

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ  
Выпуск 570

ACADEMY OF SCIENCE OF THE USSR  
SIBERIAN BRANCH  
TRANSACTION OF THE INSTITUTE OF GEOLOGY AND GEOPHYSICS  
Issue 570

E. A. EGANOV

THE STRUCTURE  
OF PHOSPHORITE-BEARING  
SEQUENCES

Responsible editor A. L. Yanshin

СТРУКТУРА  
ФОСФО

Отв.



PUBLISHING HOUSE «NAUKA»  
SIBERIAN DIVISION  
Novosibirsk • 1983

EGANOV

TURE  
RING  
NCES

L. Yanshin

Э. А. ЕГАНОВ

СТРУКТУРА КОМПЛЕКСОВ  
ФОСФОРИТОНОСНЫХ  
ОТЛОЖЕНИЙ

Ответственный редактор акад. А. Л. Яншин



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
Новосибирск • 1983



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
Новосибирск • 1983

ных отложений. —

результаты сравни-  
ений, направленного  
авления о связи  
ейнов. Показано  
инства крупных мес-  
сопровождающих фос-  
на связь всех основ-  
дконакпления. Соз-  
ые фосфориты. Пред-  
оиска и оценке  
месторождений и  
бот.

ализирующихся в  
л. 1. Ил. 55. Биб-

rite-bearing de-  
ertaken with pur-  
osphorite depo-  
deposits are  
nents. The set of  
d phosphorites  
etermined, and the  
iving phosphori-  
e deposits are  
ce in sedimenta-  
ning, prospecting  
uggested.

В последние годы во всем мире чрезвычайно возросла потребность в фосфатном сырье. Между тем научные основы прогнозирования фосфатных руд пока еще не отвечают современным требованиям. В первую очередь это относится к месторождениям фосфатных руд осадочного происхождения — к фосфоритам, обнаруживающим значительное разнообразие как по типам, так и по обстановке залегания, в чем фосфориты, сложенные в основном кальциевыми солями фосфорной кислоты, сходны с карбонатными породами — кальциевыми солями угольной кислоты. И те и другие образуются в водоемах самыми разными путями и в неодинаковых количествах. Механизмы же фиксации фосфоритов в осадках в виде минеральных частиц, по-видимому, еще более разнообразны. Судить о генезисе карбонатного или фосфатного компонента осадка пока можно лишь применительно к отдельным конкретным объектам. Однако крупные скопления фосфоритов обнаруживают некоторое более постоянное сходство на уровне литологических характеристик.

Из-за малого содержания фосфатов в природных водах (по сравнению с содержанием в них карбонат-иона) и весьма неравномерного их распределения в бассейнах принято связывать возникновение более или менее крупных месторождений фосфоритов с зонами повышенно фосфатных вод и причинами образования таких зон. Существует несколько схем перехода в осадок фосфатов, в той или иной форме присутствующих в природных водах. Сейчас мы уже знаем, что процесс образования залежей фосфоритов этим не заканчивается. Фосфатные осадки в ряде случаев должны еще претерпеть преобразования и, в свою очередь, сыграть роль источников фосфата для некоторого окончательного продукта — фосфорита. Геолога в первую очередь интересует именно этот конечный продукт.

Считается, что сведения о том длинном пути, который проходит природный фосфор от его изначального источника через воды бассейнов до фиксации в фосфоритах, помогают уверенно планировать поиск. Однако на этом пути встречается слишком много ненадежных предположений.

Следует учесть, что даже самые точные знания о генезисе залежи полезного ископаемого не принесут большой практической пользы, если исследователь не будет иметь подробные сведения и о генезисе окружающих ее объектов. Так, данные о механизме возникновения и источнике вещества слоя лавы могут ориентировать нас при отыскании его только среди других продуктов вулканизма, но не среди осадочных слоев, в которые он оказался включенным в итоге всей геологической истории района. Совокупность осадочных слоев есть, с одной стороны, результат последовательного действия и наложения многих индивидуальных и независимых друг от друга процессов, с другой — результат некоторого геологического надпроцесса, сформировавшего толщу слоев. Следовательно, надо знать и этот надпроцесс.

Здесь требуется найти "пересечение причин". Если причины формирования всей толщи содержат необходимость формирования также интересую-

шей нас залежи полезных ископаемых (ПИ), то цель достигнута — мы получаем действительно необходимые для поиска сведения. Но такое совпадение возможно далеко не всегда. "Формационный анализ", заключающийся в разделении геологического пространства на некоторым образом выделенные области — "формации" и затем в определении тех классов формаций, к которым приурочены месторождения, нередко не дает нужных результатов. Формации чаще всего выделяются по соображениям, не имеющим отношения к вопросам фосфоритности; скажем, для районирования пространства по типу тектонического режима или по преобладающему типу осадконакопления и т.п. Попытки связать классификацию таких "общегеологических формаций" ("геогенераций" Н.Б.Вассоевича) с некоторым частным свойством, например с их фосфоритностью, порождали довольно неясные выводы. И в настоящее время часто практикуется использование карты формаций, составленной вне всякой связи с решением проблемы фосфоритности в одном институте, в качестве основы прогнозной карты для поисков фосфоритов, вырабатываемой совершенно другими организациями. Это именно то, чего следует избегать.

Приходится признать, что более эффективным для поисков какого-либо ПИ, в том числе и фосфоритов, было бы выделение из его окружения всех тех признаков, которые надежно указывали бы на присутствие ПИ и его координаты. Обычно для этого выявляют "излюбленный" данным ПИ фон (рудомещающую формацию) и литолого-минералогические индикаторы, т.е. те геологические объекты, которые чаще всего сопровождают ПИ. В некоторых случаях индикатор указывает и на то, в каком направлении от него может располагаться ПИ, иногда даже расстояние. Однако чаще всего ассоциация индикаторов ПИ выявляется бесструктурно, т.е. задается списком классов ее элементов, и лишь локальное сгущение индикаторов как-то определяет ту область, где, возможно, есть ПИ. Индикаторы (признаки) могут информационно "взвешиваться". Расположение их на карте или в стратиграфическом разрезе чаще всего не несет информации о том, где именно может залегать ПИ. Выявление индикаторов ПИ на благоприятном фоне, т.е. в пределах развития благоприятной формации, качественно повышает степень ее перспективности, особенно если найдены индикаторы с высоким информационным весом. Тем не менее остается открытым вопрос о том, какая же часть такой формации (могущей иметь весьма значительные размеры) наиболее перспективна, где уже требуется проводить прямой поиск (сплошное опробование). Мы по-прежнему вынуждены опробовать весь фон-форму, хотя, разумеется, всегда начинаем с ближних (к индикаторам) участков.

Все это не очень ограничивает наши действия, пока исследования находятся на стадии мелкомасштабного прогнозирования, когда области распространения перспективных формаций выглядят на карте небольшими пятнами. Но при переходе к крупномасштабному прогнозированию отдельные такие пятнышки вырастают в районы внушительных размеров. Здесь уже нужна более четкая ориентация.

Для того чтобы наметить ту область, где требуется проводить прямой поиск, — назовем ее полосой сканирования — необходимо знать порядок расположения вокруг ПИ его индикаторов. В процессе исследований строения фосфоритных разрезов<sup>1</sup> мы заметили, что определенную

<sup>1</sup> Под "разрезом" здесь и далее подразумевается последовательность слоев в направлении, ортогональном поверхностям их наложения.

пользу в этом могут дать и такие геологические по себе индикаторами ПИ не являются в абсолютном смысле. Однако расположенные в определенном порядке многокомпонентным (составным) индикатором.

Таким образом, чтобы повысить эффективность всего необходимо изучать строение разрезов, отыскивать инвариантное взаиморасположение тех, которые бы образовывали устойчивый порядок ПИ. Это задача с двумя группами неизвестных элементов разреза, которые могли бы образовать те отношения, с помощью которых порядок и деление тех и других зависит от опыта и не является само по себе — процедура, поддающаяся количественной оценке /7,16/.

В ходе решения задачи по отысканию структурных тел и отношений отыскивается набор элементов в определенном порядке и указывающих на присутствие в них ПИ, занимающего некоторое место в этом порядке. Назвали агрегацией /17, с.142/. Его можно отождествить с рудоносной формацией /7, с.142/. Эта сложность. Рудоносная формация в общем случае — геологическое тело; агрегация же — набор геологических тел, которые могут соприкасаться, образуя сплошное тело, в котором "вкраплена" агрегация; при этом могут быть несколько формаций сразу.

В агрегации могут быть первостепенные и не всегда встречающиеся компоненты. Они занимают определенное положение относительно друг друга. Агрегация, структурированный набор их, и есть содержание данного понятия.

Агрегацию вместе с фоном, на котором она находится, можно рассматривать как модель месторождения. Однако та же агрегация может встречаться на различных разрезах. В некоторых случаях модель целесообразно называть моделью фона.

Таким образом, термин "агрегация" имеет определенную важность разрезов, которая определяется по отношению к ископаемому; в нашем случае по отношению к фосфоритам.

Естественно, что результаты поиска агрегации будут зависеть от того, как мы определим, что такое агрегация. В этом случае рассматриваем фосфориты так называемого "пластового" происхождения. Термин "пластовый фосфорит" в настоящее время трудно ввести другой, объемлющий все разновидности фосфоритов. Под "пластовым" понимается слой кондиционной фосфатной руды, в которой фосфоритовые участки имеют афанитовую и зернистую (различную) структуру с высокой плотностью распределения. Такие участки называют "продуктивными пачками", в которых они разделены совсем нефосфатными относительно небольшой мощностью.

В ходе исследования нам не потребуются у

стигнута — мы по-  
и. Но такое совпа-  
из", заключающийся  
м образом выделен-  
классов формаций, к  
ужных результатов.  
имеющим отношения  
ния пространства по  
ипу осадконакопления  
логических формаций"  
м свойством, напри-  
сные выводы. И в  
рты формаций, сос-  
форитности в од-  
для поисков фосфори-  
ми. Это именно то,

я поисков какого-либо  
его окружения всех  
исутствие ПИ и его  
ий" данным ПИ фон  
кие индикаторы,  
сопровождают ПИ. В  
аком направлении от  
ие. Однако чаще всего  
о, т.е. задается спис-  
ие индикаторов как-то  
ндикаторы (признаки)  
их на карте или в стр-  
ции о том, где именно  
благоприятном фоне,  
ачественно повышает  
индикаторы с высоким  
рытым вопрос о том,  
сьма значительные раз-  
оводить прямой поиск  
ы опробовать весь фон  
с ближних (к индикато-

пока исследования на-  
ия, когда области рас-  
карте небольшими пят-  
озированию отдельные  
размеров. Здесь уже  
буется проводить пря-  
ия — необходимо знать  
В процессе исследова-  
или, что определенную  
тся последовательность  
их наложения.

пользу в этом могут дать и такие геологические объекты, которые сами по себе индикаторами ПИ не являются и вообще широко распространены. Однако расположенные в определенном порядке, они все вместе становятся многокомпонентным (составным) индикатором ПИ.

Таким образом, чтобы повысить эффективность прогнозирования, прежде всего необходимо изучать строение разрезов, вмещающих ПИ, дабы отыскать инвариантное взаиморасположение таких геологических объектов, которые бы образовывали устойчивый порядок по отношению к искомому ПИ. Это задача с двумя группами неизвестных. Первая — перечень тех компонентов разреза, которые могли бы образовывать такой порядок, вторая — тех отношений, с помощью которых порядок обнаруживается. Удачное определение тех и других зависит от опыта и интуиции исследователя. Поиск же самого порядка — процедура, поддающаяся формализации и автоматизации /7,16/.

В ходе решения задачи по отысканию структуры на заданном множестве тел и отношений отыскивается набор компонентов разреза, расположенных в определенном порядке и указывающих на вероятное присутствие среди них ПИ, занимающего некоторое место в этом наборе. Такой набор мы назвали агрегацией /17, с.142/. Его можно в некотором смысле отождествить с рудоносной формацией /7, с.124/, однако здесь есть некоторая сложность. Рудоносная формация в общем случае — сплошное геологическое тело; агрегация же — набор геологических объектов, не все из которых могут соприкасаться, образуя сплошную среду. Формация — фон, в который "вкраплена" агрегация; при этом агрегация может накладываться на несколько формаций сразу.

В агрегации могут быть первостепенные и второстепенные, необходимые и не всегда встречающиеся компоненты. Но важно, что все они занимают определенное положение относительно друг друга и ПИ. Это система объектов, структурированный набор их, и в этом — прогрессивное значение данного понятия.

Агрегацию вместе с фоном, на котором встречается ПИ, следует рассматривать как модель месторождения. Однако, как сказано выше, одна и та же агрегация может встречаться на различном фоне, поэтому в некоторых случаях моделью целесообразно называть только саму агрегацию, без фона.

Таким образом, термин "агрегация" выражает некоторую организованность разрезов, которая определяется по отношению к полезному ископаемому; в нашем случае по отношению к фосфоритам (фосфоритные агрегации).

Естественно, что результаты поиска агрегации в значительной мере зависят от того, как мы определим, что такое фосфорит и какие фосфориты будут совмещены в материале обучения. В этой работе мы в основном рассматриваем фосфориты так называемого "пластового типа" морского происхождения. Термин "пластовый фосфорит" изрядно скомпрометирован, но пока трудно ввести другой, объемлющий все фосфориты, за исключением континентальных и желваковых. Под "пластовым фосфоритом" будем понимать слой кондиционной фосфатной руды, в которой собственно фосфатные участки имеют афанитовую и зернистую (различной крупности) структуру с высокой плотностью распределения. Такие слои могут группироваться в "продуктивные пачки", в которых они разделены менее фосфатными и даже совсем нефосфатными относительно небольшой мощности слоями.

В ходе исследования нам не потребуется уточнять, относится ли та

или иная фосфатная порода к "фосфориту", так как продуктивные пачки в общем выделяются достаточно четко.

Таким образом, нашей целью было создать некоторую модель месторождений пластовых фосфоритов, которую можно было бы считать достаточно инвариантной. Инвариантность не следует понимать слишком жестко — на уровне физического закона. Известно, что в пределах одного бассейна фосфориты (и другие осадочные ПИ) могут существенно менять позицию. Если их сопровождает определенная последовательность слоев, то по простиранию залежи эта последовательность может сокращаться или усложняться; тем не менее какие-то элементы порядка почти всегда сохраняются.

Выявление тех деталей разрезов, которыми можно пренебречь при отрисовке модели, и есть существо задуманных построений. Естественно, что агрегация должна выделяться достаточно эффективно: с учетом возможностей полевого исследования. Составлять модели месторождений можно на множестве "уровней": геохимическом, минералогическом, литологическом, тектоническом и т.п. Данное исследование проведено на литологическом уровне.

Наша задача также состоит в том, чтобы выявить закономерности размещения пластовых фосфоритов. Термин "пластовые фосфориты", как уже сказано, давно и во многом справедливо критикуется. В свое время он был противопоставлен понятию о "желваковых фосфоритах". Дело в том, что многие черты строения и качества фосфатных руд, представляющих желваки фосфата, включенные в "пустую" породу, с одной стороны, и в различной степени зернистые (от микро- до макрозернистых) руды — с другой, настолько различны по ряду показателей, что исследователи даже не объединяют их в один тип. Однако все залежи осадочных руд фосфатов имеют более или менее пластовую форму, а между микрозернистыми рудами и типично желваковыми можно при желании увидеть непрерывный ряд.

В то же время области распространения желваковых и нежелваковых фосфоритов в общем виде геологически существенно разделены. Первые возникают в эпиконтинентальных морских бассейнах, другие — в основном в краевых частях океана. Им приписывают различные тектонические, географические, а также геохимические обстановки формирования, что всегда побуждало рассматривать закономерности размещения подобных образований раздельно. Тем не менее есть много оснований полагать, что в морях осаждение и накопление фосфатов вызвано одним и тем же набором процессов, в конкуренции которых локально или регионально доминируют те, которые соответствуют условиям конкретного бассейна. Так, в бассейне Каратау, который в кембрии был областью образования преимущественно микрозернистых фосфатных руд, можно наблюдать горизонты и типично желваковых (в базальной пестроцветной терригенной толще карбонатного рудовмещающего комплекса), и афанитовых, и оолитовых, и пеллетных фосфоритов, а также типично органогенных (ракушечных), строматолитовых фосфатных корок и, наконец, глауконито-песчаных и "зернистых" фосфоритов в кварцевом песчанике. Вместе с изменениями условий в одном и том же районе, на разных стадиях эволюции одного и того же бассейна здесь возникали "совершенно различные" типы фосфоритов. Разумеется, среди разнообразных механизмов минерализации фосфата (на которые накладывались процессы перемыва осадков, диагенеза, а позже — катагенеза) существуют локальные и региональные "лидеры" — процессы, резко преобладающие во времени или же дающие основные массы фосфатов. Но видеть только их — значит заведомо обеднять исследование.

Мы должны отыскать литологических фосфатных руд. Эту задачу можно решить, так сказать, "сидеть от характера исходной выборки" — можно составить тенденциозно наблюдающуюся для всех рассматриваемых объектов, здесь нет смысла обрабатывать материал обучения, исходя из качества этого вопроса решался для "пластовых" и "зернистых" и "микрозернистых" различными формациями и неравномерно пришли к заключению, что закономерности должны быть свои и что все эти типы.

Последняя работа в этой области месторождений фосфоритов, ме /9, табл. 2/, где микрозернистые, типы фосфоритовых руд разнесены, группам месторождений из-за различного с фосфатной составляющей.

Заметим, что правильность определения "различности" генетических процессов, нежели те, которые находят "микрозернистых" фосфоритов и "зернистых" справедливо... по определению образования определяет все существо, естественно, для разных генетических приемов поисков и прогнозирования.

Однако разбиение объекта исследования осложняется и неопределенностью инвариантов. Поэтому, признавая различиями фосфоритов различных типов, следует начинать на множестве аспектов на крупных подмножествах.

Мы придерживаемся принципов генетических интерпретаций, а не имманентных свойств. Поэтому в породе, должно основываться на себе, а не ставиться в зависимость от материала, сделано в работе /57/. В связи с этим различиями между месторождениями фосфоритов и полагаем, что закономерности на объединенном множестве месторождений

Н.С.Шатский /57, с.81/ указывает на различия между микрозернистыми и зернистыми

как продуктивные пачки в  
некоторую модель место-  
о было бы считать достаточ-  
онимать слишком жестко -  
в пределах одного бассейна  
целесообразно менять позицию.  
тельность слоев, то по про-  
ет сокращаться или усложняться  
а почти всегда сохраняются.  
ми можно пренебречь при от-  
построений. Естественно, что  
активно: с учетом возможнос-  
месторождений можно на  
логическом, литологическом,  
оведено на литологическом

бы выявить закономерности раз-  
стовые фосфориты", как уже  
гикуется. В свое время он был  
фосфоритах". Дело в том, что  
х руд, представляющих жел-  
у, с одной стороны, и в различ-  
зернистых) руды - с другой,  
о исследователи даже не объ-  
сачочных руд фосфатов имеют  
микрзернистыми рудами и ти-  
петь непрерывный ряд.  
ия желваковых и нежелваковых  
естественно разделены. Первые воз-  
ейнах, другие - в основном в  
зличные тектонические, геогра-  
и формирования, что всегда  
азмещения подобных образова-  
снований полагать, что в морях  
одним и тем же набором процес-  
егнально доминируют те, ко-  
бассейна. Так, в бассейне Ка-  
разования преимущественно мик-  
ать толщи и типично желва-  
ной толще карбонатного рудо-  
олитовых, и пеллетных фосфори-  
ечных), строматолитовых фосфат-  
в "зернистых" фосфоритов в  
а не ставится в зависимость от характера окружающих ее толщ, как это  
сделано в работе /57/. В связи с этим мы не видим оснований для гене-  
тических различий между месторождениями "микрзернистых" и "зернистых"  
фосфоритов и полагаем, что закономерности размещения необходимо искать  
на объединенном множестве месторождений тех и других.

Мы должны отыскать литологические закономерности размещения бо-  
гатых фосфатных руд. Эту задачу предполагается решать, исходя из выбран-  
ного материала; так сказать, "снизу вверх". Поэтому решение будет зави-  
сеть от характера исходной выборки. Известно, что исходную выборку объек-  
тов можно составить тенденциозно и при этом получить надежную (т. е.  
наблюдающуюся для всех рассмотренных случаев) "закономерность" или,  
наоборот, выбрать крайне противоречивый материал, убеждающий нас в  
"отсутствии" таковой. То и другое будет ошибкой. Поэтому составление вы-  
борки обычно контролируется процедурой, обеспечивающей случайный отбор  
объектов. Здесь нет смысла обращаться к этому приему, ибо количество  
крупных фосфоритоносных бассейнов весьма невелико, их можно учесть прак-  
тически все. Но возникает вопрос: какие еще месторождения ввести в ма-  
териал обучения, исходя из качества руд и размеров залежей? До сих пор  
этот вопрос решался для "пластовых" и "желваковых" фосфоритов разделъ-  
но. После работ Н.С.Шатского /57/ утвердилось мнение, что различны так-  
же "зернистые" и "микрзернистые" фосфориты, вмещаемые принципиально  
различными формациями и неравнозначные по качеству залежей. Многие  
пришли к заключению, что закономерности залегания у каждого типа фосфо-  
ритов должны быть свои и что не следует смешивать в материале обучения  
эти типы.

Последняя работа в этой области - коллективная монография "Геоло-  
гия месторождений фосфоритов, методика их прогнозирования и поисков"  
/9, табл. 2/, где микрзернистый, зернистый, ракушняковый и желваковый  
типы фосфоритовых руд разнесены, как и прежде, по разным генетическим  
группам месторождений из-за различий в составе материала, ассоциирую-  
щего с фосфатной составляющей.

Заметим, что правильность таких построений зависит от принятого  
определения "различности" генетических групп. Если месторождения, нахо-  
дящиеся в пределах геосинклинальных областей, считать имеющими иной  
генезис, нежели те, которые находятся в пределах платформ, то помешение  
"микрзернистых" фосфоритов и "зернистых" в различные генетические  
группы справедливо... по определению. А так как считается, что способ  
образования определяет все существенные характеристики месторождений,  
то, естественно, для разных генетических групп предполагаются разные  
приемы поисков и прогнозирования.

Однако разбиение объекта исследований на несколько классов всегда  
чревато осложнениями и неопределенностями. Наука стремится к поискам  
инвариантов. Поэтому, признавая реальность ряда отличий между месторож-  
дениями фосфоритов различных текстурных типов, поиск закономерностей  
следует начинать на множестве всех месторождений или, по крайней мере,  
на крупных подмножествах.

Мы придерживаемся принципа: не класть в основу построений априор-  
ные генетические интерпретации, а начинать с изучения реальных объектов  
и имманентных свойств. Поэтому определение формации, как и минерала, и  
породы, должно основываться на свойственных ей самой характеристиках,  
а не ставиться в зависимость от характера окружающих ее толщ, как это  
сделано в работе /57/. В связи с этим мы не видим оснований для гене-  
тических различий между месторождениями "микрзернистых" и "зернистых"  
фосфоритов и полагаем, что закономерности размещения необходимо искать  
на объединенном множестве месторождений тех и других.

Н.С.Шатский /57, с.81/ указывал на большое сходство формаций, вме-  
щающих микрзернистые и зернистые фосфориты. Они различались только

тем, что находились в разных "рядах". Нет соображений и о том, какое количественное соотношение пород должно наблюдаться для различения формаций; так, разрез отложений, вмещающих пермские фосфориты Скалистых гор в США, можно отнести и к "кремнисто-карбонатной", и к "карбонатно-терригенной" формации; присутствующие в этом разрезе перми породы позволяют качественно обосновать оба варианта.

Заметим также, что до сих пор не обоснована корреляция между текстурным типом фосфорита и размерами (запасами) залежи. Кроме того, к микрозернистому (и афанитовому) типу относят главным образом древние (домезозойские) фосфориты, возникшие на более ранних стадиях эволюции органического мира и претерпевшие длительный катагенез. Мезозойские и палеогеновые зернистые фосфориты, судя по их петрографии, можно рассматривать как слабо преобразованные гомологи микрозернистых. Следовательно, месторождения зернистых и микрозернистых фосфоритов нет смысла рассматривать раздельно. Можно не отделять от упомянутых типов и месторождения желваковых фосфоритов. Однако в этом случае возникают трудности в сопоставлении разрезов, так как вмещающие толщи у зернистых и желваковых фосфоритов слишком различаются по составу.

В выборку материала обучения прежде всего должны войти все крупные месторождения микрозернистых и зернистых фосфоритов, а также небольшое количество мелких — для контроля. По-видимому, есть смысл привлечь к рассмотрению и некоторые из крупных месторождений желваковых фосфоритов, чтобы выяснить возможности их участия в построении модели. Отбор месторождений в материал обучения во многом определяется доступностью данных о нем.

Определяя критерии прогнозирования месторождений фосфоритов, обычно исходят из фона, на котором встречаются их залежи. Этот фон по традиции принято определять прежде всего в тектоническом плане, т.е. по режиму движений земной коры в районах месторождений, или в литологическом — путем определения того, какие формации вмещают залежи.

О проблемах, возникающих при сопоставлении тектонического районирования с распределением месторождений, уже говорилось /15, с.38-47/. Они сводятся к тому, что принципы тектонического районирования часто не соответствуют тем, которые требуются при определении закономерностей размещения месторождений. Фосфоритоносная серия слоев, как правило, маломощна; определение же геотектонического режима производится по достаточно мощным интервалам разреза. Образно говоря, это влечет за собой те же ошибки, которые вероятны при определении районов, где можно было бы провести несколько достаточно теплых дней летом, по... глобальной климатической карте. Конечно, не ошибешься, назвав тропический пояс; но легко ошибиться, исключив Якутию. Тектоническое районирование определяет режим, в котором возникают крупные блоки земной коры. Месторождения же фосфоритов возникают в режиме отдельных незначительных составляющих этих блоков. Отдельный такыр или область дюн могут возникнуть (и сохраниться в ископаемом состоянии) и в Сахаре, и в Якутии, и в Туве, несмотря на чрезвычайно большое различие климатов этих регионов. Поэтому, ни в коей мере не отрицая пользы от определения тектонической принадлежности месторождений, надо оговориться, что она может проявить себя только при соответствии целей тектонического районирования и его масштабности целям нашего прогноза.

То же самое следует сказать и о соотношении районирования по формациям и по фосфоритоносности. Выделение формаций должно отвечать целям

изучения распределения месторождений (плитный чехол, например) в формации, и наоборот. На пути сопоставления проведенного по разным принципам, но лучше задачу сформулировать в плане районирования, а искать такое, или такое, месторождений. В последнем случае мы и перспективно интерпретируем.

Поиск организованных разрезов в фосфоритоносном бассейне — это не только задача построения модели, но и задача построения прогноза. В книге изложены существующие задачи построения модели, в частности, в отношении компонентов, гомоморфных компонентов, основанию надеяться на создание модели, в частности, в отношении разнообразных месторождений, в частности, в отношении значения такой модели для крупных месторождений, и поисков их месторождений, о чем и прогнозов.

ображений и о том, какое  
податься для различения фор-  
мские фосфориты Скалистых  
рбонатной", и к "карбонатно-  
м разрезе перми породы по-

ована корреляция между тек-  
ами) залежи. Кроме того, к  
т главным образом древние  
ее ранних стадиях эволюции  
ий катагенез. Мезозойские и  
х петрографии, можно рассмат-  
микрозернистых. Следова-  
ельных фосфоритов нет смысла

от упомянутых типов и мес-  
этом случае возникают труд-  
щающие толщи у зернистых и  
по составу.

сего должны войти все круп-  
ных фосфоритов, а также не-  
По-видимому, есть смысл при-  
х месторождений желваковых  
участия в построении модели.  
о многом определяется доступ-

орождений фосфоритов, обыч-  
их залежи. Этот фон по тра-  
ктоническом плане, т.е. по  
орождений, или в литологи-  
мании высевают залежи.

ления тектонического райони-  
е говорилось /15, с.38-47/.

есного районирования часто  
и определения закономерностей  
серия слов, как правило, ма-  
режима производится по доста-  
говора, это влечет за собой  
лени районов, где можно было  
ей летом, по... глобальной  
д, назвав тропический пояс; но  
еское районирование опреде-  
е близи земной коры. Месторож-  
ельных незначительных сос-  
и область дон могут возник-  
и в Сахаре, и в Якутии, и  
различие климатов этих регио-  
льзи от определения тектони-  
сговориться, что она может  
и тектонического районирования

есного районирования по форма-  
мский должно отвечать целям

изучения распределения месторождений. Ведь любая геотектоническая об-  
ласть (плитный чехол, например) есть в определенном смысле некоторая  
формация, и наоборот. На пути сопоставления результатов районирования,  
проведенного по разным принципам, вообще-то возможны интересные выводы;  
но лучше задачу сформулировать иначе: не просто соотносить различные  
районирования, а искать такое, которое соответствует распределению мес-  
торождений. В последнем случае мы получим действительно плодотворный  
и перспективно интерпретируемый результат.

Поиск организованности разрезов по упомянутой выше схеме был на-  
чат в фосфоритоносном бассейне Каратау. Одновременно изучались и круп-  
ные зарубежные бассейны. В книге после более детального и формального  
изложения существа задачи построения модели будет показано, что в боль-  
шинстве изученных разрезов фосфоритоносных бассейнов можно опознать  
компоненты, гомоморфные компонентам каратауской модели, и что есть  
основание надеяться на создание единой и более детальной модели для мно-  
жества разнообразных месторождений. Затем будут обсуждены вопросы о  
значении такой модели для крупномасштабного прогнозирования фосфоритов  
и поисков их месторождений, о дальнейшем развитии моделирования для  
прогнозов.

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Прогнозные исследования на фосфориты основываются главным образом на стратиграфических, тектонических, формационных и литолого-фациальных (палеогеографических) построениях. Каждый из этих приемов направлен на выделение (в геологическом пространстве) областей, перспективных на фосфориты. Предполагается (не бесспорно), что пересечение таких областей, выделенных по разнообразным признакам, наиболее перспективно. Кроме того, учитываются минерагенические построения, т.е. местоположение различных сопровождающих полезных ископаемых индикаторов, которые могут иметь литологический, минералогический, химический или физический характер.

В целом процедура прогнозирования, которая к настоящему времени описана неоднократно и даже подразделяется на отдельные операции, имеющие определенный порядок (см., например, /9, с. 42-60/), все же весьма неконкретна, так как нет ее алгоритмов и нормативов. Например, не существует общепринятых алгоритмов выделения формаций, в результате чего за "фосфоритоносную формацию" можно в одном и том же разрезе принимать существенно различные его части.

Кроме того, известно, что, с одной стороны, в районах с промышленными месторождениями есть много и непромышленных проявлений полезного ископаемого, с другой — существуют целые районы, где присутствуют только непромышленные проявления, хотя и в большом количестве. Такие рудопоявления тоже сопровождаются рядом индикаторов данного полезного ископаемого и встречаются на соответствующем благоприятном геологическом фоне. Следовательно, теперь, когда во многих регионах фосфоритопысковые работы переходят на стадию крупномасштабного прогнозирования, в основу этих работ ставится проблема "разбраковки аномалий": отделения истинно перспективных участков от участков, всего лишь затронутых полезной минерализацией.

Решить эту проблему можно двумя основными способами. Во-первых, можно выявить наиболее надежные индикаторы месторождений, которые достоверно указывают на значимость участка, составляют необходимый и достаточный набор признаков или хотя бы наиболее информативный. Во-вторых, можно опираться не просто на набор индикаторов, а на его структуру: принимать во внимание порядок расположения некоторых объектов, при котором та часть пространства, где они располагаются, вероятнее всего окажется продуктивной.

Второй способ до последнего времени привлекал внимание геологов гораздо меньше, чем первый. Возможно, в силу того, что он требует большей степени изученности территории. С другой стороны, это требование кажущееся, так как при геологической съемке даже региональных масштабов необходимо детальное изучение опорных стратиграфических разрезов, а именно эти разрезы служат основным материалом при прогнозировании месторождений осадочных полезных ископаемых.

Этому второму способу мы, но постаравшись теоретически обосновать возможность размещения полезного ископаемого.

Существование этой процедуры задается в геологическом пространстве, которые выделяются на некоторой основе (соображений) классификация горных пород, т.е. во всех "точках" определяющих параметров в пределах зависимости от детальности классификации, то менее детально. Выбор исходных данных — момент исследования. Здесь фиксируется деление. При грубой классификации, совокупности геологических тел (пород), она окажется тривиальной; при сгущении сотни и даже тысячи классов тел — каждый отдельный разрез резко возрастает требуемый объем процедуры сопоставления.

После того как геологическое пространство описано или изображено, мы имеем определенные отношения между телами (и возможно задать одномерным, для этого набор литостратиграфических разрезов) область евклидова пространства, в которой работать. Во втором — набор разрезов, как геологические наблюдения в трехмерном пространстве, то есть в пространстве, кроме одномерных разрезов и экстраполяции, т.е. наши данные по скважинам или обнажениям мысленно. Однако именно разрезы — основа геологии, поэтому именно разрезы — основа геологического пространства (многомерного).

В этом случае наиболее удобными являются разрезы  $\Gamma_1$  — лежит выше,  $\Gamma_2$  — лежит ниже, и т.п. /7, с. 11/.

Таким образом, к исходному пространству добавляется множество литотел ( $A$ ), множество бинарных отношений между литотелами  $\{A\}$ ;

множество частичных упорядоченностей литостратиграфических разрезов. Этот базис составляет основу

2 Евклидово пространство — пространство, в котором заданы метрика и ориентация. Для геологического пространства это означает, что для тел заданы координаты.

3 "Точку геологического пространства" — точку, соответствующую размеру образцов, которые будут представлять.

Этому второму способу мы и уделили особое внимание, предварительно постаравшись теоретически осмыслить процедуру выявления закономерности размещения полезного ископаемого в слоистой среде.

Существо этой процедуры заключается в следующем. Поиск производится в геологическом пространстве, заданном геологическими телами<sup>2</sup>, которые выделяются на некоторой (выбранной заранее из тех или иных соображений) классификации горных пород. Каждое геологическое тело однородно, т.е. во всех "точках"<sup>3</sup> дает стабильные значения набора определяющих параметров в пределах фиксированного возможного разброса. В зависимости от детальности классификации пространство задается то более, то менее детально. Выбор исходной классификации — очень ответственный момент исследования. Здесь фиксируются возможности дальнейшего хода дела. При грубой классификации, когда различаются всего несколько классов геологических тел (пород), закономерность может не выявиться или она окажется тривиальной; при слишком детальной, когда различаются многие сотни и даже тысячи классов, закономерность может "утонуть" в деталях — каждый отдельный разрез становится неповторимым. Кроме того, резко возрастают требуемый объем памяти, длительность и трудоемкость процедуры сопоставления.

После того как геологическое пространство задано, т.е. представлено описаниями или изображениями, требуется перейти к заданию различных отношений между телами (классами тел). Геологическое пространство возможно задать одномерным, двумерным и трехмерным. В первом случае это набор литостратиграфических колонок (разрезов), пересекающих ту область эвклидова пространства (часть земной коры), где мы собираемся работать. Во втором — набор профилей, в третьем — блок-диаграмма. Так как геологические наблюдения невозможно вести непрерывно в двумерном и трехмерном пространстве, то фактически любое задание геологического пространства, кроме одномерного варианта, содержит в себе интерполяции и экстраполяции, т.е. наши домыслы, предположения. Даже картину разрезов по скважинам или обнажениям в ряде мест приходится дополнять домыслами. Однако именно разрезы являются наиболее объективным материалом в геологии, поэтому использование одномерного варианта задания геологического пространства (множеством разрезов) предпочтительно.

В этом случае наиболее употребимы следующие бинарные отношения:  $r_1$  — лежит выше,  $r_2$  — лежит ниже,  $r_3$  — включено в ...,  $r_4$  — тела переслаиваются, и т.п. /7, с. 123/.

Таким образом, к исходному базису решаемой задачи относятся: множество литотел ( $A$ ), различаемых в колонках; множество бинарных отношений ( $R$ ) между заданным множеством литотел  $\{A\}$ ; множество частичных упорядочений литотел (множество конкретных литостратиграфических разрезов).

Этот базис составляется эмпирически: определяется список рудонос-

<sup>2</sup> Эвклидово пространство задается множеством точек, имеющих координаты. Для геологического пространства роль точек играют геологические тела.

<sup>3</sup> "Точку геологического тела" следует рассматривать как область, соответствующую образцу, который для данной породы можно счи-

новываются главным образцовых и литолого-фациальный из этих приемов (анстве) областей, перспективно), что пересечение признакам, наиболее перспективные построения, т.е. месторождения ископаемого индикаторов, ко-ический, химический или

оря к настоящему времени на отдельные операции, имеющие, с. 42-60/), все же весьма рмативов. Например, не сущестормаций, в результате чего ом и том же разрезе прини-

роны, в районах с промышленными проявлениями полезного де районы, где присутствуют в большом количестве. Такие индикаторов данного полезного шем благоприятном геологическом многих регионах фосфоритопомасштабного прогнозирования, абраковки аномалий": отделения а, всего лишь затронутых полез-

новными способами. Во-первых, ры месторождений, которые ка, составляют необходимый и наиболее информативный. Во-вторых индикаторов, а на его структуру: ия некоторых объектов, при сполгаются, вероятнее всего

привлекал внимание геологов силу того, что он требует большой стороны, это требование же даже региональных масштабах стратиграфических разрезов, териадом при прогнозировании емых.

ных бассейнов, включаемых в материал обучения, и по каждому из бассейнов составляется один или несколько литостратиграфических разрезов, которые представляются тогда, когда разрез пересекает залежь полезного ископаемого. Элементы множества таких колонок даже в пределах одного бассейна (и одного месторождения) будут, конечно, несколько отличаться друг от друга. Задача состоит в том, чтобы извлечь из множества колонок некоторую систему объектов, которые по отношению к полезному ископаемому расположены в устойчивом (в заданных пределах) порядке. Говоря точнее, на рассматриваемом множестве объектов  $\{A\}$  (литотел, слагающих разрезы) требуется задать структуру на основе исходного базиса. Под заданием структуры будем понимать задание алгоритма, указывающего для каждой пары объектов  $(a_i, a_j)$  одно бинарное отношение  $r$ . Эта задача не тривиальна, потому что для пары двух любых элементов множества  $\{A\}$  либо вообще не указывается никакого бинарного отношения, либо указывается одно или несколько обычно разных  $r$ .

Не предъявляя требований к искомой структуре, будем, разумеется, получать множество различных решений. Нас могут интересовать в конкретных ситуациях лишь некоторые из решений, которые с точки зрения каких-либо критериев являются наилучшими. Решение вопроса о лучшем решении нельзя проводить без учета того, в каких целях и условиях оно будет использоваться, без компромисса между желанием и возможностями. Поэтому при формальном решении поставленной задачи приходится выдвигать ряд ограничений, например, какое количество отношений мы собираемся различать, на каком расстоянии от полезного элемента может располагаться крайний (пространственно) элемент, входящий в устанавливаемую структуру, и т.д.

В нашем случае упорядочение множества элементов околорудного пространства сводится к такой схеме. Имеем  $K$  литологических колонок, представляющих заданное из тех или иных соображений (и возможностей) околорудное пространство. Лучший вариант такого представления — тот случай, когда часть колонок пересекает рудную залежь, а часть проходит за ее пределами; длина колонок оптимальна для последующего использования результатов исследования; сеть колонок равномерна. Множество  $\{A\}$  в этом случае — это множество литотел, каждое из которых встречается хотя бы в одной колонке. Совокупность литотел каждой колонки  $A_i$  представляет собственное подмножество  $\{A\}$ , пересечение которых не пусто:  $A_i \subset A, i = 1, 2, \dots, K$ .

Через  $P$  обозначим рудный слой (полезный элемент, в нашем случае — фосфорит). В последовательности литотел каждой колонки он занимает определенное место (или несколько мест). В каждой  $i$ -й колонке собственное подмножество  $A_i$  некоторым образом упорядочено, т.е. множество литотел  $\{A\}$  упорядочено  $K$  раз. Фиксирование исходного базиса, особенно множества  $\{A\}$ , представляет самостоятельную задачу, решаемую обычно интуитивно и на основе предварительных соображений, опыта, принятых гипотез и т.д. Удачный выбор  $\{A\}$  предопределяет успех решения и его значимость. Отметим еще раз, что распространенная склонность исследователей к детализации разрезов, т.е. к расширению  $\{A\}$ , далеко не всегда помогает выявлению закономерности.

Что же представляет собой искомая закономерность?

При поисках месторождений, как известно, чтобы избежать издержек слепых поисков, пользуются наводящими признаками-индикаторами. Чаше

всего это разнообразные геологические тиками. По мере выявления индикаторов на перспективные и интересующие площади первых до оптимального разформации, чем-то выделяющихся из ла, в составе которых установлены. Чем больше индикаторов, разлитых в составе формации, тем она перспективнее традиционно считались для в названии, с рудоносности и, конечно, небольшие скопления полезного ископаемые признаки рудоносности". Структурное расположение, обычно не рассматривают лишь само их присутствие в теле.

Нами был предложен метод и иного типа, заключающийся в том, (на множестве литологических колонок разрозненных определенной порядка тика "созвездие" индикаторов //). Такой структурированный набор индикаторов родным, т.е. существенно отличается. Систему индикаторов, объединяющую в некоторое сложное геологическое образование наблюдается агрегация, — агрегация доносные формации, представляющая индикаторов одного вида (или нескольких предельный частный случай агрегации — "карбонатные" формации).

Выделение агрегации относится к универсальной задаче по поиску оптимального решения, так как от этого зависит к принципу структурного обобщения для сформулированных условий задачи взаиморасположения индикаторов в реальном анализе реальности."

Процедура отыскания агрегации описана в //, с. 144-154/: 1) составление таблицы бинарных отношений между индикаторами "дыр", т.е. как в тех случаях, когда данные индикаторы наблюдаются одновременно; 2) выбор из таблицы неслучайных операций "сокращение выкалывание" сок литотел, находящихся в сопоставлении с  $P$  и друг с другом. Это

Если в качестве классов выделяющиеся в полевой обстановке целых пачек и толщ, то агрегация рождения, которую нужно использовать

я, и по каждому из бассейнографических разрезов, пересекает залежь полезного ископаемого даже в пределах одного участка, несколько отличаться в пределах одного участка от множества колонок в порядке (иногда в порядке) { A } (литотел, слагающих исходного базиса. Под алгоритма, указывающего для каждого элемента отношения г. Эта задача по отношению к множеству { A } и отношения, либо указывает

структуре, будем, разумеется, могут интересоваться в конкретные с точки зрения каких-либо вопросов о лучшем решении в тех или иных условиях оно будет исследоваться и возможностями. Поэтому приходится выдвигать ряд предположений мы собираемся различия может располагаться в устанавливаемую структуру

элементов окологосфоритового массива К литологических колонках с учетом (и возможных вариантов такого представления - полезную залежь, а часть полезная для последующего использования равномерна. Множество колонок равномерно. Множество элементов из которых встречается литотел каждой колонки A<sub>i</sub>, пересечение которых не

каждый элемент, в нашем случае - каждой колонки он занимает определенную i-ю колонку собственное значение, т.е. множество литотел исходного базиса, особенно важную задачу, решаемую обычно с помощью наблюдений, опыта, принятых методов влияет успех решения и его объективная склонность исследователю { A }, далеко не всегда

закономерность?

но, чтобы избежать издержек, связанных с поисками индикаторами. Чаще

всего это разнообразные геологические тела с определенными характеристиками. По мере выявления индикаторов ведется последовательное районирование на перспективные и неперспективные участки путем сокращения площади первых до оптимального размера. Один из видов таких участков - формации, чем-то выделяющиеся из окружающих сложные геологические тела, в составе которых установлены те или иные индикаторы рудоносности. Чем больше индикаторов, ранжированных по своей значимости, установлено в составе формации, тем она перспективнее. В частности, наиболее перспективными традиционно считались формации, сходные по облику, отраженному в названии, с рудоносными и, кроме того, те, в которых выявлены хотя бы небольшие скопления полезного компонента (рудная минерализация) - "прямые признаки рудоносности". Структура набора индикаторов, т.е. их взаиморасположение, обычно не рассматривалась; считалось важным установить лишь само их присутствие в теле формации.

Нами был предложен метод построения рудоносной формации несколько иного типа, заключающийся в том, чтобы в экспериментальном материале (на множестве литологических колонок) отыскать системы индикаторов, образующих определенный порядок по отношению к полезному компоненту - "созвездие" индикаторов /7/. Геологическое пространство, включающее такое "созвездие" индикаторов, может быть совершенно неоднородным, т.е. существенно отличаться от формаций в традиционном смысле. Систему индикаторов, объединенных пространственно, назвали агрегацией, а некоторое сложное геологическое тело, отвечающее пространству, в котором наблюдается агрегация, - агрегационной формацией. Традиционные рудоносные формации, представляющие сплошную однородную совокупность индикаторов одного вида (или немногих видов), можно рассматривать как предельный частный случай агрегации. Таковы "карбонатные" или "кремнисто-карбонатные" формации.

Выделение агрегации относительно некоторого компонента является универсальной задачей по поиску закономерностей, отвечающей также и геологическим целям, так как от принципа причинного объяснения наука переходит к принципу структурного объяснения. Выявляя разнообразные агрегации для сформулированных условий, мы получаем возможность для истолкования взаиморасположения некоторых наборов объектов и перехода к системному анализу реальности."

Процедура отыскания агрегации состоит из нескольких операций, описанных в /7, с. 144-154/: 1) фиксирование исходного базиса задачи; 2) составление таблицы бинарных отношений между литотелами с последующим элиминированием "дыр", т.е. пустых клеток таблицы, которые возникают в тех случаях, когда данные литотела в одной колонке не встречаются; 3) выбор из таблицы случайно располагающихся литотел, т.е. тех, для которых наблюдается постоянство отношений с другими литотелами, путем операции "сокращение высказываний" /7, с. 130/. В итоге получаем список литотел, находящихся в постоянных отношениях с полезным компонентом Р и друг с другом. Это и есть агрегация.

Если в качестве классов элементарных литотел выбраны легко определяющиеся в полевой обстановке породы и их разновидности или описания целых пачек и толщ, то агрегацию можно рассматривать как модель месторождения, которую нужно использовать для поисков.

## ГОМОМОРФИЗАЦИЯ РАЗРЕЗОВ ОСНОВНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ФОСФОРИТОВ

### Каратау как модель региона фосфоритонакопления

Рифей-кембрийский фосфоритоносный бассейн Каратау мы изучали в течение нескольких лет, чтобы детализировать его строение и сравнить с другими фосфоритоносными районами. Цель такого сравнения – выработать модель фосфоритоносного комплекса наслоений для прогнозов и поиска. В итоге была написана монография "Каратау – модель региона фосфоритонакопления" /17/. Здесь имеет смысл привести некоторые основные результаты, изложенные в ней.

Фосфоритоносный бассейн Каратау изучается достаточно интенсивно уже более сорока лет, по нему накоплено большое количество геологического материала. Наши исследования были ориентированы на выявление некоторой организованности в разрезе фосфоритовмещающих толщ по отношению к полезному ископаемому. Исследования велись по схеме, которая освещена в предыдущем разделе. Промежуточным результатом было составление детальных литостратиграфических разрезов, пересекающих продуктивную толщу и вмещающие ее отложения, чтобы создать более углубленное представление о строении окружающего фосфориты геологического пространства. Описания разрезов были проведены по семидесяти линиям /17/, которые охватили пространство так, как это показано на рис. 1. Охват из-за естественных помех получился неравномерным; однако корреляция выделенных пачек и маркирующих горизонтов удовлетворительна. Часть изученных разрезов (что важно!) находится в пределах фосфоритоносного бассейна, но за границами продуктивной области. Это позволило понять некоторые из причин выклинивания рудных горизонтов.

"Фосфоритоносным бассейном Каратау" принято называть область развития нижнекембрийской фосфоритоносной свиты, рифей-вендских подстилающих и кембрий-ордовикских покрывающих ее отложений. Рифейские, вендские и кембрий-ордовикские отложения, составляющие этот ископаемый бассейн, мы рассматривали как два основных этажа: подрудный и надрудный. К подрудному отнесли отложения рифея и венда – каройский комплекс. В него входят (снизу вверх): рифейская (?) терригенная большекарройская свита (мощность >1100 м) – это флишеподобная турбидитная формация грауваккового состава. Выше или на том же уровне (?) следует мощная (более 2900 м) известняковая верхнерифейская джанытасская серия, состоящая из двух примерно равномошных свит, разделенных поверхностью углового несогласия. Эта карбонатная серия представляет собой отложения зоны биостромов и банок, чередующихся с пелагическими отложениями, – краевую часть геосинклинального прогиба, породившего и нижележащую флишеподобную толщу.

Большекарройская свита и джанытасская серия несогласно перекрываются комплексом вендских молассовых отложений коксуйской (до 1500 м, лежит внизу) и малокарройской (до 700–1000 м. вверху) серий. Две последние серии существенно терригенные с кварцево-полевошпатовым (аркозовым) и кварцевым составом алевропесчаных пород. Части красноцветные и пестроцветные окраски. Отдельные подчиненные (по объему) терригенной части серий свиты и пачки имеют существенно карбонатный состав. В верх-

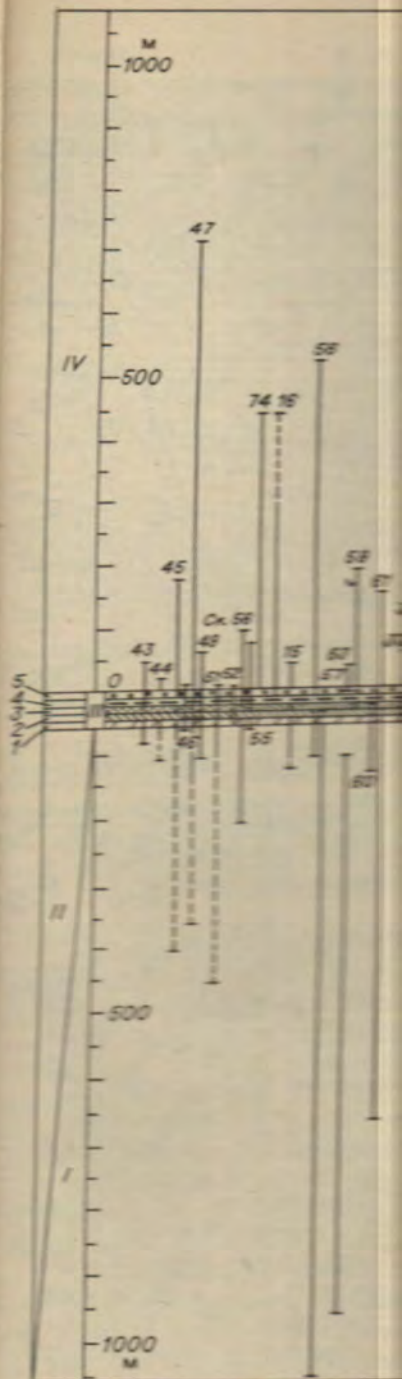


Рис. 1. Схема охвата описанных толщ фосфоритоносного бассейна. I, II каройский комплекс, I серия; 1 – нижний доломит, 2–4 – верхний (3), железо-марганцевый (4) из /17/.

2 Э.А. Еганов

тау мы изучали в  
 оение и сравнить с  
 нения - выработать  
 гнозов и поиска. В  
 егиона фосфоритона-  
 ые основные резуль-

гаточно интенсивно  
 ичество геологическо-  
 на выявление неко-  
 х толщ по отношению  
 еме, которая освеще-  
 ом было составление  
 оших продуктивную  
 ее углубленное пред-  
 еческого пространства.  
 изиям /17/, которые

1. Охват из-за есте-  
 определения выделенных  
 Часть изученных раз-  
 оского бассейна, но за  
 ь некоторые из при-

мывать область раз-  
 ф-вандских подстилаю-  
 й. Рифейские, венд-  
 ь этот ископаемый бас-  
 рудный и надрудный.  
 ойский комплекс. В  
 ь большекаройская  
 идитная формация гра-  
 следует мощная (бо-  
 аская серия, состоя-  
 х поверхностью угло-  
 собой отложения зоны  
 отложениями, - краевую  
 алежащую флишеподоб-

согласно перекрыва-  
 суйской (до 1500 м,  
 рху) серий. Две по-  
 левошлатовым (арко-  
 Части красноцветные  
 объему) терригенной  
 атный состав. В верх-

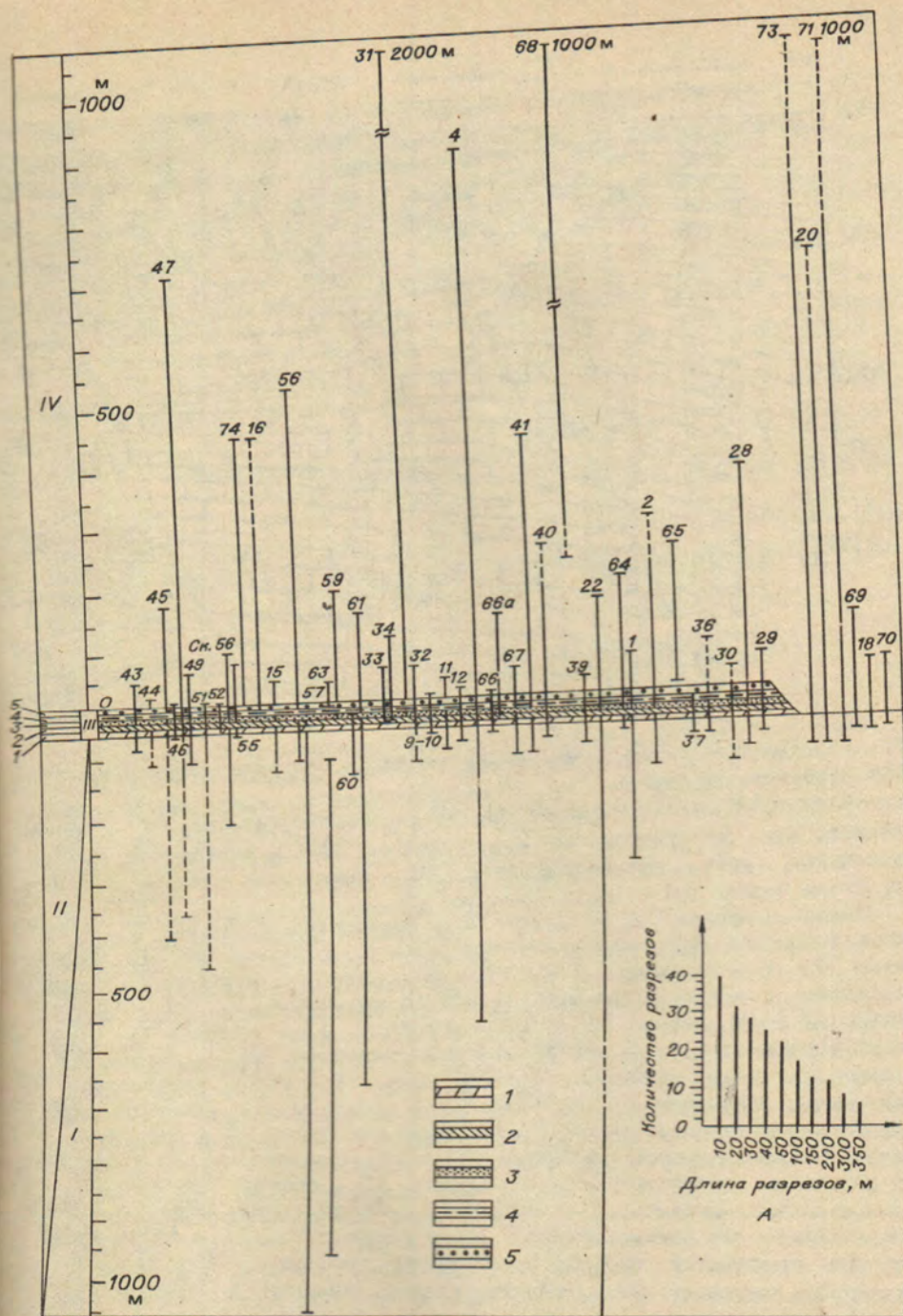


Рис. 1. Схема охвата описанием разрезов рудоносной и рудовмещающих толщ фосфоритоносного бассейна Каратау.

I, II каройский комплекс, III - чулактауская свита, IV - тамдинская серия; 1 - нижний доломит, 2-4 - горизонты: кремневый (2), продуктивный (3), железо-марганцевый (4), 5 - бурый доломит. Номера разрезов - из /17/.

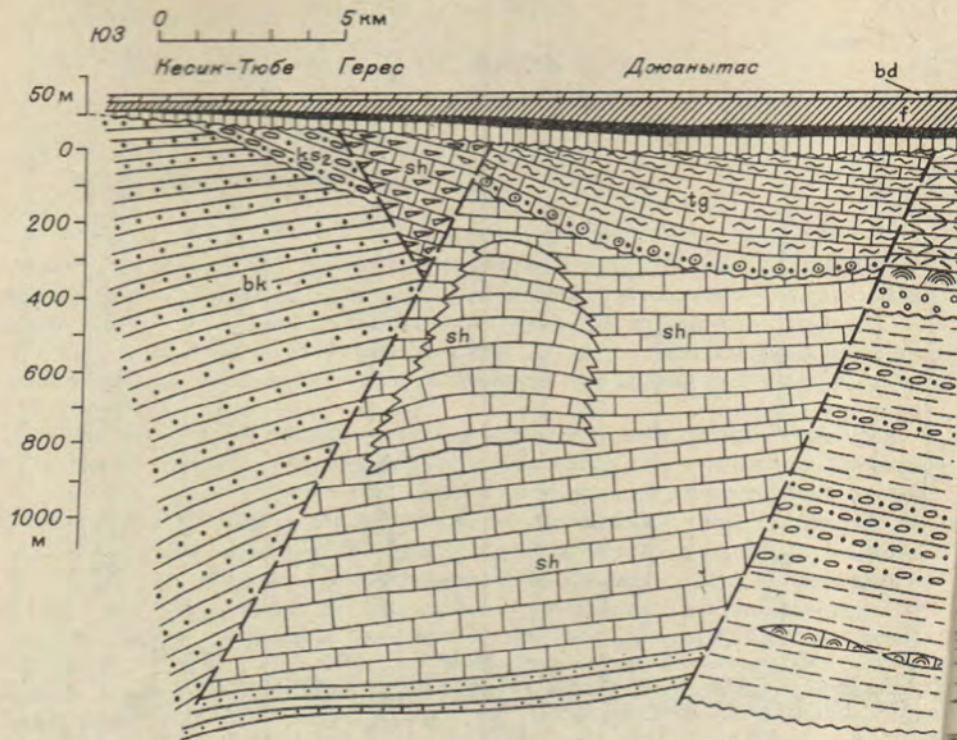


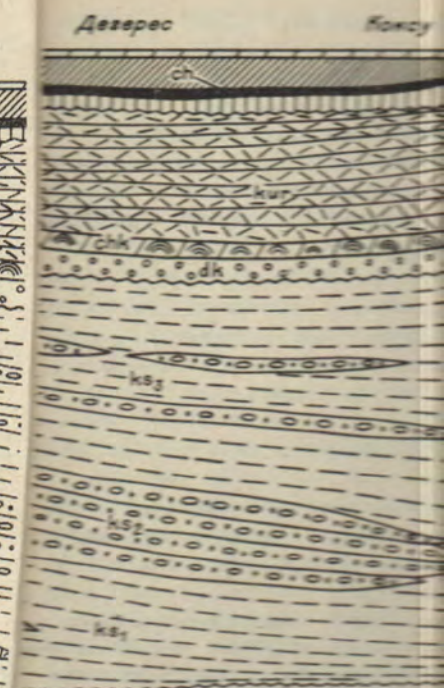
Рис. 2. Профиль через северо-западную часть бассейна Каратау на конце века чулактауской свиты.

Свиты: bk - большекаройская, sh - шошкабулакская, tg - тогузбайская, ks - коксуйская, ak - актугайская, chk - чичканская, kur - курганская, ksh - кыршабактинская, ch - кремневый горизонт, f - фосфоритовая пачка, bd - бурый доломит.

Здесь и далее: 1 - фосфориты, 2 - фосфоритовые сланцы, 3 - фосфатность в породах, 4,5 - известняки средне- и грубослоистые (4), тонкослоистые (5), 6 - доломиты, 7 - карбонаты глинистые, мергели, 8 - черные карбонаты, 9 - глины, примесь глинистого материала, 10, 11 - сланцы глинистые (10), черные (11), 12 - алевриты, 13 - алевролиты, 14 - пески и песчаники, 15 - конгломераты и гравелиты, 16 - брекчии, 17 - кремни, кремневые выделения, кремнистость, 18 - коры выветривания, 19 - диатомиты, 20 - туфовый материал, 21 - эффузивы, 22 - известковистость, 23 - доломитность, 24 - строматолитовые текстуры, 25 - онколиты, 26 - фауна, обломки раковин, ракушняки, 27 - красноцветность, 28 - поверхности размывов, несогласий, 29 - глауконит, 30 - аллиты, бокситы; 31 - железистая минерализация, руды железа, 32 - марганцевая минерализация, 33 - железистые конкреции, 34 - косая слоистость, 35 - фосфатность, кружком отмечаются основные продуктивные горизонты, 36 - рассеянные фосфатные конкреции, 37 - граниты, гнейсы, складчатый метаморфизованный фундамент.

ней части малокаройской серии в заметном количестве содержится пирокластический материал, который при разложении в катагенезе обусловил высокую окремненность пород серии.

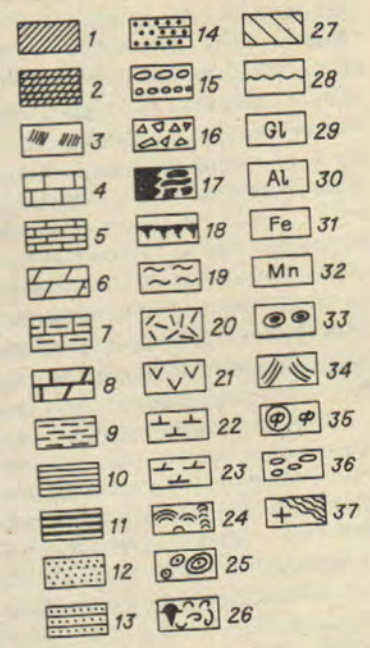
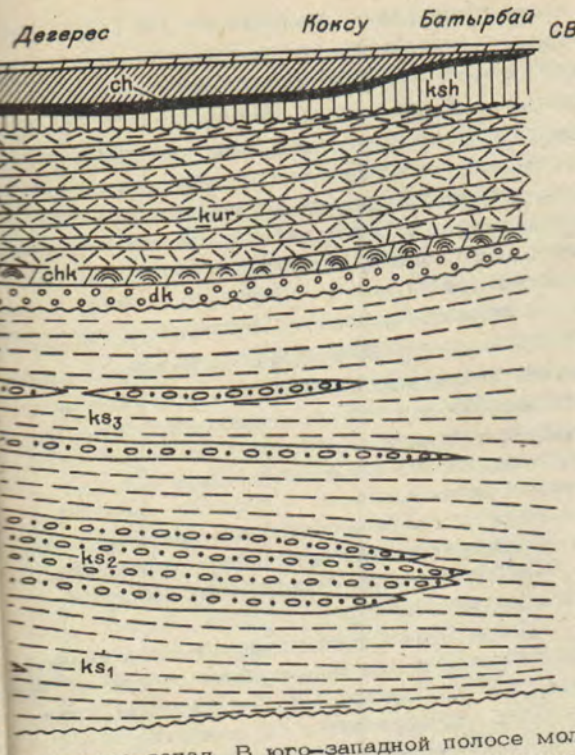
Отложения моласс распространялись не повсеместно, а только в северо-восточной полосе видимой части палеобассейна, вытянутой с юго-восток



на северо-запад. В юго-западной части разбиты после отложения, так же параллельно выделенной фосфоритной пачке слои в 1000-2500 м в верхних деформированы бы слои. Поэтому, надо полагать, что в северо-восточной полосе видимой части бассейна.

Вслед за отложением моласс выветривания, после чего последовало поднятие и образование наклонной складки (шельф). На обнаженном склоне были частично дислоцированы слои гнейсовой серии венд-кайбритской серии, представляющие собой зеленоцветную толщу мощностью до 100 м (фишерадобуку). Это еще раз доказывает, что эту серию нельзя рассматривать как геосинклинальное дислоцированное.

Формирование гнейсовой серии красноцветной карбонатно-терригенной серии распространено, с резко изменяющейся эти явно заполняли углубления. Именно в северо-восточной полосе видимой части бассейна, где можно выделить несколько стратиграфических доломитовых горизонтов и они носят признаки образования в очень крутых уклонах дна. Границы между этими и подстилающими молассовыми об-



бассейна Каратау на конец  
 тогуз-  
 чарманская, tg - тогуз-  
 чарманская, chk - чарманская, kur -  
 карманский горизонт, f - фос-  
 фатная сланцы, 3 - фосфат-  
 в глубоководные (4), тонкост-  
 сланцы, мергели, 8 - черные  
 сланцы, 10, 11 - сланцы  
 сланцы, 13 - алевролиты, 14 -  
 сланцы, 16 - брекчии, 17 -  
 сланцы, 18 - коры выветривания, 19 -  
 сланцы, 22 - известковистые  
 структуры, 25 - онколиты, 26 -  
 известковистость, 28 - поверхно-  
 сланцы, бокситы; 31 - же-  
 марганцевая минерализация,  
 сланцы, 35 - фосфатность,  
 сланцы, 36 - рассеянные  
 сланцы метаморфизован-

на северо-запад. В юго-западной полосе моласс нет. Они не были здесь  
 размыты после отложения, так как малокарыйские слои залегают строго  
 параллельно вышележащей фосфоритоносной свите. Подвижки, которые могли  
 бы смыть слой в 1000-2500 м коксуйской и малокарыйской серий, почти  
 наверняка деформировали бы слои и в прилегающей зоне, чего мы не наблю-  
 даем. Поэтому, надо полагать, молассы отлагались не повсеместно, а лишь  
 в северо-восточной полосе видимой части бассейна.

