              | 5         |
| <b>Глава I. Породы и фации . . . . .</b>                                                                                        | <b>11</b> |
| Континентальные отложения . . . . .                                                                                             | 11        |
| Аллювиальные фации . . . . .                                                                                                    | 11        |
| Болотные фации . . . . .                                                                                                        | 15        |
| Отложения, переходные от континентальных к морским . . . . .                                                                    | 20        |
| Морские отложения . . . . .                                                                                                     | 29        |
| Фации морских терригенных осадков . . . . .                                                                                     | 29        |
| Фации морских карбонатных осадков (известняков) . . . . .                                                                       | 36        |
| <b>Глава II. Циклы разных порядков и фациальные обстановки их образования. . . . .</b>                                          | <b>40</b> |
| Циклы первого порядка и фациальные обстановки их образования . . . . .                                                          | 40        |
| Типы фациальных обстановок . . . . .                                                                                            | 43        |
| Циклы второго порядка и фациальные обстановки их образования . . . . .                                                          | 53        |
| Различные типы строения циклов второго порядка. Обобщенные фациальные обстановки . . . . .                                      | 55        |
| Циклы третьего порядка . . . . .                                                                                                | 57        |
| Основные принципы выделения циклов разных порядков и их практическое значение . . . . .                                         | 58        |
| <b>Глава III. Особенности фациальных обстановок и циклического строения отдельных свит нижнего и среднего карбона . . . . .</b> | <b>60</b> |
| Свита $C_1^2$ (B) — подугленосная (или грабовская) . . . . .                                                                    | 60        |
| Свита $C_1^3$ (C) — угленосная (или самарская) . . . . .                                                                        | 64        |
| Свита $C_1^4$ (D) — бешевская . . . . .                                                                                         | 68        |
| Свита $C_1^5$ (E) — амвросневская . . . . .                                                                                     | 72        |
| Свита $C_2^1$ (F) — мандрыкинская . . . . .                                                                                     | 75        |
| Свита $C_2^2$ (G) — моспинская . . . . .                                                                                        | 77        |
| Свита $C_2^3$ (H) — смоляниновская . . . . .                                                                                    | 79        |
| Свита $C_2^4$ (I) — несветаевская (или белокалитвенская) . . . . .                                                              | 81        |
| Отложения московского яруса среднего карбона (свиты $C_2^5$ , $C_2^6$ , $C_2^7$ ) . . . . .                                     | 83        |
| Свита $C_2^8$ (K) — каменная . . . . .                                                                                          | 83        |
| Свита $C_2^9$ (L) — алмазная . . . . .                                                                                          | 84        |
| Свита $C_2^{10}$ (M) — горловская (или краснокутская) . . . . .                                                                 | 84        |
| <b>Глава IV. Некоторые закономерности строения разреза угленосных отложений нижнего и среднего карбона . . . . .</b>            | <b>86</b> |
| Особенности циклического строения . . . . .                                                                                     | 87        |
| Особенности вещественного состава терригенных пород . . . . .                                                                   | 93        |
| Особенности состава конкреций . . . . .                                                                                         | 115       |

|                                                                                                               |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Изменения характера известняков . . . . .                                                                     | 118        |
| Изменения угленосности и петрографического состава углей . . . . .                                            | 123        |
| <i>Глава V. Стратиграфическое значение циклов крупных порядков . . . . .</i>                                  | <i>129</i> |
| <i>Глава VI. Особенности развития Донецкого прогиба в ниже- и среднекаменно-<br/>угольную эпохи . . . . .</i> | <i>138</i> |
| Нижний карбон . . . . .                                                                                       | 139        |
| Цикл Кальмиусский нижний ( $B_1-C_6$ ) . . . . .                                                              | 139        |
| Цикл Кальмиусский верхний ( $C_8-D_4$ ) . . . . .                                                             | 144        |
| Цикл Новобешевский нижний ( $D_4-E_2^1$ ) . . . . .                                                           | 145        |
| Цикл Новобешевский верхний ( $E_2^1-F_1$ ) . . . . .                                                          | 146        |
| Средний карбон . . . . .                                                                                      | 147        |
| Цикл Башкирский нижний ( $F_1-H_4$ ) . . . . .                                                                | 147        |
| Цикл Башкирский верхний ( $H_4-K_1$ ) . . . . .                                                               | 149        |
| Цикл Московский нижний ( $K_1-L_1$ ) . . . . .                                                                | 150        |
| Цикл Московский верхний ( $L_1-M_6$ ) . . . . .                                                               | 151        |
| <b>Заключение . . . . .</b>                                                                                   | <b>157</b> |
| <b>Литература . . . . .</b>                                                                                   | <b>161</b> |
| <b>Таблицы (I—XI) . . . . .</b>                                                                               | <b>163</b> |
| Приложения (фиг. 17—30)                                                                                       |            |