Вслед за отложением моласс наступил некоторый период осушения и  
 выравнивания, после чего последовала трансгрессия, сформировавшая карбо-  
 натный склон (шельф). На обнаженные породы карыйского комплекса, кото-  
 рые были частично дислоцированы, легли отложения существенно карбонат-  
 ной тамдинской серии венд-кембрий-ордовикского возраста (рис. 2). Отме-  
 тим, что геологи ИГН АН КазССР недавно обнаружили самые верхние слои  
 этой серии, представляющие собой тонконаслонную алевро-песчаниковую  
 зеленоцветную толщу мощностью до 800 м типично геосинклиального об-  
 лика (флишеподобную). Это еще один аргумент в пользу того, что тамдин-  
 скую серию нельзя рассматривать как отложения платформенного чехла на  
 геосинклиальном дислоцированном фундаменте /17, с. 183/.

Формирование тамдинской серии началось с отложения базальной пест-  
 роцветной карбонатно-терригенной свиты (кыршабактинской), неравномерно  
 распространенной, с резко изменяющимся составом и мощностью. Отложе-  
 ния эти явно заполняли углубления в рельефе, распространены преимущест-  
 венно в северо-восточной полосе видимой части бассейна и на его северо-  
 западе, где можно выделить несколько устойчиво выдерживающихся по про-  
 стиранию доломитовых горизонтов и глауконитоносных слоев. Отложения  
 носят признаки образования в очень мелководной обстановке с относитель-  
 но крутыми уклонами дна. Граница между отложениями этой базальной сви-  
 ты и подстилающими молассами обнаруживается с трудом, в основном по

содержит пироклас-  
 обусловил сильную  
 только в северо-  
 с юго-востока



в нижележащей молласе обычно  
существенно карбонатных  
свиты в ряде  
обычно небольшой мощнос-  
ти, реже до десятка метров).  
различия, чаще она выраже-  
нное различие между степенью  
кыршабактинской и подстилаю-  
к скачке в "зрелости" ма-  
кыршабактинскую свиту пере-  
как это сделано в /27, 30/  
интервал можно счи-  
смена характера питания  
"зрелости" их терригенных компонен-  
разложению.

карбонатно-терригенных отложений  
свиты):  
большинства слоев, на фоне кото-  
вертываемые пиритовые отложения.  
обнаруживают признаки того, что  
зелеными;  
ность (доломитность) отложений,  
матрикса или карбонатных обособле-  
карбонатных слоях и целых пачках,  
туры карбонатов. Количество карбонат  
снизу вверх по разрезу свиты.  
содержат обильную примесь обломков  
о-гравийную примесь кварца, резко  
шированы, окремнены;  
конита, обильная на верхних карбонат-

(обусловленное гематитовой примесью  
ых конкреций) в верхней части отло-  
проявляющаяся в повышенном содержа-  
льных фосфоритовых линзослоев,  
итового фосфата, которые в доломито-  
плоскообломочные брекчии взламыва-  
и наложенное (постдиагенетическое)  
ных пород.

ирующаяся местами поверхность не-  
х породах позволяют надежно отде-  
серии от нижележащих отложений  
внешне иногда очень сходны с пер-

изот описываемых базальных отложе-  
ю издавна выделялся в качестве  
"доломитов" или даже свиты (беркутин  
фосфатноносен, местами интенсивно  
в верхней части окремнен. Этот

Поверхность размыва в его подошве

наблюдается только там, где из разреза выпадают нижележащие отложения  
пестроцветной кыршабактинской свиты.

Доломитовые пачки базальных пестроцветных отложений тамдинской  
серии (их насчитывается до пяти-шести) намного выдержаннее по прости-  
ранию, чем разделяющие их терригенные пачки, которые в ряде мест вы-  
клиниваются, и тогда доломитовые горизонты сливаются, создавая ложное  
впечатление того, что здесь присутствует лишь один необычно мощный  
"нижний" доломит. Индивидуальные признаки отдельных горизонтов позво-  
ляют разобраться в таких случаях.

После отложения базального карбонатно-терригенного комплекса вслед  
за кратковременным перерывом, вызванным разрывом, соизмеримый, возмож-  
но, с перерывами-размывами внутри базального комплекса, последовало  
накопление пластовых кремней (силицитов) мощностью до 20 м. Кремни  
представляют собой в основном раскристаллизованные спонголиты. В осно-  
вании горизонта кремней наблюдается выдержанный прослой тонкослоистого  
афанитового фосфорита (до 30 см), участками переходящего в брекчию  
(фосфатные обломки в спонголитовом цементе).

Кремневый горизонт (КГ) почти повсеместно отчетливо делится на  
примерно равномошные нижнюю и верхнюю части, разделенные поверхностью  
размыва, на которой залегают выдержанный прослой афанитового кремни-  
стого (спонголитового) фосфорита мощностью до нескольких сантиметров, в  
ряде мест переходящий в брекчию. Нижняя часть КГ более однородна и  
представлена пластовыми тонкополосчатыми кремнями без примесей, часто  
осветленными в массе или по полоскам-слоям. В ней отмечаются тонкие  
слойки (миллиметры, сантиметры) кремнисто-глинистого материала, но в  
заметьном меньшем количестве, чем в верхней части, где они играют суще-  
ственную роль. Кремни в верхней части КГ более черные, залегают слоями  
и линзами между глинистыми пропластками, имеющими здесь толщину от  
нескольких сантиметров до 0,1-0,2 м. Кремни верхней части более черны;  
срок их матовый в отличие от стеклоподобного в кремнях из нижней части.  
По всему кремневому горизонту рассеяны слойки и линзочки фосфатных  
прослоев; во многих местах кремневая масса явно заместила первичный  
карбонатно-фосфатный материал.

По простиранию КГ может переходить в кремнево-карбонатный (доло-  
мит с обильными выделениями кремня разнообразной формы) и фосфоритово-  
кремнистый (где кремень образует выделения в фосфатной массе) гори-  
зонты. Сильное сокращение мощности КГ (местами он стратиграфически  
выклинивается) сопровождается появлением в нем обильных строматолито-  
вых текстур, фосфатных пизолитов, конгломератов (признаки мелководья).  
В области максимальных мощностей КГ (на северо-западе бассейна) разрез  
более полный, строение горизонта более однородное. В составе всего КГ  
доминирует кремнистый материал. Эта область окаймляется с двух сторон  
полосами сокращенных мощностей и выклинивания КГ, а с северо-запада  
и юго-востока - полосой карбонатной фации КГ (доломит, обогащенный  
кремневыми выделениями).

Выше КГ, не отделенный от него какой-либо резкой границей, следует  
продуктивный горизонт, на большей части месторождений бассейна Каратау  
он разделяется на две части: нижнюю (НФ) и верхнюю (ВФ) фосфоритовую  
пачки, между которыми залегают сланцевая пачка (СП).

Трехчленное строение продуктивного горизонта сохраняется на боль-  
шинстве участков. Нижняя фосфоритовая пачка (0-10 м) связана с КГ  
постепенным переходом, большей частью ее фосфориты кремнистые и содер-

жат послойные выделения кремней. Широко развит также доломитовый матрикс. Фосфориты пеллетные, афанитовые, местами косослойчатые, конгломеративные.

Сланцевая пачка представляет чередование маломощных слоев фосфоритов и кремней с доминирующими в составе фосфатно-глинисто-карбонатно-кремнистыми тонкослоистыми породами. Мощность пачки варьирует от долей метра до 20-35 м. По простиранию состав пачки варьирует, в нем преобладают то глинистые сланцы, то кремни, то глинисто-алевроитовые породы. На некоторых участках фосфориты составляют заметную долю объема СП. Иногда в СП встречается несколько довольно мощных (1,5-3 м) пластов фосфоритов. СП глинистого типа занимает центральную часть наиболее прогнутой зоны видимой части бассейна, совпадая с зоной максимальной фосфоритности разрезов. Кремнистые (спонголитовые) типы пачки соответствуют более поднятым участкам и окаймляют область максимальных мощностей, а также встречаются внутри нее "островами". Алевроитовый тип отмечен по периферии области фосфоритонакопления. В СП с преобладанием кремней (спонголитов), т.е. в местах расположения палеобанок, отмечается интенсивное развитие текстур оползания. На некоторых участках СП выражена слабо - ей соответствует маломощная (2-6 м) пачка чередования плитчатых (содержащих на поверхностях наложения глинистый материал) фосфоритов, маломощных (0,1-0,2 м) слоев кремней и обилие тонких глинистых слоев (0,01-0,3 м). На участках, где продуктивный горизонт представлен, казалось бы, единым монолитным слоем фосфоритов (месторождение Кокджон, например), в его средней части можно наблюдать обилие глинистых слоев, что и позволяет коррелировать этот интервал с СП. В стратотипическом же выражении (на участках Коксу, Жанатас, Акжар) СП представлена тонкими чередующимися кремнисто-глинистыми, алевроитовыми, фосфоритовыми, нередко карбонатными слоями, где доминируют кремнисто-глинистые и алевролитовые породы.

Верхняя фосфоритовая (главная) пачка мощностью до 20 м состоит из пеллетных фосфоритов, часто с карбонатным цементом. Для нее характерна лучшая отсортированность фосфатных зерен, часто присутствуют песчистые фосфориты - конгломераты и гравелиты; хорошо выражена косая слойчатость в ряде прослоев; на поверхностях наложения наблюдаются знаки ряби, волнений. В ряде мест в основании пачки залегает слой конглобрекций, обозначающий трансгрессивное залегание верхней фосфоритовой пачки на подстилающих отложениях.

Периферические (по отношению к области фосфоритности) разрезы отложений продуктивной пачки обогащены терригенным материалом, содержат глауконит, обломки фосфатизированных раковин, более карбонатны. Удалось установить, что в северо-западной части бассейна фосфориты по простиранию к берегу переходят в слабо фосфатные песчаные доломиты (участок Караул-тюбе).

Выше продуктивного горизонта следует своеобразная маломощная (до 2-3 м) пачка строматолитовых и онколитовых доломитов и доломитово-фосфоритовых брекчий, называемая железомарганцевым (ушбасским) горизонтом. По существу, этот горизонт можно было бы включить в состав продуктивной пачки, так как он довольно заметно обогащен фосфатом и фосфоритовыми прослоями с фосфоритовой галькой, а в плане развития является завершением процесса отложения продуктивных слоев, соответствуя крайней регрессивной фазе фосфоритопроизводящего цикла. В средней части горизонта в полных его разрезах наблюдается глубоко врезающаяся поверхность размыва с крупной галькой из фосфоритов и карбонатных пород

в западной. Выше нее следуют и марганцем строматолитовый доломитовый горизонт (на его западе) и железистый кварцевый пачка. В железомарганцевом горизонте отмечены

Слой строматолитовый отмечен на поверхности на небольших участках разности "буры" доломиты (1-2 м) слой тоже заметно обогащен железом карбонатами железомарганцевыми

Пачка "буры" доломиты (1-2 м) (фак), но, в отличие от железомарганцевых наблюдается слой собственно доломитовый - высокое содержание и интенсивное пятнисто-волнистое развитие водорослевого трансгрессивного спонголитового. Латеральный доломит переходит в железомарганцевый

В основании и в краевых частях (0,1-0,3 м) прослой фосфоритов, а верхний очень широк. Верхний представляет галькуподобные включения фосфата в доломитовом цементе, ассоциирующей со строматолитами

В целом горизонт "буры" и песчаный слой, его можно рассматривать как единый комплекс, обозначающий комплексное залегание во время зона. В то же время интенсивный "буры" доломит как галькуподобные

По сложившейся стратиграфической подразделке, вышесказанное в чуждаурской системе возрастные детерминации не имеют, что нижний камбрий начинается с 19, 31/ "Нижний" доломит или основание мелассового комплекса

Латеральные изменения члени доломитов. Отмечено, что существует в которой в общих чертах проявляется максимальная мощность фосфоритов. Однако корреляция между стратиграфическими горизонтами рассмотренной системы

Неразрешенным остается в этом отложении. Фосфоритовый комплекс, из которых две собственно фосфоритовых пачек представлять в разности очень трудно. В пределах могут существенно менять окраску, резко увеличивать мощность.

звит также доломитовый мат-  
рами косослойчатые, конгло-

не маломощных слоев фос-  
фе фосфатно-глинисто-карбо-  
натов. Мощность пачки варьирует  
и состав пачки варьирует, в  
местности, то глинисто-алевроито-  
вые составляют заметную долю  
и довольно мощных (1,5-3 м)  
занимает центральную часть наи-  
более, совпадая с зоной максималь-  
ной ("спонголитовые") типы пачки  
занимают область максималь-  
ной и нее "островами". Алевроито-  
ритонакопления. В СП с пре-  
востепенности расположения палеобанок,  
ползания. На некоторых участ-  
ках маломощная (2-6 м) пачка  
верхности наслоения глинистый  
(2 м) слоев кремней и обилие  
на участках, где продуктивный  
монотипным слоем фосфоритов  
в средней части можно наблюдать  
коррелировать этот интервал  
на участках Коксу, Жанатас,  
содержащими кремнисто-глинистыми,  
тонкими слоями, где доми-  
нируют породы.

мощностью до 20 м состоит  
из цементов. Для нее харак-  
терны зерна, часто присутствуют псе-  
удиты; хорошо выражена косая  
наслоения наблюдаются зна-  
чительные пачки залегают слой конгло-  
мерации верхней фосфоритовой

части фосфоритоносности) разрезы  
терригенным материалом, содер-  
жащим раковин, более карбонатны. Уда-  
ляется бассейна фосфориты по про-  
дуктивные песчаные доломиты

от своеобразная маломощная (до  
несколько метров) доломитов и доломитово-  
марганцевым (ушбасским) гори-  
зонтом было бы включить в состав  
заметно обогащен фосфатом и  
галльской, а в плане развития яв-  
ляется продуктивных слоев, соответствую-  
щих иризирующего цикла. В средней час-  
ти выделяется глубоко врезанная по-  
яс фосфоритов и карбонатных пород

в западных. Выше нее следуют тончайшие слоистые, обогащенные железом  
и марганцем строматолитовые доломиты. Латерально в сторону древней бе-  
реговой линии (на юго-запад) железомарганцевый горизонт переходит в  
железистый кварцевый песчаник. Поверхность размыва в средней части же-  
лезомарганцевого горизонта отвечает моменту максимального обмеления.

Слои строматолитовых ожелезненных карбонатов, лежащие выше этой  
поверхности на небольшом интервале разреза, плавно переходят в слои го-  
ризонта "бурых" доломитов (1-10 м). Название его подсказывает, что эти  
слои тоже заметно обогащены железом, правда, в гораздо меньшей степени,  
чем карбонаты железомарганцевого горизонта.

Пачка "бурых" доломитов повышено фосфатна (до 8%  $P_2O_5$  в шту-  
фах), но, в отличие от железомарганцевого горизонта, в ней гораздо реже  
наблюдаются слои собственно фосфоритов или галлька фосфорита. Фосфат здесь  
содержится либо в виде рассеянных зерен или фосфатизированных обломков  
фосфорита, либо в тонкодисперсном виде. Основные признаки пачки "бурых" до-  
ломитов - высокое содержание в них примеси детритных кварцевых зерен  
и интенсивное пятнисто-линзовидное окремнение, развивающееся по тексту-  
рам водорослевого происхождения. Местами этот доломит наполовину сло-  
жен спиклами губок. Латерально в сторону древней береговой линии "бу-  
рых" доломит переходит в кварцевые песчаники с карбонатным цементом.

В основании и кровле горизонт "бурых" доломитов имеет маломощные  
(0,1-0,3 м) прослои фосфоритов, причем нижний распространен локально,  
а верхний очень широко. Верхний слой фосфорита ("завершающий фосфорит")  
представляет галлькоподобные включения органогенного (биокластического)  
фосфата в доломитовом цементе. В основном это биокластический фосфорит,  
ассоциирующий со строматолитовым доломитом.

В целом горизонт "бурых" доломитов представляет собой существенно  
песчаный слой, его можно рассматривать как базальные отложения выше-  
лежащей толщи, означающие новый этап погружения, последовавшего после  
повсеместного обмеления во время формирования железомарганцевого гори-  
зонта. В то же время интенсивное окремнение позволяет рассматривать  
"бурых" доломит как гомолог кремневого горизонта.

По сложившейся стратиграфической схеме перечисленные выше лито-  
стратиграфические подразделения, от "нижнего" до "бурого" доломита, от-  
носятся к чулактауской свите. Для нашего исследования точные био-  
возрастные датировки не имеют значения. Поэтому ограничимся замечанием,  
что нижний кембрий начинается с кремневого горизонта чулактауской сви-  
ты /19, 31/. "Нижний" доломит относится к венду, как и все нижележа-  
щие отложения молассового комплекса.

Латеральные изменения чулактауской свиты описывали многие иссле-  
дователи. Отмечено, что существует зона максимальных мощностей свиты,  
к которой в общих чертах приурочена и максимальная продуктивность (т.е.  
максимальная мощность фосфоритов и высокое содержание в них фосфата).  
Однако корреляции между степенью продуктивности и мощностью отдельных  
горизонтов рассмотренной нижней части тамдинской серии не выявляется.

Неразрешенным остается и вопрос о корреляции продуктивности с сос-  
тавом отложений. Фосфоритоносная чулактауская свита сложена семью пач-  
ками, из которых две собственно фосфоритовые. По изменению состава не-  
фосфоритовых пачек предсказать характер продуктивности фосфоритовых го-  
ризонтов очень трудно. В пределах одного месторождения отдельные пачки  
могут существенно менять состав, выпадать из разреза или, наоборот,  
резко увеличивать мощность.

Коррелируется с продуктивностью более или менее определенно полностью разреза всей продуктивной свиты. На крупных месторождениях наблюдаются почти все ее составляющие; локально могут выпадать одна-две пачки. Нет месторождений, где бы выпали три и более пачек. По сути дела, на месторождениях промышленного значения есть все пачки, хотя некоторые (например, КГ или железомарганцевый, реже "бурый" доломит) могут оказаться в "угнетенном" виде. "Нижний доломит" и аналог сланцевой пачки на месторождениях присутствуют всегда.

По литологической характеристике фосфоритов участков непромышленного значения можно судить, что они отложились в условиях подводных поднятий. Фосфориты здесь брекчиевые, гравелитовые, конгломератовые. Окружающие пачки тоже могут иметь признаки образования на мелководье — сокращаться по мощности, приобретать соответствующие текстуры.

На участках конседиментационных поднятий качество фосфоритовых слоев может улучшаться вследствие многократной сортировки и отмывания, хотя при этом увеличивается грубость материала. На более прогнутых участках возрастает мощность продуктивных отложений и, естественно, удельная продуктивность, но несколько снижается качество отдельных слоев фосфоритов из-за присутствия невынесенного глинистого и песчаного материала.

Отложения, залегающие над чулактауской свитой, — шабактинская свита — литологически изучены еще недостаточно полно, чтобы выявить их связи с фосфоритоносным уровнем. Однако некоторые выводы можно сделать и по имеющемуся материалу.

Над "бурым" доломитом залегают внешне очень сходный с ним слой светлых доломитов преимущественно массивной текстуры, названный нами пачкой А. Мощность ее 3—8 м, она отличается от БД почти полным отсутствием песчаной примеси и кремневых выделений. Текстура доломита почти такая же, местами явно водорослевого происхождения. В доломитах пачки А наблюдаются один — четыре уровня развития корок черного фосфата (до 1—2 см толщиной), внешне напоминающих старый асфальт. Под корками иногда видны обломки этого материала. Можно допустить, что эти образования относятся к так называемым хардграунд — отвердевшим на осушенной поверхности карбонатам, которые впоследствии заместил фосфат.

Выше пачки А следует пачка Б, отличающаяся заметной примесью глинистого и алевролитового материала в карбонатных породах и, как следствие, более частой наслоенностью, плитчатостью пород, желто-коричневыми оттенками в обнажениях, меньшей устойчивостью к выветриванию. Отдельные слои пачки массивны, некоторые горизонты интенсивно окремнены; пачка богата остатками фауны (трилобитов, хиолитов, брахиопод, гастропод). В целом это переслаивание тонкоплитчатых глинистых доломитов. Мощность ее до 35 м.

Далее залегают пачка В, выделяющаяся в разрезе массивностью, однородностью, светлым цветом доломитов, которые очень грубо наслоены. Судя по их пятнисто-комковатой текстуре, пачка образовалась в результате отложения на банках в виде онколитовых и прочих водорослевых накоплений. Мощность пачки В — 40—70, кое-где до 80 м. Если в пачке Б обнаруживается заметная фосфатность (до 2%  $P_2O_5$  в штуфах) в виде рассеянных зерен фосфата, то здесь породы практически бесфосфатны.

Над пачкой В следует глинисто-карбонатная пачка Г. Это чередование плитчатых и массивных слоев доломитов с глинистыми разделами. Мощность 30—70, иногда до 90 м. Характерными особенностями пачки Г представляются глинистость ее карбонатов, присутствие маломощных про-

слоев почти чистого глинистого и окремненные породы (не глинисты). Слой слоев густо-черных доломитовых пачек и тонких доломитовых пачек. В ней отмечаются горизонты фосфатных залежей.

В основании пачки Г тропический и объединяем в джизланскую пачку. В ней уже полностью отсутствует фосфатность и чисто карбонатных пачек с незначительными включениями (черные карбонаты).

Выше джизланской пачки — пачка Д. Она на большей части бассейна по пространству однородная черная доломитовая пачка с мощностью 20—30 м, ниже которой следуют черные чистые доломиты — Е. В ней уже полностью отсутствует фосфатность и чисто карбонатных пачек с незначительными включениями (черные карбонаты). Микрокристаллическая структура, онколитовая структура.

Переходим к пачке Е. Она представляет собой еще более однородную черную доломитовую пачку с мощностью до 500—700 м. В основании пачки Е выделяются в сланцы и брекчиеватые сланцы известняки. Приблизительно 2,5 м. Часть известняков — белая, мощность болонских известняков.

Выше известняков — пачка Ж. Она представляет собой еще более однородную черную доломитовую пачку с мощностью до 500—700 м. В основании пачки Ж выделяются в сланцы и брекчиеватые сланцы известняки. Приблизительно 2,5 м. Часть известняков — белая, мощность болонских известняков.

Как отмечалось выше, в основании пачки Ж выделяются в сланцы и брекчиеватые сланцы известняки. Приблизительно 2,5 м. Часть известняков — белая, мощность болонских известняков.

Основание пачки Ж — известняки. В основании пачки Ж выделяются в сланцы и брекчиеватые сланцы известняки. Приблизительно 2,5 м. Часть известняков — белая, мощность болонских известняков.

менее определенно полных месторождениях наблюдаются выпады одна-две пачки пачек. По сути дела, на все пачки, хотя некоторые (бурый доломит) могут оказаться и аналог сланцевой пачки

участков непромышленных в условиях подводных подвые, конгломератовые. Окружения на мелководье - ствующие текстуры.

качество фосфоритовых сортировки и отмывания, ла. На более прогнутых участках и, естественно, удельное количество отдельных слоев фосфоритового и песчаного материала свитой, - шабактинская свита, чтобы выявить их которые выводы можно сделать

очень сходный с ним слой текстуры, названный нами от ВД почти полным отсутствием. Текстура доломита почти однородная. В доломитах пачки корок черного фосфата (до асфальта). Под корками допустить, что эти образцы - отвердевшим на осушенной заместил фосфат.

содержащая заметной примесью карбонатных породах и, как следствием пород, желто-коричневыми к выветриванию. Отдельно интенсивно окремнены; пачки (гастропод, брахиопод). нистых доломитов. Мощность

в разрезе массивностью, одные очень грубо наслонены. образовалась в результате водорослевых накоплений. Если в пачке Б обнаружены (стифиды) в виде рассеянных фосфатны.

пачка Г. Это чередование глинистыми разделами.

особенностями пачки Г состоят в маломощных про-

слоев почти чистого глинистого материала, частая наслоенность, пестроокрашенные породы (не повсеместно) и в то же время появление в верхах пачки слоев густо-черных доломитов. Глинистые примеси развиты в породах нижней половины пачки. В ее верхах в северо-западной части бассейна отмечаются горизонты фосфатных кварцевых песчаников.

В основании пачки Г проходит граница нижнего кембрия. Пачки А-Г мы объединяем в джиланскую подсвиту шабактинской свиты /17/. Таким образом, джиланская подсвита представляет собой чередование глинистых и чисто карбонатных пачек с нарастанием количества более глубоководных образований (черные карбонаты) вверх по разрезу.

Выше джиланской подсвиты следуют отложения верхнего кембрия - ордовика. Они на большей части бассейна начинаются очень выдержанными по простиранию однородными черными доломитами - пачка Д - мощностью 20-30 м, выше которой следует монотонное чередование светло-серых и черных чистых доломитов - бугульская подсвита мощностью 200-400 м. В ней уже полностью отсутствует примесь глинистого материала. У доломитов в большинстве случаев выраженная строматолитовая, биогермная текстура. Микроскопически большая часть карбонатных пород обладает пеллетовой, онколитовой структурой.

Перекрывается бугульская подсвита карашатской подсвитой, которая представляет собой еще более монотонное чередование серых, темно-серых и черных мелкозернистых доломитов. Здесь светлые разности пород находятся в явном меньшинстве. Мощность этой существенно темноцветной толщи до 500-700 м. В подсвите практически отсутствуют кремневые выделения в отличие от бугульской подсвиты, где они еще встречаются в заметном количестве. Преобладают слои с массивной текстурой. Наслоенность, т.е. частота поверхностей разделов между слоями, здесь очень грубая, мощность большинства различных слоев - несколько метров.

Выше карашатской подсвиты (верхний кембрий - нижний ордовик) следует ордовикская актауская подсвита мощностью до 1500 м, состоящая из чередующихся пачек светлых массивных доломитов и доломитовых известняков и их темноцветных разностей с несколько более частой наслоенностью.

Как отмечалось выше, недавно удалось обнаружить наиболее высокие горизонты тамдинской серии: терригенную толщу темноцветных песчаников и алевролитов, связанную с карбонатной постепенным переходом - через чередование слоев карбонатов и песчаников.

Описанное выше расчленение шабактинской свиты наблюдается по всей территории видимой части бассейна, за исключением северо-восточной полосы, где надфосфоритовая часть разреза не дифференцирована на перечисленные пачки. Здесь подразделения джиланской и бугульской подсвит латерально переходят в довольно монотонную толщу преимущественно темноцветных карбонатов или в монотонное чередование темно-серых и черных карбонатов, среди которых выделяются горизонты брекчий оползания (в ряде случаев они имеют в основании глинистый прослой), состоящих из плоских обломков карбонатов, погруженных в тонкозернистый карбонатный же матрикс. Кроме того, в этой полосе доломитовый состав шабактинской свиты сменяется преимущественно известняками, а продуктивный горизонт выклинивается. Эти данные говорят о том, что здесь в северо-восточном направлении происходил резкий переход от мелководной части моря к более глубоководной и, судя по появлению брекчий оползания, здесь же резко увеличился уклон дна.

В общем распределение пород, слагающих отложения чулактауской и шабактинской свит, подсказывает, что во время отложения фосфоритов береговая линия моря проходила несколько юго-западнее полосы фосфоритообразования.

Местами зона фосфатонакопления располагалась явно вблизи суши (область Большешкарной долины). Фосфоритообразование шло в пределах шельфа, обращенного на северо-восток, откуда море трансгрессировало на юго-запад. Фосфориты накапливались в средней части шельфа. Продуктивная толща выклинивается (или латерально замещается карбонатными породами) как в сторону берега, так и к бровке шельфа.

Первые данные о положении каратауских фосфоритов в мощном разрезе палеозоя хр. Малый Каратау сводились к тому, что они залегают почти в самом основании чисто карбонатной тамдинской серии, отделяясь от нижележащих существенно терригенных и кремнистых отложений моласс карайской серии поверхностью размыта (перерыва) и маломощным, но выдержанным по всей территории бассейна слоем "нижних" доломитов. Было отмечено, что в самых верхах полимиктовых терригенных отложений карайской серии намечается переход к карбонатному режиму тамдинского времени, выражающийся в том, что в самых верхах карайской серии появляются отдельные слои доломитов, отмечаются гальки фосфоритов и зерна фосфатов. Шабактинская карбонатная свита считалась залегающей трансгрессивно на дислоцированных отложениях карайского комплекса и переходящей в юго-западном направлении с более молодых на более древние отложения этого комплекса. Таким образом, получалось, что фосфориты залегают в основании мощного карбонатного комплекса, трансгрессивно перекрывающего еще более мощный терригенный комплекс. Оба комплекса по геотектонической характеристике считались геосинклинальными /10, 57/.

Впоследствии от упрощенных представлений о строении фосфоритовмещающих отложений исследователи перешли к гораздо более дифференцированному как во времени, так и по тектоническому режиму /26/. Подстилающий карайский комплекс стали рассматривать как фундамент (геосинклинального происхождения) платформенного карбонатного чехла, в основании которого залегают продуктивная толща. При этом из карайского комплекса была вычленена пестроцветная карбонатно-терригенная толща, которую рассматривали как базальную часть карбонатной серии и как переотложенные продукты коры выветривания, образовавшиеся в течение перерыва, последовавшего за замыканием геосинклинали и становлением области в качестве краевой части платформы /26/. Возраст карайского комплекса оказался более древним, чем нижнекембрийский. К нижнему кембрию по новым сборам фауны стали относить слои начиная с кремневого горизонта и по пачку В, а лежащие ниже отложения отошли к венду и верхнему рифею /27, 31/.

Мы уточнили позицию фосфоритов на основе детальной литостратиграфической корреляции фосфоритовмещающих отложений. Прежде всего следует отметить, что площади распространения всех перечисленных выше литостратиграфических подразделений тамдинской серии — от кыршабактинской свиты до бугульской подсвиты — увеличиваются по мере перехода к более молодым горизонтам /17, рис. 75/. Развитие трансгрессии шло с отдельными спадами, состав отложений периодически обнаруживает признаки то обмеления, то углубления акватории. Обмелениям соответствуют пачки светлых массивных строматолитовых доломитов, углублениям — темных и тонконаслоенных терригенно-карбонатных, кремнистых и черных карбонат-

жения чулактауской  
отложения фосфоритов  
две полосы фосфорито-

явно вблизи суши  
вание шло в пределах  
трансгрессировало на  
и шельфа. Продуктив-  
ся карбонатными поро-

ритов в мощном разре-  
то они залегают почти  
ерии, отделяясь от ни-  
отложений моласс ка-  
маломощным, но выдер-  
" долбмитов. Было  
енных отложений карой-  
иму тамдинского вре-  
ройской серии появля-  
фосфоритов и зерна  
ь залегающей транс-  
го комплекса и перехо-  
к на более древние от-  
сь, что фосфориты за-  
а, трансгрессивно пе-  
лекс. Оба комплекса  
инклинальными /10, 57/  
строении фосфоритовме-  
о более дифференциро-  
ежиму /26/. Подстилаю-  
ундамент (геосинкли-  
ого чехла, в основании  
з каройского комплекса  
ная толща, которую рас-  
и как переотложенные про-  
е перерыва, последовав-  
области в качестве  
о комплекса оказался  
кембрию по новым сбо-  
ого горизонта и по пач-  
и верхнему рифею /27,

етальной литостратигра-  
й. Прежде всего следу-  
речисленных выше лито-  
- от кыршабактинской  
мере перехода к более  
нгрессии шло с отдель-  
аруживает признаки то  
соответствуют пачки  
глублениям - темных и  
тых и черных карбонат-

ных отложений. Таким образом, фосфоритоносный интервал разреза имеет циклическое строение, которое выше фосфоритоносного интервала затушевывается, становясь "ступенчатым": отсутствуют тенденции к обмелению, про-исходит лишь чередование фаз быстрого и медленного погружения или от-костельного обмеления, но без осушения.

Фосфориты залегают не в самых начальных циклах каратауского раз-реза, а в третьем снизу, наиболее четко выраженном, самом "глубоком" /17, рис. 76/. Строение его симметрично; ниже и выше "оси" цикла - спяившей пачки - по мере удаления от нее следует один и тот же порядок отложений: фосфориты, строматолитовые доломиты,<sup>4</sup> кремневые горизонты, "нижний" и "верхний" доломит (массивные). Фазе наибольшего прогибания отвечают кремнисто-глинистые сланцы, отложение которых в пределах Ма-алого Каратау более нигде не повторялось. Можно считать, что от "нижне-го" до "верхнего" доломит данный набор пачек отвечает одному циклу. Но примерно произвести и иную разбивку, согласно которой продуктивный цикл располагается между двумя поверхностями размыва, отвечающими наи-большому обмелению: от подошвы нижних кремней до верхней половины железомарганцевого горизонта, так как пачка может располагаться на гра-нице между циклами (т.е. нижняя часть относится к предыдущему, а верх-няя - к последующему циклу). Кроме того, по положению в иерархии их различают очень субъективно, так как не ясна основная причина образования конкретных циклов при их схожести, - трудно выбрать тот или иной кри-терий.

Безь разрез нижней (фосфоритоносной) части тамдинской серии имеет циклическое строение, заключающееся в чередовании горизонтов массивных мелководных светлых доломитов с алевроито-глинистыми бо-лее мелководными пачками. Ниже и выше фосфоритов Каратау можно вы-делить не менее двух циклов. Выше этой ясноциклической части разреза карбонатной толши циклическая структура, как сказано выше, затушевывает-ся. Здесь начинается область пелагических осадков, где цикличность уже существенно иного типа. Фосфатный цикл занимает промежуточное положе-ние между циклами очень мелководной и пелагической обстановок. Видимо, ему отвечают отложения средней и в некоторой мере внешней части шельфа в зоне их наибольшего прогибания.

В сводном виде разрез, вмещающий каратауские фосфориты, выглядит следующим образом (снизу вверх). На телепирокластическо-терригенной толще молассового комплекса (или на более древних отложениях) залегают нижний (базальный) терригенный комплекс (кыршабактинская свита). В его нижней части фиксируется маломощный (0,1-0,2 м) элювиальный вы-ветрелый слой ложа. Основной признак, отличающий базальный комплекс от его ложа, там, где он налегает на терригенные отложения молассы, - карбонатность пород, присутствие отдельных слоев и пачек карбонатов, от-сутствие пирокластического материала и следствий его разложения - крем-нистости. Кремни в базальном комплексе встречаются только в виде конкре-ционных выделений в слоях доломитов и постдиагенетического наложенного окремнения по границам слоев, обломков, по трещинам. В самой нижней

<sup>4</sup> Этой фазе над фосфоритами соответствует железомарганцевый стро-матолитовый доломит, которого, кажется, нет ниже. Но в 1981 г. на мес-торожении Квастас в кровле КГ мы обнаружили нижний гомолог железо-марганцевого горизонта мощностью 0,4 м (без Fe - Mn минерализации, но очень сходный по текстуре с верхним).

части комплекса или несколько выше залегает пудинговая конглобрекция, напоминающая наземные пролювиальные отложения засушливых районов. Отложения его красноцветные или пестроцветные, зеленые. Красная окраска во многих случаях вторична. В комплексе фиксируются также черные алеврито-глинистые сланцы. Доломитовые пачки очень выдержаны, часто обогащены железистыми минералами, в том числе глауконитом. Межкарбонатные же терригенные пачки могут сильно сокращаться по мощности или совсем выпадать из разреза; остаются только доломитовые пачки, сливающиеся между собой.

В двух-трех доломитовых пачках фиксируются кремнистые и чистые фосфориты в виде черных афанитовых слоев-примазок, иногда облекающих карбонатные глыбы, и в виде плоских интракластов, заполняющих межглыбовые, межвалунные пространства в этих доломитах. Наблюдались также плоские конкреции черного фосфорита в зеленом песчанике из средней части базального комплекса. Судя по внешнему виду фосфоритов, их можно было бы отнести к типу фосфатизированной хардграунд.

Самый верхний слой базального комплекса — "нижний" доломит с кремнями и фосфоритовыми прослоями, местами обильно глауконитоносный, местами строматолитовый. Распространен по всей площади видимой части бассейна. В ряде мест весь комплекс под "нижним" доломитом выпадает, и тот носит признаки базального слоя, в нижней части с обильными обломками подстилающей толщи, значительной примесью кварцевого песка и гравия.

Почти повсеместно "нижний" доломит подразделен на три части: нижнюю (мощностью до 6 м), сложенную массивными и часто строматолитовыми — с крупноволнистой "слоистостью", с заметной, а местами весьма обильной примесью кварцевого песка и гравия; среднюю (мощностью до 1,5 м), в обнажениях слабо устойчивую к выветриванию; здесь доломит насыщен песчаным и глинистым материалом, тонкослоист, содержит заметную примесь глауконита и очень часто тонкие фосфоритовые слои, интракласты, лепешковидные желваки; верхнюю (мощностью до 6 м) массивную, часто неяснослоистую внешне, в верхах с выделениями черных кремней и фосфоритов. В этой части широко развиты столбчатые строматолиты.

"Нижний" доломит в силу его выдержанности по всей фосфоритоносной площади принято рассматривать в составе вышележащего продуктивного кремнисто-карбонатного комплекса, который может подстилать любая из перечисленных частей "нижнего" доломита, т.е. в конце времени формирования последнего произошел размыв отложенных осадков. Сам горизонт "нижних" доломитов, трансгрессивно налегая на нижележащие образования, в ряде мест "теряет" свои нижние части.

Продуктивный кремнисто-карбонатный комплекс имеет симметричное строение. Он начинается кремневым горизонтом и завершается его гомологом ("бурый" доломитом), выраженным в мелководной фации кремней (карбонат, насыщенный разнообразными по форме выделениями кремня). "Осевой зоной" продуктивного интервала разреза служит пачка кремнисто-глинистых фосфатоносных сланцев, разделяющая нижний и верхний фосфоритовые горизонты. По простиранию сланцевая пачка может переходить в существенно кремневый горизонт и далее в существенно фосфоритовый с повышенным содержанием глинистых прослоев.

Над продуктивным комплексом следует гомолог "нижнего" доломита — более чистый "верхний" доломит, еще содержащий слои первично фосфатных пород, хотя и незначительного масштаба. Выше их подобная фосфат-

пудинговая конглобрекция, эвасушливых районов. Отличается зеленым. Красная окраска обуславливается также черные алев-... часто об-... Межкарбонат-... по мощности или... сливаю-

кремнистые и чистые... иногда облекающих... межглы-... Наблюдались также... из средней час-... фосфоритов, их можно... крем-... "нижний" доломит с крем-... глауконитоносный, мес-... видимой части бас-... доломитом выпадает, и... облом-... кварцевого песка и

разделен на три части: ниж-... и часто строматолито-... заметной, а местами весьма... мощностью до... выветриванию; здесь доломит... тонкослоист, содержит замет-... фосфоритовые слойки, интра-... (мощностью до 6 м) массивную, ... выделениями черных кремней и ... столбчатые строматолиты.

по всей фосфоритоносной... продуктивного... может подстилать любая из... в конце времени формиро-... осадков. Сам горизонт... образования, ... комплекс имеет симметричное... и завершается его гомо-... в мелководной фазии кремней ... выделениями кремня).

разреза служит пачка кремнисто-... нижний и верхний фосфори-... пачка может переходить в су-... фосфоритовый с по-... "нижнего" доломита-... слойки первично фосфат-... подобная фосфат-

часть уже не фиксируется, фосфатные слои, встреченные выше "верхнего" карбоната, содержит лишь переотложенный фосфат.

Симметричность в строении разреза можно усмотреть и за пределами продуктивного комплекса. Описанный выше базальный терригенный комплекс (каршабагинская свита) гомологичен залегающим над продуктивными отложениями пачкам Б, В и Г. Их в совокупности можно рассматривать как единый терригенный комплекс, отличающийся от базального (нижнего) существенно меньшей ролью терригенных составляющих отложений (это в основном пелитовые фракции), но все же заметный на фоне карбонатного разреза. Здесь имеются горизонты пестроцветных мергельных отложений, слои кварцевых песчаников (количество которых возрастает в юго-западной зоне бассейна), существенно глинистые слои. Как и базальный терригенный, верхний комплекс тоже разделен горизонтами массивных светлых доломитов, в которых выделяется одна пачка (В).

Выше верхнего терригенного комплекса следует бестерригенная толща черноватых и светлых водорослевых и онколитовых доломитов, которую можно интерпретировать как отложения более открытой части моря, а еще выше - существенно пелагические темные карбонаты, среди которых в заметных количествах определяются известняки.

Примечательно, что в северо-восточной полосе бассейна Каратау, как отмечено выше, надфосфоритовая часть отложений шабактинской свиты (выше пачки Г) представлена тонкослоистой толщей преимущественно известняков, в которых обнаружена обильная фауна трилобитов и др. Значит, здесь была своя палеофаунальная зона - относящаяся к открытому морю с нормальной соленостью вод.

Итак, мы перечислили идеализированный порядок литогоризонтов, среди которых залегают продуктивные отложения Каратау (рис. 3). То, что фосфориты в караульской свите расположены в совершенно определенной последовательности горизонтов - от "нижних" доломитов до "бурого" доломита, было известно со времени первых детальных исследований данного района, проведенных П.Л. Безруковым [3]. Обработка на компьютере законченных откликов разрезов фосфоритомешающих толщ, проведенная нами на персональной ЭВМ с целью поиска закономерности (см. с. 13, 14), показала, что порядок в залегании литогоризонтов существует и ниже, и выше продуктивной свиты. Так появилась возможность выделить пачки А - Д выше караульской свиты и подразделить на выдержанные литогоризонты караульскую свиту. Выдержанность горизонтов была подтверждена на практике в разрезе их по всему бассейну. Подразделение более молодых, чем караульская подсвита, отложений (т.е. начиная с бугульской подсвиты) для наших целей не имеет значения, так как эти отложения запечатывают лежащую ниже караульскую серию, трансгрессивно налегают на более древние образования и могут быть встречены вне всякой связи с фосфоритами.

Ассоциация тех компонентов разреза, которая встречается там, где залегают фосфориты, т.е. караульская фосфоритоносная агрегация, следующая: самый нижний и самый верхний компоненты агрегации - пестроцветные терригенные комплексы; нижний - более грубозернистый по терригенным компонентам и относительно слабо карбонатный, верхний - тонкозернистый по терригенным компонентам, которые более устойчивы к выветриванию (более "зрелые"), чем в нижних, высококарбонатный; в слоях этих комплексов может присутствовать обильная или заметная примесь глауконита;

между терригенными комплексами, примыкая к ним, залегают карбонатные пачки ("нижний" и "верхний" доломиты), нижняя с глауконитом,

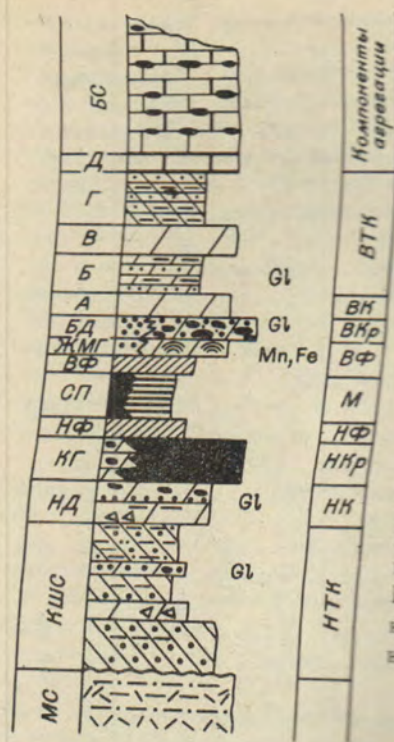


Рис. 3. Схема строения каратауского разреза. В левой графе - серии, свиты, пакки, горизонты.

МС - малокаройская серия; КШС - кыршабактинская свита; НД - нижний доломит; КГ - кремневый горизонт; НФ - нижний фосфорит; СП - межрудная сланцевая пачка; ВФ - верхний фосфорит; ЖМГ - железомарганцевый горизонт; БА - бурый доломит; А, Б, В, Г - пакки джиланской подсвиты; Д - нижняя пачка бугульской подсвиты; ВС - бугульская подсвита.

В правой графе - обозначения для гомоморфизации разрезов (для всех рисунков): компоненты агрегации - НТК - нижний терригенный комплекс; НК - нижний карбонат; НКр - нижний кремневый горизонт; НФ - нижняя фосфоритовая пачка; М - межрудная пачка; ВФ - верхняя фосфоритовая пачка; ВКр - верхний кремневый горизонт; ВК - верхний карбонат; ВТК - верхний терригенный комплекс.

кремнями, фосфоритами в виде линз, конкреций, примазок, слойков, примеси фосфатных зерен к карбонату;

между нижним и верхним карбонатами, примыкая к ним, находятся нижний и верхний кремневые горизонты; верхний - более карбонатный, запесоченный;

примыкая к кремневым горизонтам, расположены карбонатные строматолитовые горизонты со своеобразным узором строматолитовой текстуры: верхний из них называется "железомарганцевый", так как содержит примеси железистых и марганцевых минералов в повышенном количестве;

между строматолитовыми или кремневыми горизонтами - продуктивная (фосфоритовая) серия, разделенная на нижний и верхний продуктивные горизонты межрудной пачкой кремнисто-глинистых сланцев, местами латерально переходящих в почти сплошные кремни с подчиненным количеством глинистых прослоев или в фосфориты с глинистыми прослоями.

В общем идеализированном виде, основанном на представлениях об унаследованном развитии территории бассейна Каратау, по крайней мере в течение венда-кембрия, модель месторождений фосфоритов здесь можно представить как сочетание следующих компонентов разреза (рис. 4):

на молассе с локальными несогласиями и скрытым перерывом залегает нижний терригенный комплекс (пестроцветный, с уменьшением роли грубых терригенных осадков снизу вверх, слабо фосфоритоносный, глауконитоносный, с локальными скоплениями железистых образований);

нижний карбонатный горизонт, очень выдержанный по площади, глауконитоносный;

нижний кремневый горизонт; продуктивный горизонт, разделяющийся сланцевой пачкой на нижний и верхний фосфорит;

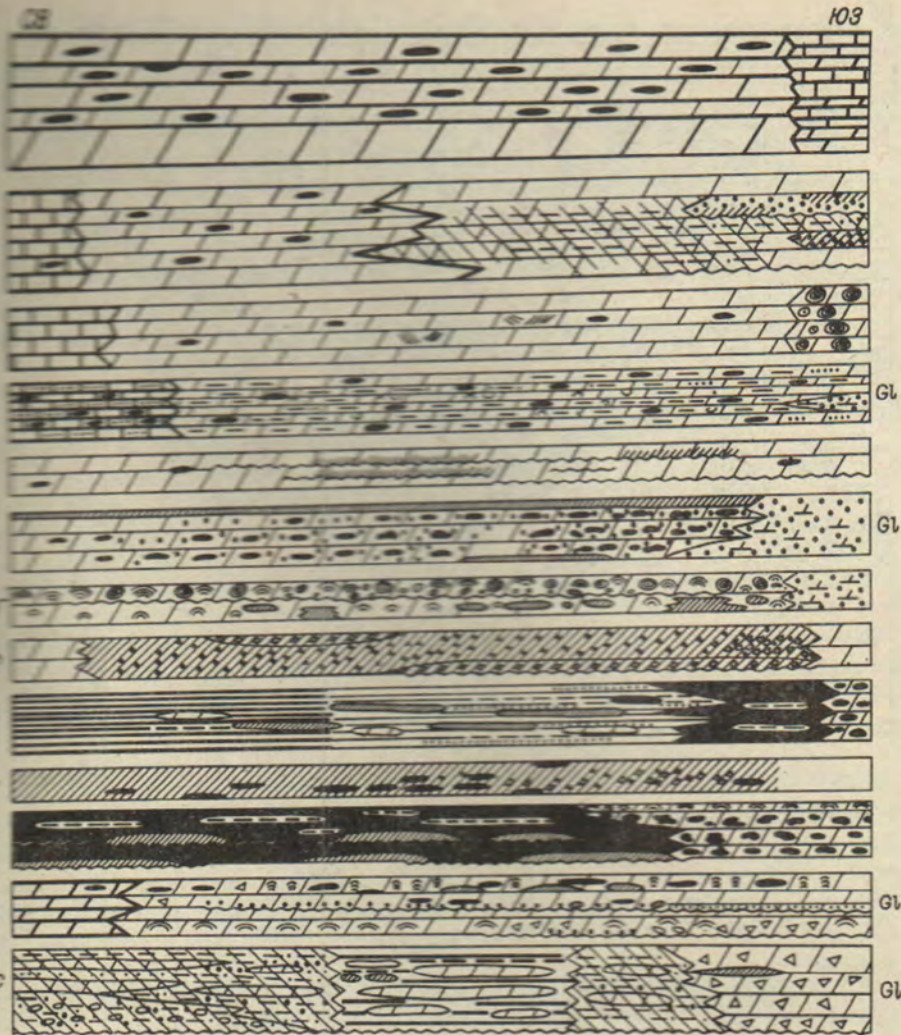


Рис. 4. Схема латеральных изменений горизонтов каратауского разреза, взятая в масштабе.

верхний кремневый горизонт;  
 верхний карбонатный горизонт;  
 верхний терригенный комплекс (частично пестроцветный, преимущественно глинисто-карбонатный).

Симметричность такой модели осложнена развитием трансгрессии. Поэтому однотипные компоненты по обе стороны от продуктивного горизонта выражены по-разному: верхние кремни представлены в более мелководной по сравнению с нижними фаши; верхний карбонатный горизонт содержит меньше терригенных примесей, чем нижний. Верхний терригенный комплекс является отложениями внешней части шельфа, а нижний, более грубозернистый, — внутренней, прибрежной.

Латеральная изменчивость модели выражена переходом ряда горизонтов из фосфоритонасных и фосфоритовмещающих частей разреза в более мелководные фаши на юго-западе и более глубоководные на северо-востоке.

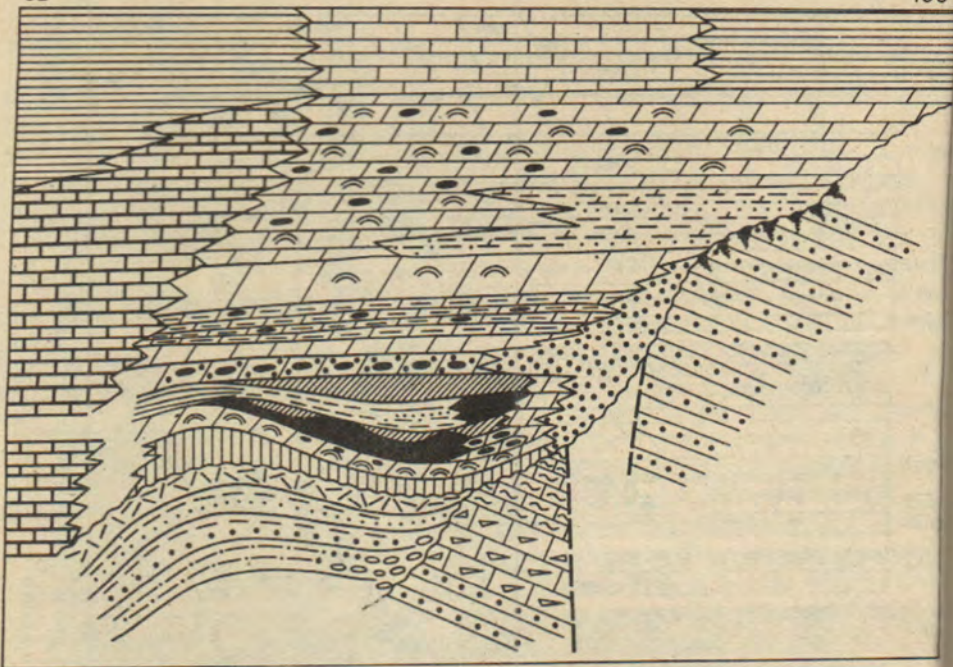


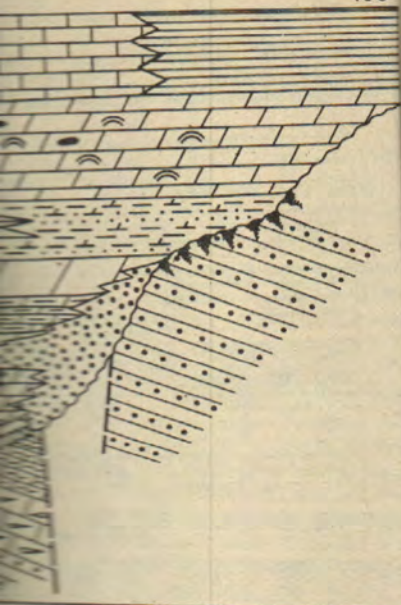
Рис. 5. Схема строения каратауского фосфоритоносного бассейна в поперечном срезе, внемасштабно.

В этих направлениях происходит и сокращение продуктивности, которая максимальна в осевой зоне шельфа и практически выклинивается к береговой линии и бровке его, т.е. продуктивная толща в поперечном сечении представляет собой сложно построенную линзу, которая простиралась вдоль средней полосы шельфа. Эту картину можно представить лишь сугубо фрагментарно.

Фосфоритонакопление, таким образом, происходило на краевой части континента (или любого иного участка суши), в пределах ясно выраженного шельфа, о чем свидетельствуют три типа отложений: внутреннего терригенного пояса; собственно шельфовые — кремнисто-карбонатный пояс с банками-отмелями и внешнего терригенного пояса — глинисто-карбонатные.

Ограниченная мощность продуктивного интервала разреза обусловлена тем, что в процессе трансгрессии произошло смещение среднего пояса за пределы видимой сейчас территории палеобассейна. Это не означает, что зона фосфоритообразования переместилась куда-то западнее. Развитие бассейна происходило, видимо, очень неравномерно, и местами можно наблюдать, как на ложе, образованном каройским комплексом, трансгрессивно залегают надфосфоритовые пелагические отложения шабактинской свиты.

Двумерная модель строения отложений, выполняющих бассейн Каратау, в виде принципиальной схемы их пространственного распределения дана на рис. 5.



фосфоритового бассейна в по-

...продуктивности, которая  
...гетически выклинивается к бере-  
...тая толща в поперечном сечении  
...низу, которая простиралась вдоль  
...представить лишь сугубо фраг-

... происходило на краевой части  
...), в пределах ясно выражено  
...отложений: внутреннего терри-  
...кремнисто-карбонатный пояс с  
...го пояса - глинисто-карбонатные.  
...го интервала разреза обусловлена  
...смещение среднего пояса за  
...бассейна. Это не означает, что  
...куда-то западнее. Развитие бас-  
...мерно, и местами можно наблю-  
...ком, трансгрессивно  
...рождения шабактинской свиты.

... выполняющих бассейн Кара-  
...пространственного распределения да-

## Сравнительный анализ разрезов месторождений фосфоритов

Итак, детальное литостратиграфическое изучение продуктивных и вмещающих сложенных фосфоритового бассейна Каратау позволило понять, что фосфориты здесь залегают не просто "в нижней трансгрессивной части мощной карбонатной толщи", где наблюдается кремнисто-карбонатная ассоциация отложений, а занимают определенное положение среди некоторых комплексов разрезов, расположение которых в определенной мере симметрично относительно продуктивного горизонта. Это говорит о существовании в фосфоритовом разрезе бассейна Каратау определенной организованности и совпадает с полученными ранее данными о наличии организованности в разрезе перынской фосфоритовоносной формации Фосфория /103, с. 124; 5, с. 54-55/, северной части Хубсугульского фосфоритового бассейна /47/, и др. В связи с этим возник вопрос: являются ли эти организованности сходными и существует ли возможность свести разнообразие фосфоритовместождений типа к единой модели?

Как подробно описано в /17/ и кратко упомянуто в предыдущем разрезе, разнообразие нескольких разрезов каратауских месторождений вполне укладывается в идеализированную модель циклически построенного разреза. Конечно, при сравнении разных участков видно, что отдельные детали модели могут варьировать или модифицироваться; тем не менее основная последовательность комплексов агрегации сохраняется. Естественно предположить, что подобная организованность может иметь место не только в пределах упомянутой большей части мирового океанического бассейна, но и повсеместно - во всех его частях и во все времена. Выявление сходства в строении фосфоритовых разрезов и их компонентном составе для разных эпох и регионов - основная задача при поиске закономерностей размещения фосфоритов. Сильная организованность в этих разрезах, по крайней мере в двух, при разнообразных системах, уже могла бы дать вполне обнадеживающие предпосылки для поиска сходства на различных группах параметров и на различных уровнях описания. То, что организованность имеется, уже ясно. Остается выяснить, в чем она проявляется.

Общие черты в составе фосфоритовых формаций отмечены давно. Это повсеместно наблюдаемая приуроченность пластовых фосфоритов к сходным ассоциациям карбонатных пород (доломитов), черных сланцев, кремнистых пород. Однако вариации состава компонентов и их относительного количества побуждали относить ассоциации к разным формациям. Дифференциально формаций, вмещающих фосфориты, усугубляло то, что когда околорудное пространство по тем или иным соображениям разбивали на геологические формации, вертикальные и латеральные сочетания формаций по отношению к фосфоритовоносной оказывались различными. Поэтому получалось, что фосфориты, скажем, бассейна Каратау относили к формации одного типа, а фосфориты Северной Африки - другого /57/. При изменении же взглядов на классификацию образований, окружающих фосфоритовую формацию, или на их происхождение те и другие могли оказаться в одном классе /26/. Как сказано выше, нам представляется, что более эффективен подход, при котором опираются на характер самой ассоциации с учетом ее структуры, т.е. взаиморасположения компонентов. Здесь следует оговориться: "структуру" мы будем отличать от "строения".

Строение - это описание взаиморасположения элементов некоторого объекта, данное вне связи с описанием других объектов; структура же

есть описание такого взаиморасположения элементов объектов некоторого множества, которое инвариантно для всех этих объектов. Так, скелеты различных млекопитающих могут иметь различное строение, но одинаковую структуру. Тела одинакового строения могут иметь различную структуру.

Наша задача состоит в том, чтобы найти в разных месторождениях, которые, несомненно, различаются по строению, одинаковую структуру, т.е. взаиморасположение множества некоторых (не всех) их компонентов. Исходным множеством таких компонентов будем считать каратаускую агрегацию.

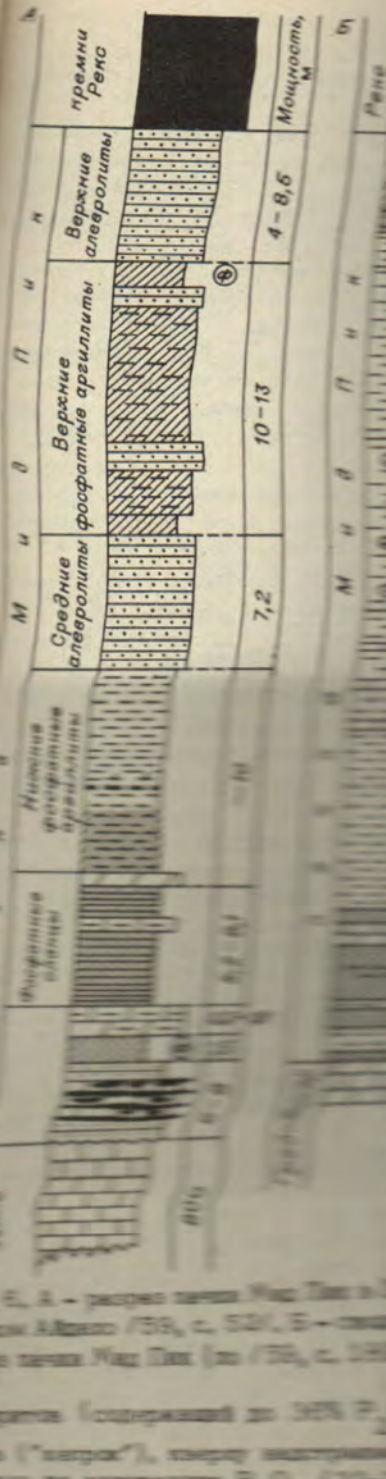
Ниже приведено описание распределения литологических компонентов в разрезах разных бассейнов и месторождений.

### Бассейн Фосфория (США)

Строение пермских отложений западных штатов США (фосфоритонесный бассейн Скалистых гор) более всего сходно с данными по бассейну Каратау<sup>5</sup>. Здесь фосфоритонесная толща, включающая два фосфоритовых члена — Мид Пик и Риторг, со слабым или скрытым несогласием налегает на терригенную толщу пенсильвания, гомологичную каратауской малокаройской серии. Эти терригенные отложения локально выделяются под разными названиями: песчаники — Тенслип, Уэлс, Вебер, Квадрант, Даймонд-крик. Песчаная толща мощностью порядка 400–800 м находится в сложных взаимоотношениях с налегающими на нее доломитами Грейнджер, которые легко гомологизируются с "нижними" доломитами Каратау. Надо полагать, эти взаимоотношения выяснены еще не до конца. Так, по Э.Мозму /89/, песчаники Вебер латерально замещают доломиты Грейнджер; местами переходы от песчаников Квадрант или Уэлс к Грейнджер постепенные; Квадрант и Уэлс имеют в верхах прослой карбонатов, а Грейнджер в низах — прослой песчаников. Верх терригенной толщи карбонатны во многих местах, иногда это почти сплошь известняки. Так, местами "кварциты Вебер" представлены светлыми песчанистыми известняками. Состав ложа фосфоритовых отложений во многом кварцитовый, а в восточной части региона — ближе к континенту — в его составе отмечаются красноцветные пачки. Все это очень сходно с ложем фосфоритонесной свиты в бассейне Каратау.

Пачка "нижних" доломитов Грейнджер присутствует во всех разрезах фосфоритонесной зоны, на востоке в сторону суши переходя в пестроцветные сланцы Сатанка. Мощность пачки Грейнджер колеблется от 3 до 270 м (т.е. до 70–90 м). Состав пачки: известняки и доломиты, слоями с кремневыми конкрециями или кремнистые в массе; в нижней части местами в изобилии песчаники; верхняя часть кое-где сильно кремниста. Карбонаты Грейнджер могут частично переключиваться с кварцитами Вебер. Локально в верхах пачки могут присутствовать чистые кварцевые песчаники. В целом хотя пачка Грейнджер в основном карбонатна, состав ее варьирует: в ней обильны кремнезем, глинистый материал, кварцевый алевролит, песок, карбонатно-глинистые сланцы; есть маломощные прослой фосфоритов, фосфатные раковины и зерна. На востоке — к берегу — в пачке до 70% песчаники /91, с. 12,13/. Карбонаты обычно светлые, но имеются и черные пласты

<sup>5</sup> Описание разрезов бассейна приводится по /5,59,67,69,73,79,85,88–91,103/ и по личным наблюдениям автора.



...объектов некоторого  
...объектов. Так, скелеты раз-  
...строение, но одинаковую  
...различную структуру.  
...в разных месторождениях,  
...одинаковую структуру,  
...их компонентов  
...считать каратаускую агре-

...литологических компонентов

...штатов США (фосфоритоны  
...с данными по бассейну Кара-  
...два фосфоритовых члена -  
...несогласием налегает на тер-  
...каратауской малокаройской се-  
...выделяются под разными назва-  
...Вебер, Квадрант, Даймонд-крик. Песча-  
...находится в сложных взаимоотно-  
...Грейнджер, которые легко го-  
...Каратау. Надо полагать, эти вза-  
...Так, по Э.Моэму /89/, песчаник  
...Грейнджер; местами переходы от пес-  
...постепенные; Квадрант и Уэлс име-  
...Грейнджер в низах - прослой песчаника  
...во многих местах, иногда это почти  
...Вебер" представлены светлым  
...фосфоритовых отложений во  
...региона - ближе к континенту -  
...пачки. Все это очень сходно с  
...Каратау.

...Грейнджер присутствует во всех разрезах  
...сторону суши переходя в пестроцветные  
...Грейнджер колеблется от 3 до 270 м (т  
...вестняки и доломиты, слоями с крем-  
...массе; в нижней части местами в  
...где сильно кремниста. Карбонаты  
...с кварцитами Вебер. Локально  
...местные кварцевые песчаники. В целом  
...состав не варьирует: в ней  
...кварцевый алевролит, песок, кар-  
...прослой фосфоритов, фосфат-  
...берегу - в пачке до 70% песчаник  
...но имеются и черные пласты

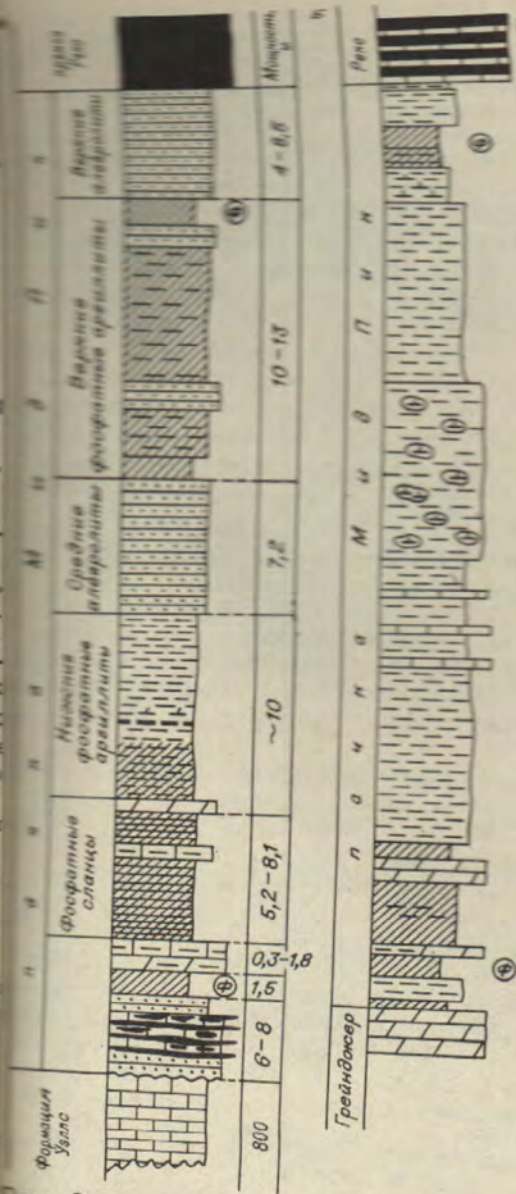


Рис. 6. А - разрез пачки Мид Пик в Центральном Айдахо /59, с. 52/. Б - сводный разрез пачки Мид Пик (по /59, с. 189/).

...фосфоритов (содержащий до 36%  $P_2O_5$ ), ограниченный сверху слоем доломитов ("кепрок"), сверху надстраивается пачкой "фосфатных сланцев" (5-8 м), которые по содержанию  $P_2O_5$  (22-27%) внешне можно рассматривать как

Есть прослой карбонатных фосфоритов, ракушечники. Сходство с пачкой "нижних" доломитов Каратау довольно большое, в том числе и по внешнему виду доломитов Грейнджер (если их разглядывать в обнажениях). Однако ни в пенсильванских отложениях, ни в доломитах Грейнджер не отмечено заметного содержания глауконита.

Верхняя часть "нижних" доломитов Грейнджер местами сильно кремниста. Ее выделяют под названием "нижнего" кремня, который можно считать гомологом нижнего кремневого горизонта бассейна Каратау. Последний тоже развит по всей площади бассейна, а в ряде мест переходит в сильно окремненный, содержащий желваки и линзоподобные выделения кремней доломит, который в таких случаях иногда принимают за окремненную верхнюю часть горизонта "нижних" доломитов.

Выше горизонта "нижних" кремней в разрезе фосфоритонных отложений бассейна Фосфория следует нижняя (основная) продуктивная пачка Мид Пик с типовой мощностью порядка 50-70 м. Строение пачки, которое мы опишем здесь по типичному разрезу участка Гэй-Майн, Айдахо /59, с. 197/, очень сходно со строением продуктивного горизонта Каратау (рис. 6). В Мид Пик, как и в Каратау, различаются два основных фосфоритовых пласта: "главный" (1,5 м) в низах пачки и такой же мощности фосфориты "висячего бока" в верхней части. Под главным пластом и над верхним - между фосфоритами и границами пачки Мид Пик могут залежать слои песчаных или карбонатных пород мощностью в несколько метров; их относят к Мид Пик условно. Главный пласт Мид Пик (содержащий до 36%  $P_2O_5$ ), ограниченный сверху слоем доломитов ("кепрок"), сверху надстраивается пачкой "фосфатных сланцев" (5-8 м), которые по содержанию  $P_2O_5$  (22-27%) внешне можно рассматривать как

...по /5,59,67,69,73,79,85

слои качественных фосфоритов. Здесь тоже есть в кровле слой доломитового известняка ("ложный кепрок").

Таким образом, нижний фосфоритовый горизонт пачки Мид Пик, залегающий ниже "ложного кепрока", мощнее верхнего.

Между нижним и верхним фосфоритами Мид Пик находится межрудная терригенная часть разреза этой пачки, сложенная аргиллитами и алевролитами, которая имеет симметричное строение: "нижние фосфатные аргиллиты" (до 10 м), оранжевые "средние алевролиты" (7 м), "верхние фосфатные аргиллиты" (10-13 м). Все породы фосфатны, средние аргиллиты - наименее, но и в них до 10%  $P_2O_5$ . Нижняя часть пачки Мид Пик содержит больше карбонатного материала, чем верхняя. По простиранию Мид Пик в сторону открытого моря переходит в кремнистые сланцы, а в сторону континента - на восток - в доломитовую пачку (с кремнями) и далее в терригенные пестроцветы (Гуз Эгг). Она представляет собой трехкратное чередование доломитов и фосфоритовых пластов. Местами средняя часть ее существенно карбонатна (темные доломиты) и кремниста. Глинистые сланцы (аргиллиты) темные до черных. Здесь находится ванадиеносный горизонт мощностью до 1 м. Терригенная часть Мид Пик - очевидный гомолог межрудных кремнисто-фосфатно-глинистых сланцев каратауского продуктивного горизонта.

Выше Мид Пик залегают слабофосфатные и практически бесфосфатные отложения кремневой пачки Рекс формации Фосфория и карбонатной пачки Френсон формации Парк Сити. К ним добавляются также песчанниковые отложения нижней части формации Шедхорн (ее нижний "язык"). Несмотря на то, что перечисленные пачки выделены как части различных формаций и совершенно самостоятельные стратиграфические подразделения, относительно основных двух продуктивных фосфоритовых горизонтов формации Фосфория они представляют единое подразделение, а именно межрудное, разделяющее две продуктивные пачки.

Кремневая пачка именуется пачкой Рекс (мощностью в несколько десятков метров) и залегает большей частью непосредственно на пачке Мид Пик, а карбонатная пачка Френсон (15-250 м, чаще до 60 м) лежит на Рекс и перекрыта песчанниками "нижнего языка" Шедхорн (мощностью до нескольких метров). Однако такая последовательность во многих местах нарушается. Песчанники Шедхорн могут залегать непосредственно на кремнях Рекс; Рекс может выкрывать Френсон и латерально переходить в Шедхорн; Френсон и Шедхорн могут лежать непосредственно на Мид Пик. Словом, взаимоотношения этих трех подразделений довольно сложны, что видно на прилагаемых развертках, снятых ввиду с блок-диаграммой распространения подразделений формаций Фосфория, Парк Сити и Шедхорн на территории Вайоминга, Монтаны, Юты и Айдахо /191/ (рис. 7). Это латерально переходящие друг в друга и перекрывающиеся серии слоев, где карбонаты (в основном известняки) занимают среднее или верхнее положение; к востоку в сторону палеоконтинента, они занимают все другие положения; к востоку го интервала (здесь уже преобладают доломиты) и далее к берегу частичного моря - на запад - в межрудных отложениях резко увеличивается объем кремней и кремнистых сланцев (вместе с возрастанием их мощности межрудных слоев тоже локальна. По Р.Шелдону /103/, она соответствует зоне баров и песчаных намывных островов между лагунами и открытой частью мелководного шельфа на востоке и в северной части пермского па-

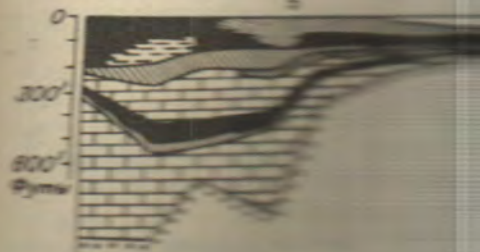
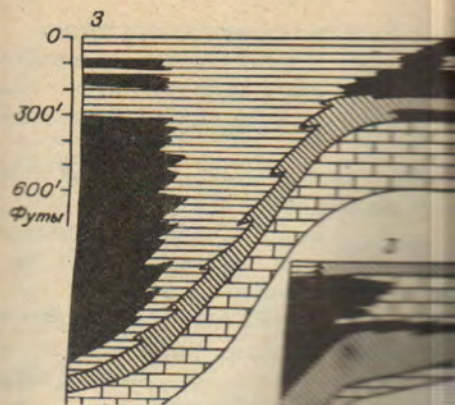


Рис. 7. Блок-диаграмма распространения формаций Фосфория, Парк Сити и Шедхорн на территории Вайоминга, Монтаны, Юты и Айдахо /191/ (рис. 7). 1 - известняки; 2 - доломиты; 3 - фосфориты; 4 - кремнистые сланцы; 5 - алевролиты; 6 - аргиллиты.

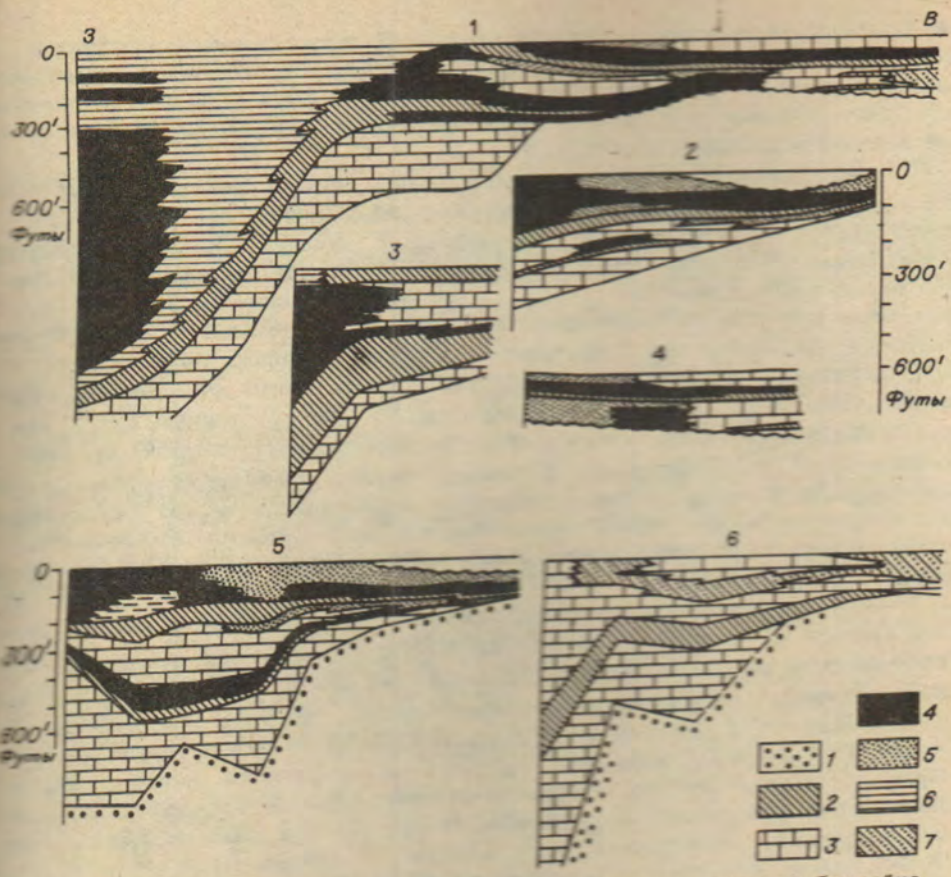


Рис. 7. Схемы латеральных взаимопереходов пачек отложений бассейна Фосфория (по /91/).

1 - песчаники основания (формации Квадрант, Вебер, Тенслип, Уэлс); 2 - фосфоритоносные пачки Мид Пик, Риторт; 3 - карбонатные пачки Френсон, Эрвей, Грейнджер; 4 - нижний кремьень, кремни Рекс и Тосай; 5 - песчаники и формация Шедхорн; 6 - кремнистые сланцы; 7 - пестроцветные терригенные отложения; 1) профиль от хребта Саблетт на озеро Динвуди - Конанткрик; 2) профиль по северу Монтаны; 3) профиль от Пари кэньон на Каттонвуд кэньон; 4) профиль по северу Вайоминга; 5) профиль по югу Монтаны; 6) профиль по северу Юты.

Вслед за отложением междурудной пачки фиксируется обилие глауконитов в карбонатах Френсон и песчаниках Шедхорн. Шедхорн, Кремнистых сланцев и Гуз Эгг, отвечающих стадии интенсивного обмеления зоны фосфоритообразования (представляющей собой среднюю часть мелководного шельфа Юты - Вайоминга), последовала стадия максимальной трансгрессии, во время которой возникла верхняя продуктивная пачка Риторт (15-25 м), которая состоит из трех частей: фосфориты в типовых разрезах залегают в нижней и верхней частях (мощности фосфоритоносных интервалов 6-8 м) и разделены глинистыми безрудными отложениями.

ми (4-5 м). В отличие от Мид Пик система Риторт гораздо менее карбонатный: здесь мало слоев доломитов и карбонатность в основном проявляется как примесь к глинистым породам. Архивные слои средней части Риторт темные, битуминозные, а в Мид Пик и верхняя часть (т.е. под и над фосфоритовыми зонами) - светлые.

К востоку - в сторону палеозойского - Риторт сокращается по мощности, становясь при этом более продуктивной и конгломеративной, и в конце концов переходит в песчаные слои. К западу (в сторону открытого моря) пачка латерально замещается сначала кремнистыми сланцами, а далее пелагическими известняками с кремневыми желваками. Г.И.Бушинский /5/ отмечает резкое несоблюдение в слое для максимального фосфоритонакопления нижней и верхней продуктивных зон Фосфория. Во время Риторт зона максимального фосфоритообразования смещается по отношению к положению зоны фосфоритообразования времени Мид Пик восточнее, т.е. в направлении трансгрессии. Пачка Риторт замещается пачкой верхних кремней Тосай (до 10 м). Эти кремни к западу замещаются кремнистыми сланцами и известняками с кремневыми желваками, а к востоку - доломитами и красноцветами. В средней части пачки Эрвей - Байомтега наблюдается песчаниковая фашия верхней кремневой пачки (верхняя часть формации Шедхорн).

Перекрывается пачка верхних кремней пачкой верхних доломитов Эрвей (до 20 м), в которой наблюдается те же латеральные изменения: от красноцветов на востоке через песчанки Шедхорн в середине к известнякам с кремневыми желваками на западе. В ней, однако, более стабильный карбонатный облик отложений и очень немного кремнистых сланцев (на крайнем западе). В целом же, если мысленно объединить пачки Тосай и Эрвей, то можно увидеть, что распределение кремней, кремнистых сланцев, песчаников, известняков и доломитов очень сходно с распределением этих же отложений в интервале Рекс - Френсон - Шедхорн. Сходство с Тосай - Эрвей можно увидеть и в сочетании пачек Грейнджер - нижний кремнефельдшпат. Сочетание пачек в стратиграфическом интервале от Грейнджер по Эрвей очень симметрично, если отвлечься от деталей.

Сводная схема распределения литофаций, составленная по многочисленным профилям Геологической службы США /91/, дает общее представление о разнообразии фосфоритовмещающих отложений в двумерной проекции (рис. 8). Сразу видна симметричность строения этих отложений, давно отмеченная исследователями Западного фосфатного поля США /5,103/. На рис. 9 представлена схема этой симметричности. Формация Фосфория является собой сдвоенный гомолог Каратауской фосфоритовосной свиты: каждый из продуктивных горизонтов бассейна Каратау, разделенных межрудной глинисто-кремнисто-сланцевой пачкой, соответствует всей фосфатносной пачке (включаяшей Мид Пик и Риторт) разреза бассейна Фосфория, а межрудная пачка Каратау соответствует отложениям Рекс + Френсон + Шедхорн. Верхние кремни Каратау ("бурые" доломит) гомологичны пачке Тосай, местами латерально замещенной песчанками Шедхорн; верхний карбонат (пачка А в Каратау) гомологичен пачке Эрвей.

Некоторое различие состоит в том, что в межрудной пачке Каратау нет такого количества карбонатов и песчаников, как в интервале Рекс - Френсон - Шедхорн, но слабые межрудные пачки членов Мид Пик и Риторт полностью гомологичны межрудной сланцевой пачке Каратау. Можно сказать, что межрудные отложения Фосфория (Рекс+Френсон+Шедхорн) - гомолог более мелководной фаши межрудной сланцевой пачки Каратау. От

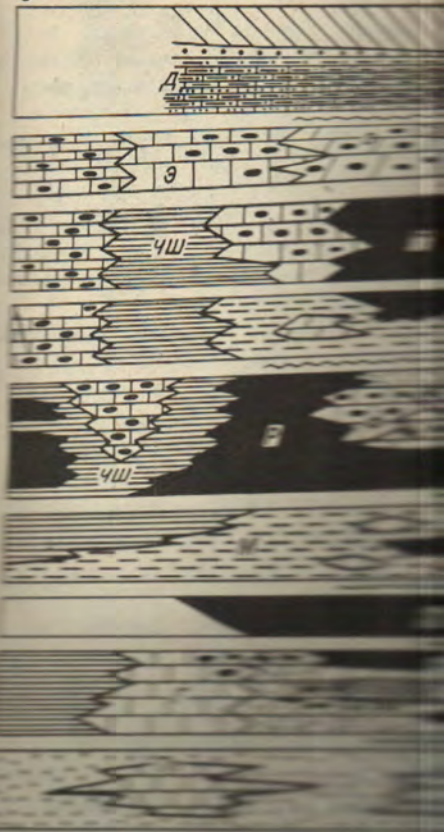


Рис. 9. Схема корреляции геологических единиц Фосфория и Каратау. 4 - Фосфория, 9 - Фосфория, 4W - Фосфория, 4 - Каратау, 9 - Каратау, 4W - Каратау.

Фосфория, 9 - Фосфория, 4W - Фосфория, 4 - Каратау, 9 - Каратау, 4W - Каратау.

Фосфория, 9 - Фосфория, 4W - Фосфория, 4 - Каратау, 9 - Каратау, 4W - Каратау.

Фосфория, 9 - Фосфория, 4W - Фосфория, 4 - Каратау, 9 - Каратау, 4W - Каратау.

Фосфория, 9 - Фосфория, 4W - Фосфория, 4 - Каратау, 9 - Каратау, 4W - Каратау.

Фосфория, 9 - Фосфория, 4W - Фосфория, 4 - Каратау, 9 - Каратау, 4W - Каратау.

Фосфория, 9 - Фосфория, 4W - Фосфория, 4 - Каратау, 9 - Каратау, 4W - Каратау.

Фосфория, 9 - Фосфория, 4W - Фосфория, 4 - Каратау, 9 - Каратау, 4W - Каратау.

Фосфория, 9 - Фосфория, 4W - Фосфория, 4 - Каратау, 9 - Каратау, 4W - Каратау.

Фосфория, 9 - Фосфория, 4W - Фосфория, 4 - Каратау, 9 - Каратау, 4W - Каратау.

...чадо менее карбо-  
... в основном проявляет-  
... части Риторг тем-  
... над фосфоритовы-

...отокращается по мощ-  
...контрастивной, и в  
...ду (в сторону открытого  
...стами сланцами, а да-  
... Г.И.Бушинский  
...фосфоритона-  
...ора. Во время Риторг  
...по отношению к поло-  
...восточнее, т.е. в на-  
...верхних кремней  
...меняются кремнисты-  
...и в восточу - доломитами.  
...Шедхорна наблюдается  
...часть формации Шед-

...верхних доломитов Эр-  
...изменения: от  
...к середине к известня-  
...более стабильн  
...кременных сланцев (на  
...пачки Тосай и  
...кременных сланцев,  
...с распределением этих  
...Средство с Тосай -  
...нижний кремнь.  
...Фрейнджер по Эрвей

...по многочислен-  
...представление  
...пачки (рис.  
...отличительная  
...на рис. 9 пред-

...собой  
...из продук-  
...глинисто-  
...пачке (вкл  
...и междурядная пачка  
...Шедхорн. Верхние  
...Тосай, местами ла-  
...карбонат (пачка А в  
...пачка Каратау  
...интервале Рекс -  
...Мид Пик и Ри-  
...пачка Каратау. Можно  
...Френсон+Шедхорн) -  
...пачка Каратау. От

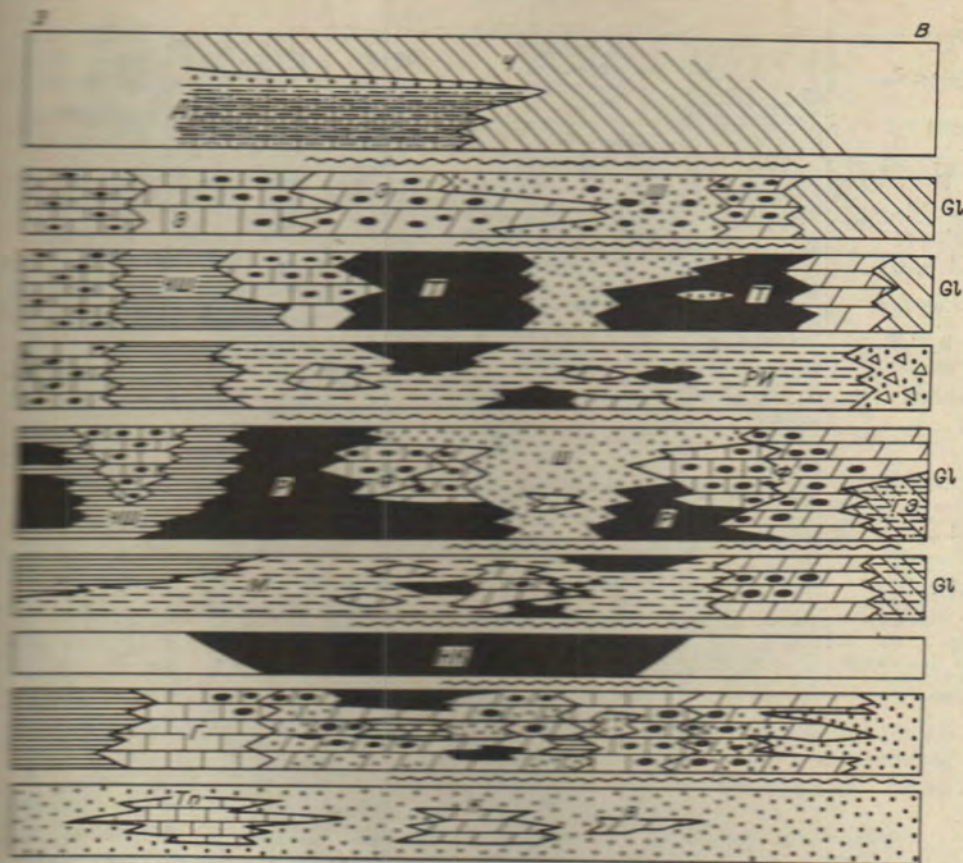


Рис. 8. Схема латеральных изменений пачек фосфоритонесных и вмещающих отложений бассейна Фосфория. Формации: Тл - Теаслип, К - Куадрант, В - Вебер, Д - Динвуди, Ч - Чагуотер, Ш - Шедхорн, ГЭ - Гуз Эгг. Пачки: Г - Грейнджер, НК - нижний кремнь, М - Мид Пак, ЧШ - кременных сланцев, Р - Рекс, Ф - Френсон, РИ - Риторг, Т - Тосай, Э - Эрвей (по ГЭ, 70, 88-103/), анмаситабео.

метам и более существенную роль песчанников в бассейне Фосфория по сравнению с Каратау. Песчаники Шедхорна внешне удивительно сходны с песчанниковой фацией "бурого" доломита Каратау.

Интересно сопоставить надфосфатные отложения бассейна Каратау и Фосфории. Как уже отмечалось, в Каратау здесь существенную роль играют алевроитистые и глинистые карбонаты джиланской подсвиты, местами пестроцветные (на уровне пачки Г). Соответственное положение в разрезе бассейна Фосфория занимают карбонатные "сланцы Динвуди" (пермо-триас) мощностью порядка 70 м: очень тонкослоистые, коричневатые с поверхности алевроитовые и глинистые известняки, переслаивающиеся с массивными светлыми прослоями известняков. В тонкослоистых разностях - обильные отпечатки брахиопод, следы ползания бентоса. Внешне сланцы Динвуди очень напоминают тонкослоистые глинистые доломиты пачки Б джиланской подсвиты Каратау. Вверх по разрезу карбонатные слои формации Динвуди посте-

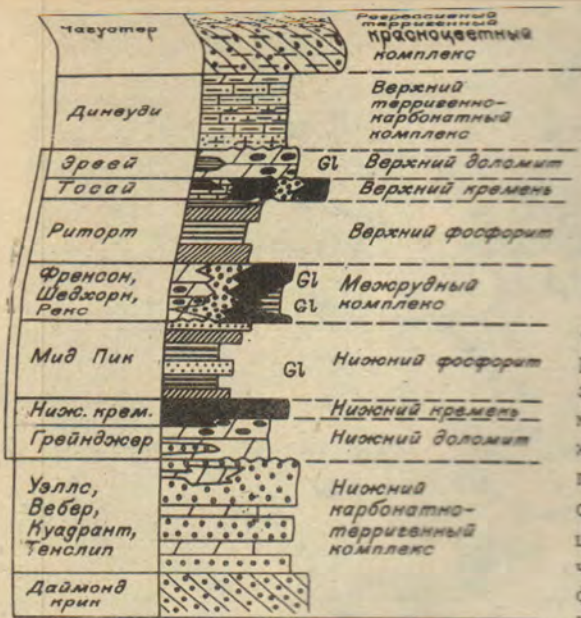


Рис. 9. Схема строения разреза фосфоритоносных и вмещающих отложений бассейна Фосфория.

Интересно отметить, что в формации Фосфория зоны ванадиеносности и фосфоритоносности территориально полностью совпадают, в то время как в бассейне Каратау они значительно разобщены: ванадиеносные сланцы встречаются в хр. Большой Каратау, где нет фосфоритов — за сотни километров от фосфоритовых месторождений. Видимо, фосфориты хр. Малый Каратау, если они не тектонически разобщены с ванадиеносными сланцами, отлагались в более мелководной обстановке или же по сравнению с обстановками во время Мид Пик и Риторг отложения сланцевой пачки Каратау более мелководны. Отсутствие в ассоциации с фосфоритами Фосфория железомарганцевых горизонтов, вероятно, подтверждает такое заключение.

Таким образом, в разрезе отложений бассейна Фосфория отмечаются все компоненты каратауской модели: нижний терригенный комплекс (частично красноцветный); продуктивный комплекс со всеми компонентами каратауской модели; верхний терригенный комплекс. Структура этих разрезов (ортогонально наслонению) сходна. В направлении от береговой линии бассейна Фосфория в сторону открытого моря установлена последовательная смена обстановок осадкообразования от континентальной, представленной красноцветными терригенными отложениями с прослоями карбонатов и гипсов, к пелагической, где отлагались однородные кремнистые сланцы и тонконаслоенные темные известняки, содержащие рассеянные желваки кремней (рис. 10). Фосфориты выклиниваются в обоих направлениях, занимая промежуточное положение и ассоциируя с доломитами, пластовыми массивными кремнями, глинистыми отложениями и песчаниками, содержащими глауконит. При этом фосфориты включены в наиболее глубоководные для средней части шельфа алевроито-глинистые битуминозные сланцы или примыкают к ним,

ценно сменяются глинами и алевролитами. Несколько выше появляются прослои массивных песчаников, красноокрашенные породы. Вверх по разрезу красная окраска начинает доминировать и здесь проходит граница между сероцветной в общем формацией Динвуди и красноцветной терригенной формацией Чагуотер.

Отложение формации Чагуотер (триас) знаменует регрессивную фазу существования замыкающегося бассейна. Формация же Динвуди — это отложения внешнего терригенного пояса, сменившие отложения средней полосы мелководного шельфа (кремни, доломиты, песчаники), который испытал две фазы прогиба, причем на каждой из них усиливалось влияние апвеллинга, что выразилось в отложении черносланцевых темных аргилитовых пород, а также самих фосфоритов.

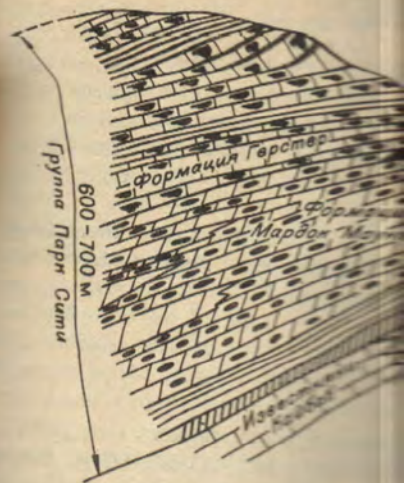


Рис. 10. Профиль перепада формации (по /88/).



...ются глинами и  
... Несколько выше  
... прослой массивных  
... , красноокрашенные  
... по разрезу крас-  
... начинает домини-  
... здесь проходит гра-  
... ду сероцветной в об-  
... нидией Динвуди и крас-  
... терригенной форма-  
... отер.

...ложение формации Чагу-  
... (вас) знаменует рег-  
... то фазу существования  
... шегося бассейна. Фор-  
... е Динвуди - это отло-  
... шенного терригенного  
... сменявшие отложения  
... полосы мелководного  
... (кремни, доломиты, пес-  
... , который испытал две  
... рогибания, причем на  
... из них усиливалось вли-  
... веллинга, что вырази-  
... отложении черносланце-  
... ных аргиллитовых по-  
... акже самих фосфоритов.  
... зоны ванадениосности  
... адают, в то время как  
... деносные сланцы.

... - за сотни километ-  
... раты хр. Малый Каратау,  
... сланцами, отлага-  
... вению с обстановками  
... хр. Каратау более мел-  
... фосфории железомарган-  
... лочение.

... Фосфория отмечаются  
... ный комплекс (частич-  
... компонентами карата-  
... тура этих разрезов  
... береговой линии бас-  
... на последовательная  
... вой, представленной  
... карбонатов и гип-  
... нистые сланцы и тон-  
... ные желваки кремней  
... ниях, занимая про-  
... стовыми массивными  
... держащими глауконит  
... для средней части  
... прыдкуют к ним.

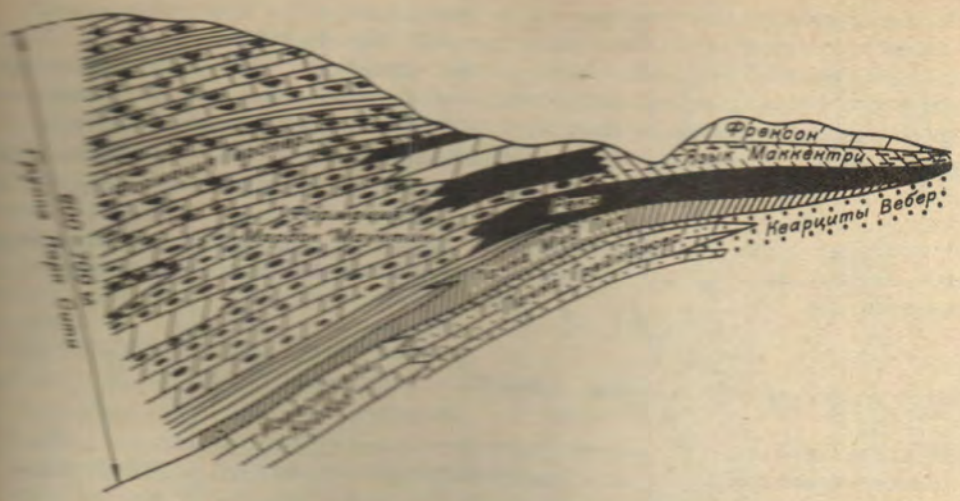


Рис. 10. Профиль перехода фосфоритовых отложений в пелагические сланцы (по /88/).

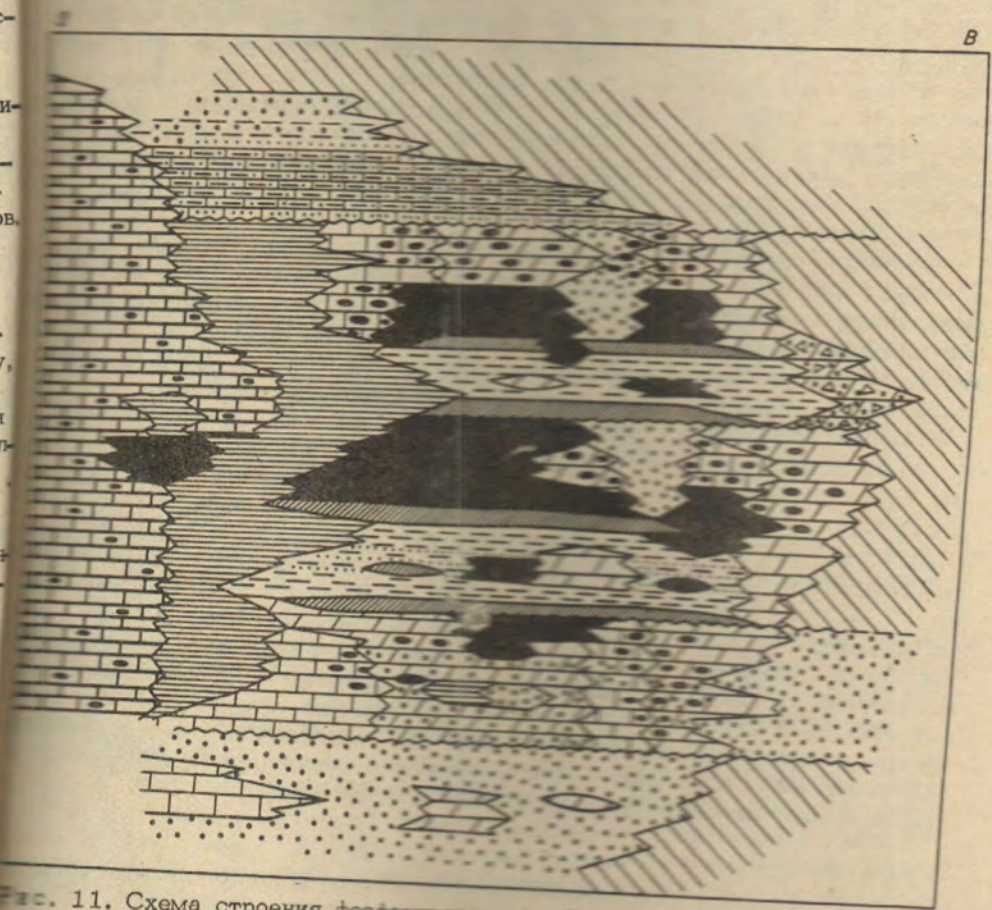


Рис. 11. Схема строения фосфоритового бассейна Фосфория в поперечном срезе, внемасштабно.

Фосфоритоносные же сланцевые пачки разделяются; они окаймлены относительно мелководными отложениями кремней, карбонатов и песчаников. Под фосфоритоносным интервалом наблюдается нарастание глубинности обстановок после отложения пенсильванских моласс, а выше верхних фосфоритов прослеживается тенденция вначале к углублению акватории, ставшей там, где до этого была зона фосфоритообразования, глубже и шире (сланцы Динвуди), а затем вновь к резкому обмелению и замыканию ее (формаия Чагуотер - лагунно-континентальные отложения).

Общая схема (двумерная модель) распространения основных компонентов выполнения бассейна Фосфория в генеральном сечении через бассейн дана на рис. 11.

#### Бассейн Джорджина (Австралия)<sup>6</sup>

Вертикальный литостратиграфический разрез кембрийского фосфоритоносного бассейна Джорджина Северной Австралии /17, с.161-164/ также довольно сходен в принципе с разрезом Каратау. Здесь на кембрийском фундаменте залегает мощная карбонатная серия (доломиты Камуил), в основании которой имеется толща (мощностью до 100 м и даже более) терригенных отложений, большей частью красноватых. Этот нижний терригенный комплекс (нижний кембрий - докембрий?) начинается пачкой несоортированных валунно-галечных пудингов (т.е. с несоприкасающимися обломками конгломератов (тиллитоподобных). Выше следуют доломитовые, кварцитовые, аргиллитовые пачки. Песчаники и алевритистые аргиллиты железистые; самые верхи нижнего терригенного комплекса (глинистые) содержат слои фосфатных доломитов. Все это напоминает кыршабактинскую свиту Каратау даже в деталях /17, с.161-162/.

Ярко выражены "нижние" доломиты (средний кембрий) - известняки Торнтония мощностью до 15 м, строматолитовые, окремненные и местами ракушечниками. Окремненную часть формации Торнтония (обычно верхнюю) можно рассматривать как гомолог нижнего кремневого горизонта. В известняках Торнтония на месторождении Д-Три зафиксирован глауконит.

Продуктивная часть разреза распадается на три компонента: нижний песчаный фосфоритовый пласт, залегающий на формации Торнтония и развитый локально; выше пачка нижних алевролитов, представленная в трех фациях (фосфатные кремнистые, фосфатные известковые и слабо фосфатные кремнистые), на которых залегает основная продуктивная пачка, тоже подразделяющаяся на три части: нижние алевролиты (мощностью до 50 м, обычно менее) повышено фосфатны или содержит прослои фосфоритов, всегда то большее, то меньшее количество кремней, глинистых пород. В известковых фациях "нижние алевролиты" представлены темными доломитистыми фосфатными известняками, известковыми фосфоритами с подчиненными слоями кремней и глинистых сланцев. Местами нижние алевролиты - это кремнистые сланцы и кремни. Все это позволяет считать их гомологом междурудной сланцевой пачки Каратау или междурудных глинистых и карбонатных пород формации Фосфория (в пачках Мид Пик и Риторп).

<sup>6</sup> Описание разреза дается по /86, 95, 101/ и по личным наблюдениям автора.

Над алевролитовой пачкой залегает верхняя фосфоритовая пачка (Монастери-Крик, до 35 м). Этот "верхний фосфорит" выражен в двух фациях кремнистых и известковых. Кремнистая фация пачки состоит из темных доломитовых (в свежем виде) фосфоритов с прослоями фосфатных кремнистых алевролитов, кремней и небольшого количества фосфатных глинистых сланцев. Известковая же фация - это темные известковые фосфориты, переслаивающиеся с фосфатными кремнистыми известняками и прослоями кремней.

В некоторых местах средняя часть пачки Монастери-Крик безрудна, представлена алевритовыми сланцами или карбонатами. Таким образом, верхний фосфоритовый горизонт, подобен Риторп или Мид Пик, здесь также имеет слабую междурудную пачку.

Перекрывающая фосфоритоносную часть разреза (то согласно, то с параллельным или даже с угловым несогласием) формация Инка (я не геолог), которая завершает средний кембрий, представляет собой типичные отложения внешнего терригенного пояса: это кремнистые сланцы с тонкими прослоями кремня, кремнистые тонко-слоистые кварцевые алевролиты (до 120 м). В сланцевую толщу формации Инка вклинивается ее известковая фация - "волючие" кремнистые доломитовые известняки с незначительным количеством известковых сланцев. В составе и внешнему облику Инка очень близка к формации Фосфория. Вышележащие отложения представляют собой мощную (до 500 м) свиту мергелей, в которую вклиниваются слои нижнего терригенного пояса, который вклинивается с востока на запад, формируя свиту терригенных. Завершается толща известняками и кремнями, с известными прослоями.

В общих чертах разрез фосфоритоносного бассейна Джорджина весьма сходен с разрезом бассейнов Каратау и Фосфория. Принципиальная схема (двумерная модель) распространения основных компонентов выполнения бассейна дана на рис. 11.

...не являются относи-  
...в песчаников. Под  
...обстано-  
...фосфоритов  
...ставшей там,  
...в шире (сланцы Дин-  
... (формация Ча-  
...компонен-  
...через бассейн

...фосфорито-  
...161-164/ также  
...кембрийском фун-  
... (Камуш), в основа-  
... (более) терриген-  
... терригенный  
... сортирован-  
... обломками)  
... кварцитовые  
... железистые; са-  
... слои  
... Каратау

...известняки  
...и местами  
...или же  
...верхнюю)  
...извест-  
...переходит.  
...нижний  
...и разви-  
...в трех фа-  
...слабо фосфатные  
...тоже под-  
...до 50 м, объ-  
...всегда  
...В известко-  
...терригенного пояса,  
...сло-  
...кремениты - это крем-  
...междур-  
...в карбонатных по-

...наблю-

Над алевролитовой пачкой зале-  
гает верхняя фосфоритовая пачка (Мо-  
настери-Крик, до 35 м). Этот "верх-  
ний фосфорит" выражен в двух фациях:  
кремнистых и известковых. Кремнистая  
фация пачки состоит из темных до чер-  
ных (в свежем виде) фосфоритов с  
прослоями фосфатных кремнистых але-  
вролитов, кремней и небольшого коли-  
чества фосфатных глинистых сланцев.  
Известковая же фация - это темные  
известковые фосфориты, переслаиваю-  
щиеся с фосфатными кремнистыми угле-  
родистыми известняками и прослоями  
кремней.

В некоторых местах средняя часть  
пачки Монастери-Крик безрудна, пред-  
ставлена алевролитовыми сланцами или  
карбонатами. Таким образом, верхний  
фосфоритовый горизонт, подобно Риторту  
или Мид Пик, здесь также имеет свою  
междурудную пачку.

Перекрывающая фосфоритоносную  
часть разреза (то согласно, то с па-  
раллельным или даже с угловым не-  
согласием) формация Инка (и ее ана-  
логи), которая завершает средний  
кембрий, представляет собой типичные  
отложения внешнего терригенного поя-  
са: это кремнистые сланцы с тонкими  
прослоями кремня, кремнистые тонко-  
слоистые кварцевые алевролиты (до  
120 м). В сланцевую толщу формации  
Инка вклинивается ее известковая фа-  
ция - "волючие" кремнистые доломито-  
вые известняки с незначительным  
количеством известковых сланцев (до 150 м). В некоторых отношениях по  
составу и внешнему облику Инка очень сходна с формацией Динвуди бассей-  
на Фосфория. Вышележащие отложения верхнего кембрия и ордовика пред-  
ставляют собой мощную (до 800-900 м) толщу пелагических известняков  
и мергелей, в которую вклинивается (с востока) алевролитовая толща внеш-  
него терригенного пояса, который в течение кембрия два-три раза смешал-  
ся с востока на запад, формируя среди карбонатных отложений клинья тер-  
ригенных. Завершается толща пачкой (10 м) песчаников и алевролитов с  
известняками и кремнями, с аренигской фауной.

В общих чертах разрез фосфоритовосных и фосфоритовмещающих отло-  
жений бассейна Джорджина весьма отчетливо гомоморфизуется с разрезами  
бассейнов Каратау и Фосфория почти покомпонентно (по пачкам) (рис. 12).  
Принципиальная схема (двумерная модель) пространственного распределе-  
ния основных компонентов выполнения бассейна Джорджина в генеральном  
сечении через бассейн дана на рис. 13.

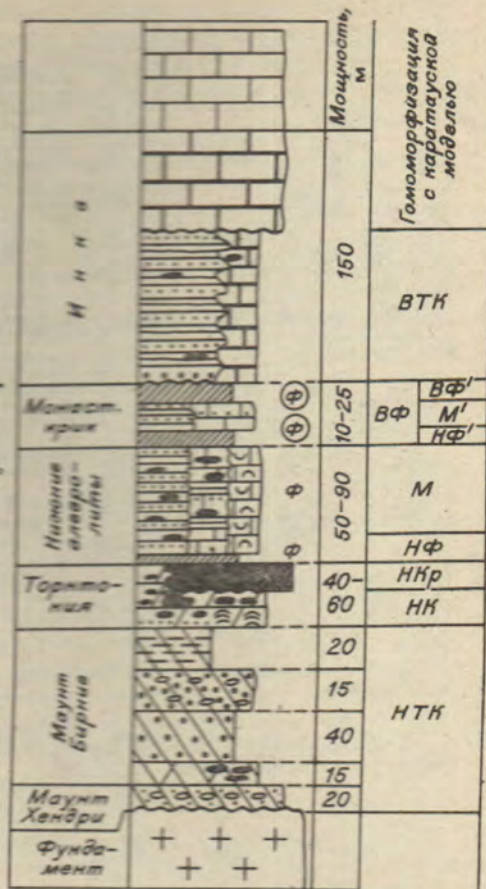


Рис. 12. Схема строения фосфоритоносных и вмещающих отложений бассейна Джорджина (по /78, 86, 101/).

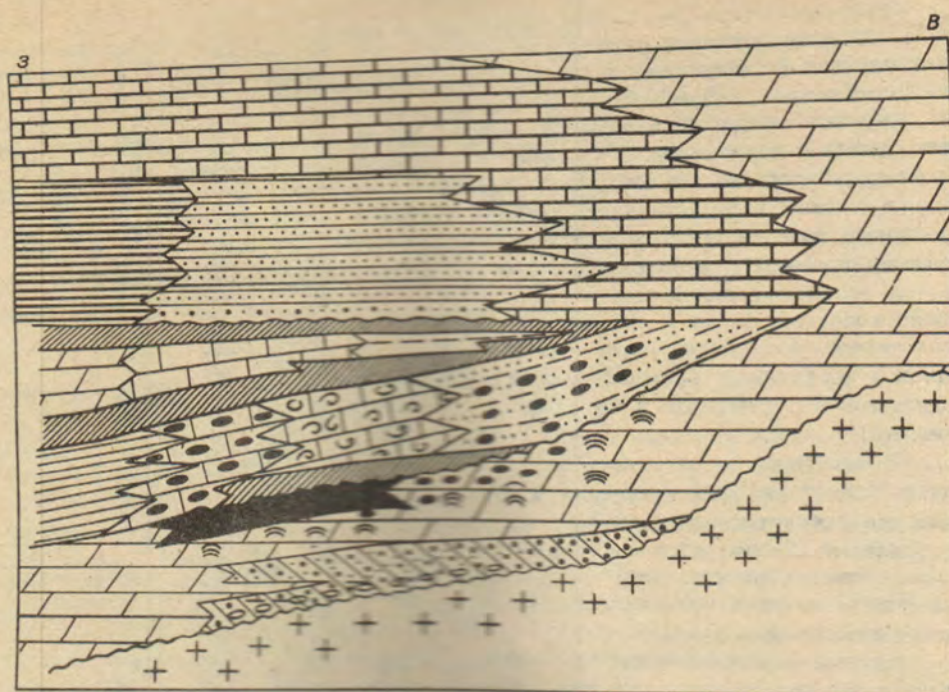


Рис. 13. Схема строения фосфоритового бассейна Джорджина в поперечном срезе, в масштабах.

#### Хубсугульский бассейн (МНР)

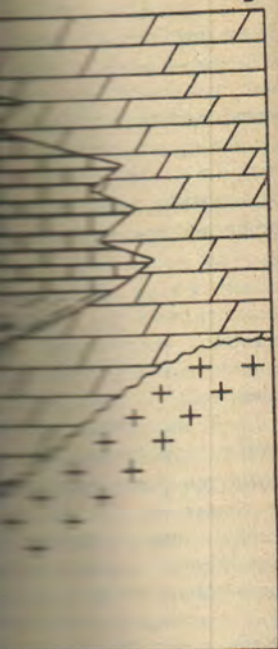
Изученность литостратиграфии венд-кембрийского Хубсугульского фосфоритового бассейна, расположенного на территории Северной Монголии и Восточно-Саянского региона СССР, еще не позволяет провести гомоморфизацию его разрезов с разрезами Харэтууского, Фосфорийского и других хорошо изученных бассейнов, несмотря на большой объем проведенных здесь работ. Эта работа содержит как предварительные оценки данного фосфоритового бассейна, так и разработки его регионального и (участками) детального изучения /20-22, 34, 39, 41, 46, 47/. Тем не менее из-за сложного строения района и приближенности ключевых участков детальное литологическое расчленение разрезов бассейна в литературе освещено слабо. Поэтому особое значение приобретают работы И.Н.Семейкина, В.Л.Колесникова и других сотрудников Восточно-Сибирского института геологии, геофизики и минерального сырья, изучавших северную часть Хубсугульского бассейна (на территории СССР) /46, 47/. Литостратиграфическая схема, разработанная ими, позволяет уяснить позицию, которую занимают там фосфориты. Во всяком случае, расчленение разреза северной части бассейна в районе Ухагольского месторождения (непосредственное продолжение пластов Хубсугульского месторождения на север) разработано с той степенью детальности, которая обеспечивает интересующую нас гомоморфизацию разрезов.

На территории СССР те же условия, что выполняют Хубсугульские бассейны среди других образований в 220x100 км. Монгольские же бассейны от г.Мурен до границы с СССР не имеют, т.е. обе части примерно равны. В процессе отложения должны были происходить термальные. В частности, фосфоритовые месторождения расположены в бассейне на север, где последним месторождением севернее же выявлены только в Монголии, Китайское и др. /53, Прикладная схема, разработанная в Восточном Саяне, соответствует широты южной части оз. Хубсугульское месторождение. По материалам исследования бассейна можно составить следующий его половины.

Бассейн расположен в пределах впадины Юго-Западной Прибайкальской Тувы и все Прихубсугулье в масштабе /20, с. 10-14/. Он является частью платформы и выделяется как область, в которой очень широко развиты отложения, составляющие ложе вендско-кембрийских фосфоритовых бассейнов. Выделяются три комплекса /20, с. 10-14/. Это древние карбонаты и сланцы, древние карбонаты и сланцы (в основном породам). На метаморфическом залегают мощная моласса - вендско-кембрийского прогиба, по А.В.Ильину /20, с. 10-14/. мая на территории Восточного Саяна вендом и считают орогенной системой толщиной до 3 тыс. м. В ее составе отложения; чаще же она представлена терригенными полимиктовыми осадками кварцевых песчаных пород. В ней доломитов мощностью до 70 м.

На молассе залегают молассы и бокситы. В монгольской части хубсугульской серии /20/, в результате, по материалам более детального разреза свиты. Теперь фосфоритовые бассейны забиты свитой.

Переход от дархатских (восточных) отложений хубсугульских бассейнов к южным отложениям хубсугульских бассейнов.



На территории СССР те же рифей-кембрийские карбонатные отложения, что выполняют Хубсугульский прогиб, распространены отдельными полями среди других образований Восточного Саяна на площади примерно 220x100 км. Монгольская же часть бассейна, протягивающаяся от широты г. Мурен до границы с СССР на севере, занимает площадь около 250x90 км, т.е. обе части примерно равны. Естественно, на столь обширном пространстве отложения должны были претерпевать существенные изменения по латерали. В частности, фосфоритонасыщенность разреза снижается с юга (где расположены месторождения Буриханское, Хубсугульское, Чаганнурское) на север, где последним месторождением является небогатое Ухагольское; севернее же выявлены только фосфоритопоявления: Боксонское, Харанурское, Китайское и др. /53, Прил. 2/. Тем не менее сама литостратиграфическая схема, разработанная группой И.Н.Семейкина /47/ для территории Восточного Саяна, соответствует строению разреза, по крайней мере до широты южной части оз. Хубсугул, где расположено Хубсугульское месторождение. По материалам исследований Хубсугульского фосфоритоносного бассейна можно составить следующую литостратиграфическую схему северной его половины.

Бассейн расположен в пределах крупного блока земной коры, охватывающего Юго-Западное Прибайкалье - Хамар-Дабан, Восточный Саян, юг Тувы и все Прихубсугулье и именуемого Тувино-Монгольским массивом /20, с. 10-14/. Он является частью складчатого обрамления Сибирской платформы и выделяется как обрванный крупными разломами блок, в пределах которого очень широко развиты раннерифейские и дорифейские отложения, составляющие ложе налегающих на древний комплекс верхнерифейско-кембрийских фосфоритоносных отложений. В составе его образований выделяются три комплекса /20, с. 10, 11/: гнейсы и кристаллические сланцы, древние карбонаты и "зеленые сланцы" (по терригенным и вулканогенным породам). На метаморфизованных породах ложа резко несогласно залегает мощная моласса - дархатская серия монгольской части Хубсугульского прогиба, по А.В.Ильину /20, с. 19/, или сархойская свита, выделяемая на территории Восточного Саяна. Отложения этой молассы датируются вендом и считают орогенной составляющей байкалид /45/. Мощность данной толщи до 3 тыс. м. В ее составе могут преобладать вулканогенные отложения; чаще же она представлена красноцветными или зеленоцветными терригенными полимиктового состава отложениями с отдельными горизонтами кварцевых песчаных пород. В самых верхах толщи появляются пачки доломитов мощностью до 70 м.

На молассе залегает мощная карбонатная серия, содержащая фосфориты и бокситы. В монгольской части Хубсугульского бассейна ее называют хубсугульской серией /20/, в Восточном Саяне - боксонской свитой; впоследствии, по материалам более детального изучения, ее подразделили на ряд свит. Теперь фосфоритоносная (нижняя) часть боксонской свиты именуется забитской свитой.

Переход от дархатской (сархойской) молассы к лежащим выше карбонатным отложениям хубсугульской серии на основной территории Хубсугульского бассейна практически не наблюдается, он повсеместно не обнажен, а специально его не вскрывали. По ряду соображений этот контакт считается несогласным. В /17, с. 168/ было отмечено, что в верхах сархойской свиты установлена пестроцветная кварцево-песчаная пачка с прослоями лиловых сланцев, содержащая желваки фосфата и прослой кремнистого фосфорита, а также повышенное количество пирофиллита. Весьма вероятно, что эту

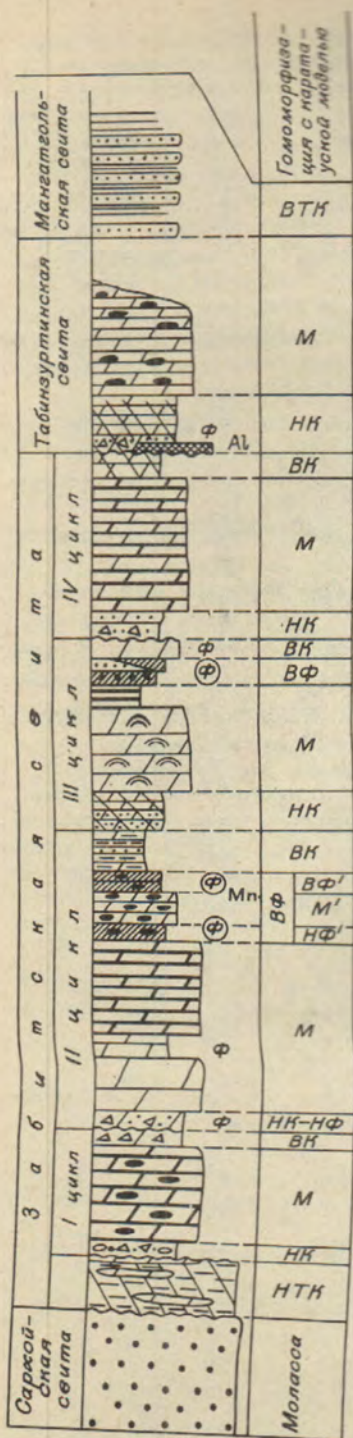


Рис. 14. Схема строения разреза Ухаголь-ского месторождения (МНР) (по /47/).

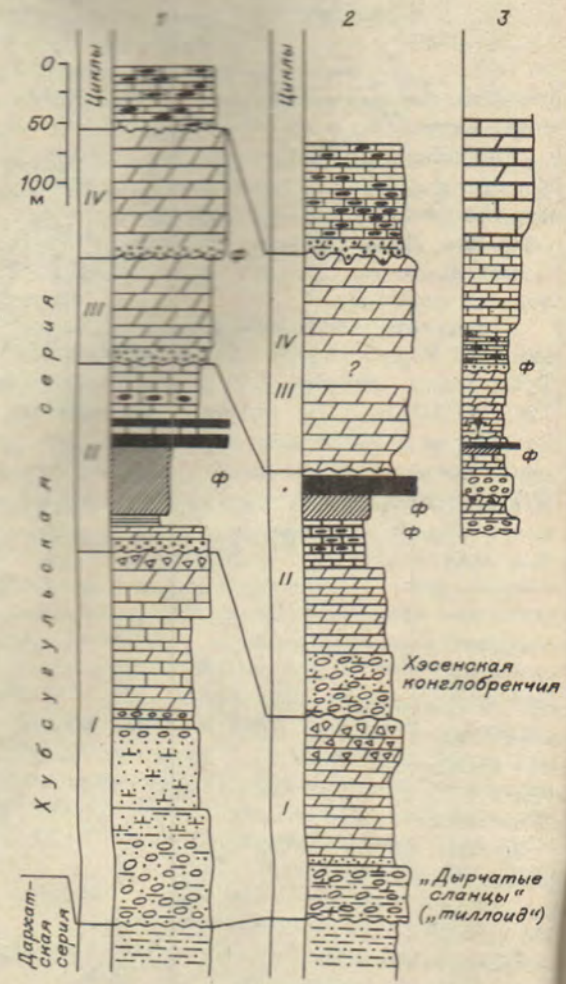


Рис. 15. Циклы разреза Хубсугуль-ского месторождения (1,2 - по И.Н. Семейкину).  
1,2 - западное (1) и восточное (2) крылья Хэсенской синклинали; 3 - схема строения разреза по р.Хэсен, внемасштабно.

пачку нужно относить не к саркельской свите Каратау, а к саркельской свите Каратау, в то время гомолог малокаройской и...

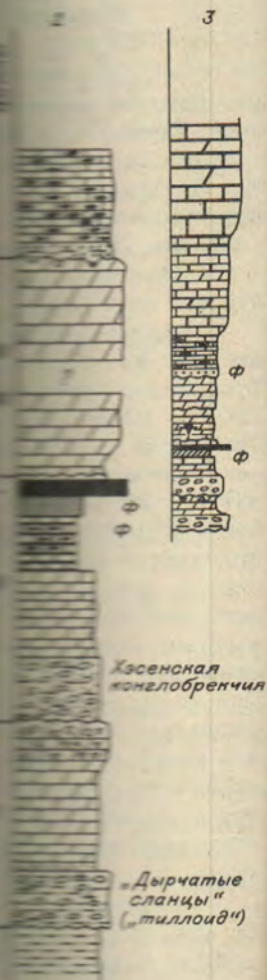
И.Н.Семейкин и его соавторы лекс разделили на пять частей. Ному трансгрессивно-регрессивных циклов разделены по вертикали на основании и у кровли интервала, мелководные отложения - брекчиевые терригенные примеси, пачки Средние же части циклов представлены отложениями; в типичных случаях обогащенные углеродистым веществом и четко подразделены на циклы Ухагольского месторождения фосфоритной свите и пятый в нем...

В циклически построенном интервале свит выделено девять циклов, на начальные и конечные фазы относятся к регрессивным, вызывались только незначительные...

Разумеется есть и другие проявления фосфатопоявления. Так же и на крайних частях интервала регрессивного цикла, проявляется фосфатопоявление...

Промышленно-продуктивные месторождения находятся в регрессивной части свит. Восточное крыло, но все же местами в верхней, регрессивной части свит бесфосфоритовый (как и в первой свите), стратиграфически выше Табынзуртинской свиты. Восточное крыло однообразно только там, где встречаются с...

разреза Ухаголь-  
НП) (по /47/).



разреза Хубсугуль-  
НП) (1,2 - по И.Н.Се-

(2) в восточное  
синаклинали; 3 -  
разреза по р.Хэсен,

пачку нужно относить не к сархойской свите, а к базальной части лежащего выше карбонатного комплекса. Она является собой гомолог кыршабактинской свиты Каратау, в то время как сама моласса (сархойская свита) есть гомолог малокаройской и коксуйской серий Каратау.

И.Н.Семейкин и его соавторы /47/ надмолассовый карбонатный комплекс разделили на пять частей, каждая из которых соответствует завершённому трансгрессивно-регрессивному циклу осадконакопления. Отложения циклов разделены поверхностями размывов и построены по такой схеме: в основании и у кровли интервала, отвечающего циклу, наблюдаются наиболее мелководные отложения — брекчии, конгломераты, песчаный материал и прочие терригенные примеси, пестроцветы, карбонаты с признаками мелководья. Средние же части циклов представлены более (и наиболее) глубоководными отложениями; в типичных случаях это темные тонкослоистые известняки, обогащенные углеродистым веществом, черные сланцы. Наиболее показателен и четко подразделен на циклично построенные интервалы разрез Ухагольского месторождения фосфоритов, где выделяют четыре цикла в забитской свите и пятый в низах лежащей выше табинзуртинской свиты (рис. 14).

В циклически построенном карбонатном разрезе забитской и табинзуртинской свит выделено девять фосфатовосных уровней /47/, которые ложатся на начальные и конечные фазы циклов. При этом продуктивные горизонты относятся к регрессивным фазам циклов; на трансгрессивной фазе образовывались только незначительные фосфатопоявления.

Разумеется есть непродуктивные циклы, где фиксируются только слабые фосфатопоявления. Тем не менее продуктивность фосфатоносности к крайним частям интервалов разреза, отвечающим трансгрессивно-регрессивному циклу, проявляется весьма отчетливо.

Промышленно-продуктивный горизонт фосфоритов Ухагольского месторождения находится в регрессивной части второго (снизу) цикла. Это нижний горизонт месторождения. Верхний горизонт фосфоритов менее продуктивен, но все же местами имеет промышленное значение. Он расположен в верхней, регрессивной части третьего цикла. Четвертый цикл практически бесфосфоритовый (как и первый). Некоторая, но далеко не промышленная фосфатность отмечена в отложениях пятого цикла (в табинзуртинской свите), стратиграфически выше бокситового горизонта, залегающего в подошве табинзуртинской свиты. Выше пятого цикла следует мощная (300-1000 м) однообразная толща темных (и черных) тонкослоистых бесфосфатных известняков с подчиненным количеством карбонато-кремнисто-глинистых сланцев и линзочками кремней, вверх переходящие в толщу глинистых сланцев с песчаниками (500 м), где количество песчаных пород увеличивается вместе с появлением пестроцветности (мангачтыльская свита).

Сопоставление разреза Ухагольского месторождения /по 46/, с которым хорошо коррелируются разрезам всей северной части Хубсугульского прогиба, с разрезом Хубсугульского месторождения показало также достаточно приемлемое сходство (рис. 15). В основании карбонатного разреза района Хубсугульского месторождения (на крыльях Хэсенской синклинали) лежит пачка тиллитовидных конгломератов мощностью 50-100 м, именуемых иногда "дырчатыми сланцами". Их контакт с подстилающими терригенными породами не обнажен. Эти конгломераты представляют собой карбонатную слабоокатанную гальку (в более крупных обломках), "плавающую" в песчано-глинистом карбонатистом матриксе. Участвующие обломки исключительно карбонатного состава, во многих и карбонатом примешиваются и иные породы. Матрикс породы выглядит как глинистый сланец (когда карбонатная галька вышелачивается и выпадает, порода приобретает вид "дыр-

с. 22/. Но сопоставление хубсугульского разреза с северными, проведенное И.Н.Семейкиным, позволяет считать, что эта пачка есть базальный горизонт хубсугульской карбонатной серии.

Тиллитовидные конгломераты в основании или нижней части базально-го терригенного крмплекса, начинающего фосфоритоносную серию осадков, **встречены в разрезах фосфоритоносных бассейнов Австралии, Южного Китая.** Иногда они пестроцветны, красноцветны. В основании базальной кыршабактинской свиты Каратау тоже имеется тиллитовидный (пуддинговый) конгломерат. Внешний вид этих конгломератов породил гипотезы о предкембрийском оледенении, о связи фосфоритообразования с ледниковыми периодами. Наши данные не подтверждают это предположение. Скорее всего здесь мы имеем дело с обычными базальными гетерогенными образованиями.

Выше пачки тиллитовидных конгломератов в хубсугульском разрезе следует пачка (100-150 м) доломитов и известняков в средней части черных, тонкослоистых, завершающаяся светлыми карбонатными брекчиями (~30 м). Это отложения первого цикла, которые повсеместно не содержат фосфоритов. Выше следует конгломерато-брекчия (полукатаные обломки карбонатных пород, а также кварцитов и глинистых сланцев в карбонатном матриксе с кварцевым песком) мощностью несколько десятков метров, хорошо обнаженная в разрезе по р.Хэсен и выклинивающаяся в соседних районах. Этой конгломерато-брекжией начинается серия отложений второго - продуктивного - цикла.

Местами в подошве второго цикла фиксируются размыв и кварцевые песчаники, что обнаруживается только при очень детальном рассмотрении разреза (данные И.Н.Семейкина). Строение второго, продуктивного цикла до сих пор не установлено с надлежащей детальностью, а имеющиеся сведения несколько разрозненны.

По восточному крылу у Хэсенской синклинали (см. рис. 15,2), по р.Хэсен, выше карбонатных конгломерато-брекчий следует пачка темных полосчатых доломитов (мощностью порядка 100 м), над которой залегают черные густо окремненные (послойно линзочками и желваками) известняки. Выше их, судя по разрезам ряда канав, вскрывших фосфоритоносную пачку восточного крыла Хэсенской синклинали (см. 20, с. 66-67, рис. 29/, **залегают подфосфатная пачка необычных для данной толщи пестроокрашенных (красноватых, бурых, желтых) глинистых и глинисто-алевритовых доломитов.** В подфосфатной пачке местами фиксируется до 10%, в среднем 2%  $P_2O_5$ . Мощность подфосфатной пачки до 10 м. Выше следует продуктивная серия, обычно сложенная двумя горизонтами фосфоритов. В основании ее местами фиксируется пачка фосфатистых кремней или высококремнистых доломитов. Выше следует нижний фосфоритовый пласт (до 20 м, 14-26%  $P_2O_5$ ), линзующийся и переклинивающийся с доломитами, доломитовыми брекчиями, реже известняками и кремнями.

Над нижним фосфоритом залегают междурядная доломитово-известняковая пачка мощностью 20-30 м, над которой расположен невыдержанный верхний фосфорит мощностью в несколько метров (19-21%  $P_2O_5$ ). Над верхним фосфоритом - невыдержанный, часто выклинивающийся горизонт черных полосчатых кремней мощностью обычно 10-20 м.