*Феофилова Ариадна Павловна,  
Левенштейн Мордко Лейбович*

**Особенности осадко- и угленакопления  
в нижнем и среднем карбоне Донецкого бассейна**

Труды Геологического института АН СССР

Вып. 73

*Утверждено к печати Геологическим институтом  
Академии наук СССР*

Редактор Издательства *Я. А. Галушко.*  
Технический редактор *В. В. Волкова*

РИСО АН СССР № 26—33В. Сдано в набор 2/X 1962 г.

Подписано к печати 11/I 1963 г. Формат 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Тираж 1200 экз.

Уч.изд. л. 13,6+4,1вкл.=17,7. Усл. печ. л. 16,45+вкл. Печ. л. 11<sup>1</sup>/<sub>4</sub>+15 вкл.

Изд. № 811. Т-00726. Тип. зак. № 1217

*Цена 1 руб. 26 коп.*

Издательство Академии наук СССР,  
Москва, Б-62, Подсосенский пер., 21

---

2-я типография Издательства АН СССР,  
Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

# ИСПРАВЛЕНИЯ И ОПЕЧАТКИ

| Стр.  | Строка         | Напечатано                                                                                                              | Должно быть                                                                                                               |
|-------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 30—31 | 1 стр. — 1 св. | также морские пелециподы: <i>Polidevicia</i> sp., <i>Aviculopecten</i> sp., <i>Schellwienella</i> и <i>Fenestella</i> , | морские пелециподы: <i>Polidevicia</i> sp., <i>Aviculopecten</i> sp., а также <i>Schellwienella</i> и <i>Fenestella</i> , |
| 33    | 20 св.         | до 86%                                                                                                                  | до 80%                                                                                                                    |
| 64    | 6 стр.         | превышающем                                                                                                             | не превышающем                                                                                                            |
| 67    | 29 стр.        | (см. фиг. 21)                                                                                                           | (см. фиг. 19)                                                                                                             |
| 70    | 11 стр.        | $D_6^{7нв}$ и $D_6^{7н}$                                                                                                | $D_6^{7н}$ и $D_6^{7в}$                                                                                                   |
| 75    | 3—2 стр.       | контрпорядные                                                                                                           | контрпорядные                                                                                                             |
| 76    | 18 стр.        | известняк $C_1^1$                                                                                                       | известняк $G_1^1$                                                                                                         |
| 76    | 15 стр.        | свиты $G_2^1$                                                                                                           | свиты $C_2^1$                                                                                                             |
| 76    | 12 стр.        | свитой $C_2^2$                                                                                                          | свитой $C_2^1$                                                                                                            |
| 94    | 12 стр.        | зона $C_1^v$ 1                                                                                                          | зона $1^v$ е                                                                                                              |
| 112   | 4 стр.         | охарактеризовать циклы лишь                                                                                             | охарактеризовать лишь циклы                                                                                               |
| 132   | 26 стр.        | $C_1^v q_1$                                                                                                             | $C_1^v g_1$                                                                                                               |
| 132   | 14 стр.        | $C_1^e f_1$                                                                                                             | $C_1^e f_1$                                                                                                               |
| 136   | 17 стр.        | $C_1^n$ —в                                                                                                              | $C_1^n$ в                                                                                                                 |
| 144   | 15 стр.        | части                                                                                                                   | части Кальмиусского нижнего цикла                                                                                         |
| 151   | 1 св.          | низовых                                                                                                                 | низовьев                                                                                                                  |



Цена 1 р. 26 к.