В разрезе по р. Хэсен верхняя граница второго цикла закрыта. Выше верхних кремней следуют 200-300 м темно-серых полосчатых доломитов третьего и, видимо, четвертого цикла. Но выше их И.Н.Семейкин зафиксировал глубоко (на метры) врезанную поверхность размыва, карстовые полости. Карманы над поверхностью размыва заполнены фосфатистым кварце-

вым песчаником. Выше этого горизонта следует мощная пачка тонкослоистых темных доломитовых известняков со следами илоедов, окремненные послойно и пятнами ("орешками", "караваими"). Видимо, эта тонкослоистая толща - аналог табинзуртинской свиты (по р.Хэсен в ней установлена фауна нижнего кембрия). На Онголигнурском участке восточного крыла Хэсенской синклинали (в канаве 43) на подфосфатных доломитах красного цвета в выветрелом состоянии хорошо видно, что перед этой карбонатами были черные, залегают пачка брекчиевых доломитов мощностью в несколько метров с обломками кварцитов и стяжениями кремня. Выше следует нижний цикл -

с кварцами, проведен-  
 ния есть базальный го-  
 в нижней части базально-  
 осадков,  
 Южного Китая.  
 базальной кыршабак-  
 конгло-  
 предкембрий-  
 периодами.  
 всего здесь мы  
 обломками.  
 разрезе  
 в средней части чер-  
 брекчиями  
 не содержат  
 обломки  
 в карбонатном  
 метров, хо-  
 в соседних рай-  
 второго -  
 кварцевые  
 рассмотрении  
 цикла  
 све-  
 (см. рис. 15,2),  
 пачка темных  
 залегают  
 известняки.  
 пачку  
 рис. 29/, за-  
 красневших  
 долами-  
 в среднем 2%  
 продуктивная  
 в кварцах ее  
 кремнистых до-  
 14-26%  
 известняков  
 верх-  
 Над верх-  
 черных  
 выше  
 доломитов  
 зафикси-  
 стовые по-

вым песчаником. Выше этого  
 горизонта следует мощная пач-  
 ка тонкослоистых темных до-  
 ломитовых известняков со  
 следами илоедов, окремненных  
 послойно и пятнами ("орешка-  
 ми", "караваеями"). Видимо,  
 эта тонкослоистая толща -  
 аналог табинзуртинской свиты  
 (по р. Хэсен в ней установлена  
 фауна нижнего кембрия). На  
 Онголигнурском участке восточ-  
 ного крыла Хэсенской синклина-  
 ли (в канаве 43) на подфосфат-  
 ных доломитах красного цвета  
 в выветрелом состоянии (здесь  
 хорошо видно, что первично  
 эти карбонаты были черными)  
 залегает пачка брекчиевых до-  
 ломитов мощностью в несколь-  
 ко метров с обломками фосфо-  
 ритов и стяжениями кремней.  
 Выше следует нижний пласт вы-  
 сококачественных фосфоритов  
 (среднее содержание  $P_2O_5$  20-  
 22%) мощностью 12-20 м. Над  
 ним - межрудная пачка, сложен-  
 ная внизу массивным неслои-  
 стым бурым доломитом с обиль-  
 ными включениями кремней неправильной формы, а выше - с черными тон-  
 чайшеслоистыми известняками с глинистыми слойками, которые могут до-  
 стигать по мощности 0,3 м. Мощность этой сланцевой пачки около 30 м.  
 Выше ее следует верхний пласт фосфоритов с прослоями черных известня-  
 ков мощностью в несколько метров, который кроется пачкой черных крем-  
 ней (рис. 16,А). Таким образом, здесь можно отчетливо различать подфос-  
 фатную пачку ("нижние" доломиты), аналог нижнего кремня (брекчиевый  
 доломит с обильными выделениями кремней), нижний и верхний фосфориты,  
 межрудную пачку (окремненные доломиты и сланцы), верхний кремень.  
 Более четкая картина строения продуктивной пачки Хубсугульского  
 месторождения вырисовывается на западном крыле Хэсенской синкли-  
 нали (см. рис. 15,1). Здесь, по данным И.Н.Семейкина, отчетливо выделя-  
 ются все четыре составляющие забитскую свиту цикла, разделенные поверх-  
 ностями размывов. Фосфориты подстилаются ожелезненными, желтоватыми  
 и бурыми песчано-алевритовыми и глинистыми доломитами подфосфатной  
 пачки, выше которых местами следуют углеродисто-кремнистые сланцы  
 (7-8 м); затем - нижний пласт фосфоритов (главный, до 70 м и более),  
 который отделен от значительно менее выдержанного верхнего пласта (4-  
 5 м) межрудной пачкой. В ней карбонаты и фосфориты чередуются и пере-  
 линзуются, есть отдельные выдержанные горизонты фосфоритов до  
 2,5 м мощностью. В межрудной пачке имеется пачка черных углеродисто-  
 кремнистых сланцев мощностью 7-8 м /20, с. 72-73/.

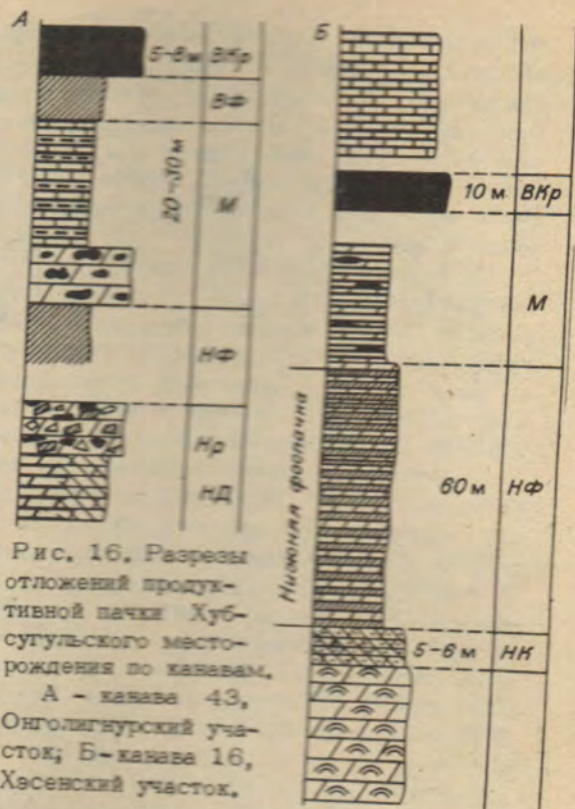


Рис. 16. Разрезы  
 отложений продук-  
 тивной пачки Хуб-  
 сугульского место-  
 рождения по канавам.  
 А - канава 43,  
 Онголигнурский уча-  
 сток; Б - канава 16,  
 Хэсенский участок.

В канаве 16 отчетливо выделяется "нижние" запесоченные краснова-

тые с поверхности доломиты, нижний фосфорит (чередование светлых доломитовых и сантиметровых слоев черного афанитового фосфорита), междурядная пачка глинисто-карбонатных сланцев, верхний фосфорит и верхний кремний (см. рис. 16, Б). По западному крылу Хэсенской синклинали горизонт верхних кремней очень выдержан и по мощности достигает нескольких десятков метров. Фосфатность в этих кремнях быстро падает снизу вверх. Выше верхних кремней обычно следуют темные и серые доломиты верхов второго цикла.

Примерно в 80-120 м выше кровли верхних кремней А.В.Ильин с соавторами /22/ или в 300 м выше основной продуктивной пачки М.М.Музалевский /34/ в разрезе Хубсугульского месторождения описали верхнюю продуктивную пачку мощностью 10-20 м. Она сложена фосфатосодержащими песчаниками, гравелитами, песчаниками с зернами фосфата. В западной зоне месторождения на протяжении 3-5 км пачка эта латерально переходит в брекчиевидные кремни, обогащенные железом, марганцем, алюминием.

Пока мы не располагаем материалами, которые бы однозначно могли показать, с каким горизонтом северной части бассейна следует коррелировать железомарганцевый горизонт. Если принять, что мощность интервала разреза между нижней и верхней продуктивными пачками примерно 100 м, то верхнюю следует коррелировать с верхним фосфоритовым горизонтом ухагольского разреза, расположенного в третьем цикле. По составу этого горизонта на Ухагольском месторождении (железные фосфатные песчаники) это вероятно. Однако наличие железомарганцевых "руд" и аллитов и возможность более высокого положения верхней продуктивной пачки - до 300 м выше основной /34/ - как будто позволяют сопоставить ее с горизонтом в основании пятого цикла, т.е. с уровнем бокситового пласта Боксонского района.

В целом изученность околофосфоритового пространства в пределах Прихубсугулья пока еще недостаточна, и последовательность пачек в многочисленных приводимых разрезах доверия не заслуживает. Разрезы изучались не целенаправленно. Но все же некоторые элементы интересующей нас последовательности фрагментарно наблюдаются. Так, фосфоритовая пачка Хубсугульского месторождения вначале представляется равномерно прослоенной пластинами фосфоритов; но можно заметить, что нижний пласт (средняя мощность 13 м) наиболее продуктивен. Самый верхний (средняя мощность 12 м) тоже относительно выдержан, в его составе больше, чем в нижнем пласте, карбонатного материала, верхние фосфориты в основном зернистой структуры. Между верхним и нижним основными пластами лежит пачка (до 60 м мощностью) переслаивания черных кремней (незначительной толщины), доломитов, фосфатных и доломитовых брекчий; причем нижняя часть этой междурядной непродуктивной (несмотря на наличие фосфоритовых слоев) пачки более кремниста и более фосфатна, а верхняя более карбонатна (рис. 17). Такое распределение сходно с составом основной междурядной пачки в бассейне Фосфория (Рекс + Френсон).

В ряде пунктов Прихубсугулья основная продуктивная пачка (местами сильно разубоженная процессами силификации и карбонатизации) сохраняет такую последовательность (снизу вверх): строматолитовые и оолитовые светлые и темные карбонаты, калькаренинты; "нижние" доломиты, выделяющиеся цветом, структурой, примесями; кремнево-фосфатно-карбонатные брекчи; продуктивная пачка; горизонт кремней; черные тонкослоистые надрудные карбонаты. Эта последовательность хорошо сопоставляется с той, которая наблюдается в разрезе Каратау, особенно если учесть, что в междурядной пачке имеются сланцы.

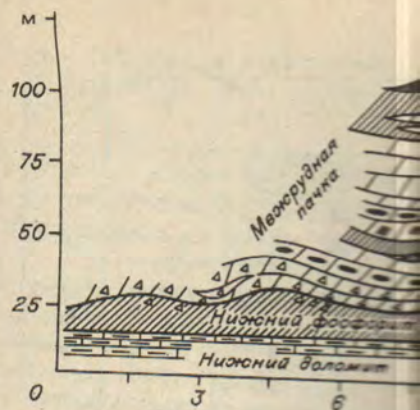


Рис. 17. Схема строения разреза Хубсугульского месторождения (взятая из работ).

Таким образом, при сравнении строения хубсугульского разреза (учитывая, однако в Хубсугульском прогибе) с Каратау. Кроме того, размах колебаний глубин здесь возникла на месте достижении чального его этапа, как в Каратау.

При сравнении разрезов с Каратау отметим, что из верхней цветную терригенную, слабо флюидную услом разрезе - нижний терригенный комплекс, общий для всей вышележащих свит; хубсугульскому из пяти упомянутых вышележащих натная серия (надцикл), залегает пестроцветной молассе.

Продуктивная пачка состоит с продуктивным компонентом кремней, нижний фосфорит, верхний кремней, верхние карбонаты; вышележащая от аналогов их в Каратау, отражая локальный этап развития фазы регионального цикла.

Так, в Каратау более выражены ском и Хубсугульском бассейне. Ухагольского и расположенные месторождений, несмотря на то, что вычайно сходно со строением обоих этих месторождений. Ухаголе междурядная доломитовая разделяет два продуктивных горизонта, разделен на нижний и верхний тонко-глинистых сланцев (рис. 18).

...светлых доломитов (с фосфоритом), между ними кремнезем и верхний кремнеземный горизонт... несколько десятков метров сверху вверх... доломиты верхов

...А.В.Ильин с соавторами... М.М.Муза... верхнюю... фосфатосодержащую... В западной части... переходит... алюминием.

...значно могли... коррелировать... интервала... 100 м, ... горизонтом... По составу это... песчаные... и аллитов и... пачки - до... ее с горно... пласта Бок-

...пределах... пачек в много... Разрезы изуча... интересующей нас... пачка... просло... пласт (сред... (средняя мощ... больше, чем в... в основном... пластами лежит... (незначитель...); причем ниж... фосфорито... более кар...

...продуктивной пачки (местами... содержит... и окисленные... выделяю... органические... над... с той, ... что в меж-

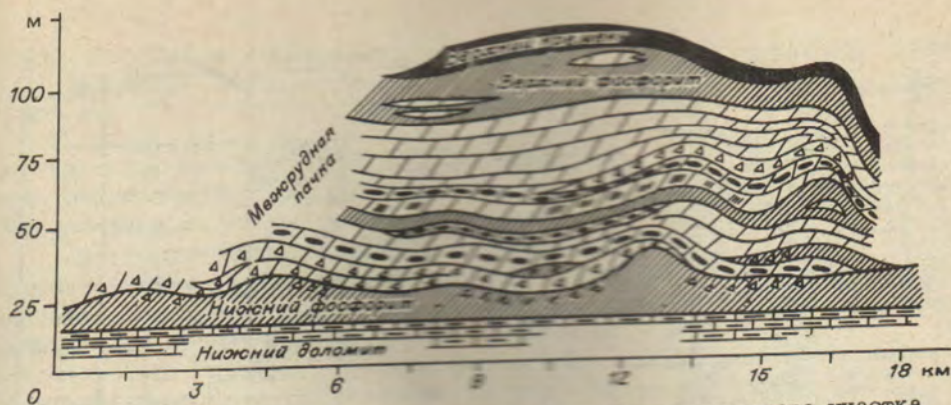


Рис. 17. Схема строения продуктивной пачки Онголигнурского участка Хубсугульского месторождения в плане (по материалам поисково-разведочных работ).

Таким образом, при сравнении выявляются несомненные черты сходства хубсугульского разреза (учитывая его специфику) с каратауским. Однако в Хубсугульском прогибе циклы более крупные (от 100 до 400 м). Кроме того, размах колебаний глубин аккумуляции здесь был гораздо больше, чем в Каратау. В Хубсугульском прогибе выделенные циклы отражают колебания глубин гораздо более обширной акватории, фосфоритогенетическая зона здесь возникла на месте достаточно развитой части бассейна, а не в начальном его этапе, как в Каратау.

При сравнении разрезов северной части Хубсугульского бассейна и Каратау отметим, что из верхов сархойской свиты можно выделить пестроцветную терригенную, слабо фосфатоносную базальную пачку, как в каратауском разрезе - нижний терригенный комплекс. Этот нижний терригенный комплекс, общий для всей вышележащей карбонатной серии (забитской и вышележащих свит; хубсугульской серии), имеет гомолог в основании каждого из пяти упомянутых выше циклов, на которые подразделяется карбонатная серия (надцикл), залегающая параллельно, хотя и с перерывом, на пестроцветной молассе.

Продуктивная пачка составляет компонент агрегации, вполне сходной с продуктивным компонентом агрегации Каратау: нижний доломит, нижний кремень, нижний фосфорит, междурудная пачка, верхний фосфорит, верхний кремень, верхние карбонаты; внешний облик этих компонентов может отличаться от аналогов их в Каратауской агрегации вследствие того, что агрегации, отражая локальный цикл развития, могут быть наложены на различные фазы регионального цикла.

Так, в Каратау более ярко проявлен нижний кремень, а в Фосфорийском и Хубсугульском бассейнах - верхние. Строение продуктивных пачек Ухагольского и располагающегося к северо-востоку от него Харанурского месторождений, несмотря на отсутствие здесь кремневых горизонтов, чрезвычайно сходно со строением фосфорийского продуктивного разреза. На обоих этих месторождениях продуктивные пачки устроены симметрично. На Ухаголе междурудная доломитовая (с прослоями и желваками кремней) пачка разделяет два продуктивных горизонта, каждый из которых, в свою очередь, разделен на нижний и верхний фосфоритовые подгоризонты пачкой кремнисто-глинистых сланцев (рис. 18). Подстилается она темными известняками

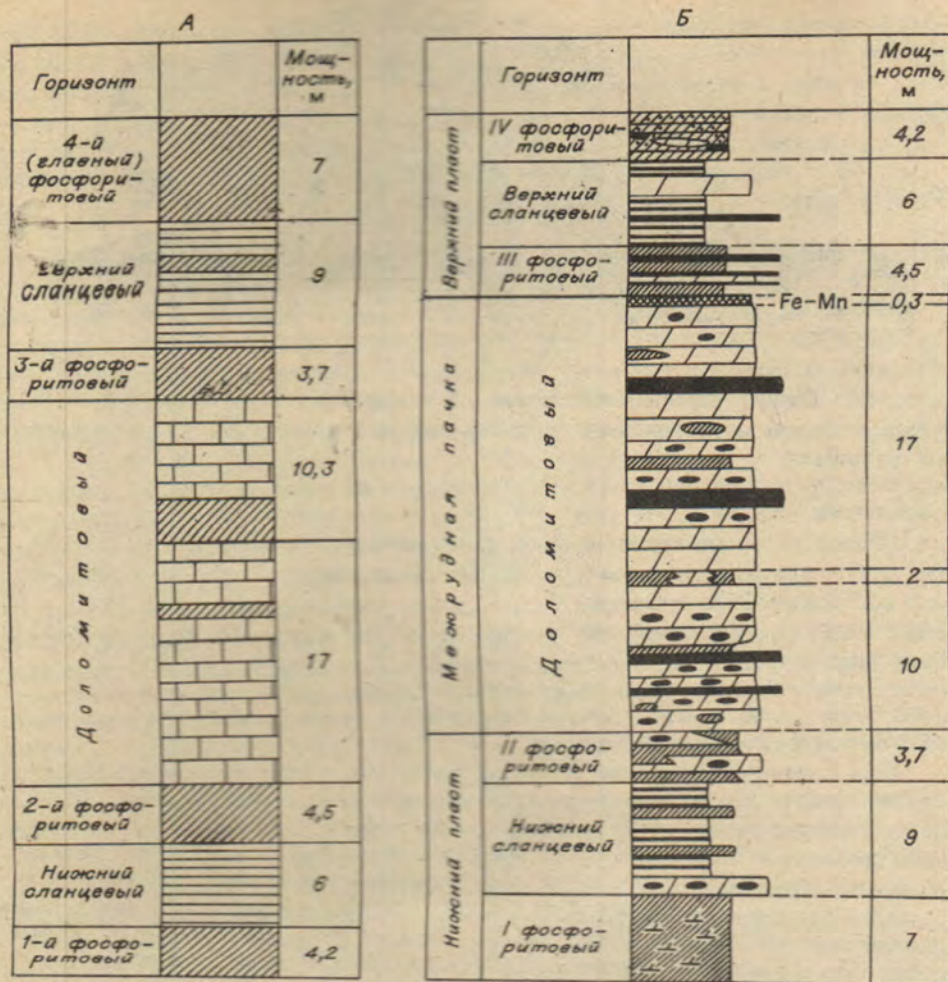


Рис. 18. Разрезы продуктивной пачки Ухагольского месторождения (МНР). А - по /20/; Б - /41/.

средней трансгрессивной фазы второго цикла, а покрывается надрудным горизонтом регрессивной фазы, который сходен с "бурым доломитом" каратауского разреза.

На Харануре тоже нет нижнего и верхнего горизонтов кремней, но строение продуктивной пачки аналогично ухагольской (рис. 19). Здесь выделяются нижний (24 м) и верхний (18 м) фосфоритовые горизонты, симметрично разделенные фосфатистыми доломитами (10-12 м), между которыми залегает тридцатиметровая пачка углисто-кремнистых, пятнисто-брекчиевидных, фосфатистых доломитов. Выше верхнего фосфорита следует пачка доломитов и алевро-глинисто-кремнисто-карбонатно-углистых сланцев. В них содержание фосфата достигает 9%  $P_2O_5$ , и поэтому в интервале выделяется третий горизонт фосфоритов. В целом же пачка представляет надрудный горизонт фосфатистых, терригенно-кремнисто-карбонатных пород и

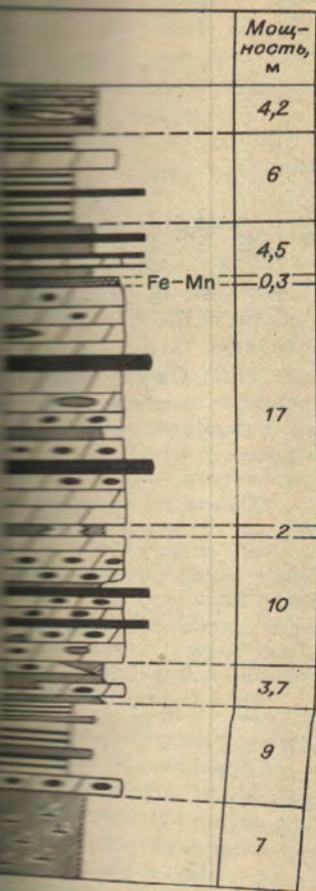
Рис. 19. Разрез Харанурского месторождения (по материалам поисково-разведочных работ).

хорошо сопоставляется с аналогичным горизонтом (IV фосфоритовый) Ухагольского месторождения (рис. 18).

Двумерную модель позднекарибского сугульского бассейна можно построить по многочисленным профилям через бассейн, составленным И.Н. Сельским (рис. 20). Продуктивная пачка на регрессивных фазах регионально сложное строение частично аналогично строению и фосфоритовой агрегации. В средней части бассейна непродуктивность развития бассейна проявляется в фосфоритонности различных зон, которые потенциально продуктивны. Как разрезе, максимальное количество и наиболее зрелых продуктов образования развивающейся где-то по соседству суши, зафиксировано в надрудном разрезе. Верхняя продуктивная пачка фосфоритов находится в третьем цикле; в Каратау ее гомолог - терригенно-кварцевых песчаников в пачке I свиты, установленный в разрезе в части месторождения Кокджик.

Отложения, вмещающие бассейны пятнистые брекчиевидные серо-зеленые с включениями розового карбоната, представляющего вмывы продуктивной пачки, очень напоминают надфосфоритовую свиту там, где она залегает в ступах, сложенных докембрийскими и красноцветными глинистыми породами ветривания /17, с. 118, 119/.

Наконец, отметим и то, что ухагольская карбонатная серия в разрезе переходит в верхний тонкозернистый терригенный массивленный мангатгольской свиты. Эти компоненты каратауско-ухагольской пачки, которая в хубсугульском разрезе на по интервалу более значительна, жели в разрезах бассейна Каратау Джорджина. В разрезе хубсугульской серии в общем плане (см. рис. 19) заметно сходство с разрезом Каратау. Фосфоритонность отложений в пачке построены циклично, при этом



месторождения (МНР).

надрудным го-  
ломитом" карата-

кремней, но  
ж. 19). Здесь вы-  
горизонты, сим-  
(2 м), между кото-  
пятнисто-брек-  
следует пачка  
сланцев. В  
интервале выде-  
надруд-  
пород и

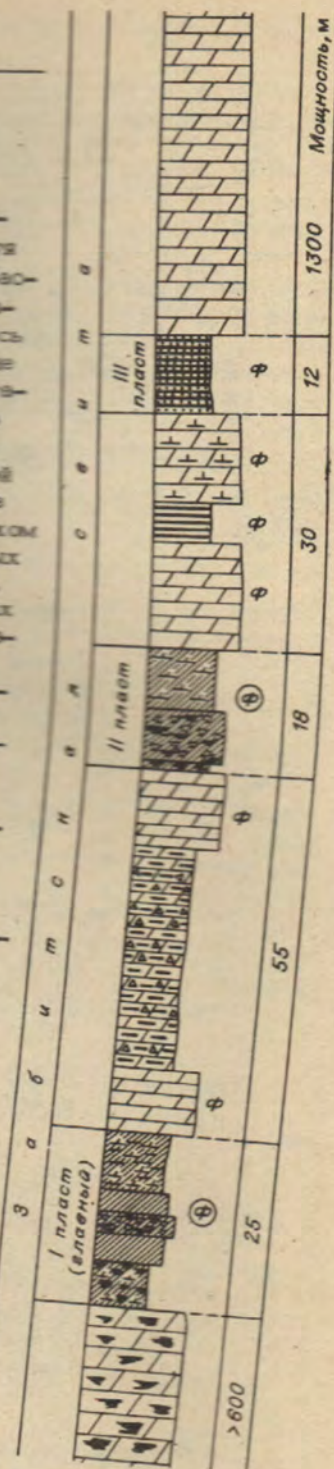
Рис. 19. Разрез Харанурского месторождения  
(по материалам поисково-разведочных работ).

хорошо сопоставляется с аналогичным надруд-  
ным горизонтом (IV фосфоритовый горизонт)  
Ульгольского месторождения (см. рис. 19).

Двумерную модель позиции фосфоритов Хуб-  
сугульского бассейна можно построить, используя  
многочисленные профили через северную часть бас-  
сейна, составленные И.Н. Семейкиным и его груп-  
пой (рис. 20). Продуктивные пачки формировались  
на регрессивных фазах региональных циклов, где  
их строение частично аналогично строению карата-  
уской и фосфорийской агрегаций. Первый цикл в  
средней части бассейна непродуктивен. Неравно-  
мерность развития бассейна привела к неслучайной  
фосфоритонности различных циклов, каждый из  
них потенциально продуктивен. Как и в каратауском  
разрезе, максимальное количество перестроенных  
и наиболее зрелых продуктов коры выветривания,  
развивающейся где-то по соседству - на участках  
суши, зафиксировано в надпродуктивной части раз-  
реза. Верхняя продуктивная пачка песчаных  
фосфоритов находится в третьем (или пятом) цик-  
ле; в Каратау ее гомолог - горизонт фосфатных  
кварцевых песчаников в пачке Г джиланской под-  
системы, установленный в разрезе надфосфоритовой  
части месторождения Кокджон.

Отложения, вмещающие боксонские бокситы -  
пятнистые брекчиевидные серо-розовые доломиты  
с включениями розового карбоната (несомненно,  
представляющего вымыты продукты выветривания),  
очень напоминают надфосфоритовые части шабактин-  
ской свиты там, где она залегает на древних вы-  
ступах, сложенных дококсуйскими отложениями с  
красноцветными глинистыми продуктами коры вы-  
ветривания /17, с. 118, 119/.

Наконец, отметим и то, что мощная хубсу-  
гульская карбонатная серия отложений вверх по  
разрезу переходит в верхний тонкослоистый и  
тонкозернистый терригенный комплекс, представ-  
ленный мангатгольской свитой. Налицо все глав-  
ные компоненты каратауско-фосфорийской агрега-  
ции, которая в хубсугульском разрезе распределе-  
на по интервалу более значительной мощности, не-  
жели в разрезах бассейнов Каратау, Фосфория,  
Джорджина. В разрезе хубсугульской карбонатной  
серии в общем плане (см. рис. 15,3) вырисовы-  
вается заметное сходство с тамдинской серией  
Каратау. Фосфоритонные отложения в обоих слу-  
чаях построены циклично, преобладают доломиты.



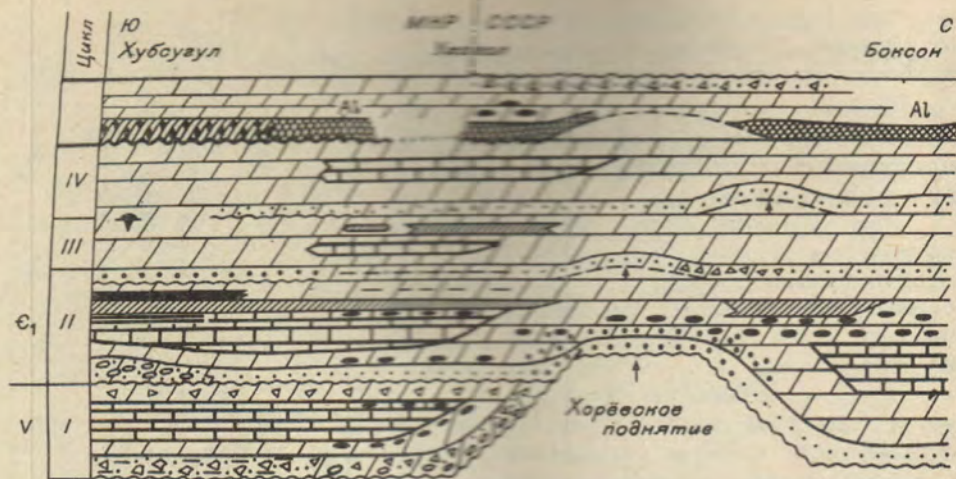


Рис. 20. Схема строения Хубсугульского фосфоритоносного бассейна, внемасштабно.

Продуктивность появляется только во втором цикле. Выше верхнего продуктивного горизонта залегает тонкослоистая и заметно ожелезненная пачка (100–200 м) карбонатов (напоминающая надфосфоритовую пачку Г джиланской подсвиты Каратау). Над ней в хубсугульской серии следует монотонное чередование светлых и черных известняков и доломитов, занимающее несколько сотен метров (гомолог бутульской подсвиты), а еще выше — преимущественно темно-серые и черные массивные, неяснослоистые и грубонаслоенные известняки (несколько сотен метров), представляющие собой гомолог карашатской свиты Каратау. Если в Каратау черные и темноокрашенные породы<sup>8</sup> появляются в заметных количествах только начиная с подошвы бутульской свиты, то в хубсугульском разрезе черные известняки и доломиты слагают пачки мощностью в десятки метров уже в нижних частях карбонатного комплекса — в средней части почти каждого цикла, что говорит о гораздо большем размахе изменений глубин соответственных акваторий и их больших размерах, чем в Каратау.

Бассейны Северной и Средней Африки,  
Восточного Присредиземноморья, Средней Азии

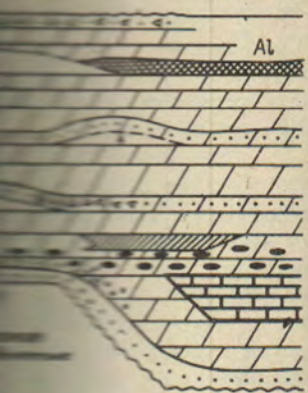
Эта обширная, протянувшаяся на огромное расстояние полоса мелово-третичного фосфоритонакопления, включающая крупнейшие месторождения мира, представляет особый интерес для изучения строения фосфоритоносных толщ, так как она гораздо моложе, чем палеозой и, кроме того, ее фосфоритоносные отложения большинство исследователей относят к иным формационным группам, нежели каратауские, фосфорийские и хубсугульские.

Позицию залежей Аравийско-Африканской фосфоритоносной провинции мы уже рассматривали /17, с. 170–177/ и пришли к выводу, что фосфор

<sup>8</sup> Имеется в виду темная окраска пород, наблюдаемая в естественных обнажениях.

ты этой провинции занимает в разрезе. Уточним здесь некоторые детали. В Восточной Африке и в Красном море фосфоритоносный комплекс, представляющий кварцевых и аркозовых песчаных ее до нескольких сотен метров, имеет на сходных с ней восточных или триас-юрских территориях. Подобно кыршабактанской свите она состоит из слоев, чередующихся с подстилающей толщей. В ней преобладают терригенные породы, количество их увеличивается кверху (десятков метров) представлены тонкими сланцами (глинами), в которых имеются фосфатные конкреции. Если в кувейтской формации — отложения в равнинную сушу, то верхняя часть дельт, эстуариев, систем солончакового мелкого моря. В них можно встретить и тонкослоистые слои.

Дальнейшая трансгрессия и отложению фосфоритоносной формации представляла собой широкий стабильный бассейн Египта существовала область, в которой развитие практически не происходило. Словилась довольно резкие фазы, в которых в фосфатные известняки с красными фосфатистые песчаники и глины. С мощностью от нескольких метров до десятков метров.



...бассейна, вне-

...Еще верхнего продук-  
...железненная пачка  
...пачку Г джилан  
...следует монотон-  
...занимающее  
...а еще выше — пре-  
...и грубона-  
...собой го-  
...и темноокрашен-  
...начиная с подошвы  
...известняки и доломиты  
...и нижних частях карбо-  
...что говорит о  
...акваторий и

...полоса мелового  
...месторождения  
...фосфоритовых  
...ее фосфо-  
...и иным форма-  
...абстурьские.  
...провинции  
...что фосфорит-

...в естественны

ты этой провинции занимают такое же положение, как и в каратауском раз-  
резе. Уточним здесь некоторые моменты.

Египет<sup>9</sup>. В Восточной и Западной пустынях, а также на побережье  
Красного моря фосфоритонасные отложения находятся на нижнем терриген-  
ном комплексе, представляющем собой толщу красноцветных или белых  
кварцевых и аркозовых песчаников меловой нубийской формации (мощность  
ее до нескольких сотен метров), которая, в свою очередь, местами залега-  
ет на сходных с ней внешне, но отделенных скрытым перерывом палеозой-  
ских или триас-юрских терригенных отложениях.

Подобно кыршабактинской свите, "нубийские песчаники" как бы слива-  
ются с подстилающей толщей. Нубийская формация, несмотря на то, что в  
ней преобладают терригенные породы, содержит и карбонатные слои, коли-  
чество их увеличивается кверху. Эта верхняя часть формации (несколько  
десятков метров) представлена пестроцветными или красноцветными глинисто-  
выми сланцами (глинами), в верхах которых на месторождении Абу Тартур  
выявлены фосфатные конкреции. Если нижняя кварцево-песчаниковая часть  
нубийской формации — отложения мелкого моря, трансгрессирующего на вы-  
ровненную сушу, то верхняя пестроцветная глинистая часть — отложения  
дельты, эстуариев, систем солонатоводных лагун, эпизодически заливаемых  
мелким морем. В них можно встретить оситовые железные руды и глауко-  
нитонасные слои.

Дальнейшая трансгрессия и углубление низотерий Тетиса привело к  
отложению фосфоритонасной формации Дуа. Зона фосфоритонакопления пред-  
ставляла собой широкий стабильный шельф-залив. На территории нынешне-  
го Египта существовала область и неустойчивого шельфа, где фосфоритооб-  
разование практически не происходило. Малководность шельфовой зоны обу-  
словила довольно резкие фашиальные переходы фосфоритонасной формации  
в фосфатные известняки с кремнями и песчано-глинистыми примесями, в  
фосфатистые песчаники и глины. Собственно фосфоритонасная серия мо-  
щностью от нескольких метров до 60 м (формация Дуа) состоит преимуще-  
ственно из песчано-глинистых отложений с отдельными слоями и линзами  
доломитов и известняков. Карбонатность может также проявляться  
в виде примеси к терригенным породам. В фосфоритонасной серии на раз-  
ных участках улавливается трехчленное строение. Основные фосфоритовые  
слои сосредоточены в нижней части формации, с разрывом налегая на пест-  
роцветные сланцы. В ряде случаев наблюдается концентрация фосфоритов  
в верхах и низах формации. В общем чаще всего в разрезе выделяются  
нижняя и верхняя фосфоритовые пачки, разделенные межрудной песчано-  
глинистой, иногда глауконитонасной (Абу Тартур) пачкой.

Сходство с разрезом фосфоритональной свиты Каратау не только в трех-  
членном строении продуктивной серии, где межрудными являются песчано-  
глинистые отложения. В разрезе месторождений Абу Тартур (рис. 21) и  
Эль-Мохамид (рис. 22), в оазисе Эль-Харга (рис. 23) нижние фосфорито-  
вые пачки более карбонатны, хотя здесь встречаются нижние доломиты.  
На Абу Тартур верхний фосфорит содержит графитовые прослойки, что напо-  
минает верхнюю фосфатку Каратау. В районе Исла - Луисор нижняя и верх-  
няя слои фосфоритов разделены ракушечными известняками с включения-  
ми кремней. Очень похож на каратауский разрез фосфоритовой серии на  
водоразделе между Вади Хамама и Салихит 144, с. 82/. Здесь на пест-



Мощность, м	Гомоморфизация с паратауской мовелью
150	
25-30	
100-120	ВТН
25-30	ВФ М НФ НК
до 70	НТН

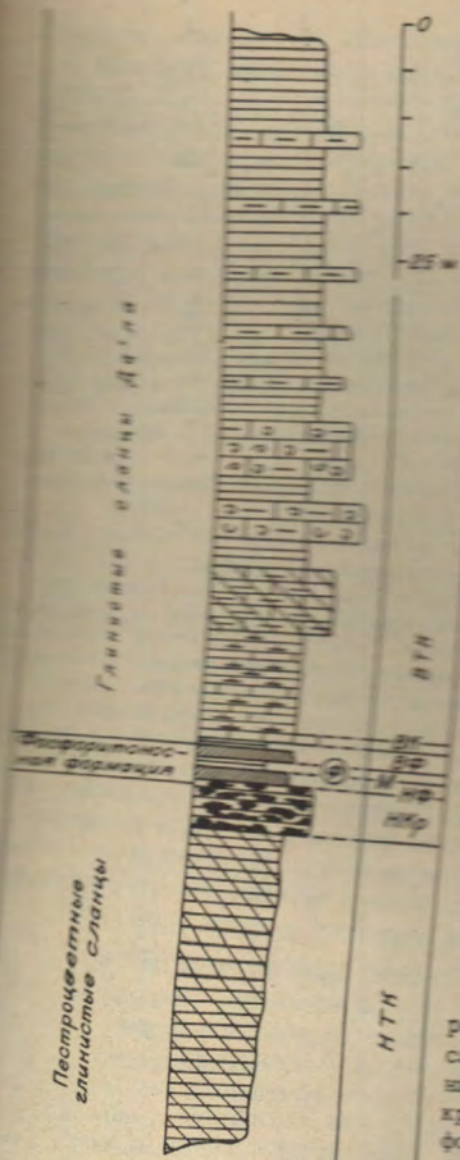


Рис. 23. Разрез фосфоритовмещающих отложений в районе оазиса Эль-Харга, Египет (по /44/).

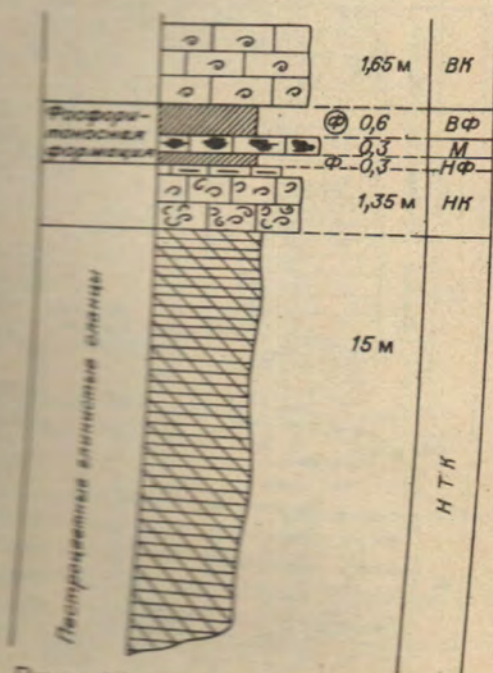


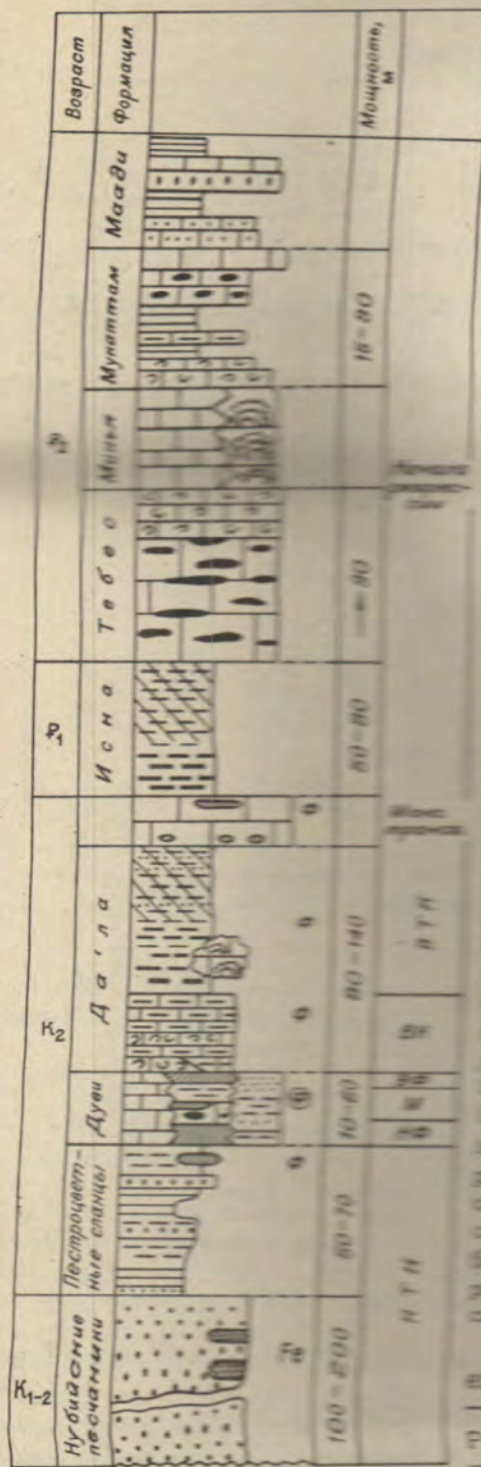
Рис. 24. Разрез фосфоритовмещающих отложений Восточной пустыни, Египет (по /44/).

(0,3 м); над ней - верхний фосфорит (0,6 м); еще выше - массивный известняк с цефалоподами (1,65 м) (верхний карбонат) (рис. 24).

Верхние карбонаты в виде пачки известковых мергелей мощностью до 10 м и с окремнением прослеживаются также в разрезе оазиса Да'ла (Дахла) /44, с. 60/ на месторождении Кусейр у Красного моря. В разрезе оазиса Эль-Харга под фосфоритами имеется гомолог нижних кремней в виде окремненных глинистых пород /44, с. 64/.

Выше фосфоритоносной формации Дуа следует глинисто-сланцевая формация Да'ла мощностью несколько более 100 м. К верхнему терригенному комплексу следует отнести и вышележащую тоже глинисто-сланцевую формацию Исна, отделенную от Да'ла выдержанной почти по всей территории пачкой мелоподобных массивных известняков палеогена (Чок) мощностью от 5 до 80 м, чаще 15-30 м. Нижняя часть верхнего терригенного комплекса

22. Разрез месторождения... Египет (по матер...



более мелководна, чем верхняя, и содержит рассеянные конкреции фосфата, а также бурого известняка (оазис Да'ла). Часть сланцев формации Да'ла пестроцветна. Формация Исна местами зеленоцветна и тоже включает железистые конкреции. Кроме того, данные глинистые породы в ряде мест существенно карбонатны — это известковые глины и даже мергели, местами они переходят в известняки и мел (формация Куркур). Все эти качества, а также тонкая наслоенность основной массы отложений формаций Да'ла и Исна позволяют уверенно гомологизировать этот интервал разреза с верхним терригенным комплексом (джиланская подсвета Каратау, формации Динвуди и Инка Амераки и Австралии) (рис. 25).

Развитие трансгрессии привело к тому, что отложения внешнего терригенного пояса оказались перекрытыми толщей кембрийских известняков с кремнями (формация Тебес), аналогичной каратауской бугульской подсвете или известнякам Девондарт бассейна Джорджина.

Хорошо изученные латеральные перемены переисленных отложений позволяют заключить, что ближе к палеоберегу (на юг) отложения всех упомянутых формаций Египта сокращаются в мощности, становятся пестрокрашенными, песчаными, а фосфоритовая формация переходит в известняки и пески с глауконитом. В сторону открытого моря (севернее) все эти разнообразные формации латерально сменяются однообразной толщей известняков палеогенового облика. Двумерную модель строения фосфоритогенной формации Египта можно изобразить в виде профиля (рис. 26), который сходен с аналогичными моделями бассейнов Каратау, Фосфорит, Джорджина. Его можно сопоставить с одним из разрезов Хубсугульского бассейна фосфоритогенческой была регрессивной фазы цикла, а здесь трансгрессивной.

Безусловно, большая мелководность египетского фосфоритогенического бассейна

Рис. 25. Сводный разрез фосфоритомещающих толщ мел-палеогена стабильного шельфа Египта (по /44/).

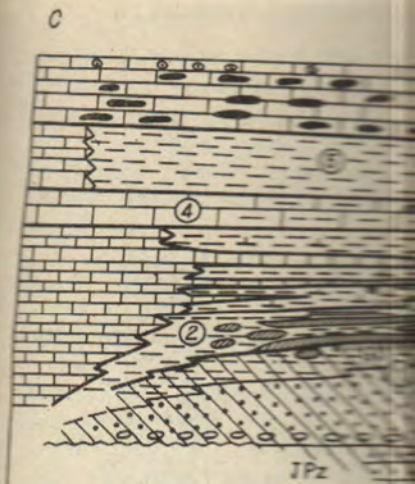


Рис. 26. Схема строения египетского фосфоритогенического бассейна.

1 — Нубийская формация; 2 — Дув; 3 — формация Да'ла; 4 — формация Исна; 5 — формация Тебес.

на и в то же время сходство отложений с более глубоководными между фосфоритами залегают считать, что межрудная пачка в осадочных породах с глауконитом месторождений фосфоритов, образующихся в стабильных платформенных морях — на стабильных платформах

#### Восточное Присредиземноморье

Южная часть Восточного Присредиземноморья (Иордания, Израиль, Сирия) характеризуется тем, что возраст фосфоритов египетских фосфоритов, в их строении сходство. Оно заключается в том, что в толще нубийских песчанников в разрезе находится карбонатная пачка толщиной 400—800 м. и мощностью до 300 м (рис. 27).

Казалось бы, фосфориты не должны залегать непосредственно над карбонатами выше нижнемеловых песчанников, так как там гались те же песчаники, а затем в кампана, сразу началось образование Присредиземноморья, трансгрессия и они отлагались карбонаты, а не мел. Но фосфоритообразование не требует необходимой системы дренажа в ступульском регионе: первый этап — Упомянутые карбонатные толщи, а затем "мелкий карбонат", который в дальнейшем следует принять в качестве

верхняя, и содер-  
 фосфата, а  
 (оазис Да'ла).  
 Да'ла пестро-  
 местами зелено-  
 железистые кон-  
 глинистые  
 карбо-  
 глины и даже  
 в извест-  
 (Чок). Все эти  
 слоенность  
 формаций Да'ла  
 гомологизиро-  
 с верхним  
 (Жиланская под-  
 Дивуди и Инка  
 (рис. 25).

привело к то-  
 терригенно-  
 толщей  
 с кремнями  
 каратаус-  
 известнякам

песчаные пе-  
 позволя-  
 берегу  
 форм-  
 в мощности,  
 песчаны-

перехо-  
 глауконитом.  
 (севернее) все  
 латерально  
 известня-  
 Дармерную мо-  
 формации  
 в виде профиля  
 с аналогичны-

Фосфо-  
 составить  
 бассей-  
 в Хубсугульском  
 была рег-  
 здесь трансгрес-

мелководность  
 бассей-

фосфоритовме-  
 стабильного

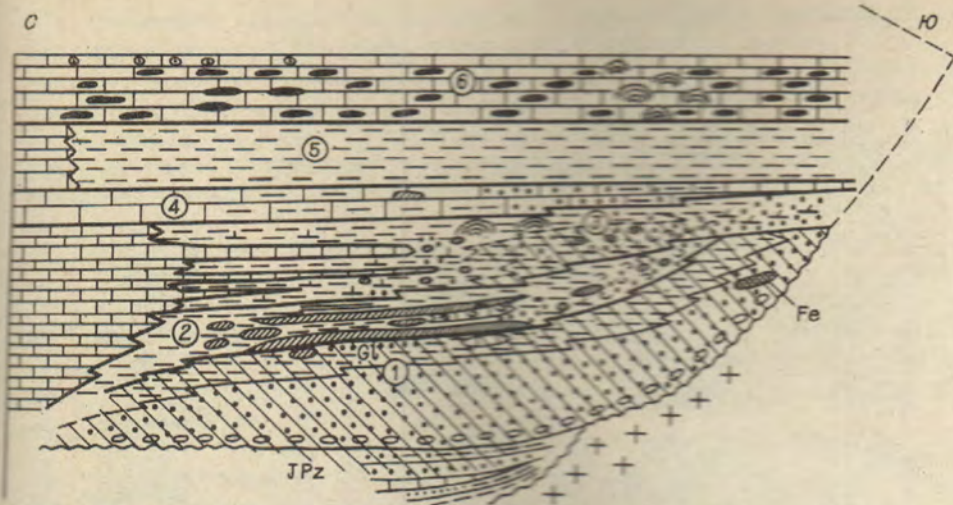


Рис. 26. Схема строения египетского фосфоритового бассейна, вне-  
 масштабно.

1 - Нубийская формация (с пестроцветными сланцами); 2 - формация  
 Дуви; 3 - формация Да'ла; 4 - мелоподобный известняк (Чок); 5 - форма-  
 ция Исна; 6 - формация Тебес.

на и в то же время сходство структуры разреза его фосфоритовых от-  
 ложений с более глубоководными отложениями Фосфория и Каратау (где  
 между фосфоритами залегают черные сланцы и кремни) позволяют заклю-  
 чить, что межрудная пачка в очень мелководных условиях выражается пес-  
 чаными породами с глауконитом. Именно это и наблюдается в разрезах  
 месторождений фосфоритов, образовавшихся в мелких эпиконтинентальных  
 морях - на стабильных платформах, о чем будет сказано ниже.

Восточное Присредиземноморье. К этому региону относятся месторож-  
 дения Иордании, Израиля, Сирии /17, 25, 29, 38, 60, 61/. Несмотря на  
 то, что возраст фосфоритов этого региона приблизительно тот же, что и у  
 египетских фосфоритов, в их геологической позиции есть существенное раз-  
 личие. Оно заключается в том, что между лежащей в основании разреза  
 толщей нубийских песчаников нижнего мела и фосфоритовым интервалом  
 разреза находится карбонатная толща альба - сеномана - турона мощно-  
 стью 400-800 м. и коньяк-кампанская глинисто-карбонатная мощностью  
 до 300 м (рис. 27).

Казалось бы, фосфориты, по аналогии с египетским регионом, должны  
 залегать непосредственно над нубийской формацией. Но на территории Егип-  
 та выше нижнемеловых песчаников и в сеномане, и в туроне, сеноне отла-  
 гались те же песчаники, а затем пестроцветные глины, после чего, к концу  
 кампана, сразу началось отложение фосфоритов. Здесь же, в Восточном  
 Присредиземноморье, трансгрессия наступила раньше: уже в сеномане нача-  
 ли отлагаться карбонаты, а на территории Сирии еще раньше - в нижнем  
 мелу. Но фосфоритообразование не началось, вероятнее всего, из-за отсут-  
 ствия необходимой системы циркуляции вод. Произошло то же, что и в Хуб-  
 сугульском регионе: первый цикл трансгрессии оказался непродуктивным.  
 Упомянутые карбонатные толщи, по существу, представляют собой мощный  
 "нижний карбонат", лежащий на нижнем терригенном комплексе. За первый  
 цикл следует принять нубийские песчаники вместе с карбонатными отложе-  
 ниями альба - сеномана - турона.

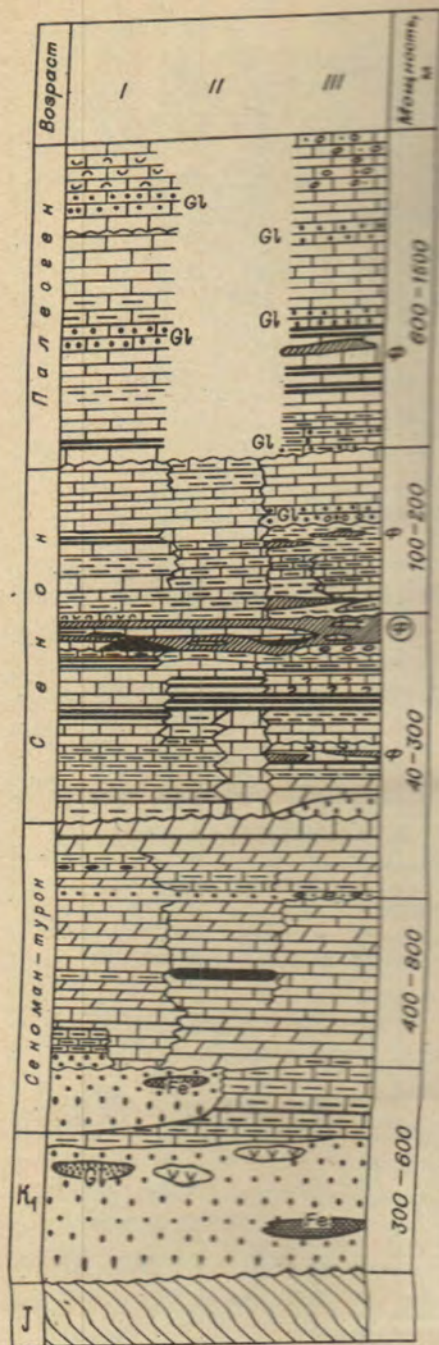


Рис. 27. Схема строения разрезов фосфоритонесных районов Иордании (I), Израиля (II), Сирии (III) (по /29, 38, 39, 55, 68, 109/).

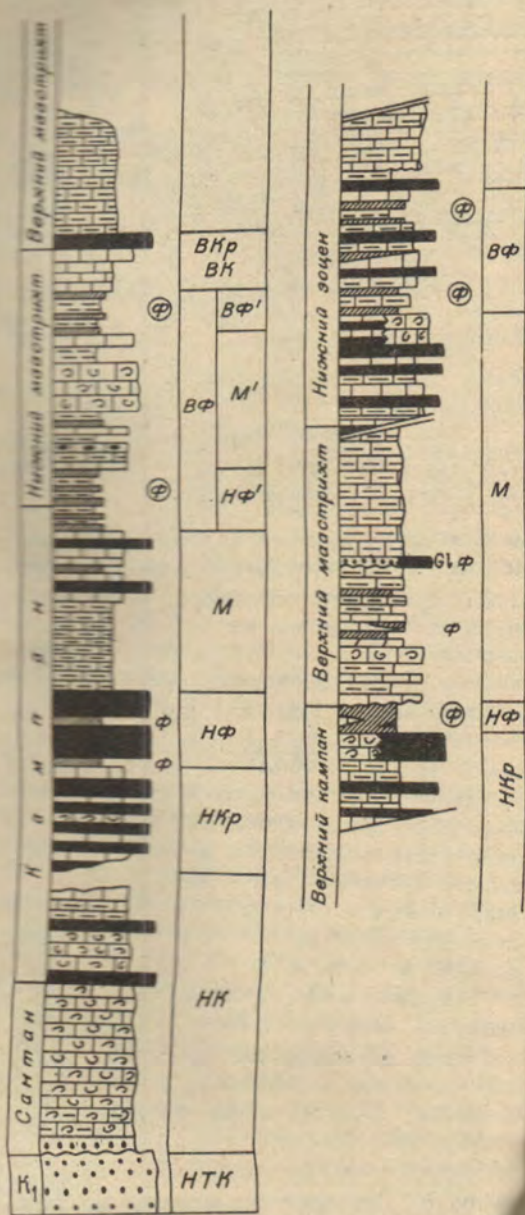


Рис. 28. Разрезы фосфоритонесных отложений Сирии (по /60, 61/).

Следующий цикл, основанный на размытии, начинается местами с размытия, а в некоторых местах следует сантон-кампанский цикл. Выше фосфоритов (фосфоритов) залегают слои кремнистых известняков, в связи с глубоким выветриванием биопродуктивности. В Сирии залегают фосфориты.

Основная продуктивная зона (зона), залегающая над сантон-кампанской карбонатной пачкой, а кроется той внизу и карбонатной пачкой. Выше фосфоритов (фосфоритов), глауконит.

Сравнение конкретных разрезов (разрезом уже проведено /60/ можно усмотреть гомогенным слоем кампана лежит, но переходить в ракушечник, а пачка, причем этот интервал, в регрессивной фазе цикла, так и мыв, означающий завершение.

Совершенно идентичная структура (структура) фосфоритонесного бассейна (рис. 29). Толщина глинистых песчанников, известняков, мергелей, известняков нижнему мелу (рис. 29, 11). Бассейна, состоящая из доломитовых известняков (сеноман, турон - сантонистых органических известняков 750 м). Последняя пачка представляет сочетание нескольких ритонесной пачке ипрского органических известняков кампана - туронистых с прослоями конгломератов, залегающих кремнево-фосфоритовых известняков находятся в основном в южной части бассейна, который кроется в южной части бассейна: месторождения фосфоритовыми рудами (южный район) известняками литовыми известняками.

Наличие нескольких ритонесных пачек по 100-700 м, в южной части бассейна (рис. 29, 11).

Следующий цикл, отложения которого отделяются от предыдущих поверхностью размыва (по крайней мере, на территории Иордании и Израиля), начинается местами маломощной (16 м) пачкой коньякских песчаников, выше следует сантон-кампанская толща, в которой заметную роль начинают играть слои кремнистых и глинистых сланцев. Это свидетельствует об установлении связи с глубокими горизонтами вод моря, появлению зон высокой биопродуктивности. В Сирии в нижней части этой толщи отмечаются прослойки фосфоритов.

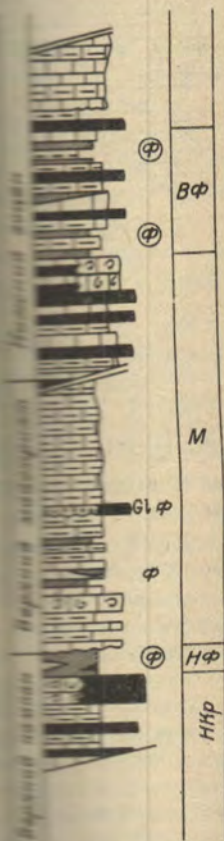
Основная продуктивная пачка, иногда с кремнями в основании (Иордания), залегает над сантон-кампанской толщей. В ряде случаев она разделяется на нижний и верхний фосфоритовые горизонты междурядной кремнево-карбонатной пачкой, а кроется толщей маастрихта - дата, карбонатно-глинистой внизу и карбонатной вверху, которая завершает фосфоритогенический цикл. Выше фосфоритов фиксируются железосырые слои (с конкрециями сидеритов), глауконит.

Сравнение конкретных разрезов сирийских месторождений с каратауским разрезом уже проведено /17, с. 173-175/. По некоторым данным /60/ можно усмотреть гомологичность в некоторых деталях: под фосфоритовым слоем кампана лежит кремневый горизонт, который может латерально переходить в ракушняки; выше фосфорита следует карбонатно-сланцевая пачка, причем этот интервал, как и в хубсугульском разрезе, находится в регрессивной фазе цикла, так как вскоре выше сланцевой пачки следует размыв, означающий завершение его (рис. 28).

Совершенно идентичная картина наблюдается в разрезах Алжира-Тунисского бассейна (рис. 29). Здесь разрез начинается мощной (500-1000 м) толщей глинистых песчаников, конгломератов и глин с горизонтами песчаных мергелей, известковистых песчаников, известняков, относящейся к нижнему мелу (рис. 29, 1). Выше следует карбонатная толща сеномана - дата, состоящая из доломитовых известняков, мергелей, рудистовых известняков (сеноман, турон - сантон, коньяк - до 700 м) и глинистых и кремнистых органических известняков с песчанистыми мергелями (кампан - дат, 750 м). Последняя пачка слегка фосфатна. Эта карбонатная толща представляет сочетание нескольких седиментационных циклов. Переход к фосфоритоносной пачке ипрского яруса от кремнистых и глинистых гемипелагических известняков кампана - дата происходит через пачку мергелей (местами с прослоями конгломератов) монского яруса (20 - 350 м). На ней залегает кремнево-фосфорито-карбонатная пачка ипра (20-50 м). Кремни находятся в основном в нижней и верхней частях фосфоритоносного интервала, который кроется верхним глинистым комплексом с глауконитом (северный район: месторождения М'зайта, Сетиф, Калаа) или с железомарганцевыми рудами (южный район: месторождения Джебель-онк, Гафса), или нумулитовыми известняками лютетского яруса (см. рис. 29,2).

Наличие нескольких карбонатных циклов, каждый из которых мог отложить пачки по 100-700 м мощностью, до наступления фосфоритогенической стадии развития бассейна можно увидеть в разрезах Алжира, Туниса и Марокко /54/. Здесь от сеномана до маастрихта существовал глубоководный мало дифференцированный бассейн, в котором фосфатотложение не фиксируется вплоть до эоцена (рис. 30). В этом бассейне отложилось до 1500 м карбонатов. В палеоцене бассейн регрессировал, после чего началась новая трансгрессия, сопровождавшаяся фосфоритообразованием по схеме последовательности отложений, сходной с каратауской /17, с. 175-177/.

Таким образом, наступлению фосфоритогенической стадии может пред-



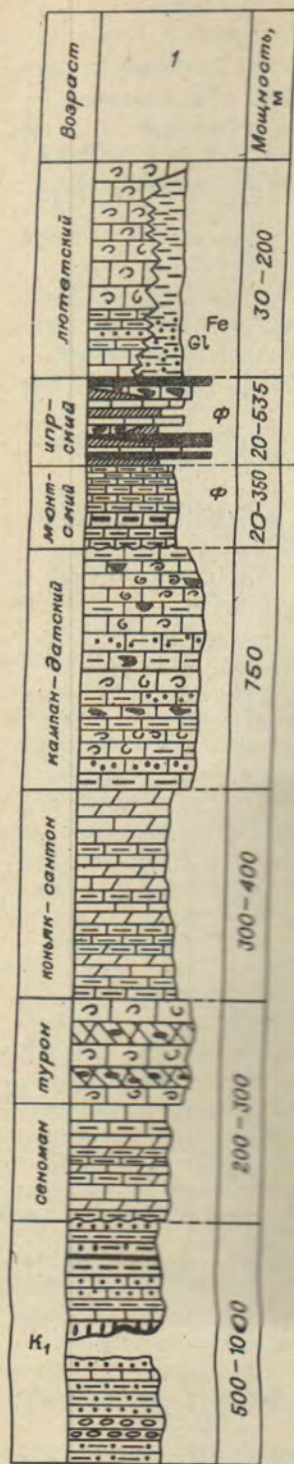


Рис. 29.

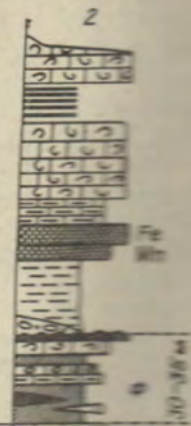


Рис. 29. Разрезы фосфоритовых месторождений Алжира (по /39, 54, 55/).  
1 - сводный разрез; 2 - Джебел-Они.

Рис. 30. Разрез фосфоритовых месторождений Марокко и Туниса (по /39, 54, 55/).

Рис. 31. Разрез месторождения Бу Креа (по /80/).

Рис. 32. Разрез месторождения Мардик, Турция (по /105/).

Рис. 33. Разрез фосфоритовых месторождений Гиссарского хребта (по /57/).

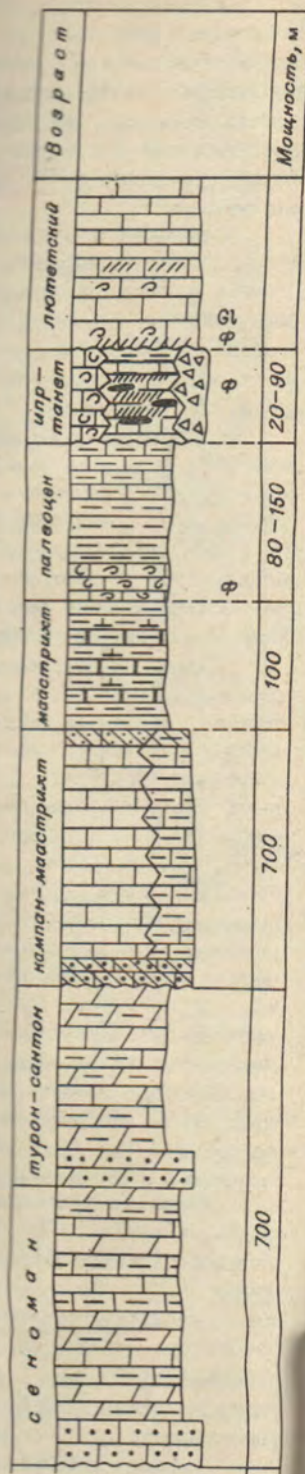


Рис. 30.

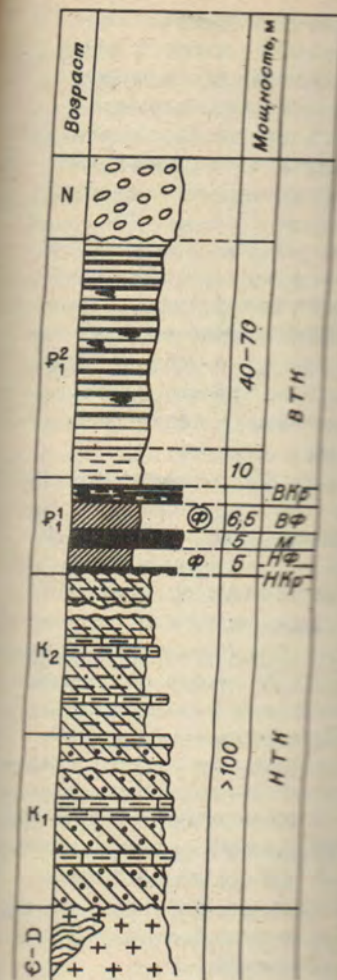


Рис. 31.

существование отложения довольно значительных толщ, если до создания данных условий отношения глубины в данном месте была открытая часть бассейна, которая могла быть фосфоритоотложением, должна была возникнуть путем регрессии. Необходимо отметить участки суши, которые появились только при новой трансформации здесь в полной мере проявилась

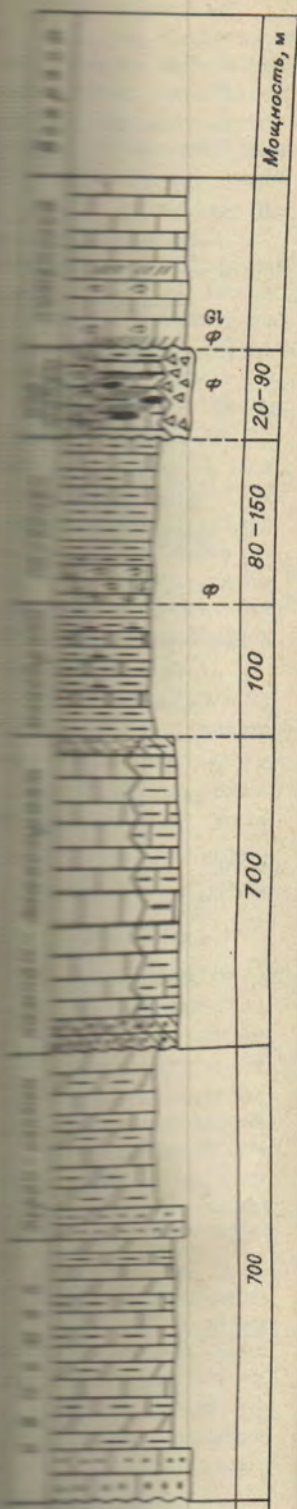


Рис. 31.

существовать отложение довольно мощных непродутивных толщ, если до создания необходимого соотношения глубин в данном месте существовала открытая часть бассейна, которая, чтобы началось фосфоритоотложение, должна видоизмениться в краевую путем регрессии. Неподалеку могут существовать участки суши, которые начинают заливаться только при новой трансгрессии, и именно здесь в полной мере проявляется описанная выше агрегация.

Айонский фосфоритоносный бассейн (Западная Сахара) /39/. Здесь располагается фосфоритовое месторождение Бу-Краа, строение которого достаточно показательны для наших целей (рис. 31). На складчатом палеозой-

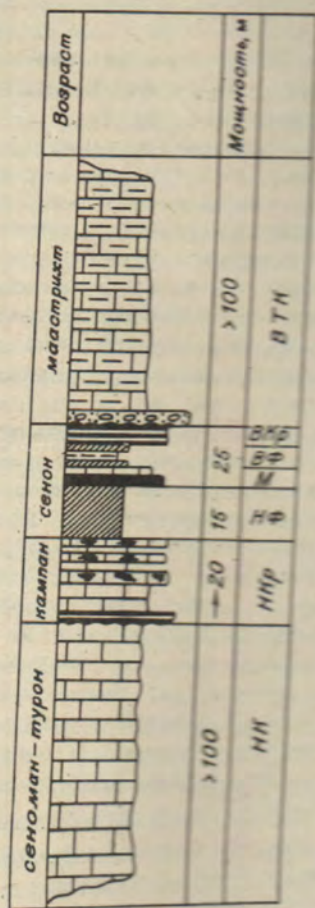


Рис. 32.

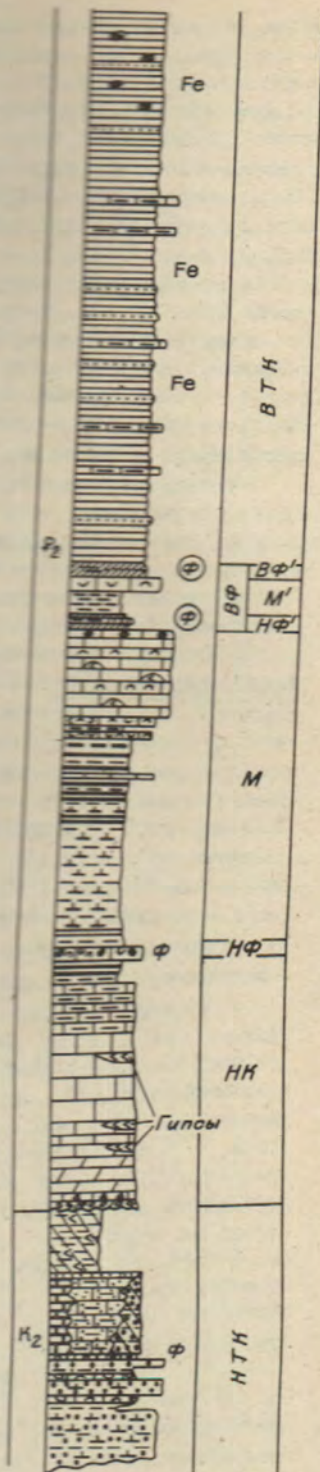


Рис. 33.

ском или кристаллическом фундаменте залегает ниже-верхнемеловая (апт-маастрихт) толща терригенных пород мощностью более 100 м. Внизу это пестроцветные мергели и песчаники, вверху пестроцветные глины и мергели. Непосредственно на пестроцветках с размывом залегает нижнепалеоценовая продуктивная пачка мощностью до 20 м. В ней различаются: нижний кремень (2-3 м); нижний (непромышленный) карбонатный пласт фосфоритов (5 м); затем средний кремень (массивные халцедонолиты - 5 м); выше следует верхний карбонатный высококачественный фосфорит (30-35%  $P_2O_5$ , 6,5 м), крошащийся верхним глинистым кремнем (3-4 м), над которым располагается десятиметровая пачка глин, выше переходящая в кремнистые глины (40-70 м). В перечисленной последовательности присутствуют многие компоненты каратаунской агрегации: нижний карбонатно-терригенный пестроцветный комплекс, более тонкозернистый в верхах; нижние и верхние кремни, междурядная пачка - кремневая (как сказано выше, глинисто-кремнистые междурядные отложения латерально могут переходить в существенно кремнистые); наконец, верхний сланцевый комплекс.

Отсутствуют карбонаты, залегающие, очевидно, необязательным компонентом агрегации, если учесть, что они не связаны принципиально с механизмом биопродуктивности, а могут только быть индикаторами глубинности той или иной стадии развития эволюции.

Небезынтересно рассмотреть здесь разрезы месторождений, тоже относящихся к Присредиземноморскому району, но несколько удаленных от него. В Турции пример такого месторождения - Мардин Диярбакырского фосфоритового района /105/. Здесь фиксируются карбонатные отложения верхнего мела. На сеноман-туронской толще известняков с размывом залегает маломощный (до 50-60 м) фосфоритовый кремнисто-карбонатный комплекс сенона. Он начинается слоем кремня, над которым следуют кремнистые известняки кампана (до 20 м). Выше залегает нижний (промышленный) слой фосфоритов (до 15 м). Он отделяется от верхнего (непромышленного) фосфоритового горизонта междурядной пачкой из двух метровых небольшой мощности. Верхний горизонт представляет собой два метровых слоя бедных фосфоритов, разделенных слоем глин. Над верхним фосфоритовым горизонтом залегает пачка надрудных кремней, выходящая на поверхность толщей мергелей маастрихта с известняками в основании.

Этот разрез (рис. 32) прекрасно соотносится с киратунской моделью. Здесь можно различить пачку карбонатных известняков (или же это гомолог нижних кремней); нижний и верхний фосфоритовые горизонты; междурядную кремнево-карбонатную пачку и верхние кремни. Она залегает между двумя карбонатными толщами, из которых верхняя представляет мергелиями, можно сравнить с верхним терригенным комплексом типа джиланской подпесчани, в основании которой тоже фиксируются разрезы и перерывы. Отсутствует выраженный нижний терригенный комплекс. Месторождение находится на периферии флишевого краевого прогиба Турецкой геосинклинали, входя в мелководную зону, которая со стороны бассейна сменяется фосфатно-глаукоцитовой терригенной фацией. Далее в сторону средней части бассейна следует кремнево-известняковая зона, сменяющаяся флишевыми геосинклинальными фациями.

На дальней периферии Африкано-Аравийской провинции, но в том же поясе меловых - третичных отложений Тетиса находятся многочисленные фосфоритовые месторождения и проявления Средней Азии. Воспользуемся разрезом, приведенным в статье Н.С.Шатского /57, с. 96/. На южном склоне Гиссарского хребта на карбонатно-глинисто-песчаниковой частично

пестроцветной толще маастрихт-аптинский комплекс палеогена, из разреза хорошо сопоставляются нижний и верхний терригенно-глинисто-карбонатный комплексы.

Сходство прослеживается и выделяются сероцветные карбонатные известняки-ракушечники, фиксируются рассеянные известняки, ставлены пестроцветные глины египетского разреза).

Продуктивный комплекс сенона терригенный комплекс с размывом известняков (это известняки мощностью до 85 м), которые в разрезе в темносланцевую сланцево-глинистый горизонт известняков с фосфоритовым горизонтом.

Выше следует 60-70-метровая толща, состоящая из чередующихся с прослоями черных известняков (25-30 м) с прослоями известняков верхняя фосфоритовая пачка. В этой пачке нетрудно усмотреть известняки Фосфория (сланцево-кремнистые).

Верхний фосфоритовый горизонт разделяется на нижний и верхний фосфоритовый пачкой темносланцевой (аргиллитово-карбонатной (3-4 м) вверху. Мощность тоже разделяется глиной на две пачки.

Надрудный верхний терригенный комплекс нижнего. Это тонкозернистые известняки, подчиненными прослоями глин. В толще в ряде горизонтов, обладающая железистостью, что объясняется известными комплексами.

К описанной гомоморфности можно подойти несколько иначе, а именно: ритма, а присутствуют только известняки, симметрично: карбонат - известняки междурядной пачки все же замещены морфны именно нижним доломитом, а не известняками, подобно тому, как это имеет место с нижними пестроцветными.

В других местах Ферганской долины Заргоб, Гулиоб, Обизаран и другие известняковых слоях залегает известняками горизонтами желтого цвета известняковая толща (40 м) с известняками известняками, а в нижней и верхней частях известняков основное значение для известняков известняков можно сопоставить до известняков

пестроцветной толще маастрихта залегает фосфоритовый глинисто-карбонатный комплекс палеогена, кроющийся глинистой толщей. Эти три части разреза хорошо сопоставляются с каратауской моделью, здесь ясно выделяются нижний и верхний терригенные комплексы, между которыми залегает глинисто-карбонатный продуктивный (рис. 33).

Сходство прослеживается в деталях. В нижнем терригенном комплексе выделяются сероцветные карбонатные фаши и отдельные прослои мелководных известняков-ракушечников; в карбонатных фазах комплекса местами фиксируются рассеянные желваки фосфатов; верхние слои комплекса представлены пестроцветными глинами (как и в подфосфоритовых отложениях этгипетского разреза).

Продуктивный комплекс (мощностью до 200 м) ложится на нижний терригенный комплекс с размывом. В нем выделяется толща нижних карбонатов (это известняки монского яруса, частично доломиты с гипсами мощностью до 85 м), которая в верхней части становится глинистой и переходит в темноцветную сланцево-глинистую толщу, в самых низах ее залегает горизонт известняков с фосфоритовыми желваками - нижний фосфоритовый горизонт.

Выше следует 60-70-метровая толща серых мергелистых глин, чередующихся с прослоями черных битуминозных сланцев, которых мало в средней части этой глинистой пачки. На глинах и сланцах лежат светлые известняки (25-30 м) с прослоями устричников и гипсов, над которыми следует верхняя фосфоритовая пачка. В строении этой глинисто-карбонатной междурудной пачки нетрудно усмотреть аналогию с междурудной пачкой в разрезе бассейна Фосфория (сланцево-кремнистой внизу и карбонатной сверху).

Верхний фосгоризонт здесь устроен также симметрично: различаются нижний и верхний фосфоритовые горизонты, разделенные междурудной пачкой темносланцевой (аргиллитовой, 3-6 м) внизу и ракушечково-карбонатной (3-4 м) сверху. Мощности фосфоритовых горизонтов 1-3 м. Нижний тоже разделяется глиной на два горизонта.

Надрудный верхний терригенный комплекс (170-200 м) отличается от нижнего. Это тонкозернистые и тонкослоенные породы - аргиллиты, с подчиненными прослоями глин, песчанков, мергелей, иногда кремнистых. В толще в ряде горизонтов, особенно в верхней части, отмечается повышенная железистость, что сближает ее с описанными уже верхними терригенными комплексами.

К описанной гомоморфизации разреза с каратауской моделью можно подойти несколько иначе, а именно: считать, что здесь нет нижнего фосфорита, а присутствуют только верхний фосфорит и междурудная пачка, построенная симметрично: карбонат - сланец - карбонат. Однако здесь карбонаты междурудной пачки все же заметно отличаются от верхних: они более гомоморфны именно нижним доломитам как по облику, так и по взаимоотношению с нижними пестроцветами.

В других местах Ферганы - на месторождениях Гиссарак, Туполанг, Заргоб, Гулиоб, Обизаранг и других - картина несколько иная. На сузакских известняковых слоях залегает песчано-карбонатная толща (40 м) с отдельными горизонтами желваковых фосфоритов (алайские слои). На ней - песчаная толща (40 м) с линзами и прослойками желваковых фосфоритов, выше - песчано-глинисто-фосфоритовая толща (30-50 м), в которой преобладают глины, а в нижней и верхней частях содержатся пласты фосфоритов, имеющих основное значение для данной группы месторождений. Эти три подразделения можно сопоставить по значению с нижним фосгоризонтом, междурудной

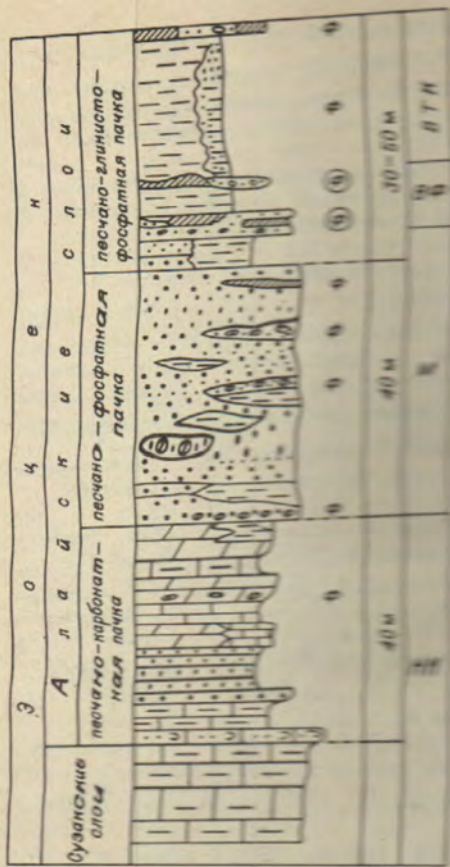


Рис. 34.

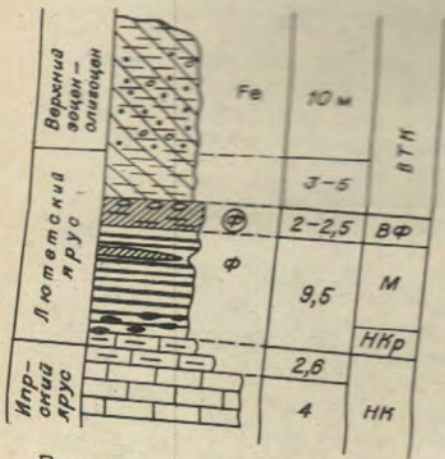


Рис. 35.

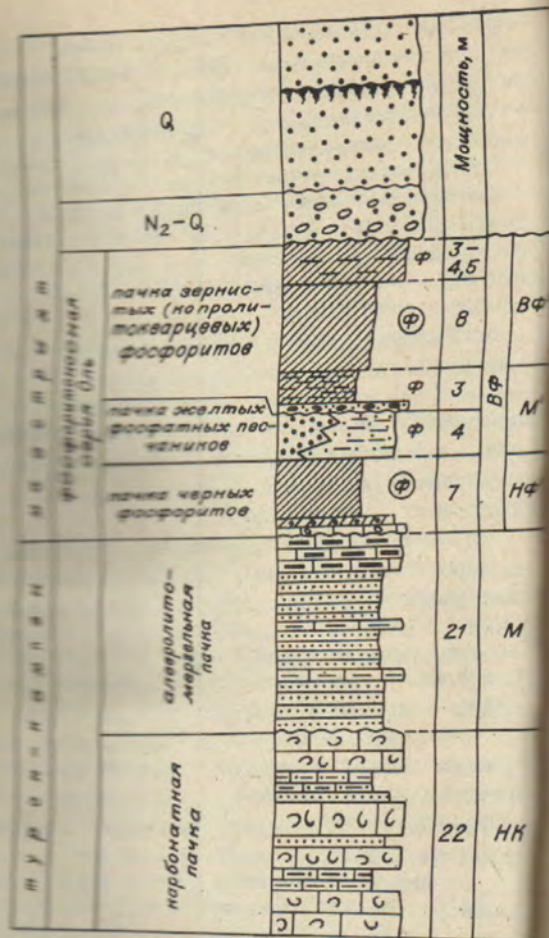


Рис. 36.

Рис. 34. Разрез фосфоритонесущих отложений Ферганы (по материалам Ш.Жураева).

Рис. 35. Разрез месторождения Таматгелель, Мали (по /48/).

Рис. 36. Разрез месторождения Нижняя Чивула, Конго (по материалам ГИГХС).

пачкой в песчаниковой фации и, кроме того, как и верхний фосфорит Ферганы.

Разрез расположенного в окрестностях месторождения Таматгелель (Мали) литетские (лютетский ярус). Здесь так же, как и в разрезе, близкая к карбонатной ипирский ярус представляется сменяющимися слоем белого мергеля.

Выше начинается пачка серых кремнистыми включениями. Если это "бонаты", то сланцы с кремнистыми включениями кремень";

вышележащая пачка серых сланцев. В ее верхней части встречается серый фосфорит (2-2,5 м), который ративный в верхней части. Это, конечно, над фосфоритовым горизонтом, который красноецветный и пестроцветный. Там же и серые (реже) глины и аргиллиты.

Еще южнее, в экваториальной зоне фосфоритов Нижняя Чивула (Конго) имеет самостоятельный цикл, но с такой последовательностью: мощные известняки с прослоями мергеля, алевролиты (аналог сланцевой фации) танский возраст. Здесь нет кремнистых карбонатов, которые встречаются в конгломеративном карбонате в южной Оль (маастрехт). Мощность этого слоя зернистых фосфоритов, сложенного из Оль можно выделить ниже и выше междурядную пачку, сложенную известняком цемент, 1 м), глинистым фосфоритом и фосфоритом лежит кварцевый известняк (3-5 м).

Южно-Китайский бассейн

Этот регион представляет собой

восточном субэклипсальном

насеиваемой фации, которая

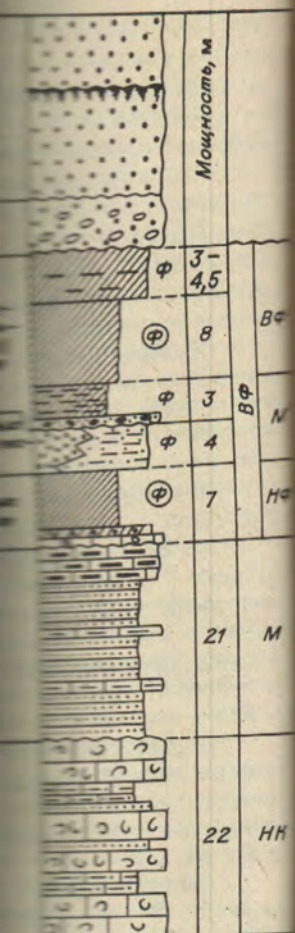
состоит из известняков, мергелей

и фосфоритов.

Восточная часть бассейна

представляет собой

известняки, мергели и фосфориты.



пачкой в песчаниковой фации и верхнем горизонте, который устроен так же, как и верхний фосфорит Фосфория - пачка Ритор (рис. 34).

Разрез расположенного значительно южнее зоны Средиземноморья месторождения Тамагелель (Мали) того же возраста, что и присредиземноморские (лютетский ярус). Здесь тоже наблюдается последовательность компонентов разреза, близкая каратауской модели:

нижний ярус представлен серыми известняками (4 м), вверху заканчивающимися слоем белого мергеля (1 м);

выше начинается пачка серых глинистых сланцев, в нижней части с кремнистыми включениями. Если предыдущую пачку принять за "нижние карбонаты", то сланцы с кремневыми включениями можно определить как "нижний кремль";

вышележащая пачка серых сланцев (9 м) аналогична "сланцевой пачке". В ее верхней части встречаются маломощные слои фосфоритов; серый фосфорит (2-2,5 м, 30%  $P_2O_5$ ), глинистый внизу и конгломеративный в верхней части. Это, конечно, "верхний" фосфорит;

над фосфоритовым горизонтом следует "верхний терригенный комплекс", красноцветный и пестроцветный. Нижняя часть его (3-5 м) - это красные и серые (реже) глины и аргиллиты, а верхняя - пестроцветные ожелезненные аргиллиты с гравием (10 м) (рис. 35).

Еще южнее, в экваториальной Африке (Конго), известно месторождение фосфоритов Нижняя Чивула (рис. 36). Продуктивная пачка его представляет самостоятельный цикл, но сама является как бы верхним фосфоритом в такой последовательности: нижний карбонат (22 м) - органогенно-обломочные известняки с прослоями терригенных слоев, выше - темно-серые алевролиты (аналог сланцевой пачки, 21 м). Обе пачки имеют турон-камбрийский возраст. Здесь нет кремней и нижних фосфоритов. На слое глинистых карбонатов, которыми заканчивается пачка алевролитов, с размытым и конгломеративным карбонатом в основании залегает фосфоритонесная серия Оль (маастрехт). Мощность пачки до 30 м. Начинается она (снизу) слоем зернистых фосфоритов, содержащих примесь кварцевого песка. В серии Оль можно выделить нижний и верхний фосфориты (по 7 м каждый); межрудную пачку, сложенную кварцевыми песчаниками с глинисто-фосфатным цементом (4 м), конгломератом (кварцевая галька, песчано-фосфатный цемент, 1 м), глинистым фосфоритом сверху (3 м). Над верхним слоем фосфорита лежит кварцевый песчаник с фосфатно-песчано-глинистым цементом (3-5 м).

#### Южно-Китайский бассейн платформы Янцзы (КНР, ДРВ)

Этот регион представляет собой сочетание участков с широким развитием слабодислоцированных кембрийских и синийских отложений, разделенных массивами древних образований, глы, вальды, синийско-кембрийские слои не отлагались /4, с. 41/. Чехол платформы залегает с режимом угловым несогласием на фундаменте, сложенном фанитами, слабо метаморфизованными алевролитами, песчаниками, относящимися к комплексу Банси, кварцитами и гнейсами, гранитами (комплекс Эбень).

Наиболее крупные месторождения фосфоритов расположены в юго-западной части КНР - во впадине Сиань. Разрезы их хорошо сопоставляются с каратауским,

Разрезы синийской системы (описание дается по /4/), разделенной

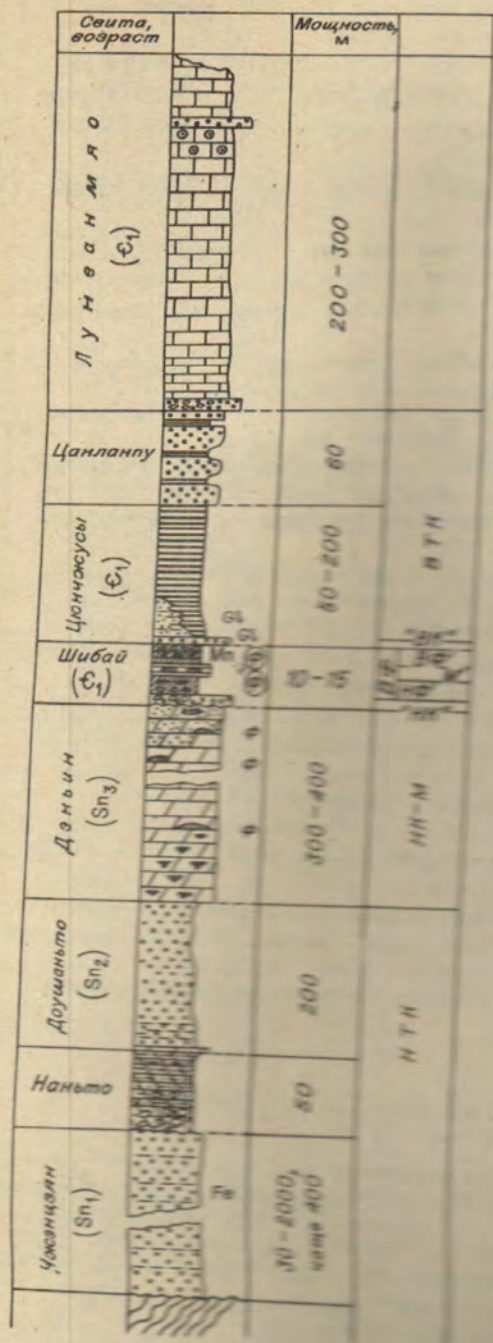


Рис. 37. Разрез фосфоритовых отложений месторождения Кунъюань (по /4/).

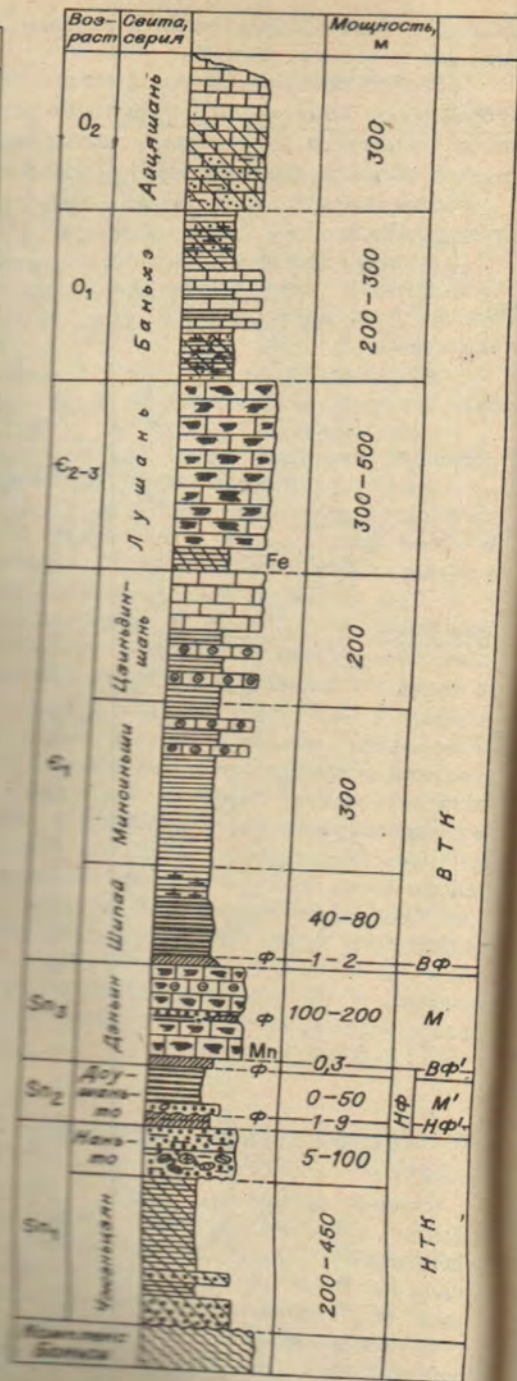


Рис. 38. Разрез фосфоритовых отложений месторождения Каймен (по /4/).

на три отдела, здесь (в основном цветным) терригенным комплексом (рис. 37, 38). Это кристаллические и кварцевые песчаники, до нескольких сотен метров. Этот комплекс часто представлен в разрезе. В районе г. Кунъюань в толще базальтовых руд и медистых песчаников. В разрезе впадины Синань очень сложный. В /26/ свита Чжэнцзян, как и карбонатной серии Каратау, что в свите лежат тиллитоподобные породы существующих данных. В разрезе цветы с пестроцветами (в разрезе цветными) и считать их базальтовыми.

Выше песчаниково-сланцевых образных конгломератов, представляющих массу, в которой "плавают" глыбы, глинистых сланцев, сформированных формация Наньто или "плавают" нескольких до десятков метров. В пестроцветную карбонатно-сланцевую несколько десятков метров.

Выше формации Наньто сланцевая, толща (свита) Синань Наньто ложатся на подстилающуюся. В разрезе месторождения Кунъюань /4/ можно заключить, что, вероятно, начинается новый цикл седиментации. В карбонатные сланцы и черные песчаники, фашиально замещенные.

Карбонатно-сланцевая толща Наньто, фосфоритонасна. Фосфориты непосредственно над пачкой сланцев. Доушаньто, как это имеет место в На большей же части впадины Синань подошве сланцев Доушаньто фосфоритовых доломитов (горизонт Люэнь) и сланцев (месторождение Цзюньцун). В разрезе фосфориты занимают пространство пачкой. Сланцы Доушаньто вместе с песчаников представляют собой сложный цикл разреза Хубусулу. В разрезе компоненты цикла представлены черными углистыми известняками. Можно заметить некоторые особенности изложенной гомоморфизма. Так, в разрезе на песчаниках Наньто, сланцы с вершиной размытия и сланцевыми, что фосфорит и черные сланцы.

Мощность, м	
300	
200-300	
300-500	
200	
300	ВТН
40-80	
1-2	ВФ
100-200	М
0,3	ВФ'
0-50	М'
1-9	НФ'
5-100	
200-450	НТН

на три отдела, здесь повсеместно начинается пестроцветным (или красноцветным) терригенным комплексом, резко несогласно налегающим на фундамент (рис. 37, 38). Это красные, фиолетово-серо-зеленые, иногда серые аркозовые и кварцевые песчаники разной мощности: от 20-30 до нескольких сотен метров (и даже до 2 тыс. м). Верхняя часть этого комплекса часто представлена глинистыми сланцами, красными и серыми. В районе г. Куньян в толще базальных песчаников имеются залежи железных руд и медистых песчаников. По всем этим качествам базальный комплекс впадины Синань очень сходен с кубайской формацией. В каратауском разрезе ее следует сравнивать с базальной частью кыршабактинской свиты. В /26/ свита Чжэнцзян, как обозначается пестроцветные базальные песчаники и сланцы синийско-кембрийского комплекса, сопоставляется с малокаройской серией Каратау, что возможно, ибо в основании кыршабактинской свиты лежат тиллитоподобные конгломераты. Но так как вопрос этот в свете существующих данных неразрешим, лучше просто параллелизовать пестроцветы с пестроцветами (в разрезе месторождения Куньян "тиллиты" красноцветны) и считать их базальным терригенным комплексом.

Выше песчаниково-сланцевого базального комплекса следует пачка своеобразных конгломератов, представленных глинистой или глинисто-песчаной массой, в которой "плавают" гальки и валуны фаллитов, кварцитов, гранитов, глинистых сланцев, кремнеземных известняков. Она известна под названием формация Наньто или "тиллит Наньто". Мощность этих тиллоидов от нескольких до десятков метров. В верхней части тиллоиды переходят в пестроцветную карбонатно-сланцевую с песчаниками толщю мощностью до нескольких десятков метров.

Выше формации Наньто следует глинисто-сланцевая, или сланцево-известняковая, толща (свиты Сунлин или Доушаньто). Местами тиллоиды Наньто ложатся на подстилающий терригенный комплекс с размывом (разрез месторождения Куньян /4, фиг. 68, 71; 110, с. 15-16/), из чего можно заключить, что, вероятно, как и в Хубсугульском бассейне, с них начинается новый цикл седиментации, в разрезе фаза которого отлагались бескарбонатные сланцы и черные известняки, пестроцветные сланцы или даже песчаники, фашиально замещающие сланцы.

Карбонатно-сланцевая толща ( $Sn_2$ ), залегающая над тиллоидами Наньто, фосфоритонасна. Фосфориты залегают в ней красное положение — непосредственно над пачкой тиллоидов в подшале и в красном черных сланцев Доушаньто, как это имеет место на месторождении Кайян /4, с. 93-94/. На большей же части впадины Синань непосредственно над тиллоидами, в подошве сланцев Доушаньто фосфориты отсутствуют, а есть только слой доломитов (горизонт Люцзин) или пачка темно-серых кремнистых известняков (месторождение Цингуандун). Таким образом, в этом интервале разреза фосфориты занимают классическую позицию: над и над черессланцевой пачкой. Сланцы Доушаньто вместе с пачкой тиллоидов и окисляющихся их песчаников представляют собой отложения цикла, гомоморфного продуктивному циклу разреза Хубсугульского бассейна. Наиболее глубоководные компоненты цикла представлены черными сланцами, местами переходящими в черные углистые известняки. Если рассмотреть разрез детально, то можно заметить некоторые моменты, которые, казалось бы, противоречат изложенной гомоморфизации. Так, фосфорит месторождения Кайян, залегающий на песчаниках Наньто, отделяется от черных сланцев Доушаньто по поверхности размыва и слоем кварцевого гравелита; это может говорить о том, что фосфорит и черные сланцы относятся к разным циклам седимента-

ши. Следует заметить, что разбивка разреза на циклы по формальному правилу — от размыва до размыва, вполне с утвердившимся мнением, что поверхность размыва всегда разделяет циклы, способна внести путаницу. Дело в том, что размывы могут быть строго локальным явлением, вторгшимся в любую закономерно формирующуюся последовательность.

Если на месторождении Кайян основной продуктивный горизонт находится в основании свиты Доушаньто, то в ряде других мест впадины Синань основной фосфоритовый слой занимает более высокое положение. Над свитой Доушаньто следует свита Деннин (S<sub>03</sub>) — очень однородная по составу, а именно, сложенная почти сплошь светло-серыми строматолитовыми массивными доломитами, часто кремнистыми. Мощность доломита Деннин существенно меняется: от 100 до 1200 м. Фосфоритоносные пачки залегают непосредственно под и над доломитами Деннин, и есть случай (в разрезе месторождения Кайян), когда фосфоритовый слой (в сопровождении кварцевого песчаника и глинистого сланца мощностью в 1 м) залегают в средней части Деннин.

Выше доломитов Деннин находится следующая черно- и серосланцевая (уже нижекембрийская) толща (свиты Шапай, Нютитан, Цзюнчжоусы, Лиенсиньси, Улипай, Лэйбо), которая сверху по разрезу сменяется чередованием карбонатных и карбонатно-терригенных свит кембро-ордовика, местами пестроцветных. В этой последовательности доломит Деннин играет роль региональной межрудной пачки, аналогичной пачек Рекс и Френсон бассейна Фосфория, разделяющих два сланцевых фосфоритоносных уровня, и, как и эти пачки, он латерально — в сторону более погруженных частей впадины Синань (на правобережье среднего течения р.Янцзы) — переходит в толщу глинистых бескарбонатных сланцев. В районе месторождения Куньян, как и в бассейне Фосфория, нижняя часть межрудной пачки (Деннин) более кремниста (гомолог пачки Рекс); верхняя бескремниста, запесочена (Френсон, Шедхорн). Кое-где более кремниста, красна, верхняя часть доломитов Деннин (месторождение № 39 /4, фиг. 42/), и здесь же средняя часть их более тонкослоиста, известковиста, кремниста. Трехчленное строение доломита Деннин делает его схожим с нижним доломитом Каратау. Сопоставляли Деннин с этим доломитом по положению в разрезе В.Г.Королев с соавторами /26/ и мы /17, с. 170/ на том основании, что фосфоритовый горизонт являющийся основным на ряде месторождений Юго-Западного Китая, подстилается им. Кроме того, сам доломит имеет ряд литологических сходств с пачкой нижних доломитов Каратау. С другой стороны, все сказанное позволяет сопоставить Деннин и с бурый доломитом Каратау, точнее, бурый доломит + верхний карбонат А /17, с. 128/. Иначе говоря, доломиты Деннин — типично межрудная межсводная пачка, разделяющая более "глубокие" фазы седиментационных циклов, при переходе к которым и формируются фосфоритовые горизонты.

Последовавшая за отложением верхнего фосфоритового горизонта впадины Синань цепь событий также обнаруживает явные признаки циклического развития бассейна. Однако фосфогенез более не повторялся, что соответствует истории времени шабактинской свиты кембро-ордовика Каратау. Местами развитие бассейна после отложения фосфоритов шло регрессивным путем (появление в нижнем ордовике районов № 36, 44, 45 впадины Синань) развивалась непрерывно пестроцветов и красноцветов. Местами трансгрессия с кремнями. Однако повсеместно несколько выше верхних фосфоритов в разрезе фиксируются гомологи джунганской подгруппы Каратау — тонкослоистые

глинисто-сланцевые и песчаные прослоями, иногда глауконитовые, 500-600 м выше верхнего известняковой свиты Лудань сланцев, который по подстилает слою аллитов в основании суббассейна.

Очень напоминает свиты го рифея в Горной Шории /51, средственно как над, так и под один уровень фосфоритоносности (му) уровню. Сопоставление с ривает, что к возможности обнаружения сибирской свитой следует отнести

Строение околофосфоритовых в ряде случаев обнаруживаются фосфоритовых серий Каратау, Фосфория Доушаньто вместе с основным доломитом Кайян сходна с пачкой Мид Пай /45 /4, с. 77,78/ на доломите Деннин с линзочками кремней — в разрезе Каратау; выше следует известняк с линзами кремня (4 м) — гомолог сланцевой пачки Каратау; расположены доломиты и известняки верхнего карбоната, кроющиеся сланцами пачки Б Каратау), над которыми известняк лаодун (50-70 м) — гомолог известняков Юйсянсы (15 м) — известняки и известняки — гомолог известняков

В районе г.Куньмин на горных склонах фосфориты залегают в цикле трансгрессивной отделяются залегающие ниже сланцы отложения (алевролиты, сланцы, известняки). Первый цикл — незавершенная трансгрессия Фанцзян, начинающаяся на котором залегают толща известняков начинается "тиллитом Наньто" (15 м) — гласно на Чженцзян. Над "тиллитом" известняков окраску, следует пестроцветная известняков. Эта пестроцветная известняков с кварцевых песчаников с известняками Фанцзян — аналог известняков толщей доломитов — формирования известняков доломиты сверху фосфатны, известняки и известняки фосфоритоносный — отвечает известняков с размывом. Ее разрез следующий известняков с прослоями доломитов и известняков прослоями зеленых сланцев и известняков доломитов с кремневыми прослоями известняков ресливания черных известняков с известняков

по формальному  
мнению, что  
вести путаницу.  
явлением, вторг-

горизонт нахо-  
мест впадины Си-  
положение. Над-  
однородная по сос-  
строматолитовыми  
доломита Денъин  
пачки зале-  
есть случай (в раз-  
(в сопровождении  
в 1 м) залегают в

и серосланцевая  
Цзюньчжоусы, Ли-  
сменяется чередовани-  
ордовика, местами  
Денъин играет роль ре-  
Френсон бассейна  
уровня, и, как и  
частей впадины  
переходит в толщу  
Куньян, как и  
(Денъин) более крем-  
запесочена (Френсон,  
часть доломитов Денъ-  
не средняя часть их бо-

строение долами-  
Каратау. Сопоставляя  
С.А. Королев с соавтора-  
фосфоритовый горизонт  
Южного Китая, подсти-  
сходств с  
все сказанное позво-  
точнее, бурый  
доломиты  
более "глу-

и котором и форми-  
горизонта впа-  
признаки циклического  
что соответст-  
Каратау. Мес-  
регрессивным пу-  
44, 45 впадины Синань  
Местами трансгрес-  
известняков  
фосфоритов в раз-  
Каратау - тонкослоистые

глинисто-сланцевые и песчаные пестроцветные отложения с карбонатными прослоями, иногда глауконитоносные. А в разрезе месторождения Кайян, в 500-600 м выше верхнего фосфоритового слоя, в основании кремнисто-известняковой свиты Лушань ( $E_{2-3}$  по /4/) залегают слой кирпично-красных сланцев, который по позиции в разрезе удивительно хорошо соответствует слою аллитов в основании табизуртинской свиты Боксон-Ухагольского суббассейна.

Очень напоминает свита Денъин нашу западосибирскую свиту верхнего рифея в Горной Шории /51, 53/. Фосфориты в последней известны непосредственно как над, так и под ней. Их, в стремлении получить лишь среднюю степень фосфоритности, нередко приписывают верхнему (пызасскому) уровню. Сопоставление с разрезом Южно-Китайской платформы показывает, что к возможности обнаружить продуктивный уровень и под западно-сибирской свитой следует относиться серьезно.

Строение околофосфоритового пространства на синаньских месторождениях в ряде случаев обнаруживает существенное сходство с разрезами фосфоритовых серий Каратау, Фосфория. Так, уже было упомянуто, что свита Доушаньто вместе с основным фосфоритовым пластом на месторождении Кайян сходна с пачкой Мид Пик. В КНР на месторождениях районов № 44, 45 /4, с. 77, 78/ на доломите Денъин залегают пачка доломитовых известняков с линзочками кремней - это гомолог нижнего доломита и нижнего разреза Каратау; выше следуют глинисто-карбонатно-кремнистые сланцы (5 м) - гомолог сланцевой пачки; далее идет пачка фосфоритов; выше ее известняк с линзами кремня (4 м) - гомолог верхних кремней; еще выше расположены доломиты и известняки серые, кремнистые (6 м) - гомологи верхнего карбоната, крошащиеся слоем серого глинистого сланца (гомолог пачки Б Каратау), над которыми следует массивные известняки свиты Цзюлаодун (50-70 м) - гомолог пачки В. Над этими массивными известняками находится свита Юйсянсы (150 м) - пестроцветные известковые песчаники и известняки - гомолог пачки Г.

В районе г.Куньмин на группе месторождений Куньян /110, 111/ фосфориты залегают в цикле третьем снизу от поверхности размыла, которой отделяются залегающие ниже слабо метаморфизованные пестроцветные отложения (алеволиты, сланцы) формации Мейин - "фундамента" платформы. Первый цикл - незавершенный - отвечает залегающей на "фундаменте" формации Чженцзян, начинающейся пластом базального конгломерата (0,5 м), на котором залегают толща красноватых песчаников (300 м). Второй цикл начинается "тиллитом Наньто" (7-8 м), залегающим с разрывом и несогласно на Чженцзян. Над "тиллитом", имеющим частично красноватую окраску, следует пестроцветная пачка песчаных и глинисто-алеволитовых отложений. Эта пестроцветная формация Наньто выражается стометровой толщиной кварцевых песчаников с доломитами посредине. Данные песчаники (формация Фанцзяван - аналог сланцев Доушаньто) крошатся трехметровая толщей доломитов - формацией Донглантан (аналог доломитов Денъин). Доломиты вверх фосфатны, внизу и вверх содержат кремни. Третий цикл - фосфоритноносный - отвечает формации Юхукуэ, залегающей на Донглантан с разрывом. Ее разрез следующий (снизу): 1) пачка глинистых красноватых прослоями доломитов и зеленых песчаников (37 м); 2) доломиты с прослоями зеленых сланцев и песчаников (200 м); 3) пачка фосфатных прослоями зеленых сланцев и песчаников (11 м); 4) пачка доломитов с кремневыми прослойками и линзочками (11 м); 5) нижний фосфатизация черных силицитов с алеволитовыми доломитами; 6) межрудная пачка песчаных доломитов, фосфоритовый горизонт (1 - 3 м);

кремнистых алевроитовых и глинистых сланцев (15 м); 7) верхний фосфоритовый горизонт - песчанистая, доломитовые и чистые фосфориты (25-27 м); 8) пачка доломитов, переслаивающихся с фосфатными и кремнистыми слоями (14 м); 9) разрыв и затем толща черных, серых, пачками красноватых и зеленых алевролитовых сланцев формации Цзянчжусы (до 200 м) со слоем глауконитового, песчаного фосфорита (0,4 м) в основании.

Разрез третьего цикла гомоморфизмуется с каратауским: интервалы 1) и 2) - с кыршабактинской свитой - нижний терригенный комплекс; 3) - с нижним доломитом; 4) - с нижним кремневым горизонтом; 8) - с бурым доломитом и пачкой А, то есть - с верхним кремнем и верхним карбонатом; интервал 9) - с верхним терригенным комплексом. Как и в Каратау глауконитоносные породы в разрезе встречаются несколько ниже и непосредственно выше продуктивной пачки, а в подошве нижнего кремневого горизонта наблюдается четкий разрыв.

Таким образом, фосфоритоносные разрезы Южно-Китайского бассейна в общем плане и в деталях обнаруживают ту же последовательность компонентов разреза, что и месторождения Каратау, Фосфории, Африкано-Аравийской провинции. Здесь, как в разрезе хубсугульской серии, проявляется несколько фосфатных уровней, контролируемых региональной цикличностью, с двумя основными продуктивными горизонтами, которые залегают на один-два цикла выше подошвы сланцево-карбонатного комплекса чехла платформы.

Достаточно показательно также сопоставление с общей моделью разреза месторождения апатитов, являющихся метаморфизованными пластовыми фосфоритами в районе Северного Вьетнама у г. Лаокая, на южном борту впадины Синань /4, с. 81, 82/. По материалам, приводимым в /24/, разрез этого района таков (породы описываются в их дометаморфическом виде) (рис. 39):

	Мощность, м
1. На древних образованиях (доломитовые мраморы или гнейсы) с резким несогласием залегает толща пестроцветных (зеленоцветных) карбонатно-сланцевых и песчанниковых (аркозы) отложений . . . . .	100-300
2. Выше без видимого несогласия, но явно трансгрессивно залегает пачка конгломератов и брекчий с глинисто-кварцево-песчаным цементом . . . . .	12-15
3. Глинистые и кремнисто-доломитовые сланцы, слегка фосфатные местами, углистые . . . . .	80-100
4. Пачка слабо углистых глинистых доломитов . . . . .	12-15
5. Пачка черных глинисто-доломитово-углисто-кремнистых сланцев, фосфатистых вверху . . . . .	25-30
6. Слой доломитовых и кремнистых фосфоритов, углисто-глинистых . . . . .	6-12
7. Пачка карбонатно-кремнистых или кремнисто-карбонатных сланцев, с отдельными прослоями фосфоритов (внизу) . . . . .	20-30
8. Глинисто-алевроитовая фосфатная пачка, известковая . . . . .	7-10
9. Кремнисто-глинисто-карбонатная, слегка фосфатная толща . . . . .	25-40
10. Карбонатно-алевроито-глинистая толща (глинисто-сланцевая, известковистая) . . . . .	60 и более

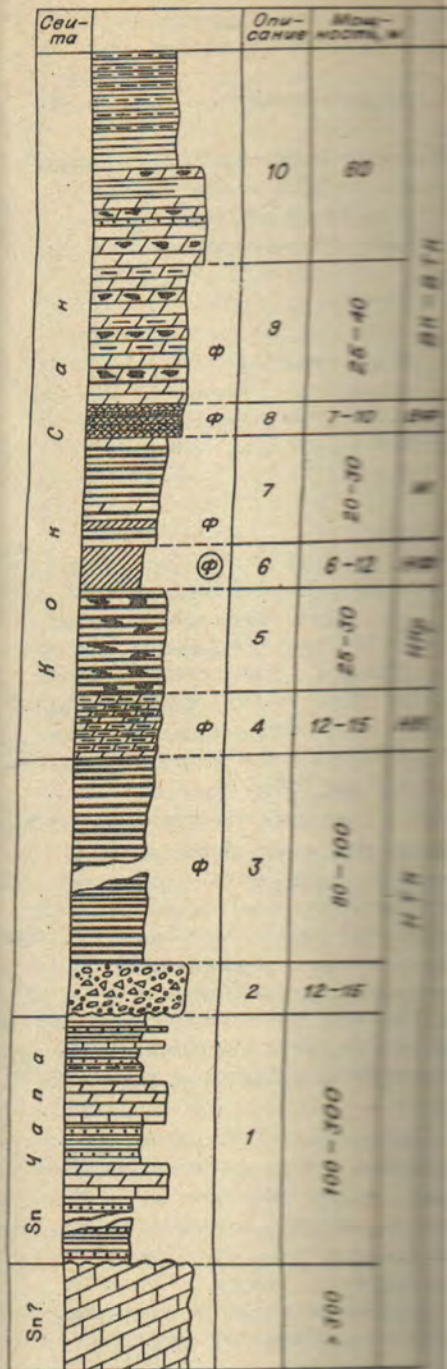


Рис. 39. Разрез месторождения Май Кок, ДРВ (по /24/).

5 м); 7) верхний фосфориты фосфориты (25-27 м) и кремнистыми слоями и кремнистыми слоями, пачками красноватых куски (до 200 м) со сло- в основании.

Каратауским: интервалы аригенный комплекс; 3) - горизонтом; 8) - с бурым и верхним карбонатом. Как и в Каратау глауко ниже и непосредственно кремневого горизонта

Китайского бассейна последовательность компонентов, Африкано-Аравийской серии, проявляется незначительной циклическостью, с которые залегают на один комплекса чехла платформы с общей моделью разформированными пластовыми, на южном борту приводимым в /24/, разном метаморфическом ви-

Мощность, м

мраморы  
песчаники и песчаники  
100-300  
трансгрессионные глинисто-песчаные, слегка  
12-15  
80-100  
12-15  
кремнистые  
25-30  
углистые  
6-12  
карбонатные  
20-30  
песчаная  
7-10  
глинистая  
25-40  
60 и более

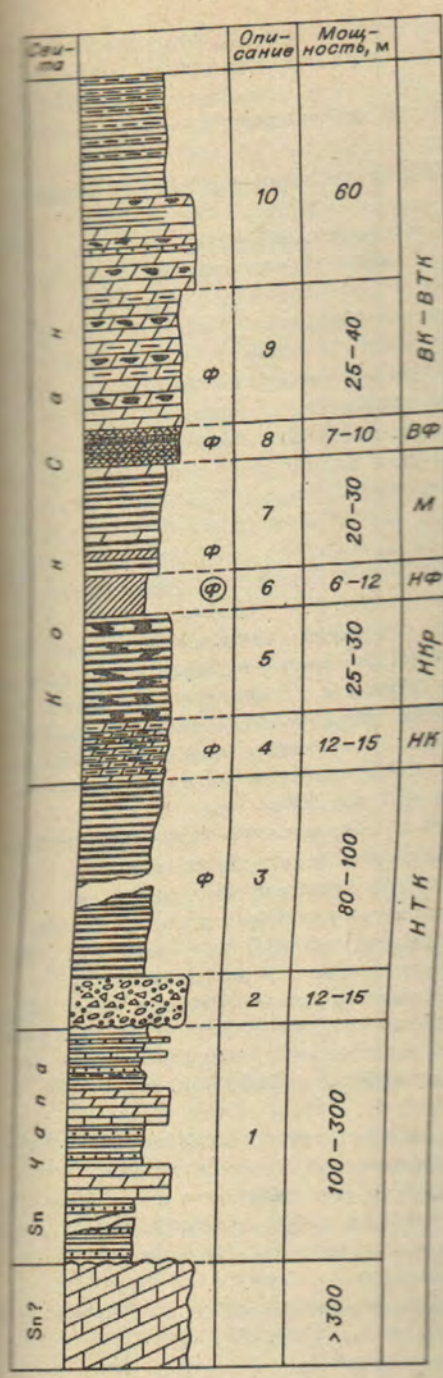


Рис. 39. Разрез месторождения Май Кок, ДРВ (по /24/).

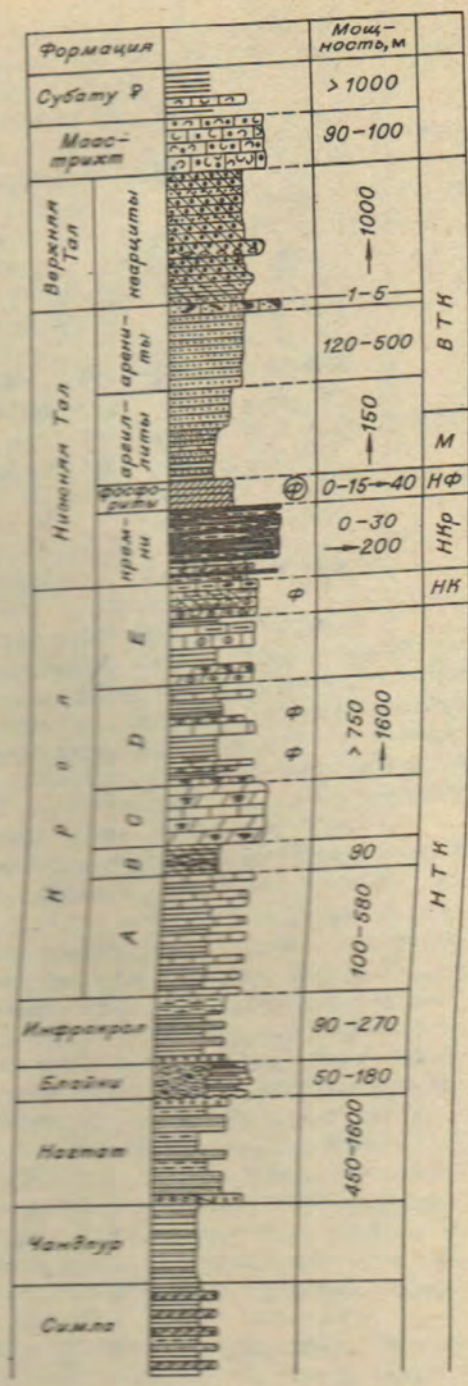


Рис. 40. Разрез фосфоритовых залежей бассейна Тал, Индия (по /8, 81/).



последовательность, описывае-  
подразделения можно соответ-

это аналог малокаройской

Бивальвого конглобрекчиевого

карибактинской свиты.

можно причленить и 1:

сланцевая) пачка;

песчанисты) или же

(прибрежной) фации;

джиланской под-

в нескольких

Гималаев на террито-

полосе, иногда

"пластовые"; афани-

частыми слойками

пачку мощ-

формаций, не вы-

ископаемой фау-

непрерывности раз-

все основания

фосфори-

и известкам) до юры.

возрасте фосфорито-

биостратиграфи-

преимущественно выше фос-

сланцы выше, около

залегают не в ти-

бассейне, а

его с египет-

забегая вперед, нуж-

каратауской мо-

л. 40.

резко отделяющи-

здесь роль ложа

(но не ме-

нее нескольких сотен метров). Наиболее древняя из типично геосинклиналь-  
ных формаций региона — формация Симла. Это темные шиферы и красные  
песчаники, переслаивающиеся с серыми и красными аргалитами, в которых  
наблюдаются граувакковые ритмы (признаки отложения в глубоких тро-  
гах). Выше Симла следует тоже типично геосинклинальная формация Чанд-  
пур: перемежающиеся тончайшие наслоенные феллиты и кварциты, шиферные  
сланцы; прослойки амигдалоидных лав. Преобладают зеленые цвета пород. В  
каратауском разрезе этим свитам гомоморфна большекаройская граувакко-  
вая турбидитная свита (формация).

На формации Чандпур параллельно, местами с конгломератом в осно-  
вании, залегает формация Нагтаг — мощная (450-1600 м) толща белых  
кварцевых песчаников (кварцитов), алевролитов, аргалитов, феллитов, туф-  
фитных песчаников, которую многие рассматривают как молассу.

На ней с размывом лежат отложения типичного типа: формация Блай-  
ни. Это пачка (50-180 м) несортированных лудинговых конгломератов с  
обломками до валунных и глыбовых размеров, плоскократенными и вовсе не-  
окатанными. Обломки состоят из темных шиферов, кварцитов, жильного квар-  
ца, серых карбонатных пород, которые заключены в тончайшем глинисто-  
алевритистом или песчано-алевритовом матрице. Конгломераты Блайни по  
простиранию могут переходить в розовые известняки, переслаивающиеся с  
красными сланцами. Формация, несмотря на сравнительно небольшую мощ-  
ность, выдерживается по всем Западным Гималаям. Над ней располагается  
последовательность отложений, существенно отличающаяся от отложений ни-  
же ее. Выше Блайни полностью отсутствуют грауваки и заметную (а в  
больших интервалах разреза и преобладающую) роль играют карбонатные  
породы, которые, как только что сказано, появляются уже на уровне кон-  
гломератов Блайни. Выше Блайни следует формация Индра-Крол (90-270 м).  
Это сероцветные шиферы и кварциты, сверху — глинисто-известковистые  
сланцы.

Далее залегает мощная (1000-2000 м) глинисто-карбонатная фор-  
мация Крол, подразделяющаяся на нижнюю, среднюю и верхнюю части, при-  
чем верхняя, в свою очередь, делится на три части. Их (а подчасти форма-  
ции Крол) обозначают литерами А, В, С, D, E (снизу вверх).

Нижняя Крол (А) — толща мощностью 100-500 м, сложенная череду-  
ющимися светло- и темно-серыми, черными известняками с подчтенным  
количеством известково-глинистых сланцев.

Средняя Крол (В) — 90 м, тончайшеслоистые красные сланцы с из-  
вестковыми линзочками и тонкими прослоями кремнистых известняков.

Верхняя Крол (триас) — существенно карбонатная толща мощностью  
до 1600 м (более реально, что до 1000 м). Нижняя часть ее (С)<sup>11</sup> об-  
разована массивными серыми кремнистыми известняками. Средняя (D) —  
существенно сланцевая. Сланцы — это глинистые известняки, переслаиваю-  
щиеся с кремнистыми известняками; иногда встречаются слои конгломера-  
тов, пласты гипса. Отмечаются фосфатные слои. Верхняя часть (E) пред-  
ставлена известняками и доломитами с незначительным количеством про-  
слоев серых и красных сланцев. В карбонатных породах (темные и свет-  
лые) часто отмечаются строматолитовые текстуры, иногда червоточно-черных

<sup>11</sup> Мощности пачек Верхней Крол в использованной нами литературе  
не даны.

тончайшеслоистых известняков (тоже "сланцев"). Наиболее верхняя часть пачки Е выделяется как "переходные слои". Если в нижней части Е преобладают светлые доломиты, то верхняя состоит преимущественно из желтоватых (на поверхности) глинистых пиритоносных известняков с примесью кварцевого песка.

В переходном интервале разреза верхов Крол фиксируются тонкие прослойки фосфатных пород, кремней, карбонатных брекчий. Вверх по разрезу переходные слои постепенно сменяются тонкослоистыми глинистыми известняками с прослойками кремней и фосфоритов, которые латерально могут переходить в нодулярные кремни: начинается формация Тал, разделяющаяся на нижнюю и верхнюю. В подошве Тал предполагается перерыв в осадконакоплении без осушения.

Нижняя Тал снизу состоит из пачки серых и черных (иногда цветных) кремней (силицитов), тонко и часто (по 2-5 см) перемежающихся с более светлыми слоями (возможно, с примесью глинистого материала). Основная пачка кремней (полосчатые, черные) содержит подчиненные прослои карбонатов. В верхней части кремни нодулярные. Мощность ее от нескольких метров до 200 м. Местами пачка отсутствует.

Выше залегает продуктивный фосфоритовый горизонт мощностью от нескольких метров до 10, реже до 40 м. Фосфориты прослаиваются кремнями и темными карбонатами. В свежем виде фосфориты черные, афанитовые, пиритоносные, иногда отчетливо строматолитовые (например, на участке Дурмала). Мощности кремневой и фосфатного горизонтов обратно пропорциональны. На промышленных участках мощность кремневой пачки до 10 м. Там, где кремни выклиниваются, фосфориты залегают непосредственно на известняках Верхней Крол. Фосфоритный горизонт залегает в основном над кремневой пачкой, но иногда фосфориты встречаются внутри кремней или как бы замещают ту или иную часть кремневой пачки, которая может переходить в фосфатные кремни.

Над продуктивным горизонтом следует серия известнисто-алеуритистых аргиллитов (мощностью до 150 м), черных в нижней части, серых в остальной. Состав их полевидно-карбонатный; по существу, все эти сланцы не что иное, как тонкослоистые алеуриты. Отмечаются отдельные слои песчаников, местами - известняков. Вверх по разрезу отложения светлеют и "аргиллитовая" пачка переходит в "аргентитовую" - тонкослоистые алеуриты или алеуритовые сланцы со следовыми скоплениями осадка. Мощность пачки до 300 м. Аргентитовая пачка завершается слоем кремнистых и железистых, слоистых залеженных известняков (1-5 м), очень выдержанным по площади ("нижние известняки"). Предполагается, что возраст Нижней Тал  $J_2 - K_1$ .

Выше следует формация Верхняя Тал - мощная (до 1000 м) толща белых кварцитов (песчаников), аркозов, прослоенных подчиненными слоями зеленых и серых сланцев, красных алеуритов с трещинами усыхания. Предполагается, что эта песчаная толща залегает на Нижней Тал с размывом и перерывом.

Толща песчаников согласно кроется стометровой пачкой песчаных раковинных известняков ("верхние известняки") с фауной верхов верхнего мела.

Гомоморфизация описанного разреза с разрезами вышеупомянутых крупных фосфоритовых бассейнов и, в частности, с каратауской моделью несложна. Отложения ниже конгломератной пачки Блайна хорошо гомологизируются с зеленоватой (иногда пестроцветной) граувакковой толщей

большекарройской свиты, Молваса и малокарройской серий. Блайна пачка жасней существенно карбонатной и думать, что разрез бассейна Тал - сейнов.

Пачки Инфра-Крол, Нижняя и гизированы с кыршабактаской свитой Каратау. Но более предположительно разрезом южно-китайской свиты конгломератов следуют сланцы - отложения свиты Доушань. В ряду пород - от песчаных до сланцев. Инфра-, Нижняя и Средняя свиты: здесь внизу много известняков, а сверху - красная свитой (особенно Крол В, и т.д.)

Лежащая выше толща Верхняя Крол (кремнистость, дислоцированность, текстуры, глинистость свиты) и кремнистость и глинистость в верхах свиты Деннин, особенно по мощности. Формация Крол более известна в Деннин, так как в ней больше фосфоритов. Фосфориты здесь не афанитовые, а тау, а тоже афанитовые, и т.д.

Выше Верхней Крол залегает горизонт нижних кремней, который сочетается признаками фосфоритов, Фосфориты, и алеуритовые сланцы, особенно для Джорджии.

В бассейне Тал, свиты, которые в том состоянии с обрамлением. В платформе Янцзы, здесь фосфоритов, кремней и карбонатов, большой мощности. Слой кремней отражает условия железистых и алеуритового терригенного комплекса, алеуритовыми конкрециями.

Кварциты и пестроцветные алеуриты последовавшую за отложениями верхов свиты алеуритовых сланцев Деннин, алеуриты и аргиллиты формируют прослой очень мелкозернистых известняков.

Таким образом, в разрезе бассейна геосинклинальной стадии, отложения нижнего терригенного комплекса, нижние фосфориты, надрудитовый комплекс.

большакарройской свиты. Моласса (формация Нагтат) — гомолог коксуйской и малокарройской серий. Блайни является базальным конгломератом вышележащей существенно карбонатной серии — аналога тамдинской. Однако надо думать, что разрез бассейна Тал сочетает в себе гомологи различных бассейнов.

Пачки Инфра-Крол, Нижняя и Средняя Крол могут быть легко гомологизированы с кыршабактинской свитой, а Верхняя Крол — с нижним доломитом Каратау. Но более предпочтительно соотносить эту часть разреза с разрезом южно-китайской платформы Янцзы, где над талитомодобной пачкой конгломератов следуют сланцево-карбонатные или же существенно сланцевые отложения свиты Доушаньто. Было отмечено, что эта свита представлена рядом пород — от песчаников до черных известняков и черных глинистых сланцев. Инфра-, Нижняя и Средняя Крол сложены близкими по типу отложениями: здесь внизу много песчаников, в середине много светлых и темных известняков, а сверху — красные сланцы. Разрез сходен и с кыршабактинской свитой (особенно Крол В), и с Доушаньто.

Лежащая выше толща Верхняя Крол напоминает нижние доломиты Каратау (кремнистость, доломитовый состав, строматолитовые и онколитовые текстуры, глинистость в верхах разреза). Но больше она походит на доломиты Денбин, особенно по мощности. Очень возможно, что если нижняя часть формации Крол более мелководна, то Верхняя Крол более глубоководна, чем Денбин, так как в ней больше темных карбонатов и сланцевых горизонтов. Фосфориты здесь не зернистые, как в Денбин или в нижнем доломите Каратау, а тоже афанитовые, или же это лишь повышенно фосфатистые породы.

Выше Верхней Крол гомоморфизация еще более отчетлива. Мы видим горизонт нижних кремней, нижний фосфорит и сланцевую пачку. В последней сочетаются признаки черносланцевых ради, свойственных разрезам Каратау, фосфоритов, и алевролитовый состав, характерный местами для фосфоритов и особенно для Джорджины.

В бассейне Тал, однако, аккумуляция не возвратилась в фосфогеническое состояние с образованием "верхних фосфоритов". Как и в разрезах платформы Янцзы, здесь черносланцевые ради переходят в серые сланцы и алевролиты фосфоритов, кремней и карбонатов, переходят в серые сланцы и алевролиты большой мощности. Слой кремнистого и известнякового известняка, вероятно, отражает условия железнакислородного оседания, возникшие в верхних частях "верхнего терригенного комплекса", выраженные то пестрошветностью, то сидеритовыми конкрециями.

Кварциты и пестрошветы Верхней Тал отражают регрессивную фазу, последовавшую за отложением верхних алевролитов, подобно тому, как после алевролитовых сланцев Денбина следуют красноватые песчаники, алевролиты и аргиллиты формации Чагунтер, содержащей выдержанные прослойки очень мелководных известняков.

Таким образом, в разрезе бассейна Тал можно выделить отложения геосинклинальной стадии, орогенной и посторогенной, а в последней — отложения нижнего терригенного комплекса, нижние карбонаты, нижние кремни, нижние фосфориты, надрудкую алевро-сланцевую пачку и верхний терригенный комплекс.

Фосфориты в Араваллийской супергруппе отложений образуют небольшие месторождения вокруг г.Удайпур. Запасы по изученным участкам невелики (десятки, первые сотни миллионов тонн), а качество первичных (невыветрелых) руд низко. Однако эти месторождения представляют существенный научный интерес потому, что, во-первых, фосфориты здесь представлены мало распространенным строматолитовым типом, во-вторых, фосфоритоносные отложения имеют очень древний, нижнепротерозойский, возраст — от 2 до 2,5 млрд. лет, устанавливаемый по прорывающим гранитам, что, как теперь полагают, подтверждается и обликом строматолитов /40/. По отношению Sr/Rb возраст наиболее древней складчатости, преобразовавшей отложения Аравалли, — 2060 млн. лет.

О строении и составе супергруппы Аравалли до сих пор не существует единого мнения, нет и надежной картины стратиграфической последовательности. В частности, точно не установлено количество фосфоритоносных горизонтов. По материалам Д.М.Батерджи /62, 63/, в разрезе есть два фосфоритовых строматолитовых горизонта, разделенных песчанистыми филлитами и сланцами. По последним материалам А.Роя и Б.Паливала /100/, существует только один горизонт фосфоритов. Последняя точка зрения, пожалуй, верна, если принять во внимание разрез наиболее крупного из этих месторождений — Джамаркотра /76/. Вследствие интенсивных дислокаций и метаморфизма нет уверенности в положении некоторых пачек и даже толщ супергруппы, как нет данных об истинной мощности пачек и толщ. Тем не менее общая последовательность основных подразделений Аравалли и месторождений в ней установлена.

Араваллийская фосфоритовая провинция протягивается более чем на 250 км. Супергруппа резко выстлается на высокометаморфизованном фундаменте из гнейсов, гранитов, сланцев, мраморов и кварцитов, объединяемых в супергруппу Батера, или Полосчатый гнейсовый комплекс (рис. 41). На Полосчатом гнейсовом комплексе (1) залегает базальная толща песчаников со сланцами, конгломератами и гравелитами в основании; это кварциты (формация Дебара (I)). Кварциты (кварцевые песчаники) желтоватые, серые, часто косошлестые. Вверх по разделу грубая зернистость пород сменяется более тонкой. Среди кварцитов есть аркозы. Мощность толщ кварцитов составляет не менее нескольких сотен метров.

По А.Роя и Б.Паливалу /100/, в основании базальной толщи кварцитов имеются очень чистые, "отмытые" кварциты, горизонт железистых кварцитов, пирофилитовые сланцы, которые можно рассматривать как метаморфизованные алмазные породы. Возможно, все это — следы переотложенных продуктов древней коры выветривания. Кроме того, по /100/, в базальных кварцитах залегают пачки зеленых сланцев, являющихся метавулканиками — лавой и депозитом туфа.

На базальной кварцитовой толще залегает формация Матон (II), отличающаяся присутствием карбонатных пород, в том числе доломитов, а также углеродистых филлитов и шиферов (т.е. глинистых и алевролитовых сланцев), брекчий, биогермных фосфоритов, кварцитов. Выше залегает верхний терригенный комплекс, выделенный филлитами, лититовыми аренидами (граувакками), известняками филлитами и биотитовыми сланцами. Выше

<sup>12</sup> По /62-64, 76, 84, 100, 102/ и личным наблюдениям автора.

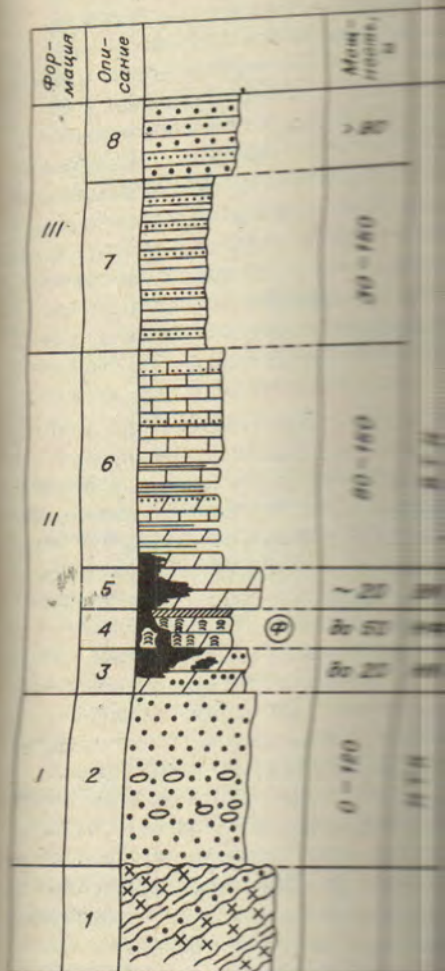


Рис. 41. Разрез месторождения /76, 84/.

Рис. 42. Разрез фосфоритовых месторождений, Верхняя Вольта (по /73, 84/).  
1 — фундамент; 2 — группа; 3 — формация Коджари; 4 —

этих относительно тонкозернистых песчаных филлитов, граувакк и тонкозернистых кварцитов. Наиболее интересна для нас

ений образуют небольшие  
 ым участкам невелики  
 о первичных (невыветре-  
 ляют существенный на-  
 здесь представлены мало-  
 х, фосфоритоносные от-  
 возраст - от 2 до  
 ритам, что, как теперь  
 40%. По отношению  
 преобразовавшей отложе-

о сих пор не существует  
 ической последователь-  
 во фосфоритоносных горь-  
 разрезе есть два фосфо-  
 есчанистыми филлитами  
 ливала /100/, существ-  
 точка зрения, пожалуй,  
 крупного из этих место-  
 ных дислокаций и мета-  
 пакет и даже толщ су-  
 пакет и толщ. Тем не  
 влений Аравалли и место-

агивается более чем на  
 высокометаморфизован-  
 сланцев, мраморов и квар-  
 Полосчатый гнейсовый  
 плекс (1) залегает ба-  
 тами и гравелитами в осн-  
 ты (кварцевые песчаники  
 разделу грубая зерни-  
 есть аркозы. Мощ-  
 сотен метров.

Базальной толщи квар-  
 сланец железистых  
 рассматривать как мета-  
 - следы переотло-  
 того, по /100/, в  
 находящихся метавул-

Матон (II), отли-  
 доломитов, а также  
 конгломератов сланцев),  
 залегает верхний терри-  
 литовыми аренитами  
 сланцами. Выше

убждениям автора.

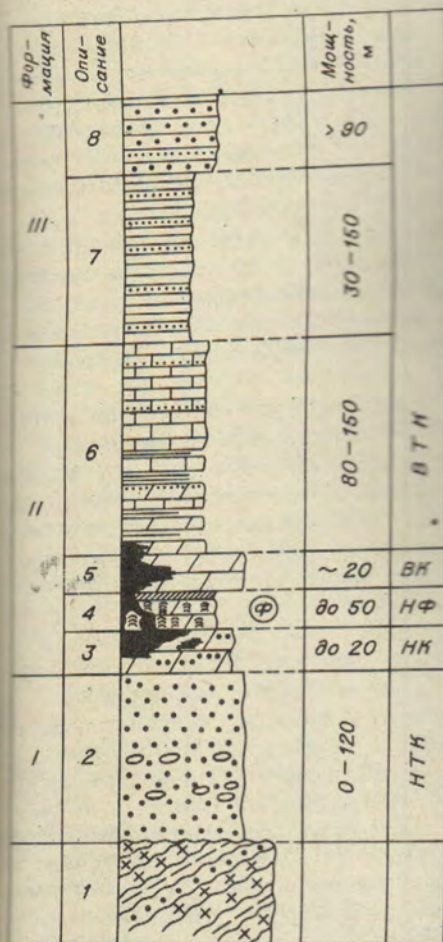


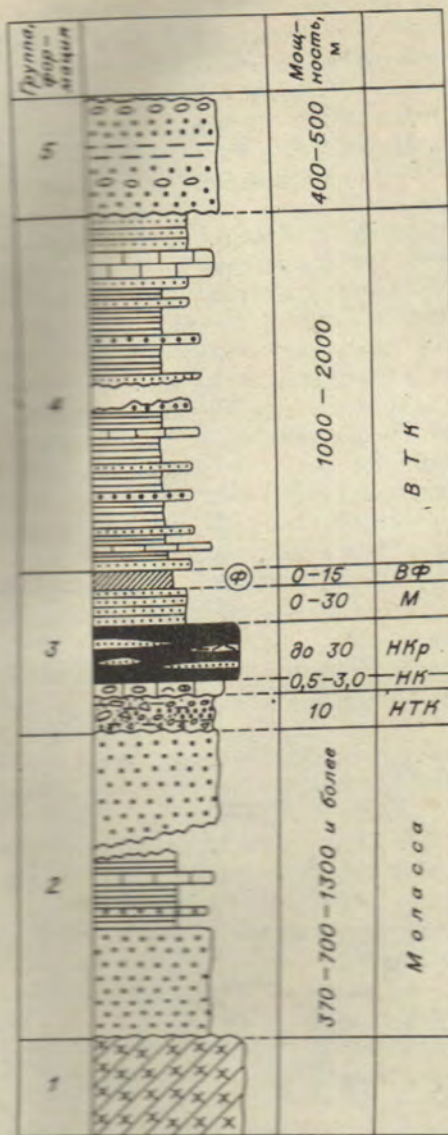
Рис. 41. Разрез месторождений группы Матон-Джамаркотра, Индия (по /76, 84/).

Рис. 42. Разрез фосфоритовмещающих отложений бассейна Пенджарра, Бенин, Верхняя Вольта (по /108/).

1 - фундамент; 2 - группа Даланго-Бамбуака или Мекру Джорджес;  
 3 - формация Коджари; 4 - формация Пенджари; 5 - группа Обосум.

этих относительно тонкозернистых отложений следует формация Удайпур (III):  
 песчаные филлиты, граувакки и "дикый филл"; затем лититовые и плитняко-  
 вые кварциты, косослоистые кварциты. Мощность каждой из перечисленных  
 толщ составляет несколько сотен метров, а возможно, и больше.

Наиболее интересна для наших целей сланцево-карбонатная толща - фор-



мация Матон, содержащая горизонт фосфоритов. Она существенно карбонатна, А.Рой и Б.Паливал даже называют ее карбонатным комплексом /100/. Это не чисто карбонатная толща, а "комплекс преимущественно карбонатных пород", который залегает на кварцитах нижнего терригенного комплекса с постепенным переходом. Как показало детальное изучение /100/, в нем присутствует один строматолитовый фосфоритовый горизонт.

К наиболее показательным относится разрез месторождения Джамаркотра (см. рис. 41). Здесь на толще базальных кварцитов (2) мощностью около 100 м залегает карбонатная толща мощностью в первые сотни метров. Ее нижняя часть представлена пачкой доломитов (3), отделяющих от кварцитов фосфоритовый горизонт мощностью до 20 м, — гомолог нижних (подфосфатных) доломитов: они действительно внешне сходны с каратаускими "нижними" доломитами. Это грубонаслоенные или неяснослоистые массивные доломиты, зеленоватые и буроватые, желтоватые, ожелезненные с выветренной поверхностью, содержащие примесь глинистого материала и линзочки белого кварцевого песка, иногда брекчированные. Есть примазки черного афанитового фосфата. Контакт их с фосфоритовым горизонтом не виден, но признаков того, что между фосфоритами и этими доломитами залегает какая-либо кремнистая пачка, не наблюдается, однако фиксируются окварцевание, брекчированность.

Продуктивный горизонт представляет собой строматолитовые фосфориты (4): фосфатные столбчатые баггермы, фосфатизированные по элементам их структуры и чаще всего не полностью, а частично (т.е. имеются нефосфатные элементы — перегородки, внутриклеточное пространство), заключенные в нефосфатную карбонатную массу, в которой, однако, встречаются неокатанные фрагменты действительных строматолитовых карбонатов. Кроме того, встречаются и "пластинчатые" фосфориты, возможно, являющие собой одну из разновидностей строматолитовых текстур типа взрослых матов /102/. Мощность продуктивного горизонта (содержание  $P_2O_5$  8-22%) от 10 до 55 м; в среднем по месторождению 15 м. В кровле фосфоритонесной пачки почти всегда залегает 0,5-1,5-метровый слой не столбчатых, а горизонтально-слоистых ("пластинчатых") строматолитовых фосфоритов. Выше продуктивного горизонта залегает толща массивных светло-серых, почти белых доломитов с высокой мощностью (на карьере Джамаркотра) в первые десятки метров (5). Над этой массивным светлым доломитом залегает толща светло-серых тонкозернистых и литоморфных ясноплитчатых частонаслоенных (толщина слоев от нескольких сантиметров до полуметра) доломитов с тонкими (десятки сантиметров) прослоями алевропесчаных и глинистых пород (слоистые сланцы). Видимая мощность 80-150 м (6). Прослой терригенных пород явно преобладают в нижней части толщи, непосредственно выше массивных светлых доломитов. В целом толща окрашена в красноватые тона, в отдельных пачках красноватая окраска очень отчетлива вследствие ожелезненности пород. Не видно строматолитовых текстур, по крайней мере в типичном выражении. Выше карбонатной толщи следует начало толща филлитов (7) до 130 м мощностью, над которыми расположена толща "литойдных аренитов", зеленовато-серых плотных алевролитов (8) мощностью более 80 м.

На месторождении Матон в основании фосфоритонесной толщи лежат базальные кварциты; выше — продуктивный горизонт строматолитовых фосфоритов (0,5-70 м,  $P_2O_5$  около 26%). Как и на Джамаркотре, верхняя часть горизонта (до 1,5 м мощностью) представлена плоскостойкими "пластовыми" фосфоритами, на которых с резким контактом залегают "джаспероидные

кварциты" — плотные коричневатозернистым кварцем. Джаспероиды являются по карбонатам и кварцитами толитовый фосфорит, кремнистое пространство, а фосфатными в других местах месторождения Матон — местами кремнезема и строматолитовыми пачками.

В сводном виде разрез фосфоритонесной толщи представлен следующими кварцитами, в которых же и метаморфизованные вулканические (?) — терригенном комплексе (А.Рой и Б.Паливалу): фосфоритовый горизонт, но содержащая горизонты (или линзы) карбонатов и карбонатных пород на уровне продуктивного горизонта (ниже и выше) побуждает к тому же. Наличие гальки джаспероидных фосфатных строматолитов в основании толща о том, что кремнистые породы являются продуктивного слоя и что окварцевание является вулканическим. Кремнезема в каких-то фосфоритовых

Верхняя часть разреза — это чано-алевритовыми породами, переходящими в более крупнозернистыми породами /100/, к западу от Армавиры. Толщи арваллийской структуры, отвечающая в возрастном отношении к разрезу Джамаркотра. Здесь, как считают данные геологические исследования арваллийского бассейна, в то время существовало замкнутое эпиконтинентальное море. Не вдаваясь в подробности, можно деформированного, преобразованного тела, именуемого Арваллийским фику облика арваллийской структуры. Основные черты сходства разреза с моделью Арваллийской провинции, с моделью Арваллийской провинции разреза "Арваллийского комплекса", над которым залегает терригенный комплекс, брекчированных, окварцеванных пород над которым (как и в Карачаевском бассейне) залегает залегающая толща базальтов, в нижней части заметное окварцевание кварцитов (кстати до метаморфизма) присутствует в разрезе ратау (верхний терригенный комплекс).

подсвечи следовала мощная залегающая алевролитовую, то в Армавиру, Южно-Китайском и Тибете, в "Арваллийском" комплексе сланцев, литойдных аренитов, в толщу граувакковых и кварцевых

уственно карбонат-  
м комплексом /100/.  
уственно карбонатных  
генного комплекса с  
не /100/, в нем  
изонт.

орождения Джамар-  
итов (2) мощностью  
а первые сотни мет-  
(3), отделяющих от  
к, - гомолог нижних  
сходны с каратауски-  
еяснослоистые массив-  
а, железенные с вы-  
го материала и линзоч-  
Есть примазки черного  
изонтом не виден, но  
китами залегает ка-  
кислурются окварцева-

оматолитовые фосфри-  
анные по элементам  
о (т.е. имеются нефос-  
пространство), заключен-  
нко, встречаются не-  
рбатов. Кроме того,  
ше собой одну из раз-  
ных матов /102/.

8-22%) от 10 до  
фосфоритоносной пачки  
рлбчатых, а горизон-  
фосфоритов. Выше продук-  
-серых, почти белых  
ектотра) в первые деся-  
нтом залегает толща  
ллитчатых частонаслоен-  
ауметра) доломитов  
нственных и глинистых  
350 м (6). Прослой  
на пачки, непосредствен-  
на окрашена в красно-  
на очень отчетлива вслед-  
ных текстур, по крайней  
на следует вначале тол-  
на расположена толща  
фосфоритов (8) мощ-

нковой толщии лежат  
оматолитовых фосфо-  
характере, верхняя часть  
нностями "пластовы-  
нствует "джаспероидные

кварцита" - плотные коричневатые кремнистые породы, сложенные тонко-  
зернистым кварцем. Джаспероидные кварциты изобразованные. Они разви-  
ваются по карбонатам и кварцитам, местами брекчированы. Замещающая строма-  
толитовый фосфорит, кремнистое вещество развивается только в межстолб-  
чатом пространстве, а фосфатные биогермы остаются неизменными. В  
других местах месторождения Матов фосфоритомещающие карбонаты не за-  
мещены кремнеземом и строматолитовый фосфорит залегает здесь между  
доломитовыми пачками.

В сводном виде разрез фосфоритомещающей толщи подстилается ба-  
зальными кварцитами, в которых А.Рою и Б.Паливал /100/ выделяют так-  
же и метаморфизованные вулканогенные пачки. На базальном вулканогенно  
(?)-терригенном комплексе залегает формация Матов (формация В, по А.Рою  
и Б.Паливалу): фосфоритоносная, карбонатная в значительной части объема,  
но содержащая горизонты (крупные линзы) черных сланцев, филлитов с  
линзами карбонатов и карбонатные филлиты. Наличие кремнистых пород на  
уровне продуктивного горизонта или в непосредственной близости к нему  
(ниже и выше) побуждает к гомологизации их с прифосфоритовыми кремня-  
ми. Наличие гальки джаспероидных кварцитов с угловатыми обломками фос-  
фатных строматолитов в основании продуктивного горизонта /102/ говорит  
о том, что кремнистые породы возникли и до образования основного про-  
дуктивного слоя и что окремнение происходило сингенетично фосфоритообра-  
зованию. Окремнение могло быть вызвано обилием седиментогенного крем-  
незема в каких-то фосфоритомещающих пачках.

Верхняя часть разреза - формация Удайгур - представлена внизу пес-  
чано-алевритовыми породами, граувакками, глинистыми пачками (филлитами),  
кверху переходящими в более крупнозернистые кварциты. По А.Рою и Б.Па-  
ливалу /100/, к западу от Араваллийского пояса, где обнажены перечислен-  
ные толщи араваллийской супергруппы, расположена глинисто-сланцевая зо-  
на, отвечающая в возрастном отношении всем араваллийским формациям.  
Здесь, как считают данные авторы, располагалась глубоководная часть  
араваллийского бассейна, в то время как фосфоритоносная часть была суще-  
ственно замкнутой эпиконтинентальным морем.

Не вдаваясь в подробности, касающиеся состава и строения интенсив-  
но деформированного, преобразованного и сложно построенного геологичес-  
кого тела, именуемого Араваллийской супергруппой, и несмотря на специ-  
фику облика араваллийских строматолитовых фосфоритов, отметим лишь ос-  
новные черты сходства разрезов, содержащих фосфориты, с разрезом карата-  
уской модели. Как и в большинстве крупных фосфоритоносных бассейнов, в  
араваллийской провинции разрез начинается с "базального терригенно-  
го комплекса", над которым залегает пачка "нижних доломитов" (запесочен-  
ных, брекчированных, окремненных). Далее следует продуктивный горизонт,  
над которым (как и в Каратау) находится пачка массивных доломитов, пе-  
рекрывающаяся толщей бескремнистых доломитов и известняков, содержащих  
в нижней части заметное количество алевритовых и глинистых (бывших та-  
кими до метаморфизма) прослоек. Это гомолог джиланской подсветы Ка-  
ратау (верхний терригенный комплекс). Если в Каратау выше джиланской  
подсветы следовала мощная карбонатная толща, а верхах переходящая в  
алевролитовую, то в Аравалли, как и в разрезах бассейнов Фосфория, Джор-  
джина, Южно-Китайском и Тал, над терригенно-карбонатной частью "верхне-  
го терригенного" комплекса сразу следует толща песчаных глинистых  
сланцев, литоидные арениты (см. рис. 41), вверх переходящие в мощную  
толщу граувакковых и кварцевых песчаных удайгурской формации.

В региональном плане картина более сложна. Толща базальных кварцитов представляет сочетание вулканогенных пород, филлитов с рядом горизонтов конгломератов. Формация Матон, помимо карбонатных пород, содержит линзуообразные пакки песчаных глинистых сланцев (филлитов), глинисто-кремнистых (кварцево-серицитовых) сланцев, черных сланцев (углистых филлитов). Фосфоритовый интервал разреза содержит брекчии, видимо, синседиментационного характера. Напродуктивные отложения также иногда содержат пакки углистых филлитов и других сланцев. Все эти детали еще больше сближают картину геологической позиции араваллийских фосфоритов с моделью эталонных фосфоритовых бассейнов, но без данных о точном положении в разрезе использовать их пока нельзя.

Важен вопрос о количестве фосфоритовых горизонтов. Сейчас существуют два мнения на этот счет: если А.Рой и Б.Паливал утверждают, что имеется только один горизонт /100/, то геологи-производственники считают, что есть два разных горизонта строматолитовых фосфоритов /84, с.13/, которые, как следует из опубликованных представлений о сводном разрезе /62/, могут разрастаться излучиной пачкой кремнисто-глинистых сланцев /62/, могут разрастаться излучиной пачкой кремнисто-глинистых сланцев и глинисто-алеуритовых осадочных. Последнее соответствует приведенным выше представлениям о строении осевых продуктивных горизонтов.

Араваллийские строматолитовые фосфориты считаются необычными по происхождению, и о механизме их образования ведутся оживленные дискуссии. Наблюдаются противоречивые факты, а именно: высокая избирательность фосфатизации столбиков строматолитов, с одной стороны, и неполная фосфатизация их элементов — с другой; имеются явно синседиментационные обломки фосфатных строматолитов; ассоциация фосфатного материала исключительно с биогермами и в то же время полностью фосфатные биогермы, и т.д. /102, с. 15,16/. В итоге, здесь имеются признаки, общие с другими месторождениями фосфоритов (отложения шельфового или замкнуто-бассейнового происхождения, присутствие смит, типичных для зон апвеллинга, нахождение зоны фосфоритоосаждения на западном краю кратона и др.), нет доказательств, что фосфат выпадает непосредственно из вод и заместил уже сформированные водорослевые образования /102, с. 14/. Все это дает основания некоторым исследователям считать, что данные месторождения не укладываются в систему современных знаний и что открытие араваллийских фосфоритов было полной неожиданностью /106/.

Нам представляется, что не следует придавать большого значения созданию "точной" картины действия механизмов фиксации фосфатов в отложениях. Эти механизмы чрезвычайно разнообразны и не служат ключом к успешному прогнозированию. Главное, что возникает устойчивый поднос фосфатов в такую зону, где могут проявиться хотя бы немногие из набора механизмов фиксации. Такая зона по всем параметрам располагается на морском мелководье, а резервы растворенных фосфатов концентрируются в относительно глубоких водах. Только циркуляция типа апвеллинга может обеспечить необходимое звено в цепи событий, приводящих к формированию месторождения.

С другой стороны, здесь бы не возникает сомнений то, что водорослевые колонии в биогермах в это время являются основным источником фосфатов.

гипотеза о несколько запаздывающей фосфатизации биогермов. Видимо, это является очередным элементом биогермов.

Если строение араваллийского фосфоритового бассейна соответствует ратауской модели, то, вероятно, характер бассейна араваллийской провинции соответствует фосфоритовым бассейнам. Анализ в вертикальной последовательности фиксации, хотя и мог отличаться от бассейнах, но вызван был именно биопродуктивностью, высвобождением биогермов бескислородных фосфоритовых осадков, которые обладают восстановительными свойствами (особенно в последние десятилетия), что каждый биогерм — источник органики. Нам известны из литературы совсем понятия по своему происхождению в осадках и морской воде. Это когда заполненные органическими остатками и растительных тканей, формируются в пространстве (будь то поровые пространства или области с повышенной концентрацией органики), пока они не достигнут определенной стадии своих свойств. Так формируются различные части осадка. Форма фосфатных осадков замещающих частей осадка. Они могут быть желваки), продолговатыми, столбчатыми.

Биогермы строматолитов, формирующиеся на дне Араваллийского моря, являются источником фосфатов. С их формированием связаны обогащенных фосфатом, что в конечном итоге приводит к образованию фосфоритового бассейна подавляющего большинства биогермов. Регулярности, как и в осадках.

Все сказанное относится к фосфоритовым бассейнам, например к фосфоритовым бассейнам Горношорские фосфатные строматолиты. В выше рассуждения, так как здесь мы рассуждаем о столбиках, а большей частью фосфоритовые строматолиты можно рассуждать о фосфоритовом бассейне Тал и Карини, о котором упоминается в работе /107/. И во всех этих случаях мы рассуждаем о строматолитовых фосфоритах, которые являются продуктом процесса фиксации фосфатов в биогермах. Это сходному строению фосфоритовых бассейнов, которые формируются в морских водах, где в основном формируются в осадках Шабактинской савты, которые являются с явными признаками его формирования.

Тогда базальных кварц-содержащих филлитов с рядом горючих пород, содержащих (филлитов), глинистых сланцев (углистых сланцев), брекчии, видимо, в отложениях также иногда встречаются. Все эти детали еще не изучены, но без данных о точном

распределении. Сейчас существуют различные гипотезы, что происхождение фосфоритов /84, с.13/, в разрезе сводном разрезе глинистых сланцев соответствует приведенным горизонтальным.

Следует отметить необычными по своему содержанию дискуссионными, высокая избирательность фосфоритов, и непонятная фосфоритизация осадочных обломков материала исключительной избирательности биогермы, и т.д. Кроме того, в отличие от других месторождений фосфоритов, в Араваллийском бассейне нет доказательств замещения уже сформированных фосфоритов. Все это дает основание предполагать, что месторождения не укладываются в общие закономерности Араваллийских фосфоритов.

Большого значения создания фосфатов в отложениях, как ключом к установлению подноса фосфатов из набора микроэлементов, наблюдается на морском побережье. В отложениях может наблюдаться формирование

то, что водорослевые биогермы, переносимые в одном направлении, все же фосфоритизация ведут всего биогермы формирования может оказаться

гипотеза о несколько запаздывающей, но селективной избирательной фосфоритизации биогермов. Видимо, фосфоритизация происходила после образования очередного элемента биогермы, но до возникновения следующего.

Если строение Араваллийского фосфоритового разреза близко к каратауской модели, то, вероятно, общие условия осадконакопления и характер бассейна Араваллийской провинции были сходны с таковыми для других фосфоритовых бассейнов. Аналогична и позиция Араваллийских фосфоритов в вертикальной последовательности пачек и слоев. Следовательно, механизм фиксации, хотя и мог отличаться от механизмов, действующих в других бассейнах, но вызван был общими для всех бассейнов причинами - высокой биопродуктивностью, насыщающей илы фосфатами и органикой, и сопряжением восстановительными свойствами вод с этими илами, которые обладают высокой избирательностью фосфоритизации в Араваллийских строматолитах, что каждый биогерм-столбик играл роль включения, обогащенного органикой. Нам известны не вызывающие особых дискуссий, хотя еще не совсем понятые по своему механизму фосфоритизованные органические включения в осадках и морской воде. Это кусочки древесины, ядра раковин (некоторые заполненные органическим веществом), прочие скопления животных и растительных тканей, фекалий. Фосфаты, притягиваемые из окружающего пространства (будь то поровые растворы или придонные воды), будут выпадать в области с повышенным содержанием органики (или по периферии такой области), пока она вся не заместится или не утратит восстановительных свойств. Так формируются фосфатные включения по богатой органикой частям осадка. Форма фосфатного новообразования зависит от формы таких замещаемых частей осадка. Они могут быть округлыми (тогда возникают желваки), продолговатыми, слоистыми и т.д.

Биогермы строматолитов, формирующиеся в приповерхностном слое ила на дне Араваллийского моря, представляли собой богатые органикой включения. С их формированием создавался момент подноса в зону роста вод, обогащенных фосфатом, что и привело к селективной фосфоритизации подавляющего большинства биогермов, которая в деталях обнаруживает нерегулярности, как и всякий процесс селективного характера.

Все сказанное относится и к другим месторождениям строматолитовых фосфоритов, например к фосфоритам беллинской свиты в Горной Шории /49/. Горношорские фосфатные строматолиты служат подтверждением изложенного выше рассуждения, так как здесь мы видим не только фосфоритизованные столбики, а большей частью фосфоритизованные биогермы иных форм. Фосфатные строматолиты можно увидеть и в разрезе фосфоритовых отложений бассейнов Тал и Каратау, в формации Горнотония из бассейна Джорджиана /107/. И во всех этих случаях они морфологически разные. Следовательно, строматолитовые фосфориты есть следствие частной особенности процесса фиксации фосфатов в биопродуктивных зонах, возникающих благодаря сходному строению краевых частей континентов и однотипной циркуляции морских вод.

Примечательно, что аналогично фосфату ведет себя кремнезем, который тоже очень часто избирательно замещает те области осадка, которые были обогащены органическим веществом: кусочки древесины, раковины, биогермы. На территории бассейна Каратау избирательное замещение кремнеземом тех или иных частей биогермов можно наблюдать в различных горизонтах шабактинской свиты, причем избирательность окремнения сочетается с явными признаками его наложенности на уже сформированные карбонатные

биогермные постройки /17, с.123, 124/. Особенно же ярко избирательное окремнение в разрезе Каратау выражено в доломитах чичканской свиты малокаройской серии. В северной части Малого Каратау, в районе урочища Батырбай, обнажена пачка строматолитовых доломитов чичканской свиты мощностью порядка 100 м. Биогермы здесь выражены тонкими столбиками, которые очень избирательно замещены кремнеземом сургучного цвета, а межбиогермное пространство представлено чистым незамещенным доломитом. Внешне (если отвлечься от состава вещества, заместившего столбчатые карбонатные биогермы, от размеров биогермов) эти породы чрезвычайно сходны с араваллийскими строматолитовыми фосфоритами. Различие здесь только в агенте замещения; механизмы же формирования и кремневых и фосфатных строматолитов, судя по всему, были идентичны.

Бассейн Пенджарра (Верхняя Вольта, Нигер, Бенин)/108/

В разрезе фосфоритомещающих толщ на этой территории юго-западной Африки - по краю Западно-Африканского кратона, имеющей довольно сложное строение, различаются три основные части. На протерозойском фундаменте несогласно лежит мощная (370-1300, возможно, до нескольких тысяч метров) терригенная группа Дапанго-Бамбуака; на ней - еще более мощная (до 2-4 тыс.м) тоже терригенная группа Пенджари, несогласно перекрываемая груботерригенной группой Обосум предположительно нижнекембрийского возраста. В этом существенно терригенном разрезе фосфоритоносная формация Коджари мощностью до 70-80 м залегает в основании группы Пенджари.

Группа Пенджари по территории существенно изменяется по составу. В северной части бассейна в складчатом поясе Дагомеид ей соответствует группа Мекру Джорджес, в которой развиты или красные сланцы, местами с базальтоидами между двумя песчано-кварцитовыми формациями, или сланцы с подчиненными прослоями алевролитов.

Фосфоритовые месторождения расположены по границе между Западно-Африканским кратоном и орогенным поясом Дагомеид. На самом кратонном стратиграфические эквиваленты фосфоритоносной формации Коджари фосфоритных пород не содержат. Наиболее богатые и монокристаллические залежи фосфоритов (месторождения Коджари, Арли) находятся на краю кратона, где формация Коджари лежит прямо на фундаменте. По мере удаления от кратона фосфориты утоняются, разубоживаются и рассеиваются в толще алевроитовых сланцев. Здесь фосфоритоносная формация залегает над эрозионной поверхностью, глубоко врезанной в группу Мекру Джорджес.

В районе богатых залежей разрез в сводном виде выглядит следующим образом (рис. 42, см. с.79). На протерозойском фундаменте (1) возростом 1,8 млрд.лет залегает терригенная группа Дапанго-Бамбуака (2), представляющая две кварцито-песчанковые формации, между которыми находится сланцево-песчаная формация с отдельными пачками известняков. Возраст группы детерминируется  $993 \pm 62$  млрд.лет, т.е. соответствует нижнему-среднему рифею.

Группа Пенджари (3,4) залегает на нижележащих отложениях, заполняющая широкие эрозионные каналы, прорезавшие группу Дапанго-Бамбуака вплоть до фундамента.

Формация Коджари (3), которой принадлежит группа Пенджари - Мекру Бенд, залегает, таким образом, с глубоким разрывом и угловым несогла-

нием на терригенной группе. В слое полосчатой брекчии, составленной валунами гранитов, сланцев, гнейсов, кристаллических сланцев, известняков, гипса, гипсоватого натного цемента. Эти образцы раты и содержат прослои известняков.

На пачке "Теллитов" часто брекчированного (0,5-1 м) валунами кварцитов (кварцитовые алевролиты) сланцев и алевролитов (0-30 м), залегающие фосфориты залегают непосредственно физическим эквивалентом сланцев, здесь могут выклиниваться в формация Коджари детерминируется

Над фосфоритоносной формацией нотонное флишеподобное образование в толще имеются разности в 1-2 тыс. м, возможно, в Обосум (5) мощностью 400-500 м ратов, песчаников, сланцев, континентальную массу детерминируется

Описанный разрез включает терригенные группы Дапанго-Бамбуака, синклинали-орогенный пояс Каратау, дархатской серии. Основные конгломераты в основании регрессивный этап, гомологичные тиллоидах залегает "нижняя" основная признаки нежной детерминируется ную текстуру, обломки известняков, ное залегание.

С чем гомологичность терригенных кремнями отсутствует "нижняя" пачка алевролитов, кристаллическая ложная разрезу бассейна Дапанго-Бамбуака и отсутствуют "верхние" сланцы. А выше, как и можно было ожидать, зернистый и часто массивный сланец сменяющийся регрессивный этап, гомологичные формации Чагуотер бассейна

Разрез бассейна Пенджарра в этом сходстве последовательности, используемой моделью в нем очень сложно, модель опознается благодаря кристаллическим там, верхнему сланцевому образованию, которая может вырисовываться в виде карбонатными комплексами.

то же ярко избирательное  
тах чичканской свиты  
кратау, в районе урочища  
тов чичканской свиты  
ажены тонкими столбика-  
бежом сургучного цвета,  
м незамешенным долами-  
заместившего столбча-  
эти породы чрезвычай-  
форитами. Различие  
рмирования и кремневых  
дентичны.

Бенин)/108/

территории юго-западной  
вешей довольно слож-  
протерозойском фунда-  
можно, до нескольких ты-  
за ней - еще более мощ-  
вред, несогласно перекры-  
вещью нижнекембрий-  
разрезе фосфоритонсная  
в основании группы

меняется по составу.  
гемид ей соответству-  
расные сланцы, мест-  
формациями, или

разнице между Западно-  
ланд. На самом кратон  
Коджари фосфорит-  
где залежи фосфоритов  
кратона, где формация  
от кратона фосфо-  
алевроитовых слан-  
поверхности.

выглядит следую-  
фундаменте (1) воз-  
Вамбуака (2),  
между которыми  
известняков.  
ответствует нижнему-

слоениях, запол-  
Вамбуака  
Пенджари - Мекру  
утловым несогла-

сией на терригенной группе. В основании Коджари лежит тонкий (10 см) слой полосчатой брекчии, состоящий из обломков подстилающих кварцитов. Выше залегает десятиметровая пачка "тиллитов" (завычки наши. - Э.Е.), сложенных валунами гранитов, кварца, ривинита, песчаников, амфиболитов, гнейсов, кристаллических сланцев, "глинистых" и глинисто-песчано-карбонатном цементе. Эти образования могут латерально переходить в конгломераты и содержат прослой хорошо перемешанных песчаников.

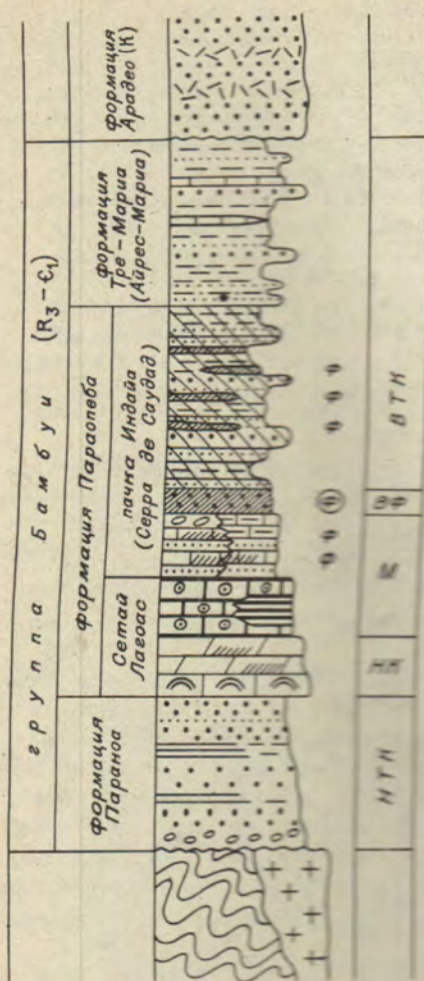
На пачке "тиллитов" с разрывом лежит слой доломитового известняка, часто брекчированного (0,5-3 м), содержащего битовые конкреции с валунами кварцитов (кварцевых песчаников) из подстилающих отложений. Над известняком - пачка пластовых кремней (25-30 м), прослоенных алевроитовыми сланцами и туффитами. Далее следуют глинистые и слюдистые алевролиты (0-30 м), а выше - фосфориты (0-15 м). Местами фосфориты залегают непосредственно на кремнях, почему считаются стратиграфическим эквивалентом глинистых алевролитов, но нам представляется, что здесь могут выклиниваться сами алевролиты. По строматолитам и спорам формация Коджари датируется вендом.

Над фосфоритонсной формацией залегает формация Пенджари (4): монотонное флишеподобное чередование зеленых глинистых сланцев и граувакк; в толще имеются редкие и тонкие прослой известняков. Мощность формации 1-2 тыс. м, возможно, более. Лежащая выше нижнекембрийская (?) группа Обосум (5) мощностью 400-500 м представляет собой толщу конгломератов, песчаников, сланцев, часто красноцветных. Ее рассматривают как континентальную молассу дагомеид.

Описанный разрез вполне сопоставляется с каратауской моделью. Терригенные группы Дапанга-Вамбуака и Мекру Джорджес гомологичны геосинклинально-орогенному комплексу из коксуэйской и малокаройской серий Каратау, дархатской серии Хубсугульского прогиба. Валунные тиллитоподобные конгломераты в основании формации Коджари обозначают новый трансгрессивный этап, гомологичный "базальному терригенному комплексу". На тиллоидах залегает "нижний доломит", хотя и маломощный, но содержащий основные признаки нижних доломитов: брекчированность и волнисто-наслоенную текстуру, обломки нижележащих пород, засоленность, карманообразное залегание.

С чем гомологизируется кремневая пачка, пояснять не нужно. Над кремнями отсутствует "нижний" фосфорит, а сразу начинается "междурядная" пачка алевролитов, кроющаяся "верхним" фосфоритом (позиция, противоположная разрезу бассейна Тал, где под кремнями лежат "нижние" фосфориты и отсутствуют "верхние", хотя "междурядные" сланцы и алевролиты имеются). А выше, как и можно было ожидать, следует верхний терригенный тонкозернистый и часто наслоенный комплекс сланцев и алевролитов, вверху сменяющийся регрессивными отложениями - красноцветной молассой (гомолог формации Чагуотер бассейна Фосфория).

Разрез бассейна Пенджарра интересен тем, что при легко обнаруживаемом сходстве последовательности его основных компонентов с рассматриваемой моделью в нем очень слабо развита карбонатная составляющая. Модель опознается благодаря кремням, нижнему доломиту, базальному псефитам, верхнему сланцевому комплексу. Следовательно, установленная агрегация может вырисовываться и на существенно терригенном фоне, в то время как до сих пор считалось, что фосфориты каратауской модели связаны с карбонатными комплексами.



Месторождение Минас Жерес (Бразилия) /74/

Находится оно в позднекембрийской или раннекембрийской группе Бамбуи. Гомологизация его с каратауской моделью интересна тем, что оно очень далеко от Азии и на первый взгляд имеет довольно отличающийся от каратауской модели разрез (рис. 43). Однако здесь тоже можно опознать компоненты каратауской модели. Базальная песчаниковая (аркозы и кварциты) формация Паранос, залегающая на фундаменте, представляет нижний терригенный комплекс. Лежащая выше карбонатная пачка, начинающаяся строматолитовым известняком, над которым расположены фосфатные местами доломиты, может быть гомологизирована с "нижними" доломитами.

Выше доломитов следует осолитовые известняки (мощности пачек и слоев в /74/ не указаны), на некоторых участках переслаивающиеся черными сланцами. Над черными известняками и сланцами находится алевролитово-карбонатная пачка, в верхах содержащая линзы конгломератов; породы здесь иногда фосфатны. Выше - пестроцветные алевролиты, песчаники, аргиллиты, содержащие линзы фосфоритов и фосфатных пород. Основной фосфоритовый пласт (фосфориты pelletized, осолитовые, очень тонко наслоенные,

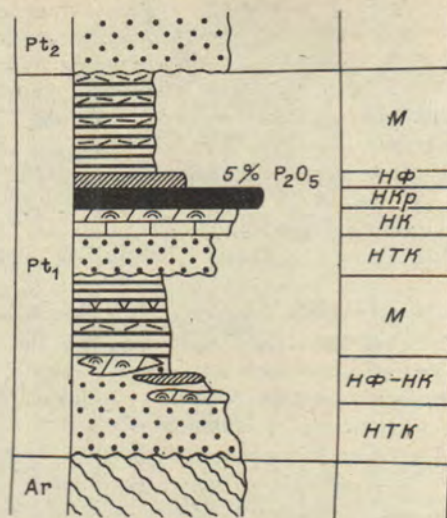


Рис. 44. Разрез фосфоритовмещающих отложений Северной Территории, Австралия (по /96/).

Рис. 43. Разрез фосфоритовмещающих отложений группы Бамбуи, Бразилия (по /74/).

содержат алевроитовый и глинистый, преимущественно на черных известняках. Если нет кремнистых пород или их количество невелико, то в песчано-алевритово-аргиллитовой модели в этом интервале, можно предположить наличие каратауской модели, но в этом случае присутствуют наиболее глубоководные черные известняки и сланцы. Это не "верхний" фосфорит, а над ним находится "нижний" фосфорит, как это нередко бывает в каратауской модели. Это является продолжением выходов фосфоритов в Австралии (погружение материка -

Фосфоритоносный разрез в Австралии

Фосфориты нижнего протерозоя в районе г. Дарвин. Среди метаморфизующихся на архейском кристаллическом фундаменте разрез установлены два полуцикла. Каждый полуцикл начинается с карбонатными слоями, а затем с алевролитами, более четкий, представляющий ловину цикла каратауской модели. В нем кремни, фосфориты, "мелководные" сланцы и кварциты рывалась. В нижнем полуцикле находится жуточное положение между двумя полуциклами. Этот разрез достаточно интересен (в Австралии), что упоминается в литературе по нижнему протерозою.

Фосфоритоносный разрез в Перу (Сечура) /75/

Определенный смысл имеет в этом модели в наиболее молодых - сланцах фосфоритов, своеобразные апатиты с фтористым апатитом и фосфориты, связанные с диатомитами.

Месторождение рудной зоны в Перу занимает часть мощной, залегающей в основании отложений эоцен-плиоцена, вулканической голоценовыми аллювиальными и эоценовыми слоев (рис. 45): на поверхности туфовых и фораминиферных известняков пластов вулканических туфов, известняков Диана. Она сложена сменяющимися слоями диатомитов (3-6%  $P_2O_5$ ) и известняков. Нижняя часть рудной зоны (17 м) имеет мощность 21 м. Над отложениями серого вулканического туфа известняков

5% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	M
	НФ
	НФр
	НН
	НТК
	M
	НФ-НН
	НТК

Разрез фосфоритовме-  
шечной Северной Тер-  
ритории (по /196/).

фосфоритовмещаю-  
щая Бамбуи, Бра-

фосфоритовой группе  
тем, что оно  
отличающийся  
можно опо-  
ска (аркозы и  
представляет ниж-  
начинающая-  
фосфатные  
"доломитами.  
пачек и  
чер-  
алевро-  
мератов; по-  
песчаники,  
Основной фос-  
наслоенные,

содержат алевритовый и глинистый материал) залегает местами непосредственно на черных известняках и черных сланцах. Таким образом, в разрезе нет кремнистых пород или кремней. Учитывая красноцветность и состав песчано-алеврито-аргиллитовой пачки, залегающей над основным фосфорито-песчано-алеврито-аргиллитовой пачки, залегавшей над основным фосфорито-песчано-алеврито-аргиллитовой пачки, можно предполагать, что здесь отсутствуют такие компоненты каратауской модели, как "нижние" кремни и "нижний" фосфорит, а присутствуют наиболее глубоководные осложнения фосфоритогенетического цикла - черные известняки и сланцы, т.е. "межрудная" пачка, выше которой следует "верхний" фосфорит, а над ним - верхний терригенный комплекс, пестроцветный, как это нередко бывает. Залегающая выше формация Тре-Мариас является продолжением верхнего терригенного комплекса с признаками регрессии (погружение материала - появление песчаников).

#### Фосфоритоносный разрез Северной Территории (Австралия) /196/

Фосфориты нижнего протерозоя Австралии обнаружены в 1961 г. в районе г. Дарвин. среди метаморфизованных пород нижнего протерозоя, залегающих на архейском кристаллическом фундаменте. В фосфоритоносном разрезе установлены два полуцикла, разделенных поверхностями несогласия. Каждый полуцикл начинается терригенной пачкой (аркозы), сменяющейся карбонатными слоями, а затем черными сланцами (рис. 44). Верхний полуцикл, более четкий, представляет почти идеальное сочетание нижней половины цикла каратауской модели: песчаники, "нижние" доломиты, "нижние" кремни, фосфориты, "межрудные" сланцы. На этом последовательность обрывалась. В нижнем полуцикле нет кремней, а фосфориты занимают промежуточное положение между линзами строматолитовых доломитов. Однако этот разрез достаточно интересен тем (в дополнение к примеру с группой Аравалли), что упомянутая последовательность четко проявляется уже с нижнего протерозоя.

#### Фосфоритоносный разрез в западной части пустыни Сечура (Перу) /175/

Определенный смысл имеет попытка описать компоненты каратауской модели в наиболее молодом - среднемiocеновом - месторождении пеллетных фосфоритов, своеобразии которого состоит в том, что оно сложено бесфтористым апатитом и фосфоритовые слои здесь ассоциируют почти исключительно с диатомитами.

Месторождение расположено на северном побережье Перу. Оно составляет часть мощной, залегающей практически горизонтально толщи морских отложений эоцен-плиоцена, возникшей в глубоком бассейне и перекрытой голоценовыми аллювиальными и эоловыми песками. Разрез фосфоритоносных слоев следующий (рис. 45): на пачке мощностью до 50 м, состоящей из туфовых и фораминиферовых диатомитов (которые слабо фосфатны) и тонких пластов вулканических туфов, залегает нижняя рудная зона, именуемая пластом Диана. Она сложена семью переслаивающимися пластами фосфатных диатомитов (3-6% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и пеллетных фосфоритов (до 18% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Верхняя часть рудной зоны (17 м) более высокосортная; нижняя часть имеет мощность 21 м. Над отложениями "нижней рудной зоны" следует слой серого вулканического туфа мощностью 21 м.

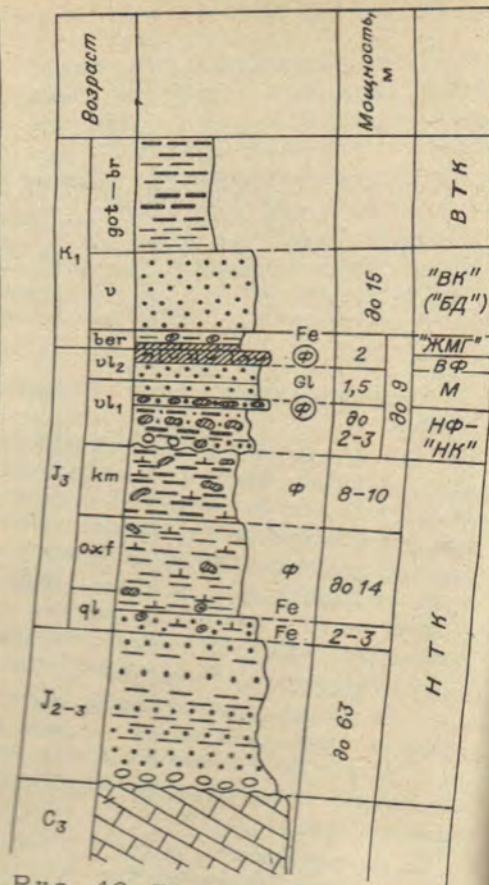
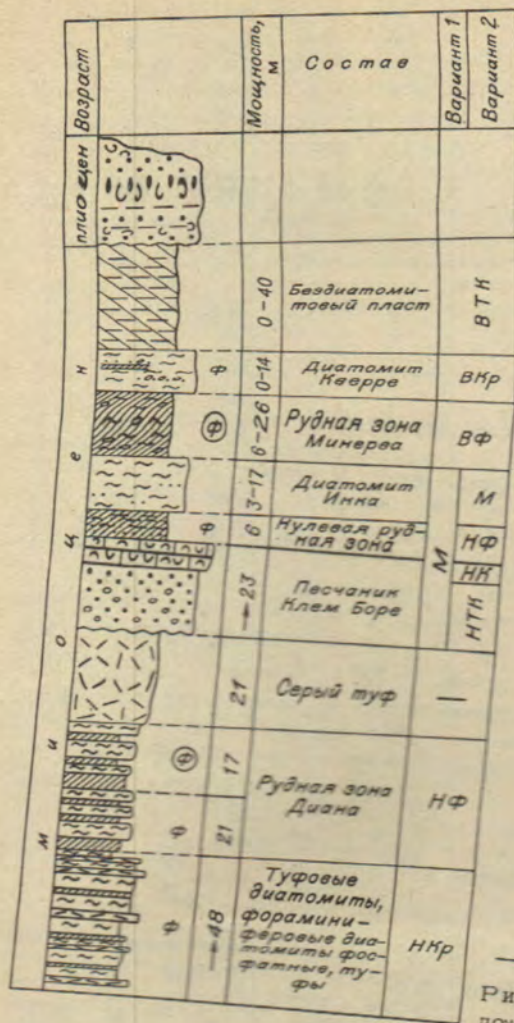


Рис. 46. Разрез фосфоритовместящих отложений Егорьевской группы месторождений (по /52/).

Рис. 45. Разрез фосфоритонесных отложений пустыни Сечура, Перу (по /75/).

На туфе с разрывом залегает кварцевый песчанник Клем Боре, содержащий обильные включения раковин моллюсков, примесь фосфатных зерен, гальку кварца и метаморфических пород. В верхней части его (от 0,3 до 23 м) местами встречается слой ракушняка. Выше следует "нулевая рудная зона" - песчано-глинистый фосфатный диатомит средней мощностью 6,3 м (9%  $P_2O_5$ ). На этом продуктивном слое залегает Диатомит Инка, представляющий собой пачку чистых диатомитов без примесей мощностью 3-17 м. Слабая фосфатность в этой зоне разреза обусловлена почти исключительно примесью рыбьей чешуи.

Над Диатомитом Инка следует "верхняя рудная зона", начинающаяся пластом Минерва (6-26 м): диатомиты с обилием костей китов, зубов, чешуи и костей рыб. Содержание  $P_2O_5$  5-15%. На Минерве залегает Диатомит Кверре (0-14 м), менее фосфатный; это относительно чистое скоп-

ление скорлупок диатомовых пластинок с обилием раковин моллюсков.

Фосфатонесная диатомитовая порода бескремнистых, глинистая, желтоватых и красно-буроватых оттенков, с включениями раковин моллюсков, шечники, пески и аргиллиты.

Состояние отложений таково, что ясно - они еще первичны. Для сравнения с "первоначальным" составом необходима обратная операция: выделение диатомитов, глин, фосфоритов, кварцевых песчаников, туфов времени, сопоставляемых с таковыми, когда палеозойские отложения еще не подвергались морфизации.

По-видимому, диатомитовые кременни. Промышленные кварцевые кременни. Кварцевый песок. Кременни. Таким образом, в отложениях присутствуют компоненты фосфоритонесной порода: фосфорит, межрудная (туфовая) порода, известняк и кремнистый фосфорит (Минерва) и верхний (кременни). Сходство увеличивается в туфовых породах, содержащих розетчатую глинистую пачку "сланцевого" (терригенного) фосфоритов морфизация (см. рис. 45).

К сожалению, мы не сможем увидеть, как залегают карбонатные слои в разрезе.

Месторождения карбонатных пород.

Если довольно разнообразны, то обнаруживают сходство в разрезе. Если же нет, то имеет смысл попробовать найти сходство в разрезах существенно вышележащих. Как отмечалось выше, отложения (включающие залежи желтоватых фосфоритов, вследствие того, что они глинистые, а не карбонатные, они в разрезе выглядят как фосфориты. Тем не менее, после того, как мы рассмотрим компоненты фосфоритонесной порода в платформенных разрезах.

А.В.Казаков /23, с. 200/ описывает строение фосфатных залежей Перу в ряде случаев в них он рассматривает фосфоритные кварцево-глинистые порода, но фосфоритный слой. Эта порода в том интервале разреза, где она встречается.

		Мощность, М		
				В Т К
		до 15	"ВК" ("БД")	
Fe	2		"ЖМГ"	
Cl	1,5		ВФ	
Ф	до 2-3	до 9	М	
			НФ- "НК"	
Ф	8-10			
Ф	до 14			
Fe	2-3			
		до 63		Н Т К

разрез фосфоритовме-  
ной Егорьевской  
месторождений (по /52/).

фосфоритовых от-  
секура, Перу (по /75/).

Клем Боре, содер-  
жащие фосфатных зерен,  
его (от 0,3 до

продуктивный слой  
диатомитов  
зоне разреза

начинающаяся  
залегают Диа-  
чистое скоп-

ление скорлупок диатомовых водорослей, содержит один-два тонких фосфо-  
ритовых пластика с обилием костей и зубов рыб, а также зерен кварца.

Фосфатносная диатомитовая пачка согласно перекрывается пачкой  
бескремнистых, глинистых, плохо изученных пород мощностью до 40 м,  
желтоватых и красно-оранжевых тонов. Выше с несогласием следуют раку-  
шечники, пески и аргиллиты плиоцена.

Состояние отложений данного разреза, судя по степени их свежести,  
таково, что ясно - они еще практически не выветриваются в ископаемом состоя-  
нии. Для сравнения древних месторождений нам приходится восстанавливать  
"первоначальный" состав пород путем "снятия" метаморфизма. Здесь же не-  
обходима обратная операция: требуется определить, какими станут перечис-  
ленные диатомиты, глины, песчаники через достаточно длительный промежу-  
ток времени, сопоставимый с промежутком, отделяющим нас от того момента,  
когда палеозойские или мезозойские породы приобрели современный вид.

По-видимому, диатомиты можно рассматривать как "недозрелые" пла-  
стовые кремни. Прослойки вулканических туфов являются случайными образо-  
ваниями. Кварцевый песчаник Клем Боре остается таковым же и в даль-  
нейшем. Таким образом, в данном разрезе мы можем различить следующие  
компоненты фосфоритносной модели: нижние (фосфатные) кремни, нижний  
фосфорит, межрудная (туфово)-кварцево-песчаная пачка с органогенным  
слоем известняка и кремнистым слоем Инда в верхней части, верхний фос-  
форит (Минерва) и верхний (фосфатный) кремнез (Кверре). Эта последо-  
вательность во многом напоминает каратаускую и фосфорийскую модели.  
Сходство увеличивается и тем, что рудообещающий комплекс кроется пест-  
роцветной глинистой пачкой (вероятно, зародышем надрудного "верхнего  
сланцевого" (терригенного) комплекса). Возможна и несколько иная гомо-  
морфизация (см. рис. 45).

К сожалению, мы не располагаем данными о подстилающих отложени-  
ях. Ниже фосфоритносной диатомитовой толщи, исходя из модели, должны  
залегать карбонатные слои и терригенные отложения приморской равнины.

#### Месторождения желваковых фосфоритов платформ (СССР)

Если довольно разнообразные месторождения "пластовых" фосфоритов  
обнаруживают сходство в порядке и составе некоторых компонентов разре-  
за, то имеет смысл попробовать опознать аналогичные компоненты модели  
и в разрезах существенно иной группы месторождений - платформенных.  
Как отмечалось выше, отложения типично платформенных месторождений  
(включающие залежи желваковых фосфоритов) трудно сопоставимы с отло-  
жениями, вмещающими залежи микроструктурированных и зернистых ("пластовых")  
фосфоритов, вследствие того, что на платформах разрез существенно терри-  
генный, а не карбонатный, как в бассейнах, накопивших пластовые фосфо-  
риты. Тем не менее, после того как мы установили облик и порядок основ-  
ных компонентов фосфоритной агрегации, можно надеяться обнаружить их и  
в платформенных разрезах.

А.В.Казаков /23, с. 106,107/ писал о "паразитической обшности  
строения" фосфатных колонок Русской платформы. В подавляющем большин-  
стве случаев в них он различал три части: базальный конгломерат; пред-  
фосфоритные кварцево-глауконитовые пески или песчаные глины; собственно  
фосфоритный слой. Эта последовательность, однако, прослеживается в уз-  
ком интервале разреза; но этим не следует ограничиваться. Учтем, что на

платформе мы столкнемся с крайне мелководными аналогами перикратонной или миегеосинклинальной фосфоритной агрегации, а кроме того, с очень маломощными гомологами ее компонентов.

Воспользуемся материалами по разрезам центральной области Русской платформы, где расположены Егорьевские месторождения. По /50, 52/ разрез Егорьевской группы месторождений (рис. 46), начиная от подошвы юрских отложений, несогласно залегающих на глубоко размытой поверхности каменноугольных толщ, выглядит следующим образом (снизу вверх):

песчано-глинистая толща бат-келловей с базальным конгломератом в основании, мощность до 63 м (мешерская толща);

мергелистые ожелезненные пески и песчаники, с глауконитом, среднего келловей, 2-3 м;

серые известковистые глины верхнего келловей-оксфорда, с рассеянными конкрециями фосфата, до 14 м;

черные известковистые, местами сланцевые глины киммериджа с рассеянными конкрециями фосфата, 9-10 м;

с размытом и базальным слоем конгломерата (или песка) в основании на киммериджских глинах залегают песчаная фосфоритовая серия слоев мощностью 8-9 м, которая охватывает волжский и рязанский ярусы. В ней различаются два фосфоритовых горизонта - нижний (нижневолжский) и верхний (верхневолжский-рязанский). Продуктивные горизонты разделяет межрудная песчаная кварцево-глауконитовая и ракушняковая слабо фосфатная пачка. Заметим, что межрудные пачки ряда месторождений пластовых фосфоритов тоже выражены ракушняковыми известняками, которые в определенных зонах акватории могут переходить в кварцевые песчаники. Вспомним глауконито-кварцевые песчаники Шедхорн межрудной пачки Фосфорийских месторождений.

Ниже и выше обеих продуктивных пачек Егорьевских месторождений, т.е. симметрично относительно фосфоритов и межрудной пачки, залегают глины, внизу (в нижневолжском ярусе) черные, выше (в рязанском ярусе) железистые. Трудно сказать, происходил ли размыв верхнекиммериджских черных глин с осушением данной территории, или подводно; во всяком случае, от черных глин киммериджа к межрудной пачке прослеживается тенденция к обмелению. Фосфатный цикл завершается в рязанском ярусе железистыми глинами. С валанжина начинается новый цикл; пески этого яруса надо считать не регрессивными, как это сделано в /52/, а базальной пачкой следующего трансгрессивного цикла, если учесть, что выше следует толща

толщ глины беррема.

Таким образом, в разрезе Егорьевской группы месторождений выделяются следующие компоненты фосфоритной агрегации: нижний терригенный комплекс с его двумя частями: нижней - более грубой (песчаниковой), и верхней - сланцевой, слабо фосфатной; подфосфатный гомолог нижних карбонатов и кремней в виде конгломерато-глинистой пачки; нижний фосфорит; межрудная пачка; верхний фосфорит; верхние (железистые) глины (гомолог железисто-марганцевого горизонта Каратау) + верхний терригенный комплекс, в котором массивные верхние карбонаты каратауской модели замешены кварцевыми песками (гомолог песчаной фации бурого доломита Каратау + верхние сланцы).

Разрез месторождений Вятско-Камского района /37, 56/ в некоторой мере сходен с разрезом Егорьевских месторождений. В качестве ложа трансгрессивной фосфоритоносной серии осадков здесь выступает пермо-триасовая толща мощностью в несколько сотен метров; морская пермь (пере-

славивание песчаников, глин, в нижний триас (конгломераты, вверху, всего 115-220 м). По гомолог молассы, завершившей

После довольно длительного крылась морем средней крив. (осс), песчано-глинистых отложений к концу оксфорда и в волжском держание: среди серых глин и гели с конкрециями фосфата, отложений (байос и волжский) ением нижнего терригенного комплекса отчетливо различается глинистая и карбонатистая часть.

По данным /56/ можно здесь слагается двумя комплексами: кварцевые пески, выше глины, пестроцветной глинисто-песчаный интервал - базальный слой черных серых известковистых глин, глины с прослоями горючих сланцев с глауконитом (верхневолжский это в целом отвечает описанию комплекса, имеющего здесь молассу в центре Русской платформы. На ярус моложе продуктивного терригенного песка с ауцеллами и желваками. Начинается он (снизу) слоем глинистого песка с ауцеллами и желваками местами фосфатные включения сланцевый слой. Выше следует мелкозернистый глауконитовый глинистый песок с ракушками. Верхний (основной) продуктивный слой фосфоритовыми, погруженными в желваками.

Над верхним фосфоритом выделены песков и песчаников (без фосфоритов обнаруживаются пестроцветы. Его митита и железомарганцевого горючего глина толща черных глин готерм-бараново-глауконитового песка, более рыхлые фосфоритные, безизвестковые, с ракушками материал в самом низу толщи и желваки "верхних сланцев" - верхнего терригенного комплекса.

Актюбинский район месторождений Актюбинское Приуралье отличается от других фосфоритоносных районов наличием эпигерцинской платформы, где фосфоритоносный чехол, который слагается до неогеновых отложений, имеет мощность. Однако в его разрезе выделены сланцы, хотя промышленным является только

сливание песчаников, глин, известняков; 500-600 м) и континентальный нижний триас (конгломераты, песчаники, песчано-глинистые отложения вверху, всего 115-220 м). Триасовую толщу можно рассматривать как гомолог молассы, завершившей пермский этап развития бассейна.

После довольно длительного перерыва ( $T_{2-3-J_1}$ ) территория вновь открылась морем средней юры. Началось отложение глин с сидеритами (байосс), песчано-глинистых отложений (бата - келловей и оксфорда), которые к концу оксфорда и в волжское время приобретают более карбонатное содержание: среди серых глин и сланцев появляются известковые глины, мергели с конкрециями фосфата, известняка глинистые. В разрезе этой части отложений (байос и волжские ярусы) нетрудно увидеть аналогию со строением нижнего терригенного комплекса, лежащего на молассе. В этом комплексе отчетливо различается нижняя, более песчаная, и верхняя, более глинистая и карбонатная часть с фосфатностью (рис. 47).

По данным /56/ можно заключить, что нижний терригенный комплекс здесь складывается двумя циклами. Нижний: бат-келловей - континентальные кварцевые пески, выше глины; верхний: после размыва, а местами после пестроцветной глинисто-песчаной пачки оксфорда, ниже - верхневолжский интервал - базальный слой кварц-глауконитового песка (2 м) внизу; толща серых известковистых глин, латерально переходящих в черные битуминозные глины с прослоями горючих сланцев; выше вновь пачка кварцевых песков с глауконитом (верхневолжский ярус), слабо фосфатная в верхах. Все это в целом отвечает описанному выше строению нижнего терригенного комплекса, имеющего здесь мощность 100-150 м.

Фосфоритоносный комплекс /37, рис. 5/ здесь маломощный, как и в центре Русской платформы: 4-6 м. По возрасту отвечает валажину, т.е. на ярус моложе продуктивного горизонта Егорьевского месторождения. Начинается он (снизу) слоем (0,9 м) кварцево-глауконитово-ракушничково-го песка с ауцеллами и желваками фосфата, фосфатными ядрами ауцелл; местами фосфатные включения сливаются в плиту. Это нижний фосфоритовый слой. Выше следует маломощный (0,6 м) межрудный слой - кварцево-глауконитовый глинистый песок с редкими фосфатными желваками. Выше - верхний (основной) продуктивный горизонт (до 2 м), вверху с крупными фосфоритовыми, погруженными в кварцево-глауконитовую песчаную массу желваками.

Над верхним фосфоритом находится слой (до 0,8 м) кварцево-глауконитовых песков и песчаников (без фосфатных желваков), в кровле которого обнаруживаются пестроцветы. Его можно считать гомологом "бурого" доломита и железомарганцевого горизонта каратауской модели. Выше расположена толща черных глин готерив-баррема (до 100 м) с прослоями кварцево-глауконитового песка, более распространенными в нижней части. Глины фосфоритные, безизвестковые, с высоким содержанием  $S_{org}$ ; фосфатный материал в самом низу толщи и лишь в переотложенном виде. Это гомолог "верхних сланцев" - верхнего терригенного комплекса.

Актюбинский район месторождений желваковых фосфоритов /11,42,43/. Актюбинское Приуралье отличается от рассмотренных выше двух платформенных фосфоритоносных районов тем, что входит в состав не древней, а эпигерцинской платформы, где фундаментом служат палеозой и триас. Фосфоритоносный чехол, который начинается красноцветными глинами лейаса, до неогеновых отложений имеет незначительную мощность - порядка 300 м. Однако в его разрезе намечается шесть-семь уровней фосфатности, хотя промышленным является только один - сантонский. В этом отношении

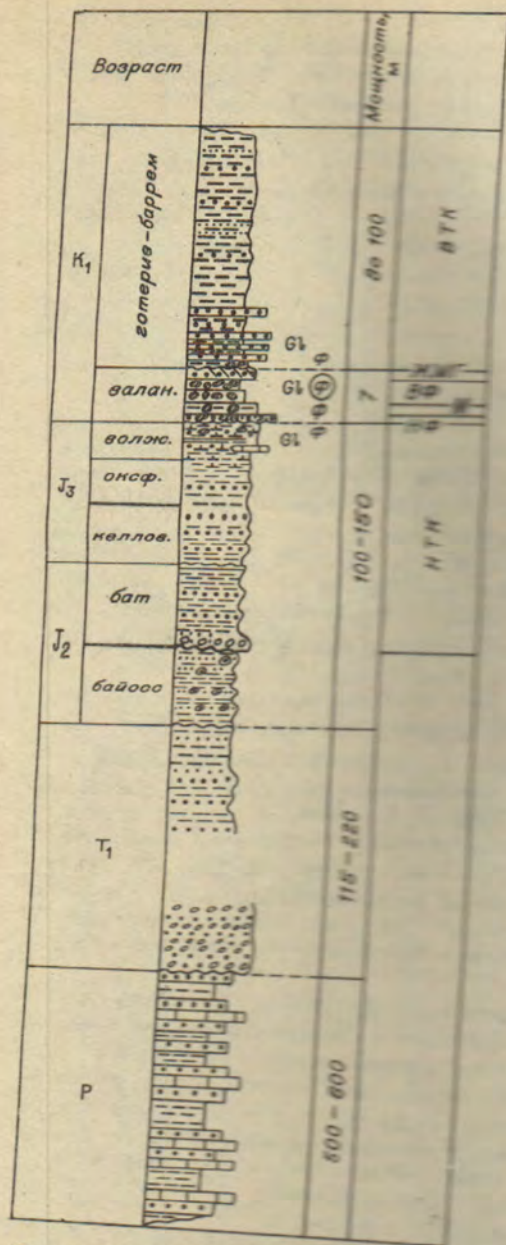
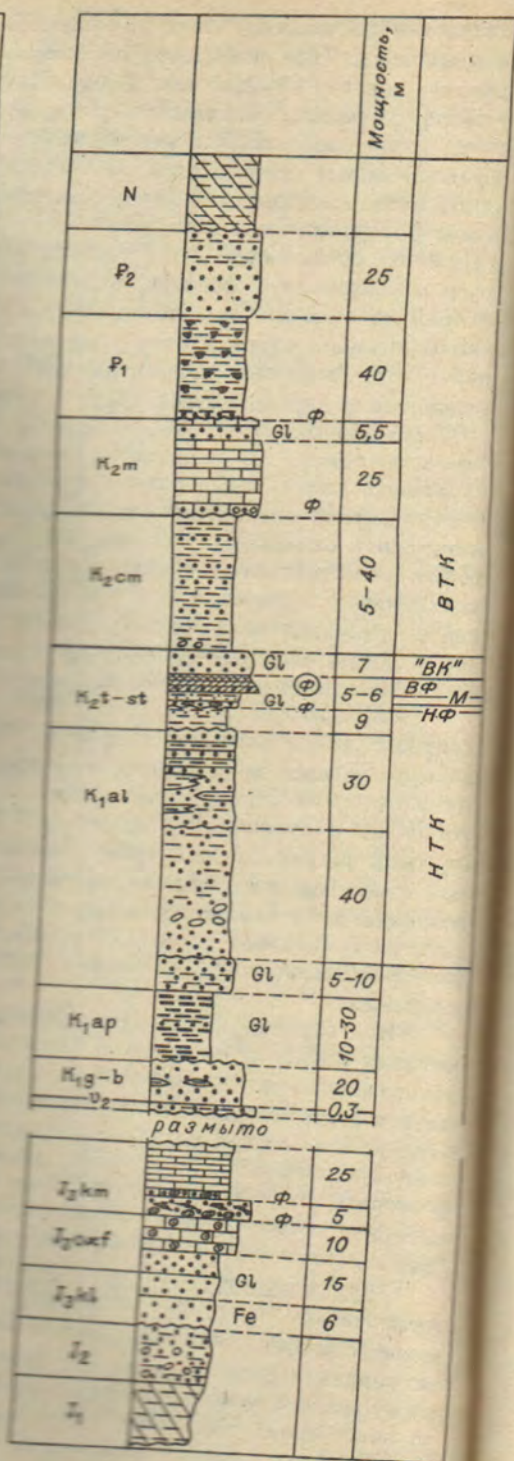


Рис. 47. Разрез фосфоритовых отложений Вятско-Камского района (по /37, 56/).

Рис. 48. Разрез фосфоритовых отложений Новоукраинской мульды (Актюбинское Приуралье) (по/11, 42, 43/).



разрез напоминает севернее время выявлено девять ко один отвечает требованиям суббассейнах, в разрезе Актюбинско-регрессивных и приурочены уровни Разрез Актюбинского размылов, а между пачивое несогласие. Поэтому часть разреза, которая жам фосфоритов. Сделан /11/ (рис. 48).

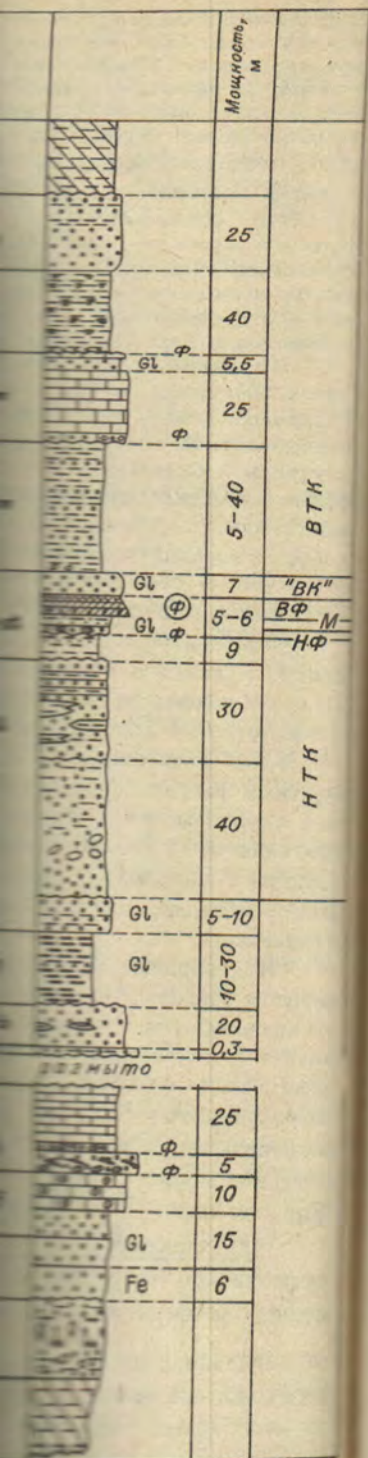
На толще континентальной по всему разрезу толще (вом (сеномана нет) оже железных песчаных. Зам комплекса": поверхность над ней, повышенная

Продуктивная серия в терригенном комплексе глауконито-кварцевом (1-2 м). Это подфосфоритует нижний фосфорит (0,25 ные в глауконитовом конитового песка (0,35) шийся фосфатной плитой

Продуктивный горизонт (1,5-7 м) верхнего сентоних" карбонатов или дели играют песчаные зона фосфатонакопления но было бы обнаружить

Верхний кварцево-песчаный трансгрессии: верхняя прослоями песка (до 40 м) слоем (0,2-0,5 м) в мергелей и писчего мала му положению в разрезе с разреза. Завершается слоем известняка детского фосфоритоносного песка, новой толщи (40 м) вал, отвечающий петская модель фосфоритов

В общем существенно месторождений фосфоритов образом, как и разрезе ритов, особенно на уровне в том, что здесь в кварцево-глауконитовых месторождений, только в наиболее мелководных



разрез напоминает северную часть Хубсугульского бассейна, где в настоящее время выявлено девять фосфоритовых уровней (из которых пока только один отвечает требованиям разработки). Как и в Восточно-Саянских суббассейнах, в разрезе Актыбинского Приуралья можно выделить несколько трансгрессивно-регрессивных циклов седиментации, к краевым фазам которых и приурочены уровни фосфоритонакопления.

Разрез Актыбинского района неоднократно пересечен поверхностями размывов, а между пачками готерив-баррема и алта отмечается даже угловое несогласие. Поэтому в наших целях следует рассмотреть только ту часть разреза, которая непосредственно примыкает к промышленным залежам фосфоритов. Сделаем это на примере разреза Новоукраинской мульды /11/ (рис. 48).

На толще континентальных, грубых внизу, с галькой и косослоистых по всему разрезу толщ (70 м) кварцевых песков альба залегает с размывом (оеномана нет) пачка туронских глин и кварцевых песков с прослоями ожелезненных песчаников. Здесь налицо признаки "нижнего терригенного комплекса": поверхность размыва в подошве, местами с залежами бокситов над ней, повышенная железистость в верхах; глинисто-песчаниковый состав.

Продуктивная серия (нижний сантон) отложений залегает на нижнем терригенном комплексе тоже с размывом, трансгрессивно и начинается глауконито-кварцевым песком с редкими желваками и галькой фосфорита (1-2 м). Это подфосфоритовые пески. Выше, с небольшим размывом, следует нижний фосфорит (0,25 м) - окатанные желваки фосфатов, сгруженные в глауконитовом песке. Далее залегает междурядный слой кварцево-глауконитового песка (0,35 м) и выше слой желваковых фосфоритов, завершающийся фосфатной плитой (всего 0,7 м) - гомологом верхнего фосфорита.

Продуктивный горизонт кроется слоем кварцево-глауконитового песка (1,5-7 м) верхнего сантона. Таким образом, здесь роль "верхних" и "нижних" карбонатов или кремней, а также "междурядной пачки" каратауской модели играют песчаные слои. При чрезвычайной мелководности бассейна в зоне фосфоритонакопления это так и должно быть, но, вероятно, и здесь можно было бы обнаружить разницу в кварцево-глауконитовых слоях.

Верхний кварцево-песчаный слой кроется отложениями развивающейся трансгрессии: верхнекампанскими серо-зелеными мергелистыми глинами с прослоями песка (до 40 м). Затем с размывом и фосфорито-конкреционным слоем (0,2-0,5 м) в основании следует пачка маастрихтских мелоподобных мергелей и писчего мела (25 м), очень сходная по литостратиграфическому положению в разрезе с пачкой мелоподобных мергелей Чок египетского разреза. Завершается она слоем глауконитовых песков (5,5 м) и метровым слоем известняка датского яруса, на котором лежит карманообразный слой фосфоритового песка, являющегося базальным горизонтом нижнепалеогеновой толщи (40 м) серо-зеленых глин с прослоями белых опок (интервал, отвечающий максимальной трансгрессии). Здесь гомологизируется египетская модель фосфоритового разреза.

В общем существенно терригенные разрезы типично платформенных месторождений фосфоритов желвакового типа построены примерно таким же образом, как и разрезы месторождений зернистых и микрозернистых фосфоритов, особенно на уровне "главной последовательности". Различие лишь в том, что здесь в рудовмещающем комплексе кремни и карбонаты замещены кварцево-глауконитовым песком. Глауконит является элементом и пластических месторождений, однако, как и песчаные породы, встречается там только в наиболее мелководных компонентах модели.

## МОДЕЛЬ ФОСФОРИТОНОСНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ОТЛОЖЕНИЙ

Сводный разрез Каратауского фосфоритоносного бассейна, построенный на основании уточненной и детализированной литостратиграфической разбивки /17/, мы приняли за модельный. В ходе сравнения его с разрезами основных фосфоритоносных бассейнов на всех континентах обнаружилось, что в их строении принимает участие ряд, по сути, одних и тех же литостратиграфических единиц, образующих примерно одинаковую последовательность литологических комплексов со сходной структурой; иначе говоря, систему литокомплексов.

Переходя к рассмотрению очередного разреза фосфоритового месторождения, мы убеждались, что, несмотря на индивидуальные и неповторимые особенности, в нем каждый раз можно усмотреть все основные компоненты каратауской модели, или по крайней мере часть их, залегающих в определенном порядке. Везде выделяется нижний литокомплекс — существенно грубозернистый, терригенный, иногда с континентальными отложениями; средний — рудовмещающий, терригенно-кремнисто-карбонатный; верхний, где терригенные породы (или карбонатные породы с терригенной примесью) приобретают тонкозернистый и тонконаслоенный характер.

Эти три литокомплекса, образующие единый фосфоритоносный надкомплекс, за пределами которого фосфатность отложений практически не фиксируется, можно рассматривать как первое приближение модели фосфоритоносного разреза. В /17, с. 168/ оно было названо "главной последовательностью" фосфоритоносных отложений.

В четырех из 12 рассмотренных крупных месторождений или фосфоритоносных бассейнов в основании базального комплекса находится орогенная толща (моладса), залегающая параллельно и без существенного углового несогласия с базальным комплексом, который, однако, может трансгрессивно "переходить" с отложений моласс на складчатый или кристаллический фундамент. В подавляющем большинстве случаев нижний терригенный комплекс сложен красно- или пестроцветными песчаниками, алевролитами, аргиллитами. Это указывает на то, что области его накопления располагались в зоне жаркого климата. О том же отчасти свидетельствуют и слои карбонатных (доломитовых) пород, появляющиеся в верхней, как правило, более тонкозернистой части базального комплекса. Некоторые отложения его верхов представляют собой черные сланцы глинистого и алевролитового состава (лагунные, эстуариевые). В отдельных частях бассейна, изолированных от терригенного потока, карбонатные породы могут существенно преобладать. В отложениях базального комплекса встречается обильная железистая минерализация (обеспечивающая последующую красноцветность, если даже первично эти слои были зеленоцветными), вплоть до скоплений железных руд, а также слои, обогащенные глауконитом. В верхах его наблюдается заметная фосфатность и как примесь, и в виде незначительных тел фосфоритов.

Средний, собственно фосфоритоносный, комплекс отложений имеет симметричное строение. Он начинается и заканчивается карбонатными породами: нижним и верхним карбонатными горизонтами. "Нижние карбонаты" (часто это доломиты) отличаются признаками явной мелководности; они биогенны в значительном объеме, это могут быть ракушки или строматолиты; заметно окремнены и часто содержат линзы и слои кремней, включения кремней неправильной формы (окремненные биогермные постройки и т.п.); в них обильны брекчированные участки, косая слойчатость, прослойки песча-

ных пород, глауконитовые. Выше нижних карбонатов в ранию в сторону мелкозернистыми карбонатами и кремнистыми карбонатами и кремнистыми карбонатами разреза.

Фосфатная серия, представляющая собой (или являющаяся) продуктивным пластом, (или являющаяся) местом рождения) имеет два горизонта, разделенные мелководными (чаще нижний) может наблюдаться присутствие заметно терригенного характера регрессивной — в процессе образования, включающие в себя песков с глауконитом до краев держать и маломощные слои в строением. Над верхним горизонтом следы сильного обмеления, что

Кроется верхний продуктивный ми кремнисто-карбонатный пласт, который может переходить в песчаники и карбонаты.

"Верхние карбонаты", как правило, имеют весьма мелкозернистый характер.

В сторону берега составлен из мелководных карбонатов, переходящих на песчаные породы, а на склонах — в алевролиты. Этот комплекс представлен в основном кремнисто-глинистыми сланцами и темными известняками с рассеянными

"Верхний терригенный комплекс" — это верхний терригенный пояс, представляющий собой материал (алевролиты-глинистые сланцы) с примесью карбонатного материала. В основании этого комплекса залегают

Положение верхнего комплекса в основном терригенному комплексу. В нем роль играют терригенные алевролиты и карбонаты; имеются пестроцветные алевролиты. Языки пестроцветов и железистых алевролитов, иногда распределенных в виде выходов и заливаемых выходов, в последние годы в последнее время и накопившихся в последние годы в условиях теплого климата.

Возможно, что в последние годы мог бы накапливаться глауконит. В разрезе, то залегают выше основного комплекса. В суббассейне Хубсугульского бассейна флишеподобный алевролит-глинистый комплекс. В бассейнах Австралии, Таиланда и т.д.

Верхний терригенный комплекс имеет развитую стадию трансгрессии. В разрезе обычно не ясно. Судя по бассейну

## АТЕЛЬНОСТИ ОТЛОЖЕНИЙ

ного бассейна, построенный  
стратиграфической разбив-  
ки его с разрезами ос-  
тентах обнаружилось, что  
и тех же литостра-  
последовательность  
значе говоря, систему

фосфоритового месторож-  
и неповторимые  
основные компоненты  
залегающих в опреде-  
существенно гру-  
отложениями; сред-  
верхний, где  
примесью) при-

надкомп-  
не фикси-  
фосфоритосос-  
последователь-

или фосфори-  
орогенная  
углового  
трангрессив-  
кристаллический

терригенный комп-  
алевролитами, ар-  
располагались  
слои карбо-  
как правило, более  
отложения его вер-

алевролитового соста-  
изолированных  
преобла-  
обильная железистая  
если даже  
железных  
наблюдается  
тел фос-

имеет сим-  
порода-  
карбонаты"  
они  
или стромато-  
кремней, включе-  
постройки и т.п.);

прослой песча-

ных пород, глауконитосные прослой, фиксируется повышенная фосфатность. Выше нижних карбонатов залегает горизонт "нижних кремней". По простиранию в сторону мелководья сплошные глинистые кремни могут замешаться кремнистыми карбонатами или карбонатами с включенными кремней. Нижние карбонаты и кремни порознь или совместно местами подчас выпадают из разреза.

Фосфатная серия, представляющая группу отложений от нижнего до верхнего продуктивного пласта, часто (в 10 из 12 рассмотренных крупных месторождений) имеет двуслойное строение: два основных продуктивных горизонта, разделенные межрудной пачкой. Один из продуктивных горизонтов (чаще нижний) может выпадать. В верхнем горизонте фосфоритов обычно присутствует заметно перестроенный материал, есть терригенная примесь, характер регрессивный - алевритоватость. Межрудная пачка - сложное образование, включающее в себя почти все безрудные фаши бассейна: от песков с глауконитом до кремнисто-глинистых черных сланцев. Может содержать и маломощные слои фосфоритов, нередко обладает циклическим строением. Над верхним продуктивным горизонтом часто обнаруживаются следы сильного обмеления, обводности разрывов.

Кроется верхний продуктивный горизонт "верхними кремнями" (пачками кремнисто-карбонатных пород), которые по простиранию могут переходить в песчаники и карбонаты, содержать глауконит.

"Верхние карбонаты", как правило, более чистые, чем нижние, но тоже имеют весьма маломощный облик.

В сторону берега системы среднего (фосфоритососного) комплекса меняется на мелководные карбонаты (песчаные доломиты, ракушечники), далее на песчаные породы, а на субмаринных платформах отложения всего среднего комплекса представлены известняками; в сторону открытого моря - на кремнисто-глинистые сланцы и известняки карбонаты (тонкослоистые темные известняки с рассеянной конкрецией кремней).

"Верхний терригенный комплекс" представляет собой отложения внешнего терригенного пояса, формирующиеся в пределах материкового склона. От базального терригенного комплекса верхний отличается более тонким материалом (алевроито-глинистым), более тонкой слоистостью, часто обилием карбонатного материала. Иногда это существенно глинистые отложения. Положение верхнего комплекса относительно фосфоритов симметрично базальному терригенному комплексу. Как и в последнем, здесь заметную роль играют терригенные компоненты, даже если в комплексе преобладают карбонаты; имеются пестроцветы и железистые образования, судя по примеру района Каратау, иногда распределены веерообразно, простираясь, видимо, от размываемых и заливаемых выступов, которые сформировались в виде суши в предыдущее время и накапливали на себе продукты выветривания, происходящего в условиях теплого климата. На соответствующем субстрате здесь мог бы накапливаться глинозем; и накопление разрывов таких кор привел бы к образованию аллитов и бокситов, которые, если и присутствуют в разрезе, то залегают выше основного горизонта фосфоритов (Боксов-Сархойский суббассейн Хубсугульского бассейна). Иногда фосфориты перекрываются флишеподобной алеврито-песчаной толщей, как это наблюдается в разрезах бассейнов Австралии, Тал (Индия), Танзанья (Западная Африка).

Верхний терригенный ("сланцевый") комплекс характеризует уже очень развитую стадию трангрессии, поэтому наличие его прибрежные фаши, обычно не ясно. Судя по бассейну Фосфоритов, это наземные и эвапоритовые

№ п/п	Месторождение, бассейн, страна	Продуктивная пачка					Fe-Mn вблизи продуктивной пачки				
		Продуктивное базальное терригенное комплекс	Продуктивность базального терригенного комплекса	Нижний карбонат	Подфосфоритный песчаник	Нижний кремль		количество рудных горизонтов	нижний фосфорит	верхний фосфорит	межуточная пачка, ее состав
1	Каратау, СССР	+	+	+	-	+	1/2	+	+	Г-К-А-Кр	+
2	Фосфория, США	+	(+)	+	+	+	2/2	+	+	Кр-К-П	-
3	Джорджина, Австралия	+	+	+	+	+	1/2	(+)	+	А	-
4	Улагол - Хубсугул, СССР - МНР	+	+	+	-	-	2/2	+	+	Кр-К	+
5	Египет	+	+	(+)	-	(+)	1/2	+	+	Г	+
6	Сирия, Израиль, Иордания	(+)	-	-	-	+	1				
7	Алжир, Тунис	+	-	-	-	-	2	+	+	Кр-К	-
8	Бенгерир, Марокко	-	(+)	-	-	-	2/2	+	+	К-Г	-
9	Бу Креа, Рио дель оро	-	-	-	-	+	2	+	+	Кр	-
10	Пенджаре, Верх. Волга, Бенин	-	-	-	-	-	1	-	+	Г-А	-
11	Цзиньгуандун, КНР	+	+	+	-	-	2	+	+	Г	-
12	Лейбо, Эмай, КНР	+	+	+	-	+	1		+	Г-К-Кр	-
13	Цзунъя, КНР	+	+	+	-	-	2	+	+	К	-
14	Куньян, КНР	+	+	+	-	-	2	+	+	Г	-
15	Кайян, КНР	+	+	+	-	-	2	+	+	К	+
16	Лаокой, Вьетнам	+	+	+	-	-	2	+	+	Кр-К	-
17	Аравалли, Индия	-	(+)	-	-	-	1(2?)				+
18	Тал, Индия	-	-	-	-	+	1	+	-	Г	-
19	Конселсион дель оро, Мексика	-	-	-	-	-	2	+	+	Г	-
20	Гюсарский хребет, СССР	+	-	Г	-	-	2	+	+	Г-К	-
21	Фергана, СССР	-	-	-	-	-	3-4			Г	-
22	Мардин, Турция	-	-	-	-	-	2	+	+	К-Г	-
23	Нижняя Чивула, Конго	-	-	-	-	-	2	+	+	Г-П	-
24	Актюбинское Приуралье, СССР	-	(+)	-	-	-	2	+	+	П	-
25	Витско-Камский бассейн, СССР	-	-	-	-	-	2	+	+	П	-
26	Егорьевское, СССР	-	-	-	-	-	2	+	+	П	-
27	Мурнтау, СССР	-	-	-	-	-	2	+	+	К	-

Примечание. Знак - отсутствие; (+) - частичное присутствие; / - разн.; ? - наличие в разных разрезах; + - наличие; Г - глинистый, К - карбонатный, П - песчаный, А - алевритовый, Кр - кремнистый состав.

толщи. Со стороны открытого моря выдвигается латерально замещается пелагическими известняками. Вверх по разрезу верхний терригенный комплекс сменяется отложениями максимальной стадии трансгрессии - обычно пелагическими темными кремнисто-глинистыми и известняками с тонкослоистыми или неяснослоистыми известняками, или же сложенными регрессивной стадии. Обратная последовательность перечисленных компонентов, которая могла бы возникнуть на стадии заливки бассейна, пока не описана.

Верхний кремль	Верхний карбонат	Верхний терригенный комплекс		Гидрат	
		состав	наличие красной, песчистой окраски	наличие продуктивной пачки	наличие пачки
+	+	К-Г	+	+	-
+	+	К-Г-А	+	+	-
-	-	К-А	-	-	-
+	+	Г-А	+	-	-
+	+	К-А-Г	+	+	-
-	+	Г-К	-	+	-
+	+	Г	+	-	-
+	+	Г-К	-	-	-
+	-	Кр-Г	-	-	-
-	-	Г-А	+	-	-
-	+	К-Г	+	-	-
+	+	К-Г	+	-	-
-	+	Г	+	-	-
-	-	Г	-	-	-
-	-	Г	-	-	-
-	+	Кр-К	-	-	-
(+)	+	Г-К	-	-	-
-	-	Г	-	-	-
-	-	Кр-К	-	-	-
-	-	Г	-	-	-
-	-		-	-	-
+		Г-К	-	-	-
-	-		-	-	-
-	-	Г	+	+	-
-	-	Г	+	+	-
-	-	П	+	+	-
-	-	К-П-Г	+	+	-

Регрессия происходит в условиях трансгрессивной стадии, которая сменяется со случаями, когда карбонатно-терригенный комплекс менее глубоководными известняками. Таковы фосфоритовые разрезы Сибири, разрез месторождения фосфоритовых разрезов Сибири. Фосфоритовые разрезы Сибири основаны на трансгрессивной стадии континентальные отложения, в которых

Продуктивная пачка			Fe-Mn вблизи продуктивного горизонта
нижний фосфорит	верхний фосфорит	межуточная пачка, ее состав	
+	+	Г-К-А-Кр	+
+	+	Кр-К-П	-
+	+	А	-
+	+	Кр-К	+
+	+	Г	+
+	+	Кр-К	-
+	+	К-Г	-
+	+	Кр	-
+	+	Г-А	-
+	+	Г	-
+	+	Г-К-Кр	-
+	+	К	-
+	+	Г	-
+	+	К	+
+	+	Кр-К	-
+	+	Г	+
+	+	Г	-
+	+	Г-К	-
+	+	Г	-
+	+	К-Г	-
+	+	Г-П	-
+	+	П	-
+	+	П	-
+	+	К	-

— полное присут-  
ствие в разрезе  
— частичное, П — песча-

замещается пе-  
счаными  
меняется отложениями  
темными  
или  
регрессивной стадии.  
компонентов, которая  
не описана.

Верхний кремль	Верхний карбонат	Верхний терригенный комплекс				Глуководит		Возраст фосфоритов	№ п/п
		состав	наличие красной, пестрой окраски	ниже продуктивной пачки	в межуточной пачке	ниже продуктивной пачки	в фосфоритах		
+	+	К-Г	+	+	-	+	+	Е <sub>1</sub>	1
+	+	К-Г-А	+	+	+	+	+	Р	2
-	-	К-А	-	+	-	-	-	Е <sub>2</sub>	3
+	+	Г-А	+	-	-	-	-	V-Е <sub>1</sub> ?	4
+	+	К-А-Г	+	+	+	+	+	К <sub>2</sub>	5
+	+	Г-К	-	+	-	+	-	К <sub>2</sub>	6
+	+	Г	+	-	-	+	-	Р <sub>1</sub>	7
+	+	Г-К	-	+	-	+	-	К <sub>2</sub> , Р <sub>1</sub>	8
+	+	Г-К	-	-	-	-	-	К <sub>2</sub>	9
+	+	Кр-Г	-	-	-	-	-	V	10
-	-	Г-А	+	-	-	-	-	Sn <sub>3</sub>	11
-	+	К-Г	+	-	-	-	-	Sn <sub>3</sub> , Е <sub>1</sub>	12
+	+	К-Г	+	-	-	-	-	Sn <sub>3</sub> , Е <sub>1</sub>	13
-	+	Г	+	-	-	-	-	Е <sub>1</sub>	14
-	-	Г	-	-	-	-	-	Sn <sub>3</sub> , Е <sub>1</sub>	15
-	-	Г	-	-	-	-	-	V-Е <sub>1</sub>	16
-	+	Кр-К	-	-	-	-	-	Р <sub>1</sub>	17
(+)	+	Г-К	-	-	-	-	-	J-К?	18
-	-	Г	-	-	-	-	-	J	19
-	-	Кр-К	-	-	-	-	-	Р	20
-	-	Г	-	-	+	-	-	Р	21
-	-	Г	-	-	-	-	-	К <sub>2</sub>	22
+	-	Г-К	-	-	-	-	-	К <sub>2</sub>	23
-	-	Г	+	+	+	+	-	К <sub>2</sub>	24
-	-	Г	+	+	+	+	+	К <sub>1</sub>	25
-	-	П	-	-	+	+	-	J	26
-	-	К-П-Г	+	+	+	+	-	Р	27

Регрессия происходит качественно иначе, а не просто как повторение трансгрессивной стадии истории бассейна в обратном порядке. Мы сталкиваемся со случаями, когда фосфоритовые отложения подстилаются не карбонатно-терригенными мелководными, а исключительно мелкими, более или менее глубоководными карбонатными толщами или битуминозными сланцами. Таковы фосфоритовые разрезы южно-сибирских отложений юга Сибири, разрез месторождения Консепсьон-дель-Сур (Аре) в Мексике, фосфоритовые разрезы эпохи Средней Азии. В Сибири отложение продуктивных толщ происходило тоже по трансгрессивной схеме. Однако здесь в основании трансгрессивной последовательности лежат не прибрежные и континентальные отложения, а вначале отложения исключительно глубоководного

В таблице перечислены компоненты фосфоритных агрегаций для выборки из 28 разрезов крупных и средних фосфоритносных бассейнов различного возраста — от нижнего протерозоя до миоцена, с фосфоритами разных типов: микрозернистыми и афанитовыми, зернистыми и желваковыми. Как можно видеть, перечисленные выше компоненты фосфоритносной агрегации выделяются почти повсеместно. Резкое отличие отмечается в составе и облике среднего (фосфоритносного) комплекса стабильных платформ, относящихся, как давно определено, к кварцево-глауконитовым формациям. Однако структура этого компонента сохраняется и в платформенной области.

Приведенные уже данные о составе и строении надкомплекса фосфоритносных и фосфоритомещающих отложений в различных бассейнах седиментации можно обобщить блок-моделью профиля идеализированного фосфогенического бассейна в сечении по направлению от береговой зоны к материковому склону (рис. 49). При изображении модели использован показ отложений блоками вследствие отсутствия надежных данных о переходах между зонами осадконакопления. В этом отношении хорошо изучены только Северо-Африканский бассейн и пермский бассейн Северной Америки. Изученность взаимопереходов различных фазовых зон для остальных фосфогенических бассейнов оставляет желать лучшего. Соотношения мощностей выделенных литокомплексов и их составных частей тоже могут быть весьма разнообразными. Примером тому служат мощности такого компонента агрегации, как "нижний карбонат". Как было показано выше, его мощность меняется от долей метра до многих сотен метров. Более стабильны мощности кремней, они соизмеримы с мощностями фосфоритовых пластов и лишь изредка в три-пять раз превышают их. В этом, видимо, сказывается общность источника питания фосфатообразования и кремней, сходная ширина зон накопления высококремнистых и фосфоритных пород, которая не может быть значительной вследствие того, что обусловлена механизмом апвеллинга, сопровождающегося высокой биопродуктивностью.

Модель позволяет сделать важные выводы:

в модели различаются два вида образований (толщ, пачек): вмещающие (в той или иной мере ближайшие соседи продуктивных слоев, как правило, фосфатные) и ограничивающие ("пустые", совсем не фосфатные). Первые могут иметь значительные объемы. Несмотря на то, что в них встречается повышенная фосфатность, проводить прямые поиски в их пределах не имеет смысла. Необходимо сначала уяснить, какой компонент модели представляет собой эмпирически установленный фосфатносный комплекс, не содержит ли он в себе другие ее компоненты;

разные компоненты одной и той же модели можно рассматривать как разные геологические формации (с неодинаковой степенью перспективности);

продуктивная пачка может выдвигаться между двумя существенно терригенными толщами и содержать лишь незначительный объем карбонатных пород, быть "карбонатной" только по характеру примеси;

циклическое строение могут иметь и отдельные компоненты модели, в частности, фосфоритные горизонты могут, в свою очередь, состоять из "междунной" пачки, "нижних" и "верхних" карбонатов и т.д.;

одни и те же компоненты модели для разных бассейнов литологически могут существенно различаться. "Нижние карбонаты" могут быть строматолитовыми, ракушечными, кремнистыми карбонатами, переслаиванием известняка и кремня; "междунные слои" — кремнями, алевритами или мергелями и т.п. Различия в мощностях и протяженности еще более осложняют распознавание. Поэтому очень важно знать порядок, взаиморасположение выделяемых компонентов.

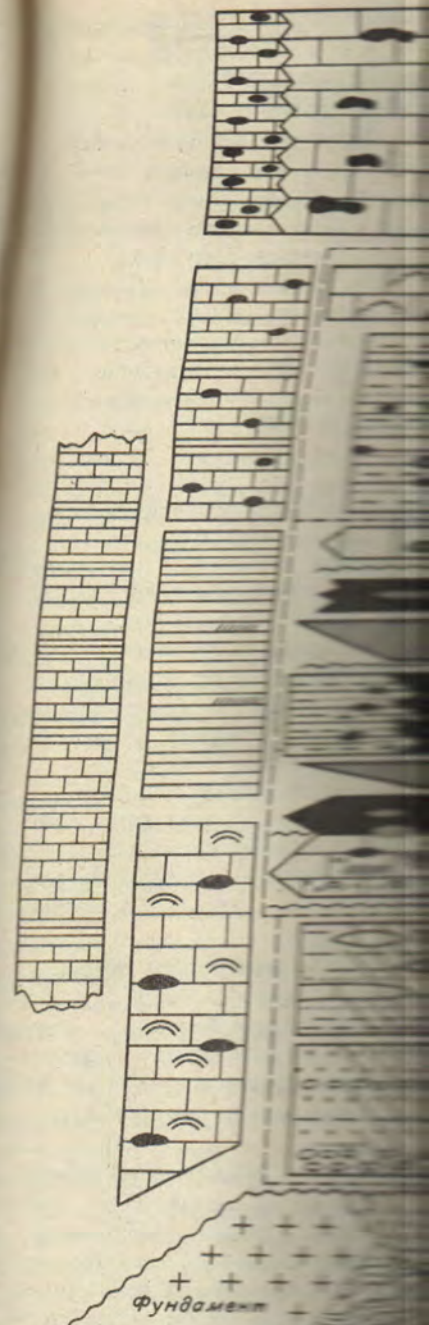


Рис. 49. Модель надкомплексной агрегации).

I — нижний терригенный комплекс, II — верхний терригенный комплекс.

агрегаций для выбор-  
 бассейнов различ-  
 с фосфоритами разных  
 и желваковыми. Как  
 фосфоритоносной агрегации  
 встречается в составе и  
 платформ, отно-  
 платформенным формациям. Од-  
 платформенной области.  
 надкомплекса фосфори-  
 бассейнах седимен-  
 тированного фосфогени-  
 тической зоны к материко-  
 использован показ отложе-  
 о переходах между  
 изучены только Северо-  
 Америки. Изученность  
 фосфогенических  
 мощностей выделенных  
 быть весьма разнооб-  
 компонента агрегации,  
 его мощность меняется  
 стабильны мощности крем-  
 нистов и лишь изредка  
 встречается общность ис-  
 ширина зон накоп-  
 не может быть значи-  
 апвеллинга, сопро-

(пачек):  
 продуктивных сло-  
 ("пустые", совсем  
 объемы. Несмотря на  
 проводить прямые по-  
 сначала уяснить, какой  
 установленный фосфато-  
 ее компоненты;  
 можно рассматривать как  
 перспективности);  
 существенно тер-  
 объем карбонатных  
 компоненты модели,  
 очередь, состоять из  
 и т.д.;

бассейнов литологически  
 могут быть строма-  
 переслаиванием из-  
 алавролитами или  
 еще более ослож-  
 взаиморасполо-

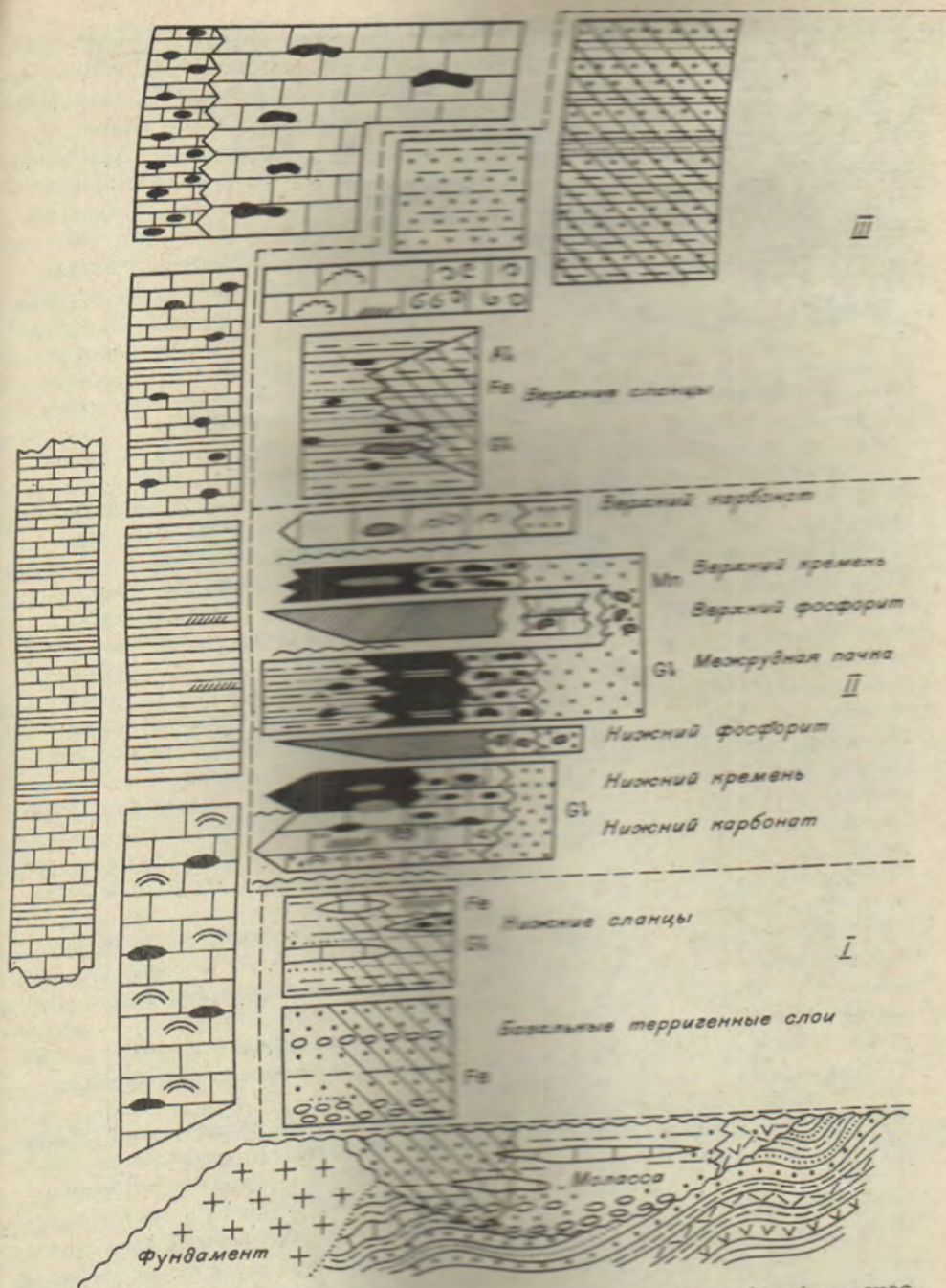


Рис. 49. Модель надкомплекса фосфоритоносных отложений (фосфоритоносная агрегация).  
 I - нижний терригенный комплекс; II - рудомещающий комплекс; III - верхний терригенный комплекс.

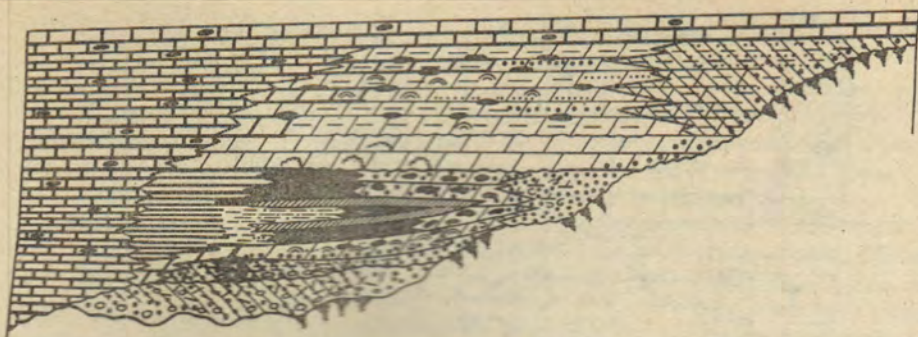


Рис. 50. Схема трансгрессивного фосфоритоносного "клина".

Обобщенно модель фосфоритоносной части бассейна седиментации можно представить в виде трансгрессивного "клина" отложений, расходящаяся часть которого обращена в сторону открытой области бассейна, а сходящаяся — к континенту или поднятию дна. Подстилается трансгрессивный "клин" мелководными и наземными существенно терригенными отложениями, а перекрывается карбонатными и терригенно-карбонатными, в которые могут вклиниваться пестроцветы и красновцветы, протягивающиеся от прилегающих массивов суши, заливаемой в процессе трансгрессии (рис. 50). Значительные по мощности пачки черных известняков и черных (алевроитоглинистых) сланцев, как правило, встречаются на фациальном профиле лишь по одну сторону от фосфоритов (не считая сланцев межрудной пачки), в то время как по другую сторону на уровне фосфоритовмещающего комплекса можно наблюдать терригенные и красно-пестроцветные фации. Среднюю же часть комплекса отложений данного бассейна занимают светлые доломиты и глинисто-алевроитовые породы; здесь встречаются обильные рифовые и прочие биогермные постройки.

Подобная модель может несколько меняться в зависимости от того, с какой скоростью происходила трансгрессия и на какую площадь она распространялась, каковы были характер суши, обрамляющей бассейн, и агенты сноса, и от множества других обстоятельств и факторов. Однако в описанной последовательности (по вертикали) даже при выпадении некоторых компонентов модели сохраняется тот же порядок, если учесть латеральную взаимозаменяемость типов отложений.

В целом представленную модель можно считать иллюстрацией закона Вальтера — Головкинского, его объектным отражением, принимая во внимание, что формирование последовательности слоев в условиях углубления акватории и смещения ее границ происходит циклически-пульсационно, осложняясь скачками развития. Существо предложенной нами работы заключалось не в повторении открытия названного закона, а в том, чтобы найти такой способ описания разрезов, при котором наиболее всего выявлялось бы сходство строения по возможности большого числа месторождений фосфоритов "пластового" (некарбонатного) типа. Такой способ описания позволит построить общую модель, которая, конечно же, будет подчиняться закону Вальтера — Головкинского.

Трансгрессивный "клин" описанных отложений теоретически может

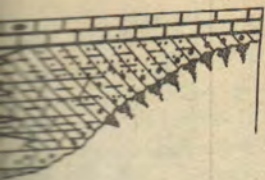
реализоваться и в земных условиях, что возможно при сравнительности с появлением в этот этап (этапа общего замедления) появляются существенные трансгрессивная модель с разреза на регрессивный бассейн, как это в свое время

Судя по Каратаурскому бассейну, отдаленно напоминать клин Фосфория, Джорджия, Сибирь, действительно имеют клиновидную форму на некоторых шельфах субконтинентальной у перегиба слабоуклоненному склону, и областью мелководного шельфа, а также склона, с шириной шельфа. Здесь, на перегибе носу питательных веществ с терригенные постройки. Поэтому в поперечном сечении осадков шельфа имеет тенденцию к ступенчатому погружению барьером, растущим на

Залегание достаточно фосфоритовых пластов на некоторых рифовых слоев (во втором или третьем пачках крупных месторождений или глини говорит о том, что шельфах начиналось лишь после терригенных. Возможно, именно в это время для циркуляции фосфатов наличие рассеянных и локальных циклах трансгрессивных существуют с самого начала терригенные органики и т.п.). Однако вносом растворенных фосфатов

Случаи разделения продуктивной пачкой двух типов — отложений возникают фосфориты (черные слоистые известняки), а также органики, кремни), — побуждают процесс фосфоритообразования в интервале (по /65/ 200-400 м) бассейна свой, так как конкретные глубинах образования факторы тех, с которыми они соотносятся

Итак, можно предположить, что локален не только во времени площади. Обмеление, связанное с фосфоритообразованием, если это линга или каких-либо долин



"клина".

...седиментации мож-  
...расходящаяся  
...бассейна, а сходящая-  
...трансгрессивный "клин"  
...отложениями, а  
...в которые могут  
...от прилегающих  
(рис. 50). Значитель-  
... (алеурито-глинистых)  
...только лишь по одну  
...пачки), в то время  
...комплекса можно  
...Среднюю же часть  
...доломиты и гли-  
...рифовые и прочие

...зависимости от того,  
...площадь она рас-  
...бассейна, и агенты  
...Однако в описан-  
...некоторых ком-  
...латеральную

...иллюстрацией закона  
...принимая во внима-  
...углубления  
...диффузионно, ослож-  
...работы заключалось  
...чтобы найти такой  
...выявлялось бы  
...месторождений фосфори-  
...основания позволит  
...закону

...может

реализоваться и в зеркально отраженном виде: в обратной последовательности, что возможно при регрессиях. Однако типичной обратной последовательности с появлением в разрезе фосфоритов безусловно регрессивного этапа (этапа общего замыкания бассейна) пока не описано. Видимо, здесь появляются существенные качественные различия, в перспективе именно трансгрессивная модель с более качественными продуктивными интервалами разреза на регрессивных фазах циклов трансгрессивной стадии развития бассейна, как это в свое время подметил Г.И. Бушинский /4, с. 133/.

Судя по Каратаускому бассейну, трансгрессивный "клин" может лишь отдаленно напоминать клин геометрический. На профилях через бассейны Фосфория, Джорджина, Северной Африки отдельные литокомпоненты действительно имеют клиновидную форму. Но следует принимать во внимание, что на некоторых шельфах существует "зона нулевой седиментации", расположенная у перегиба слабоуклонной поверхности собственно шельфа к материковому склону, и областью максимального осадконакопления являются собственно шельф, а также склон, с выклиниванием осадков к обеим сторонам бровно-шельфа, а также склон, с выклиниванием осадков к обеим сторонам бровно-шельфа. Здесь, на перегибе дна бассейна благодаря чистоте дна и подношу питательных веществ с глубин могут развиваться рифогенные и биогермные постройки. Поэтому на самом шельфе накапливается линза (в поперечном сечении) осадков, особенно в том случае, когда средняя часть шельфа имеет тенденцию к прогибанию или же представляет один из уступов ступенчато погружающейся окраины континента, ограниченной биогермным барьером, растущим на внешнем крае уступа.

Залегание достаточно богатых и выдержанных по простиранию фосфоритовых пластов на некотором расстоянии от подошвы трансгрессивной серии слоев (во втором или третьем цикле), с преобладанием в межрудных пачках крупных месторождений кремнистых, черных, глинистых сланцев или глин говорит о том, что фосфатонакопление достигла определенных глубин. Возможно, именно в это время зона шельфа становилась досягаемой для циркуляции фосфатоносных глубинных вод (рис. 51). Как показывает наличие рассеянных и незначительных скоплений фосфатов уже в самых начальных циклах трансгрессивной серии, условия минерализации локально существуют с самого начала трансгрессии (мелкое море, теплые воды, обилие органики и т.п.). Однако только в условиях стабильного мощного приноса растворенных фосфатов может начаться накопление залежей.

Случаи разделения продуктивных пластов слабофосфатной междурудной пачкой двух типов - отложенной на глубинах, больших, чем те, на которых возникают фосфориты (черные глинисто-кремнистые сланцы, черные тонко-слоистые известняки), и отложенной на меньших глубинах (доломиты, песчаники, кремни), - побуждает считать, что глубины, на которых происходит процесс фосфоритообразования, заключены в некотором, довольно узком интервале (по /65/ 200-400 м). Этот интервал, видимо, для каждого бассейна свой, так как конкретной породе (например, кремнисто-глинистому сланцу) невозможно приписать повсеместно единую глубину образования. О глубинах образования каких-либо пород можно говорить лишь относительно тех, с которыми они соседствуют.

Итак, можно предполагать, что диапазон условий фосфоритообразования локален не только по глубинам, на которых находится дно, но и по площади. Обмеление, скажем, средней части бассейна не приведет там к фосфоритообразованию, если эта область не попадает в зону действия апвеллинга или каких-либо дополнительных условий.

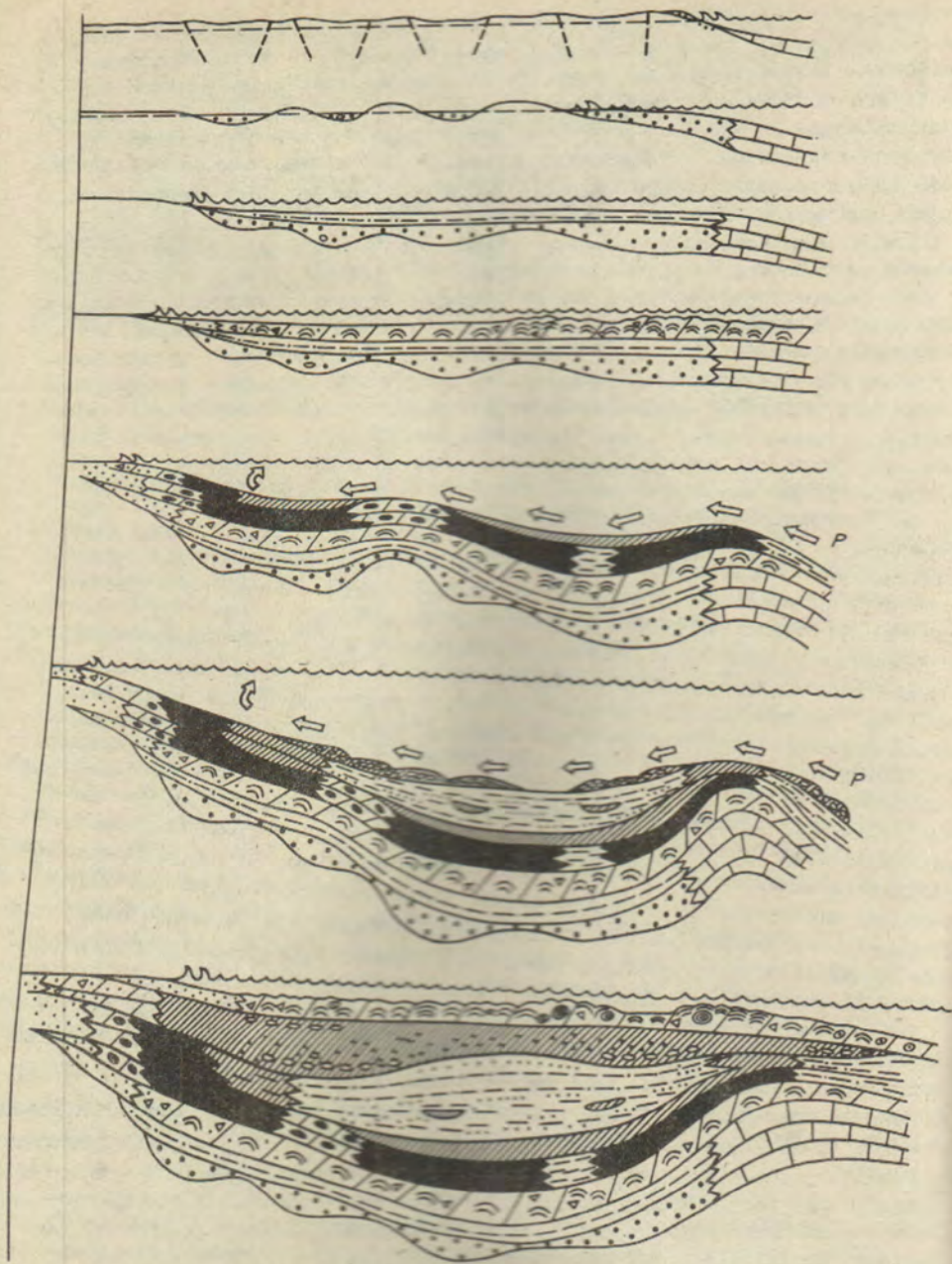


Рис. 51. Схема развития фосфоритового цикла Каратауского бассейна (для времени от начала отложения карабатхатенской свиты по отложение железомарганцевого горизонта).

Как можно видеть по графикам развития бассейнов, построенных на основании качественных оценок глубин и характера фосфогенических акваторий (исходя из распределения по разрезу типов пород), моменты фосфорито-

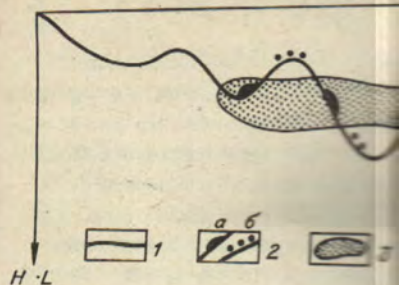


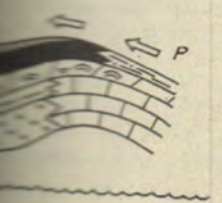
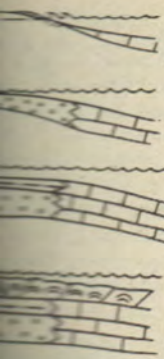
Рис. 52. Модель положения  
1 - кривая развития бассейна  
L - расстояние от берега, T - время  
б - переотложенные; 3 - дренаж

образования занимают (см. таблицу). Модель положения (рис. 52) обобщает позиции на графиках таблицы. Это более модели /17, рис. 84, с. 184.

Такая модель объяснит, почему иногда соответствуют условиям этого требуется совпадение рядом условий, благоприятное для встречи горных

Сопоставление предложенных данными о современном фосфоритованной с незавершенностью процесса. В современных осадках на дне морей, которые можно сравнить с древними гашенными фосфатными зернами, фосфоритизированных илов. Сплошные зоны интенсивного апвеллинга (устьевых желваки. При определении выяснилось, что лишь очень редких районах), по существу, современные древними, относящимися к раннему. Отмечается интенсивный процесс непостоянство действия процессов. Невозможность сравнить с имеющимися разрезами древних, что надфосфоритовые слои сейчас выем практически нет данных, подтверждающими.

Процесс формирования фосфоритов наблюдается в ископаемом виде, не за слоем. Это процесс сложный



Каратауского бассейна  
связи по отложение

на  
фосфоритовых аквато-  
моментах фосфорито-

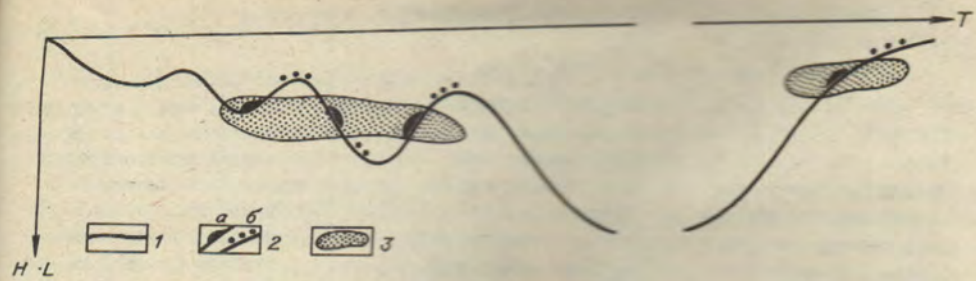


Рис. 52. Модель положения диапазона условий фосфоритообразования.  
1 - кривая развития бассейна в координатах HL-T (H - глубина, L - расстояние от берега, T - время); 2 - фосфориты: а - первичные, б - переотложенные; 3 - диапазон условий минерализации фосфатов.

образования занимают начальные и конечные фазы циклов развития (см. таблицу). Модель положения диапазона условий фосфоритообразования (рис. 52) обобщает позиции моментов фосфоритообразования, показанные на графиках таблицы. Это более уточненный вариант предложенной ранее модели /17, рис. 84, с. 184/.

Такая модель объясняет, почему моменты фосфоритообразования только иногда соответствуют экстремальным фазам развития бассейнов: для этого требуется совпадение экстремального состояния акватории с целым рядом условий, благоприятствующих фосфоритообразованию. Такое совпадение должно встречаться гораздо реже, чем пересечение.

Сопоставление предложенных моделей фосфоритовых разрезов с данными о современном фосфоритообразовании сталкивается с проблемой, связанной с незавершенностью процесса современного фосфоритообразования. В современных осадках на дне морей и океанов не обнаружены фосфориты, которые можно сравнить с древними /65/. Обнаружены только пески, обогащенные фосфатными зернами, желваки, стяжения, плиты и глыбы фосфатизированных илов. Сплошные пласты фосфоритов не обнаружены. Даже в зонах интенсивного апвеллинга (у побережья Перу и Чили) встречены только желваки. При определении же возраста желваков фосфата со дна морей выяснилось, что лишь очень незначительное количество их (в двух-трех районах), по существу, современные /2, 72, 87/, остальные оказались более древними, относящимися к уже завершённой стадии фосфатоосаждения. Отмечается интенсивный процесс переотложения фосфатных желваков и непостоянство действия процессов минерализации фосфатов.

Невозможность сравнить разрез, содержащий современные фосфориты, с имеющимися разрезами древних фосфоритовых отложений из-за того, что надфосфоритовые слои сейчас еще не сформированы, а по подфосфоритовым практически нет данных, вынуждает ограничиться следующими рассуждениями.

Процесс формирования месторождений до того состояния, которое наблюдается в ископаемом виде, не ограничивается актом отложения слоя за слоем. Это процесс сложной трансформации накопленной последователь-

ности напластований с обогащением слоев одними компонентами и разубоживанием другими.

Предположение о том, что в древние эпохи процесс минерализации растворенных фосфатов мог протекать гораздо интенсивнее, чем в современную эпоху, вполне вероятно, но оно остается предположением, из которого трудно извлечь какие-либо плодотворные выводы. Изучение древних фосфоритовых слоев показало, что те из них, которые можно было бы считать первичноосажденными на разделе вода/осадок (афанитовые фосфаты — микросфороциты), как правило, весьма маломощны. Промышленно интересных скоплений такой тип фосфатов не образует. Промышленное значение имеют или фосфаты, редко рассеянные в породе (при условии, что бесполезный компонент легко отделяется от фосфата), или же фосфаты зернистые, представляющие; по существу, пески и алевролиты с зёрнами в основном фосфатного состава. Такие пески, судя по их структуре, составу, текстуре и т.д., не образуются в первичном акте осаждения частиц из морской воды; как и калькарениты, они являются продуктами сортировки и приноса уже сформированных фосфатных зёрен, которые при этом обнаруживают признаки дополнительного обрастания фосфатом в процессе переноса или покоя; это говорит о том, что перенос осуществляется в условиях, благоприятных для минерализации фосфата. К сожалению, мы не располагаем данными о пространственном расположении залежей фосфатов различных типов, особенно тех, которые можно считать первичноосажденными, не перемещенными, и тех, которые явно образовались путем замывания. Возможно, что их позиции не совпадают.

Минерализация растворенных фосфатов может происходить множеством способов, как и привнос их в зону минерализации. Однако только апвеллинг представляет собой достаточно мощный механизм подноса. В многочисленных работах, где обсуждается связь фосфоритообразования с апвеллингом, можно найти разнообразные высказывания о его значении. Во всяком случае, совпадение областей, где наблюдается апвеллинг, с большинством пунктов находок фосфатных желваков на две (см., например, /70/) нельзя рассматривать как случайность. В последнее время некоторые исследователи, изучающие механизмы минерализации фосфатов /2,4,18,65,71,72/, пришли к заключению, что эта минерализация происходит не на границе раздела вода/осадок, а уже внутри ила, в восстановленной среде. Таким образом, значение апвеллинга для фосфоритообразования сводится, во-первых, к транспортировке фосфора; во-вторых, к созданию зоны высокой биопродуктивности, которая и обеспечивает появление зоны илов, находящихся в восстановительных условиях, благодаря обильно попадающей на дно органики. Зона восстановительных условий в осадках во многом зависит от местной обстановки. Чтобы илы сохраняли восстановительные свойства, им нужен покой и отсутствие кислорода, т.е. определенный диапазон глубин, климат, система водообмена и т.п.

Принимая во внимание профиль через шельф Юго-Западной Африки, где наблюдается современное фосфатоосаждение /2/, по данным Е.М. Емельянова и Е.А. Романкевича можно заключить, что область максимальной концентрации фосфора в донных осадках располагается в данном месте на глубинах 100–500 м, соответствующих внешней части шельфа и той области, где слой океанических вод, наиболее обогащенный фосфором и с минимумом кислорода, приходит в контакт с профилем дна /18, рис. 73/. Графики содержания  $C_{org}$ ,  $SiO_2$  и P по профилю показывают, что области максимального обогащения осадков этими компонентами не совпадают; ближе

всего к берегу находится максимум, удален от него. Это в некоторой модели. Что же касается  $C_{org}$

существенные перемещения, особенно в осадках. В целом же и фосфоритовая толщина всегда очень обогащена

Таким образом, профиль /2, рис. 85, 90; 18, рис. 73/ современных фосфатов соответствует процессу концентрации минерализации, определяет, что "фосфогенез" и апвеллинг, но и механизм определяется определенным распределением системой течений и сортировкой (считать, что первые стадии фосфатной) были связаны с трансформацией фосфатного материала в залежи — был бы очень желателен, но он все же недостаточно подтвержден. же признаками, что и верхние. После перетолженности, но утверждать, что ностью и возник исключительно на одной стадии, невозможно. Нижние фосфатные отложения, а верхние — первичны. Фосфатные отложения переплетаются на каждой

Что же касается самого способа метить одно обстоятельство. Если в осадке фосфатов в зонах более высокой палеоапвеллинга и более высокой в водах моря как гипотезу ad hoc, согласно которому минерализация лишь рассеянных скоплений в осадках, как установлено, происходит вка и его компонентов первично и могут оказаться любые включения в осадках колонии бактерий, захороненные там. Естественно, легко происходит фосфатизация, а также некоторых частей биогенные строматолиты или водоросли продуктивные залежи.

Есть основания предположить, что может проявиться и в том случае, если сам тонкодисперсный слой осадка, а выступит малоокислородный слой осадком. При этом возникнут как фосфатной структуры, которые могут возникнуть фосфатных образований — от песков. Здесь чрезвычайно трудно приходится ограничиваться общими соображениями продуктивности, которая на определенном уровне окисления; где имеется мощный исто

компонентами и разубо-

процесс минерализации интенсивнее, чем в современном предположением, из которого Изучение древних фосфатов можно было бы считать афанитовые фосфаты - микробиологически интересны. Промышленное значение имеют условия, что бесполезный фосфаты зернистые, представленные в основном фосфатом, составу, текстуре и т.д., части из морской воды; как переноса и приноса уже сформированные обнаруживают признаки переноса или покоя; это условиях, благоприятных для распространяем данными о процессах различных типов, особенно перемещенными, и т.д. Возможно, что их пози-

происходить множеством фаз. Однако только апвеллинг и подноса. В многочисленных образования с апвеллингом, значения. Во всяком случае, с большинством случаев, например, (70%) нельзя сказать, что некоторые исследования (2,4,18,65,71,72/), происходят не на границе окислительной среде. Таким образом сводится, во-первых, к зоне высокой биологической активности, в зоне илов, находящихся впадающей на дно органического вещества, во многом зависит от окислительные свойства, имеющийся диапазон глубин,

Юго-Западной Африки, где по данным Е.М.Емельяна область максимальной концентрации в данном месте на глубине 200 м вельфа и той области, богатой фосфором и с минимумом кислорода, рис. 73/. Графики показывают, что области макси-

всего к берегу находится максимум  $SiO_2$ , а максимум по Р наиболее удален от него. Это в некоторой мере соответствует и построенной нами модели. Что же касается  $C_{орг}$ , то ясно, что он впоследствии претерпевает

существенные перемещения, сохраняясь только в достаточно глубоководных осадках. В целом же и фосфориты, и вмещающие их породы в свежем состоянии всегда очень обогащены углеродом.

Таким образом, профили через современные зоны фосфатоосаждения /2, рис. 85, 90; 18, рис. 73/ показывают, что область минерализации современных фосфатов соответствует данным модели строения разреза ископаемых фосфоритонесных отложений, но на современном этапе не проявлен процесс концентрации минерализованных фосфатов в залежи. С.Риггс /98,99/ определяет, что "фосфогеническая система" должна включать не только шельф и апвеллинг, но и механизм улавливания фосфатов в залежи, что обеспечивается определенным расположением поднятий и впадин дна, их развитием, системой течений и сортирующей деятельностью моря. Г.Н.Батурич склонен считать, что первые стадии фосфоритообразования (вплоть до диагенетической) были связаны с трансгрессиями, а заключительная (концентрация фосфатного материала в залежи) - с регрессиями /2, с. 210/. Такой вывод был бы очень желателен, но он, казалось бы соответствуя нашей модели, все же недостаточно подтвержден. Нижние фосфориты часто обладают теми же признаками, что и верхние. Последние действительно чаще носят следы переотложенности, но утверждать, что этот материал переотложен полностью и возник исключительно за счет образовавшегося на трансгрессивной стадии, невозможно. Нижние фосфориты тоже в определенной мере переотложены, а верхние - первичны. Видимо, процессы минерализации и переотложения переплетаются на каждой фазе фосфоритообразования.

Что же касается самого способа минерализации, то здесь хочется отметить одно обстоятельство. Если отбросить предположение об интенсивной садке фосфатов в зонах более высокой (по отношению к современной) мощности палеоапвеллинга и более высокой, чем сейчас, концентрации фосфата в водах моря как гипотезу *ad hoc*, то придется остановиться на положении, согласно которому минерализация фосфатов приводит к возникновению лишь рассеянных скоплений в виде желваков, зерен, пленок. Минерализация, как установлено, происходит в илах и нередко путем замещения осадка и его компонентов первично иного состава. Такими компонентами могут оказаться любые включения в осадках, обогащенные органикой, например, колонии бактерий, захороненные тела моллюсков, древесные остатки и т.п. Естественно, легко происходит фосфатизация копролитов, водорослевых нитей, а также некоторых частей биогермных построек. Возникают фосфатизированные строматолиты или водорослевые маты, которые иногда образуют продуктивные залежи.

Есть основания предположить, что подобный механизм фосфатизации может проявиться и в том случае, когда обогащенным органикой окажется сам тонкодисперсный слой осадка, а в качестве фосфатонесного раствора выступит малоокислородный слой глубинных вод, контактирующих с донным осадком. При этом возникнут как фосфатные желваки, так и пленки афанитовой структуры, которые могут положить начало серии самых разнообразных фосфатных образований - от наслоенных фосфатных корок до фосфатных песков. Здесь чрезвычайно трудно выработать универсальную модель. Приходится ограничиваться общими соображениями о роли зон высокой биопродуктивности, которая на определенной глубине нейтрализует интенсивность окисления; где имеется мощный источник подноса фосфатов и кремнезема

и как следствие — условия для создания восстановительной среды в осадках и действия механизма минерализации фосфатов, кремнезема и некоторых других компонентов. Их распределение по дну происходит зонально, максимумы по отдельным компонентам не совпадают, области развития перекрываются. Очевидно и то, что распределение этих компонентов (P, Si, C, Fe, S) изучено не окончательно, в последующем оно может существенно измениться.

Достаточно объективная картина многостадийного процесса формирования фосфоритовых залежей в том виде, в каком они находятся в ископаемом состоянии, может быть создана при детализации предложенной модели фосфоритоносных разрезов с варьированием на основе различных систем описаний и на более представительном материале.

В заключение необходимо отметить, что сходная последовательность компонентов модели выявляется для различных типов отложений: ее можно увидеть и в существенно карбонатной по составу толще (бассейн Каратау), и в существенно терригенной (бассейны Пенджаара, Египетский), и в разрезах промежуточного типа — терригенно-карбонатных. Совершенно очевидно, что "главная последовательность" охватывает толщи разнообразного состава. Значит, построенная модель фосфоритоносной последовательности отложений наложена на сочетание различных формаций и проявляется в разных формациях, т.е. имеет межформационное значение. Компоненты модели могут быть обнаружены в различных формациях, и могут встретиться случаи, когда часть компонентов будет обнаружена в одной формации, а остальная часть в другой. Этот важный вывод будет обсужден в следующем разделе.

## МОДЕЛЬНЫЙ ПОДХОД К ПОИСКАМ ФОСФОРИТОВ И ПРОБЛЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОСАДОЧНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Модельная доктрина поиска и ее концептуальное обеспечение

Фосфориты относятся к тому виду полезных ископаемых, которые можно назвать "невидимками". Лишь в редких случаях фосфорит в новом районе удается опознать визуально. Обычно же узнают, что данная порода представляет собой фосфорную руду, лишь по результатам анализа. Известны случаи, когда геологи буквально ходили по фосфоритам, не замечая, что это такое. Внешне фосфорит бывает похож на глину, известняк, песчаник, кремень, сланец. Цвет его варьирует в чрезвычайно широких пределах. Поэтому описывая разрез, даже опытный геолог-фосфатчик не может быть гарантирован от того, что пропустит продуктивные слои. К тому же фосфориты весьма неустойчивы к выветриванию. Их естественные обнажения существуют только в районах засушливого климата и на очень крутых склонах. В остальных случаях они скрыты под делювиальным покровом.

Обнаруживать фосфориты удавалось бы только с величайшим трудом, если бы не их повышенная естественная радиоактивность и способность давать яркое окрашивание капли специального недорогого реактива. Тем не

менее если в слабо обнаженной местности исследования не удалось обнаружить фосфориты, они там действительно отсутствуют.

В то же время слабая фосфоритность в пространенно крайне широко, большие аномалии распределения пород встречаются настолько, что положение месторождений. Иногда "заражены" фосфатностью, не имеют значения.

Наконец, известно, что со слабыми проявлениями и крупных и богатых месторождений, первых, которых в среднем на одну единицу (по значимости) приходится 200-300 единиц, где при отсутствии скопления фосфоритов развиты непромышленные фосфориты.

Все это достаточно широко распространено. Находка некоторой концентрации фосфоритов должна оцениваться как "примечательная" и традиционно воспринимается как свидетельство фосфоритоносности. Однако рудными формациями собой область выклинивания месторождения не есть месторождение в смысле проявления, причем не в смысле характера ассоциации соседствующих фосфоритов, а касается именно фосфоритов, а не только в процессе регионального распределения факторов, каждый из которых является логическим объектом. Иначе говоря, в бассейнах специфического типа в которых является сложная совокупность факторов в определенном порядке.

В руководствах по поискам фосфоритов (с. 53, 54/ различаются следующие типы: географические, тектонические, литологические, геофизические и другие (связанные с работой на плохо обнаженных территориях слабо разработанным расчленением геологических и палеогеографических проявлений из-за малой изученности района. Географическое явление аномалий в распределении фосфоритов, а также использование геофизических методов прямого поиска. Основой же, косвенными методами — служат географические (геоморфические) и минералогические, а также геохимические и выводятся некоторые другие геофизические.

Учитывая соотношение проявлений фосфоритов с количеством месторождений, в ископаемом деле надо избегать возмущения проявлений, а стремиться обнаруживать фосфориты, относящиеся к промышленному типу. В

...среды в осад-  
...кременезема и некоторых  
...зонально, макси-  
...развития перекры-  
...компонентов (P, Si, S,  
...оно может существенно

...процесса формирова-  
...находятся в ископаемом  
...предложенной модели фос-  
...различных систем описа-

...последовательность  
...отложений: ее можно  
...толще (бассейн Каратау),  
...ра, Египетский), и в раз-  
...ных. Совершенно очевидно,  
...ши разнообразно состав-  
...последовательности отложе-  
...проявляется в разных  
...значение. Компоненты моде-  
...ки, и могут встретиться  
...на в одной формации, а  
...будет обсужден в следующем

## ФОСФОРИТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

...концептуальное

...ископаемых, которые мож-  
...фосфорит в новом райо-  
...что данная порода пред-  
...метам анализа. Известны  
...оратам, не замечая, что  
...нику, известняк, песчаник,  
...либо широких пределах. По-  
...фосфатчик не может быть  
...не слов. К тому же фосфо-  
...ответственные обнажения су-  
...и на очень крутых скло-  
...нальным покровом,

...с величайшим трудом,  
...ивность и способность да-  
...равого реактива. Тем не

...менее если в слабо обнаженной местности даже при довольно детальных  
...исследованиях не удалось обнаружить фосфориты, то это еще не значит, что  
...они там действительно отсутствуют.

В то же время слабая фосфатность осадочных толщ - явление, рас-  
...пространенное крайне широко, как и слабо повышенная радиоактивность. Не-  
...большие аномалии распределения радиоактивных элементов и фосфатности  
...пород встречаются настолько часто, что могут основательно маскировать  
...положение месторождений. Иногда довольно крупные районы основательно  
..."заражены" фосфатностью, не переходящей в концентрации промышленного  
...значения.

Наконец, известно, что соотношение между количеством мелких рудо-  
...проявлений и крупных и богатых залежей существенно сдвинуто в пользу  
...первых, которых в среднем на одно месторождение (залежь промышленной  
...значимости) приходится 200-300. Существуют, кроме того, целые регио-  
...ны, где при отсутствии сколько-нибудь значимых месторождений широко  
...развиты непромышленные фосфоритопроявления.

Все это достаточно широко известно, тем не менее так повелось, что  
...находка некоторой концентрации фосфатов среди осадочных напластований  
...должна оцениваться как "прямой признак" перспективности района и тради-  
...ционно воспринимается как сильнейший аргумент в пользу нового "уровня  
...фосфоритности". Однако рудопроявление далеко не всегда представляет  
...собой область выклинивания месторождения (так сказать, его "хвост"), и  
...не есть месторождение в миниатюре. Месторождение качественно отличает-  
...ся от рудопроявления, причем не только размером и типом залежи, но и  
...характером ассоциации соседствующих с залежью объектов. Это особенно  
...касается именно фосфоритов, крупные и богатые залежи которых возникают  
...только в процессе регионального масштаба, порождающем большое количе-  
...ство факторов, каждый из которых контролирует генезис целой группы гео-  
...логических объектов. Иначе говоря, крупные залежи фосфоритов возникают  
...в бассейнах специфического типа и режима, следствием существования ко-  
...торых является сложная совокупность геологических тел, залегающих в  
...определенном порядке.

В руководствах по поискам и прогнозированию фосфоритов /9, 10; 28,  
...с. 53, 54/ различаются следующие типы поисковых предпосылок: страти-  
...графические, тектонические, литологические, палеогеографические, геохими-  
...ческие, геофизические и другие (см., например, /10, с. 237-280/). При  
...работе на плохо обнаженных территориях, а также в древних толщах со  
...слабо разработанным расчленением использование стратиграфических, текто-  
...нических и палеогеографических предпосылок обычно ограничено, хотя бы  
...из-за малой изученности района. Геохимические предпосылки, т.е. обнару-  
...жение аномалий в распределении элементов и соединений, сопровождающих  
...фосфориты, а также использование физических полей, по сути, близки к  
...прямому поиску. Основой же косвенного поиска - т.е. наиболее часто тре-  
...бующейся методики - служат прежде всего литологические (петрографиче-  
...ские) и минералогические, а также стратиграфические предпосылки, из ко-  
...торых и выводятся некоторые другие предпосылки, например палеогеогра-  
...фические.

Учитывая соотношение проявлений повышенной фосфатности пород и  
...рудопроявлений с количеством месторождений, следует полагать, что в по-  
...исковом деле надо избегать возможной ориентации на выявление вообще  
...рудопроявлений, а стремиться обнаружить именно те из них, которые прямо  
...относятся к промышленному типу. Возможны два варианта: ищут или место-

рождения новых типов, или уже известных. Ориентация на первые всегда связана с неизвестной степенью риска, так как основана на дедукции. Более надежна ориентация на аналоги известных типов месторождений. Существуют три исходные позиции:

имеем полный список уже изученных месторождений данного полезного ископаемого и, начиная поисковые работы, ориентируемся на весь список. Иначе говоря, ищем приблизительное повторение одного из известных месторождений. Можно заранее сказать, что двух одинаковых месторождений не существует. Именно поэтому поиск должен ориентироваться на полный список всех известных месторождений. Это тяжелый и невыгодный путь;

ориентируемся на сокращение полного списка известных месторождений путем их типизации. Под типизацией в данном случае понимается то, что некоторые месторождения из полного списка объявляются по тем или иным соображениям эталонными (типовыми), а остальные группируются вокруг них в "типы" на основании вводимых представлений об их близости к эталону по тем или иным свойствам. Тем самым список известных месторождений полезного ископаемого существенно (иначе нет смысла в типизации) сокращается. Перед поисковыми встает задача отыскать месторождение одного из заданных типов.

Заметим, что типизацию можно проводить по одному из оснований (факторов), которое присуще эталону, скажем, по текстуре руды или по виду вмещающих пород. Выбор основания зависит от частоты встречаемости на множестве рассматриваемых объектов и устойчивости его связи с некоторым важным для нас качеством. Например: "тонкослоистые колчеданные руды часто образуют крупные месторождения полиметаллов". Здесь фактор "тонкослоистые колчеданные" соотносится с фактором "крупность месторождения" по частой встречаемости этой связи на множестве месторождений полиметаллов, почему и принят за основание типа. По существу, процедура типизации (месторождений) есть диагностическое классифицирование. Типизация месторождений проводится на основе традиционного описания месторождений и практически не формализована. Описание типа месторождений (типового месторождения) дается как и обычное "полное" описание конкретного месторождения;

на известном множестве месторождений отыскивается совокупность таких элементов, которая обнаруживается на всех этих месторождениях (или на их группах) и в то же время связана с самой залежью. Месторождение определяется как полезное геологическое тело (залежь полезного ископаемого), включенное в некоторую систему других (окружающих) геологических тел, рассматриваемых как элементарные. Для осадочных слоистых месторождений элементом служит однородное геологическое тело, сложенное одной породой (в рамках принятой классификации пород), — чаще всего это слои различных пород (а также пакки слоев). Среди таких элементарных геологических тел могут быть выделены четыре основных вида по их отношению к залежи: распространенные только в пределах залежи, т.е. имеющие такую же протяженность, как и сама залежь; распространенные несколько шире залежи; частично перекрывающие залежь, а частично (но недалеко) уходящие за ее пределы; распространенные независимо от залежи. Естественно, нас интересуют только тела первых трех видов. Именно их сочетание — необходимое и достаточное указание на то, где может залегать руда. Перечень свойств и взаимоотношений таких тел, а также тех объектов, которые являются постоянным фоном для полезного ископаемого вместе с его индикаторами, и представляет собой модель месторож-

дения некоторого класса. Промодель может быть формализована

Таким образом, под моделью соотношений тех элементов, которые определяют наличие полезного ископаемого /33, с. 40/ модель определяется как "модель, которая позволяет предсказать наличие ископаемого, зная о том, что объект исследования имеет форму, подобную форме ископаемого, но еще не обнаруженный объект, который позволяет предсказать наличие ископаемого".

От "типового месторождения" ставлена как некий идеальный тип, который в наблюдаемых случаях встречается в определенной среде. Типовые же месторождения описываются конкретным месторождением.

Образно говоря, в первом случае "что ранее встречалось". Во втором — "упорядоченная совокупность элементов, которая предпочтительна именно третья". В этом случае упрощен до разумных пределов сочетание всех трех подходов, так как поиск — планируемая и осуществляемая деятельность исследователей.

Таким образом, косвенный метод поиска ископаемого в заданном из общих соображений о строении элементов модели. На каком-то этапе уже может наметиться "полоса поиска", так как приходится искать сплошным опробованием, а в идеальном же случае к прямому выявлению всех элементов модели. Для экономии затрат, надо или попытаться сократить затраты, надо или попытаться сократить затраты.

Модельный подход альтернативен прямому методу действий, когда поиски ведутся в определенных районах, богатых рудными залежами, и имеющих известные фосфатопоявления. Чаще всего находят лишь непрямые признаки, что со временем поиски в непрямых районах превращаются в накопление признаков, которые всякий раз оказываются конъюнктурными соображениями. Для выяснения принципиальных возможностей поиска ископаемого с нужными параметрами чрезвычайно важно, что косвенные индикаторы руды являются прямыми признаками. Между выявлением признаков и получением ископаемого длительный этап трудоемких работ, и ископаемое обнаруживаются далеко за пределами ископаемого залежи. Одним словом, модели

дения некоторого класса. Процедура построения модели, как сказано ранее, может быть формализована и даже автоматизирована.

Таким образом, под моделью месторождения мы будем понимать схему соотношений тех элементов месторождения, которые в совокупности определяют наличие полезного ископаемого (см. например, /1, с. 8/). В /33, с. 40/ модель определена как "объект любой природы, который способен замещать исследуемый объект так, что его изучение дает новую информацию об этом объекте". При поиске полезных ископаемых конкретный, но еще не обнаруженный объект - месторождение - заменяется схемой, выявление которой позволяет судить о рудоносности района и координатах месторождений.

От "типового месторождения" "модель" отличается тем, что она представлена как некий идеальный объект, т.е. только такими элементами, которые в наблюдаемых случаях обычно сопровождали полезное ископаемое, располагаясь в определенном порядке на характерном фоне окружающей среды. Типовые же месторождения задаются традиционным "полным" описанием конкретного месторождения, без исключения случайных элементов.

Образно говоря, в первом случае ищется "все похожее на то нужное, что ранее встречалось". Во втором - "то, что похоже на эталон". В третьем - "упорядоченная совокупность некоторых объектов". Легко понять, что предпочтительна именно третья позиция, так как образ искомого объекта в этом случае упрощен до разумных пределов. Конечно же, реально практикуется сочетание всех трех подходов, но один из них должен превалировать, так как поиск - планируемая и согласованная деятельность многих групп исследователей.

Таким образом, косвенный поиск должен быть ориентирован на отыскание в заданном из общих соображений районе максимального количества элементов модели. На каком-то шаге, когда выявлены еще не все элементы, уже может наметиться "полоса сканирования" - область, где стоит попытаться искать сплошным опробованием, т.е. проводить прямой поиск. В идеальном же случае к прямому поиску следует переходить лишь после выявления всех элементов модели. Если выявление модели требует чрезмерных затрат, надо или попытаться построить другую, или работать по сокращенной модели.

Модельный подход альтернативен тому (часто практикуемому) способу действий, когда поиски ведут там, где в толщах, примерно одновозрастных рудоносным и имеющих примерно сходный с рудоносными состав, стали известны фосфатопоявления или повышенная фосфатность. При этом чаще всего находят лишь непромышленные залежи фосфоритов. Характерно, что со временем поиски в непромышленно-рудоносных районах замыкаются в них и превращаются в накапливание данных о новых и новых рудопроявлениях, которые всякий раз оказываются малыми. Этот процесс подстегивается конъюнктурными соображениями. Выявить такое состояние дел на выяснение принципиальных возможностей встретить в районе месторождение с нужными параметрами чрезвычайно трудно. Надо в полной мере уяснить, что косвенные индикаторы руды часто оказываются более ценными, чем прямые признаки. Между выявлением обстановки, благоприятствующей образованию месторождения, и получением первых образцов руды может пройти долгий этап трудоемких работ, в результате малые рудные тела легко обнаруживаются далеко за пределами обстановки, порождающих крупные залежи. Одним словом, модели малых и крупных концентраций полезных

ископаемых различны. Следовательно, наиболее прогрессивным должен считаться именно модельный подход к поискам, когда ищется не просто некоторая (в нашем случае — фосфатная) минерализация, а упорядоченная совокупность объектов-признаков, в которой прямые признаки расцениваются наравне с прочими.

Часто возникает вопрос: какова же вероятность того, что после установления необходимого набора признаков намеченная "полоса сканирования" окажется рудоносной, а не "пустой"? Действительно, перечисленные (и другие) индикаторы фосфоритов по отдельности или в сочетании еще не гарантируют успеха. Все они довольно широко распространены в осадочных толщах и вне связи с фосфоритами. Однако вероятность успеха резко возрастает, если окажется, что индикаторы выявлены в том же пространственном взаимоотношении, которое наблюдалось на ряде месторождений. Если появление одного и даже нескольких индикаторов может быть вызвано многими причинами, то расположиться в определенном порядке они могут лишь тогда, когда действительно отражают работу "машины рудоотложения".

Один из наиболее распространенных подходов к прогнозированию поисков фосфоритов — формационный. На его основе были созданы карты перспективных формаций Сибири /53/, прогнозная карта всей территории СССР. Это был необходимый этап, на котором территории разделялись на бесперспективные участки и перспективные в разной степени. Теперь предстоит подробно изучить только те области, которые признаны перспективными.

Как должен быть организован поиск на площади, занятой отложениями перспективных формаций? Так называемый "формационный анализ" заключается в разделении той или иной части литосферы (на разрезе, на карте или в трехмерном пространстве) на "формации" — области, которым в зависимости от их облика приписываются различные свойства, в частности рудоносность /6, с. 51—53/. Формация традиционно определяется как некоторая однородная (на уровне описания горных пород и их сочетаний) область. Под этим может подразумеваться, что вся область сложена: либо одной породой; либо одной группой пород (карбонатная, диабазовая, гранитоидная формации); либо однородной смесью различных пород (кремнисто-карбонатная, терригенно-карбонатная); либо она обладает однородной группировкой пород (флишевая); либо всем породам формации присущ один общий признак (красноцветная); либо в этой области плотно распределен какой-либо компонент (соленосная, угленосная, глауконитовая); либо она занимает определенное положение среди других областей (молассовая); либо сложена породами одного происхождения (вулканогенная) и т.д. Процедуры выделения таких формаций не унифицированы и неформальны. Во многом они основаны на субъективных предположениях, а главное, преследуют очень разные цели: от районирования континентов до решения очень локальных задач. Применение формаций для прогнозирования заключается в отборе из всех тем или иным способом выделенных формаций рудоносных и их последующей классификации по степени рудоносности. При этом предполагается, что однотипно однородные формации включают сходные залежи полезного ископаемого.

Как и все методы, формационный анализ имеет пределы, границы погрешностей. В геосинклинальных областях, т.е. там, где ведутся особенно интенсивные поиски фосфоритов, мощность "фосфоритоносных формаций" составляет 1—3 км и более. Продуктивные же пачки занимают в них 1—3% мощности, а по объему и того менее. Эффективность поиска, основанного только на формационном подходе, здесь низка, и это особенно начинает ощущаться при переходе от мелкомасштабного к крупномасштабному прогнозированию. Считать, что весь объем некоторой фосфоритоносной форма-

ции (скажем, кремнисто-карбонатной) имеет определенный смысл. Продуктивные части формации можно выделить, а довольно определенное положение можно выделить перспективные части модели, т.е. вычленив собственно "полосы сканирования". Учитывая определенную субъективность выделения формаций, а также требования к объективности момента выбора перспективных формаций, при составлении формационного расчленения. Основным методом исследований, с помощью которого можно последовательно отложить (выделить) одну из построенных моделей формации, является изучение разрезов осадочных пород (или новой поисков фосфоритов, должно быть изучено очень детально), а целенаправленно модели.

Рудоносная формация — тоже модель, но недостаточно адекватная, как принятое пространство по фону, на котором выделены перспективные месторождения. Их надо проектировать на (региональной) стадии проектирования модели, т.е. выделить именно это "ядро" в качестве основной, но заметной степени значительной, но заметной степени значительной. При формационном подходе можно выделить одну формацию; разные формации, т.е. "перспективные" формации вследствие их различия в той или иной мере рудоносные. В первом случае это неравноценных объектах с одинаковой рудоносностью, где фосфатная минерализация криволинейна — изучение разных частей модели формации, т.е. перспективные частям незаслуженно выделяются. Прямые признаки фосфатности. Реально можно выделить отнесенные к разным формациям (модели) блоков или появления случаев, т.е. обстоятельства могут существенно отличаться от реального подхода (т.е. ориентация поиска не должна быть крупномасштабного прогнозирования).

Программа работ по моделированию и способ действий

Моделирование представляет собой процесс, который зависит от выбранной процедуры, т.е. адекватности материала обучения, т.е. модели, строения которых будет учтено. Действия в русле предписаний должны происходить в двух сферах: составление модели в заданных районах.

Действия по составлению модели

ши (скажем, кремнисто-карбонатной) является "полосой сканирования", нет смысла. Продуктивные части формации занимают в ее теле не случайное, а довольно определенное положение. Значит, очередная задача исследователя — отделить перспективные части мощного тела формации от неперспективных, т.е. вычленив собственно "полосу сканирования".

Учитывая определенную субъективность традиционной процедуры выделения формаций, а также требования модельного подхода, тоже, конечно, содержащего субъективные моменты, необходимо заметить, что при крупномасштабном прогнозировании придется несколько отступить от соображений о формационном расчленении. Основным этапом поиска надо считать тот набор исследований, с помощью которого в заданном районе будет выявляться последовательность отложений (вертикальная и латеральная), отвечающая одной из построенных моделей фосфоритовых месторождений перспективного типа. Изучение разрезов осадочных напластований, всегда считавшееся основной поисков фосфоритов, должно проводиться не пассивно (даже если оно очень детально), а целенаправленно: с ориентацией на выявление элементов модели.

Рудоносная формация — тоже модель месторождения, только очень грубая, недостаточно адекватная, как принято говорить. Такие модели районуют пространство по фону, на котором встречаются или не встречаются фосфоритовые месторождения. Их надо применять только на мелкомасштабной (региональной) стадии проектирования поисковых работ. Промышленно рудоносна лишь небольшая (по объему) часть такой модели. Задача поиска — выделить именно это "ядро" в качестве "полосы сканирования". Однако в незначительной, но заметной степени рудоносны и многие другие части модели. При формационном подходе может получиться так, что: вся модель уместится в одну формацию; разные части модели относятся к разным "перспективным" формациям вследствие того, что все эти части в той или иной мере рудоносны. В первом случае поиски будут проводиться на явно неравноценных объектах с одинаковой интенсивностью — в зависимости от того, где фосфатная минерализация кажется более перспективной. Во втором — изучение разных частей модели ведется разрозненно и вновь менее прямых признаков фосфатности. Реализации одних и тех же моделей могут быть отнесены к разным формациям вследствие различных размеров их (моделей) блоков или появления случайных блоков-наполнителей. Подобные обстоятельства могут существенно ухудшить ориентацию поисков. Модельный подход (т.е. ориентация поиска на выявление модели в целом) на этапе крупномасштабного прогнозирования должен оказаться более эффективным.

### Программа работ по моделированию и способ действий

Моделирование представляет собой теоретический этап, удачность которого зависит от выбранной процедуры моделирования и от полноты и адекватности материала обучения, т.е. от выбора тех конкретных месторождений, строение которых будет учтено при моделировании.

Действия в русле предписаний доктрины модельного подхода будут происходить в двух сферах: составление моделей; поиск реализации моделей в заданных районах.

Действия по составлению моделей распадаются на следующие стадии:

определение списка месторождений, вводимых в материал обучения (эталонных);

сбор данных по эталонным месторождениям, подлежащих обработке на предмет составления моделей;

дополучение недостающих в описании материала обучения данных; группирование материала обучения по типам эталонов; обработка данных и составление моделей.

Подбор материала обучения – в определенной мере искусство. Учитываемые месторождения должны быть в какой-то степени однотипными, их описания тоже выполненными по близким, а лучше по единой классификации элементарных объектов (минералов, пород, толщ, дислокаций, стратиграфических подразделений) и по единой схеме описания (например, если в описании месторождения введены данные о подстилающей толще, то она должна быть описана на всех месторождениях). Во многом успех материала обучения зиждется на применении удачного описания. Слишком поверхностное описание, как и слишком детальное, в равной мере могут оказаться неэффективными.

Практика показывает, что чаще всего месторождения, даже те, которые эксплуатируются уже много лет, геологически освещены в основном в пределах сведений по рудным залежам. Окружающее залежь пространство, как правило, изучено намного более поверхностно. В то же время именно данные об окружающем пространстве наиболее важны при косвенных поисках и, следовательно, при моделировании. Целенаправленное описание месторождений должно стать необходимым условием их разведки и эксплуатации. Желательно, чтобы в бюджете геологических исследований были предусмотрены затраты не только на подсчет запасов полезного компонента, но и на получение дополнительных знаний о той обстановке, в которой залегают полезные ископаемые. Все такие сведения о вмещающих отложениях, о характере границ и тому подобное, необходимость в которых доказана в специальных работах, должны фигурировать в окончательном отчете по подсчету запасов месторождения, так как последующие тематические исследования уже не восполнят отсутствия необходимого материала. Здесь требуются специальные полевые работы, проходка горных выработок и бурение скважин, ибо речь идет о получении надежного исходного материала, так как крупномасштабное прогнозирование качественно отличается от региональных мелкомасштабных прикидок и общих оценок перспективности. Без определенного объема надежных исходных данных о серьезном крупномасштабном прогнозировании не может быть речи, и мы получим лишь "увеличенные копии" мелкомасштабных прогнозов.

Обязательные затраты на более полную информацию о геологической позиции конкретной рудной залежи необходимо предусматривать так же, как и затраты на охрану среды, технику безопасности и т.д. Только в этом случае научные исследования по моделированию смогут получить прочную и обоснованную базу. Очень незначительные сверхнормативные (по отношению к общему их объему в процессе разведки и разработки месторождения) затраты могут дать большой экономический эффект: быстрее будут обнаружены новые месторождения, отпадут затраты на неточно сориентированные поиски.

При идеальной организации работ по моделированию желательно использовать глобальную информацию об известных месторождениях. Необходимость комплексного изучения месторождений для создания качественных моделей, обобщающих глобальный материал, уже осознана всеми

геологами. Поэтому со или иного геологическо

В качестве одного следований на 1978-1994 геологической корреляции – МП. Один из них – Проект 1. группы: "Фосфориты прог дународный банк данных организуют совместные и ющих на своей территории общей программе, цели ко определить распредел розоя и кембрия; на основе сравнения п втественных провинций сов копления;

содействовать выявлен ления понимания процессов делей;

углубить знания о связ и образованием других видов ными отложениями.

Группа, организующая б поступление и хранение инфо ее доступной для всех. Учит предполагается стандартизир сованного использования в д и с применением компьютеро

В банке данных должны физических разрезов рудоносны датировки; геохимические и м вмещающих отложениях; сведе ные в сводные разрезы, палео карты; палеомагнитные опреде и др.

Необходимо признать, чт при конструктивном, а не форм программ может привести к с фосфоритообразования. Осуществи группам, которые не обладают для изучения месторождений, моделирования по единой упор следует создать свой внутриг "Фосфориты".

Очевидно, что эффективно тельной стадии единовременн: Эту стадию можно назвать "с кими работами, где получение ры достигается путем суммир блюдений, проведенных по един тех же параметров в разных т работа в геологии имеет свою

в материал обучения

подлежащих обработке на  
обучения данных;  
стандарты;

мере искусство. Учитыва-  
ются однотипными, их  
по единой классификации  
показаний, стратиграфи-  
и (например, если в опи-  
сании толщи, то она должна  
успех материала обуче-  
нием поверхностное  
могут оказаться неэф-

ждения, даже те, кото-  
освещены в основном  
нее залежь пространство,

В то же время именно  
ны при косвенных поиско-  
валенное описание мес-  
и разведки и эксплуата-  
исследований были пре-  
железнодорожного компонента,  
ставовке, в которой зале-  
вмещающих отложениях,

в которых доказана  
в значительном отчете по  
шире тематические иссле-  
материала. Здесь тре-  
ны выработки и бурение  
исходного материала,  
явно отличается от ре-  
нак перспективности.

нак о серьезном крупно-

мы получим лишь "уве-

анию о геологической

рассматривать так же,

ти и т.д. Только в этом

тут получить прочную

релятивные (по отноше-

работки месторождения)

быстрее будут обнару-

быстро сориентированные

геологами. Поэтому создан ряд международных проектов для изучения того или иного геологического вопроса.

В качестве одного из наиболее крупных проектов международных исследований на 1978-1984 гг. был принят Международный проект геологической корреляции - МПК - объединяющий множество частных проектов. Один из них - Проект 156 ("Фосфориты"), подразделенный на три рабочие группы: "Фосфориты протерозоя и кембрия", "Молодые фосфориты" и "Международный банк данных по фосфатным ресурсам" /82/. Первые две группы организуют совместные исследования специалистов от различных стран, имеющих на своей территории месторождения соответствующих фосфоритов, по общей программе, цели которой:

определить распределение и площади фосфатогенных провинций протерозоя и кембрия;

на основе сравнения геологических данных по месторождениям соответственных провинций совершенствовать и создавать модели фосфоритонакопления;

содействовать выявлению новых месторождений в регионах путем углубления понимания процессов фосфоритобразования и совершенствования моделей;

углубить знания о связях, существующих между фосфоритонакоплением и образованием других видов минерального сырья, в том числе с нефтеносными отложениями.

Группа, организующая банк данных, призвана обеспечить упорядоченное поступление и хранение информации о фосфатных месторождениях, сделать ее доступной для всех. Учитывая огромные объемы такой информации, ее предполагается стандартизировать и модифицировать до возможности согласованного использования в деле решения геологических задач, в том числе и с применением компьютеров.

В банке данных должны храниться детальные описания литостратиграфических разрезов рудоносных и вмещающих отложений; точные возрастные датировки; геохимические и минералогические данные о рудоносных и рудовмещающих отложениях; сведения о корреляции отложений, трансформированные в сводные разрезы, палеофациальные и палеогеографические профили и карты; палеомагнитные определения; комплекс литологических характеристик и др.

Необходимо признать, что только осуществление подобных проектов при конструктивном, а не формальном подходе к реализации намеченных программ может привести к созданию достаточно эффективных моделей фосфоритообразования. Осуществить такую работу отдельным разрозненным группам, которые не обладают всеми необходимыми средствами и временем для изучения месторождений, попросту невозможно. Для СССР организация моделирования по единой упорядоченной программе особенно необходима: следует создать свой внутригосударственный проект, аналогичный проекту "Фосфориты".

Очевидно, что эффективное моделирование невозможно без предварительной стадии единовременного и согласованного изучения месторождений. Эту стадию можно назвать "синоптической", по аналогии с метеорологическими работами, где получение общей картины (модели) состояния атмосферы достигается путем суммирования и обработки множества отдельных наблюдений, проведенных по единой программе и системе измерений одних и тех же параметров в разных точках планеты. Разумеется, "синоптическая" работа в геологии имеет свою специфику. Она проводится не на изменяю-

шихся объектах, и здесь можно пользоваться как угодно старыми наблюдениями, если они верны. Такие объекты, как месторождения, для человека практически неизменны, но существенно может меняться информация о них, особенно в процессе отработки. В то же время при эксплуатации многих важнейших месторождений отсутствует оперативная служба наблюдений за геологической обстановкой, в которой находится залежь. Геологи, обслуживающие эксплуатацию, не имеют специальных запрограммированных заданий по совершенствованию картины залегания руд. Для обрабатываемых горизонтов составляются детальнейшие планы, но они посвящены только слежению за качеством извлекаемой рудной массы.

В итоге по мере отработки месторождений бесследно исчезают существенные массивы информации, на которой можно строить более верные представления о классах месторождений, и наука теряет факты — свое "топливо", на котором она могла бы продвигаться вперед. Очень небольшая экономия на дополнительных наблюдениях в процессе эксплуатации и разведки оборачивается невосполнимыми потерями знаний, сулящих неопределимый эффект.

Итак, за информацию надо платить; обеспечение научных разработок для поисков месторождений должно опираться на постоянную оперативную работу по сбору новых данных, дополняющих и корректирующих модель каждого эксплуатируемого (или разведываемого) месторождения. В процессе разведки и эксплуатации должны проводиться дополнительные работы, уточняющие картину строения залежей полезного ископаемого и, что особенно важно, их окрестностей.

Необходимы специальные отраслевые центры (по фосфоритам, полиметаллам и т.п.) для накопления информации о месторождениях — специализированные банки данных. Организационно такой банк данных представляет собой регистрирующую, стандартизирующую и корректирующую группы, которые должны быть подчинены обрабатывающей группе. Последняя и занимается собственно моделированием. Заметим, что информация для банка данных должна поступать со всех месторождений фосфоритов страны, независимо от их статуса в балансе запасов и конъюнктуре освоения, если только принято решение о включении их в материал обучения.

Программа единовременных (синоптических) наблюдений на месторождениях фосфоритов не может быть задана сразу в окончательном виде. Несомненно, потребуются коррекции в процессе моделирования. Можно только заранее сказать, что "всесторонняя" детальность описаний осуществляться не будет. Учитывая требования к описанию геологических явлений /35, с. 24/, нам нужно прежде всего четко сформулировать задачи описания и сделать анализ условий использования их моделирующим звеном.

Каждое месторождение может быть представлено пространственной совокупностью некоторых элементарных геологических тел, окружающих залежь полезного ископаемого. Так как крайне редки случаи полной картины той обстановки, в которой находится залежь, а ее можно получить лишь путем многократной интерполяции и экстраполяции (составление профилей, карт, блок-диаграмм и т.п.), то наиболее объективным материалом следует считать послонное описание разреза напластований, включающего залежь или ее стратиграфические эквиваленты. Картина месторождения представляет собой скоррелированное множество таких разрезов. Поэтому именно послойные стратиграфические разрезы отложений рудного поля (как пересекающих, так и не пересекающих залежь, но находящихся поблизости от нее — там, где основной фон рудовмещающих отложений не слишком отличается от фона месторождения) и будут исходным материалом моделирования.

Требования к кар  
рудного поля сводятся

разрезы должны

а) максимальной мощ  
ния, в стратиграфичес  
делах отдела систем

длина разрезов л

ющие, рудовмещающие

подстилающие и п

тальности, которая при

ты), на расстоянии 30

Выше и ниже допускае

новлены опытным путем

интервалов разреза, ко

компоненты агрегации;

в качестве индикат

геологических тел, дост

лизам. Требуется выдел

породы, различные по те

карбонатные породы раз

различных текстур и сос

ния, минерализацию.

Необходимо фиксиро

биогенные текстуры карб

изучать виды слоистости

ные примеси — кремневы

глауконита, железомарган

существование органического в

с терригенной примесью

перерывов осадконакопле

бассейна. Огромную роль

играет изучение условий

флоры. Важна фиксация к

или течениями (интраклас

Необходимо направл

нии осадочной толщи, с к

В первую очередь это ши

кое возвращение к тем у

разования или к некоторо

фосфоритов с седиментац

продуктивными слоями ме

тельствуют, что "включен

зования служит не столь

ментологической обстанов

распределения глубин акв

Изучение распределе

плане показало, что все с

Это можно объяснить или

или связью механизма под

циркуляцией. Поэтому кра

для эпохи фосфоритообраз

В целом можно сказа

осуществить возможно пол

Требования к качеству и детальности описания разрезов в пределах рудного поля сводятся к следующему:

разрезы должны пересекать залежь полезного ископаемого в местах а) максимальной мощности, б) на выклинивании, в) за линией выклинивания, в стратиграфически эквивалентных отложениях (одновозрастных в пределах отдела системы);

длина разрезов должна позволять детально охарактеризовать подстилающие, рудовмещающие и налегающие свиты;

подстилающие и покрывающие отложения описываются со степенью детальности, которая принята для рудоносной пачки (продуктивной толщи, свиты), на расстоянии 300-400 м от кровли и подошвы рудоносной пачки. Выше и ниже допускается более обобщенное описание. Такие пределы установлены опытным путем, исходя из соображений о предельной мощности тех интервалов разреза, которые могут содержать индикаторы рудоносности, компоненты агрегации;

в качестве индикаторов рудоносности могут выступать любые свойства геологических тел, доступные визуальному наблюдению или несложным анализам. Требуется выделять и различать следующие объекты: а) терригенные породы, различные по текстуре, структуре и обломочным компонентам, б) карбонатные породы различных текстур и состава, в) кремнистые породы различных текстур и состава, г) поверхности размывов, примеси, включения, минерализацию.

Необходимо фиксировать цвет и различную текстуру пород, особенно биогенные текстуры карбонатов; всегда различать доломиты и известняки; изучать виды слоистости; фиксировать разнообразные включения и минеральные примеси - кремневые, фосфатные и карбонатные стяжения, примеси глауконита, железомарганцевых минералов, стронциевых и бариевых; присутствие органического вещества; очень важно фиксировать слои и пачки терригенной примеси (глинистой, псаммитовой); различать поверхности перерывов осадконакопления, разнообразные признаки изменения глубины бассейна. Огромную роль в моделировании фосфоритовых месторождений играет изучение условий осадконакопления по характеристикам фауны и флоры. Важна фиксация кластогенных текстур, связанных с топографией дна или течениями (интракластов).

Необходимо направить усилия на выявление той регулярности в строении осадочной толщи, с которой связано положение фосфоритовых залежей. В первую очередь это циклический характер осадконакопления - периодическое возвращение к тем условиям, которые близки к условиям фосфоритообразования или к некоторым экстремальным состояниям акватории. Связь фосфоритов с седиментационной циклическостью, очень часто наличие между продуктивными слоями междурудных пачек сходного облика однозначно свидетельствуют, что "включающим" и "выключающим" фактором фосфоритообразования служит не столько работа источника фосфатов, сколько смена седиментологической обстановки в зоне фосфатонакопления, в частности смена распределения глубин акватории, температурный режим.

Изучение распределения фосфоритовых месторождений в глобальном плане показало, что все они располагаются в поясе низких широт /77,104/. Это можно объяснить или влиянием на фосфатообразование температуры вод, или связью механизма подачи фосфатных вод с тропической атмосферной циркуляцией. Поэтому крайне желательно получать палеомагнитные данные для эпохи фосфоритообразования любого месторождения.

В целом можно сказать, что на фосфоритовых рудных полях требуется

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ  
НЕКОТОРЫХ ФОСФОРИТОНОСНЫХ РАЗРЕЗОВ  
ЮЖНОЙ СИБИРИ

Алтае-Саянский фосфоритоносный бассейн /53, с. 24, 25/ охватывает территории Западного и Восточного Саяна, Салаира, Горного Алтая, Кузнецкого Алатау и Тувинского нагорья, которые плохо обнажены, складчаты и раздроблены, почему здесь до сих пор и не удалось достаточно подробно описать полные и надежные (в смысле последовательности слоев) разрезы фосфоритоносных отложений кембрия и рифея. Остается спорным положение в разрезе целых свит. Тем не менее можно считать, что фосфоритоносные разрезы здесь изучены более детально, чем в остальных складчатых районах Сибири. Поэтому целесообразно именно их сопоставить с каратауской моделью.

Район Кузнецкого Алатау и Горной Шории. Фосфоритоносная свита Горной Шории — белкинская — заключена между двумя мощными карбонатными толщами: внизу это рифейские кабырзинская и западносибирская свиты (или их аналоги), вверху — свиты усинской серии нижнего кембрия (или ее аналоги). Разрезы изучены лишь в общих чертах и фрагментарно, контакты практически мало где доступны наблюдениям; провести сравнительный анализ здесь очень трудно. Дополнительные помехи связаны с тем, что в геологической истории региона проявлялись эпохи интенсивного вулканизма, размещавшегося неравномерно.

В районах Горной Шории — в южной части Кузнецкого Алатау — фосфоритоносная белкинская свита мощностью 200–400 м залегает на толще строматолитовых доломитов западносибирской свиты мощностью около 1 тыс. м и перекрыта (с размывом?) известняковой карчитской свитой мощностью порядка 1 тыс. м и более /14, с. 20–22; 51; 53, с. 31–33/. Белкинская свита выделяется на фоне мощной карбонатной формации не только фосфатностью, но и более разнообразным составом: в нее входят карбонатные брекчи (обилие), глинисто-кремнистые сланцы, кремни, известняки и доломиты, калькарениты. Все эти породы "переплетаются" в разных разрезах и создают очень сложные сочетания, поэтому обозначить границы белкинской свиты с точностью до слоя и даже до пачки весьма затруднительно. В целом же этот интервал разреза — переходный от существенно доломитовой к существенно известняковой (возможно, в значительной мере "рифогенной") толще — выделяется довольно отчетливо.

Какие же гомологи компонентов фосфоритной агрегации можно установить в горношорском разрезе?

В нижней части разреза, под доломитами западносибирской свиты, залегает мощная (1–2 тыс. м) кабырзинская свита: темные и черные тонкослоистые известняки (с прослоями доломитов и калькаренитов) с линзами и невыдержанными пачками глинистых и кремнистых сланцев, эффузивов. Это явно более глубоководная и пелагическая серия отложений, чем лежащая выше светлая и почти сплошь строматолитовая западносибирская свита. Что находится в ее основании, пока не ясно. Существовало мнение, что кабырзинская свита подстилается пызасской толщей полимиктовых песчаников, граувакк, сланцев, туфов и эффузивов /14, с. 19, 20/. Однако стратиграфическое положение этой терригенной толщи (ее можно было бы гомологизировать с сархойской свитой Восточного Саяна, т.е. с молассовым комплексом) спорно; имеются указания на то, что это более молодые от-

ложения. Во всяком случае, то терригенно-эффузивная толща не исключено, что она залегает непосредственно на коре океана.

Так или иначе, но мы имеем в основании карбонатного разреза отложений. Кабырзинская свита — это мощная и хорошо развитая серия отложений открытого бассейна. Доломиты отложения западносибирского доломита Дэннин Южно-Китайского бассейна слагается светлыми строматолитовыми доломитами, кремнистыми; в основании, в отличие от кабырзинской, они повышено фосфатны или вмещают фосфаты. Все это очень сходно с кабырзинской свитой, носителем более глубоководных сланцами в разрезе Южно-Китайского бассейна. Кремнистые сланцы свиты Доушань следует рассматривать как отложения терригенной свиты.

В региональном плане, если считать Шорию и считать весь Мрасский бассейн (или весь Мрасский бассейн) частью территории Горной Шории (или частью территории карбонатной формации) частью территории, носителем небольшого расстояния от восточного склона Кузнецкого Алатау. Известняковые породы, слагающие толщу метров, залегающие под западносибирской свитой в основании находятся конгломераты и песчаники. Следует красочные песчаники и конгломераты, следовательно, основание считается залегает на кабырзинской транзитной свите. С отложением сланцев и известняков параллелизовать "необычный горизонт" песчаников и конгломератов с пачками известняков. В дугиним в 1936 г. в пределах территории (как тогда называлась) доломитами западносибирской свиты. Обычный горизонт не "укладывается" в разрез темноцветной и сероцветной свиты серии (кабырзинская + западносибирская). Окраску объясняли туфогенной протеридей. В основании базальные слои доломитовой толщи. В этом случае западносибирскую свиту рассматривать как гомолог "нижней" свиты.

В кровле этой свиты отмечены фосфатизированные слои представляющий собой фосфатизированный доломитовый материал. Выше кровли западносибирских свит местно развитая, но всегда залегающая в основании белкинской свиты) пачка известняков мощностью в несколько метров, линзовидно перемежающихся с доломитами. Горизонт находится основная

ложения. Во всяком случае, в основании кабырзинской свиты лежит какая-то терригенно-эффузивная толща или вулканогенные пачки /14, с. 20/, хотя не исключено, что она залегает на метаморфизированном фундаменте или непосредственно на коре океанического типа.

Так или иначе, но мы не видим четких признаков присутствия в основании карбонатного разреза Горной Шории континентальных или мелководных отложений. Кабырзинская свита отражает этап существования уже достаточно развитого открытого бассейна. Более ясная картина открывается со стадии отложения западносибирской свиты. В ней нетрудно усмотреть гомолог доломита Дэннин Южно-Китайского бассейна. Напомним, что свита Дэннин слагается светлыми строматолитовыми и онколитовыми доломитами, иногда кремнистыми; в основании, в средней части и в самых верхах ее породы повышено фосфатны или вмещают слои фосфоритов незначительной мощности. Все это очень сходно с характеристиками западносибирской свиты. Относительно более глубоководной кабырзинской свите черных известняков со сланцами в разрезе Южно-Китайского бассейна соответствуют черные глинистые сланцы свиты Доушаньто. В таком случае западносибирскую свиту следует рассматривать как очень мощный гомолог "нижних доломитов".

В региональном плане, если отвлечься от локальных разрезов Горной Шории и считать весь Мрасский срединный массив (геологический эквивалент территории Горной Шории в эпоху отложения рифейско-кембрийской карбонатной формации) частью бассейна западносибирского времени, на относительно небольшом расстоянии к востоку от этого массива — в пределах восточного склона Кузнецкого Алатау — отмечены красноцветные терригенные породы, слагающие толщу мощностью от нескольких десятков до тысячи метров, залегающие под западносибирской свитой (амарская свита). В ее основании находятся конгломераты с галькой черных известняков, а выше следуют красноцветные песчаники и гравелиты, местами железистые. Таким образом, есть основания считать, что западносибирская доломитовая свита залегает на кабырзинской трансгрессивно, с базальным терригенным комплексом в основании. С отложениями амарской свиты, видимо, следует параллелизовать "необычный горизонт" (110 м) пестроцветных алевролитов, песчаников и конгломератов с прослоями известняков, выделенный К.В.Радугиным в 1936 г. в пределах Мрасского массива в верхах унужской формации (как тогда называлась кабырзинская свита), непосредственно под доломитами западносибирской свиты /14, с. 20, 22/. Долгое время "необычный горизонт" не "укладывался", по представлениям геологов, в разрез темноцветной и сероцветной существенно карбонатной толщи енисейской серии (кабырзинская + западносибирская + белкинская свиты). Пеструю окраску объясняли туфогенной примесью. Однако, скорее всего, это и есть базальные слои доломитовой толщи, с размывом налегающей на кабырзинскую свиту. В этом случае западносибирскую свиту действительно нужно рассматривать как гомолог "нижних доломитов" агрегации.

В кровле этой свиты отмечен горизонт строматолитовых фосфоритов, представляющий собой фосфатизированные столбчатые биогермы, включенные в нефосфатный доломитовый матрикс (по Н.А.Красильниковой и Р.К.Пауль). Выше кровли западносибирских строматолитовых доломитов залегает повсеместно развитая, но всегда занимающая определенное положение (в основании белкинской свиты) пачка глинисто-карбонатных и кремнистых сланцев мощностью в несколько метров, над которой следует слой черных кремней, линзовидно перемежающихся с доломитами (10-30 м). Выше кремневого горизонта находится основная часть белкинской свиты: 150-200 м карбо-

натных брекчий с прослоями ненарушенных карбонатов; ряд интервалов этой части свиты фосфатен.

Вопрос о форме фосфоритовых рудных тел на Белкинском месторождении остается открытым, так как то, что они представляют собой пласты, может оказаться лишь результатом графической корреляции фосфатных интервалов. Брекчированные карбонатные породы на Белкинском месторождении имеют строматолитовую текстуру и в обломках, и в цементе; причем фосфатные брекчиевые слои разделяются слабофосфатными или нефосфатными строматолитовыми доломитами. Завершается белкинская свита пачкой массивных черных углеродистых известняков, а выше следуют светлые массивные карбонаты карчитской свиты — органогенные, строматолитовые, с обломками светлых карбонатов размером до 8–10 см, с песчаниковидным матриксом.

В описанном разрезе можно опознать такие горизонты агрегации: сланцевый, кремневый, брекчиевый фосфатный, верхний карбонатный. Однако из-за непостоянства сланцевого и кремневого горизонтов трудно определить гомологи компонентов агрегации. На участке Карасук фосфориты залегают именно под пачкой фосфатистых кремнистых сланцев. На фосфоритопроявлении же Пурла кремневый горизонт, как и на Белке, подстилает основной фосфоритовый пласт.

Карчитская чисто карбонатная свита на месторождении Белка залегают выше фосфоритоносной свиты. Но в других районах Мрасского массива над белкинской свитой описывается иная последовательность толщ /49/. Вначале над фосфоритоносной свитой залегают мощная (до 2 тыс. м) толща эффузивов (кондомская свита), перекрытая мрасской свитой (600 м) нижнего кембрия и сложенная карбонатными и терригенными породами; к последним относятся песчаники, глинистые сланцы, есть много кремнистых сланцев. Вопрос о положении, мощности и стратиграфии кондомской свиты пока еще во многом не ясен. Вероятно, мощность ее сильно завышена, да и положение в разрезе может оказаться иным. "Кондомская свита" — собирательное понятие для многих эффузивов с неясным положением в разрезе. Тем не менее нижнекембрийский возраст мрасской свиты делает ее аналогом какой-то части карчитской. Аналогичное положение на севере Кузнецкого Алатау занимает терригенно-карбонатная нижнекембрийская усть-кундатская свита.

Таким образом, где-то над фосфоритоносной свитой, не очень далеко от ее кровли, имеется гомолог верхнего терригенного комплекса агрегации — "верхние сланцы".

В целом в фосфоритоносном разрезе Горной Шории опознается главная последовательность, а именно: неповсеместный нижний пестроцветный терригенный комплекс, нижний доломит, кремль, фосфоритовая пачка и верхний терригенный комплекс. Стратиграфическое положение последнего сходно с положением верхнего терригенного комплекса в разрезе бассейна Джорджина: там сланцево-алевролитовые пачки формации Инка вклиниваются в известняковую толщу, которая, в свою очередь, может латерально переходить в толщу светлых доломитов Камуил; при этом есть разрезы, где продуктивная формация перекрывается известняковой толщей.

Более детальная гомоморфизация разрезов эталонных бассейнов с горношорским затруднена. Так, не ясно, можно ли считать, что маломощная сланцевая пачка, подстилающая кремневый горизонт на месторождении Белка, является гомологом межрудной сланцевой пачки агрегации, или же она входит в горизонт "нижних кремней". В первом случае продуктивный горизонт белкинской свиты гомоморфен верхней части каратауского продуктив-

ного шикла: внизу сланцевые доломиты. Если это белкинской руды, так как на "нижних", промышленных, но фосфатноносные породы.

Ближайшее к Белке рудопроявлениями в Кузнецком разрезе его сходен с белкинской свитой, тоже вскрывается мощная (> 1200 м) со сланцевой свитой. Выше теренсукской свиты залегает асская (> 2 тыс. м) с основным из светлых строматолитовых сланцев. В сечении Над этой толщей местами встречаются фосфатными прослоями.

Выше (возможно, с известняками, в частности на Кузнецком массиве) — малькская свита. Она датируется белкинской свитой, в которой можно считать вендской /49/ подобным остаткам, отсутствующим литологическую коррелятивную широкое расстояние, разделяющую малькскую свиты следует считать чуждских пачек в этих свитах. Эта (снизу вверх) состоит из известняковой (80–220 м), кремнистой пачку иногда именуют углеродисто-кремнистой. Этих пород, по А.К.Мкртычян, в пачке, 10% известняков, 3% фосфоритов. В фосфоритовой пачке известняки. Фосфориты занимают марганцевистые известняки, дают обильно пиритноносные распространены углеродистые и линзы известняков, доломитовых прослоев; встречаются метровой (биогермы). Перекрывает род с линзами силицитов, и ряд до 250 м. Выше залегает свита) с обильной фауной. Таким образом, на месторождении здесь, если отвлечься от известности: сланцы — продуктивный фосфатного шикла: переходу известняков и далее к светлым грунтовыми карбонат). Некоторые известняки. Однако модель непостоянной мощности, содержат много известняков, вало формирования качества

ного цикла: внизу сланцы, выше кремни, затем фосфатонесные брекчированные доломиты. Если это так, то становится понятным, почему бедны белкинские руды, так как на уровне "верхних" карбонатов, как и на уровне "нижних", промышленных залежей не встречается; здесь развиты лишь слабо фосфатонесные породы и маломощные прослои собственно фосфоритов.

Ближайшее к Белке из относительно крупных (сравнительно с другими рудопоявлениями в Кузнецком Алатау) месторождение - Тамальское. Разрез его сходен с белкинским. Здесь, по А.К.Мкртычяну /32/, в низах тоже вскрывается мощная толща черных известняков теренсукской свиты ( $> 1200$  м) со сланцами и вулканогенными пачками в нижней половине. Выше теренсукской свиты с неясным взаимоотношением с ней следует багасская ( $> 2$  тыс. м) свита - эквивалент западносибирской, состоящая в основном из светлых строматолитовых доломитов с линзами кремней и кремнистых сланцев. В самых верхах доломиты брекчиевые, фосфатные. Над этой толщей местами залегает пачка тонкополосчатых известняков с фосфатными прослоями.

Выше (возможно, с размывом), там, где отсутствуют тонкополосчатые известняки, в частности на самом месторождении Тамальк, следует тамалькская свита. Она датируется по фауне нижним кембрием, в отличие от белкинской свиты, в которой не обнаружена фауна, но которую по водорослям можно считать вендской /49, с. 31/. Учитывая ненадежность датировок по подобным остаткам, отсутствие фауны в низах карчитской свиты, хорошую литологическую коррелятивность белкинской свиты с тамалькской и небольшое расстояние, разделяющее районы их распространения, белкинскую и тамалькскую свиты следует считать одновозрастными. Соотношение литологических пачек в этих свитах, однако, несколько различно. Тамалькская свита (снизу вверх) состоит из трех пачек: сланцевой (100-200 м), фосфоритовой (80-220 м), кремнистой (40-150 м) /12, 32/ (рис. 53). Кремнистую пачку иногда именовали верхней сланцевой, так как здесь преобладают углеродисто-кремнистые сланцы, в меньшей мере силициты; на долю этих пород, по А.К.Мкртычяну /32, с. 35/, приходится 85% мощности пачки, 10% известняков, 3-5% андезитовых порфиритов; есть прослой фосфоритов. В фосфоритовой пачке 60% карбонатных пород, из них 80% - известняки. Фосфориты занимают 12% по мощности, кремнистые породы 23%, марганцевистые известняки 5%. В нижней сланцевой пачке резко преобладают обильно пиритонесные слабофосфатные углеродисто-глинистые, менее распространены углеродисто-кремнистые сланцы (80%), рассеяны прослои и линзы известняков, доломитов (10-12%); 8% кератофинов; 1% фосфоритовых прослоев; встречаются линзы известняков мощностью до десятков метров (биогермы). Перекрывается линзы известняков мощностью до десятков пород с линзами силицитов, известняков, кремнистых сланцев, мощностью которой до 250 м. Выше залегает толща светлых массивных известняков (усинская свита) с обильной фауной археоциат нижнего кембрия в нижних слоях.

Таким образом, на мощном гомологе каратауского "нижнего" доломита здесь, если отвлечься от деталей, можно видеть такую последовательность: сланцы - продуктивная пачка - кремни, что отвечает верхней части фосфатного цикла: переходу от максимального углубления (сланцы) к кремням и далее к светлым грубослоистым археоциатовым известнякам ("верхний карбонат"). Некоторые компоненты фосфоритной агрегации здесь явно налицо. Однако модель неполна; продуктивные компоненты растянуты по мощности, содержат много случайных образований. Все это не способствовало формированию качественных залежей.

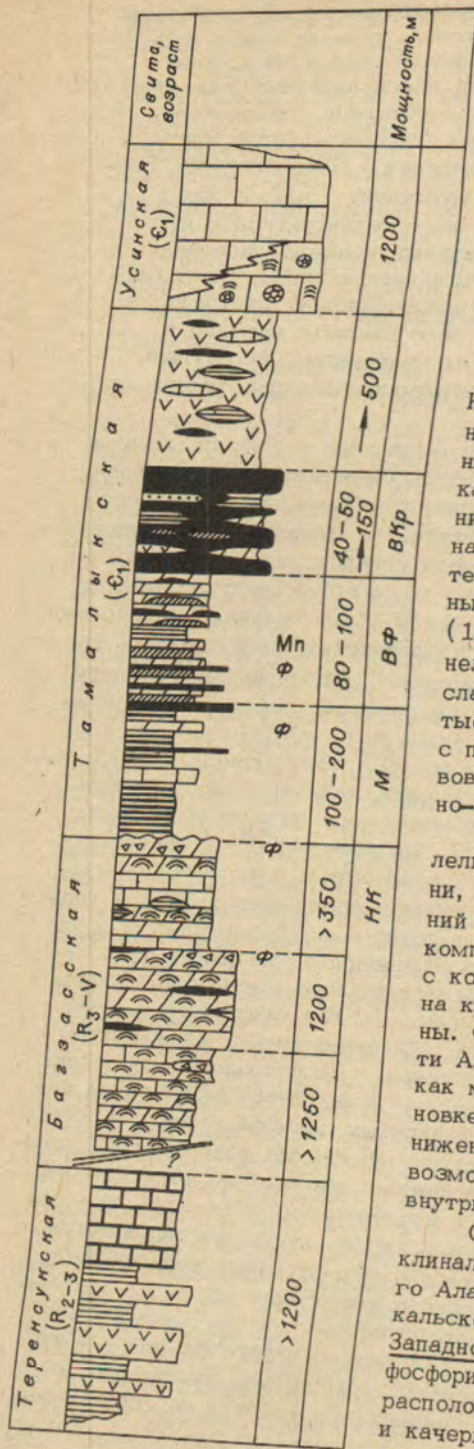


Рис. 53. Разрез фосфоритовмещающих отложений Тамалыкского месторождения (по /32/).

Принимая во внимание разрезы сорнинской свиты (аналога тамалыкской и белкинской свит), расположенные еще восточнее - в хребте Азыртал, можно заметить, что слабофосфатоносный интервал разреза в ней относится к более глубоководной стадии развития. Ее отложения заключены между мелководными отложениями светлых доломитов и известняков (мартюхинской и большеербинской свит).

Б.Г.Краевский (1980 г.) описал в пади Кутень-Будук сорнинскую свиту, которая начинается и заканчивается пачками темных и черных известняков. Между ними заключена пачка кремнистых и глинистых, карбонатно-глинистых фосфатных сланцев. Детально можно наметить сходную с каратауской последовательность (снизу вверх): 1) черные массивные известняки с линзами кремнистых сланцев (100 м), 2) известняки онколитовые окремнелые (15 м), 3) кремнистые и глинистые сланцы (20 м), 4) кремнисто-карбонатно-глинистые фосфатные в верхах баритоносные сланцы с прослойками туфопесчаников, туфов, эффузивов (110 м), 5) известняки массивные темно-серые (140 м).

Соответственно эти пачки можно параллелизовать с агрегацией так: 1) нижние кремни, 2) сланцевая межрудная пачка, 3) верхний фосфорит, 4) верхний карбонат. Но эти компоненты выражены нечетко и по сравнению с компонентами агрегации, которые выделялись на крупных месторождениях, более глубоководны. Фосфоритная агрегация рассмотренной части Алтае-Саянской области формировалась, как можно заключить, в нестабильной обстановке и, видимо, не на шельфе, а в более пониженной части окраины каких-то массивов, возможно, не связанных с континентом, а внутрибассейнового положения.

Существенно отличается от внутригеосинклинальных разрезов кембро-рифей Кузнецкого Алатау разрез перикратонной части Байкальской складчатой области - района Северо-Западного Прибайкалья /14, с. 76-80/. Здесь фосфоритоносна рифейская улунтуйская свита, расположенная между голоуспенской (внизу) и качергатской (вверху) свитами. Байкальский трехчленный комплекс отложений залегает с ясно видимым контактом на древнем фунда-

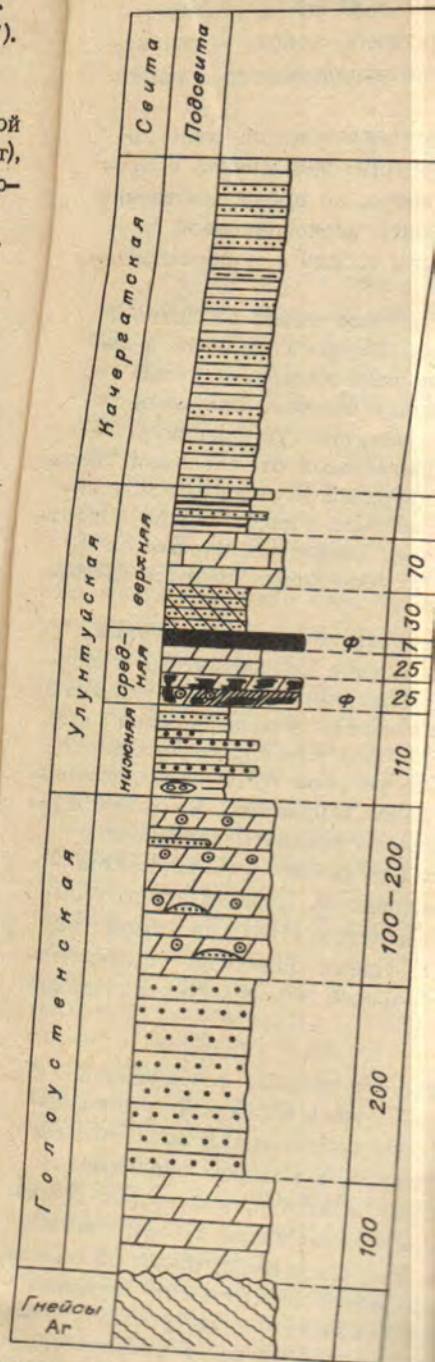


Рис. 54. Разрезы фосфоритовмещающих отложений Северо-Западного Прибайкалья (по О.П.Егоровой, см. /14/).

вещающих отло-  
жения (по /32/).

разрезы сорнинской  
белкинской свит),  
- в хребте Азыр-  
фосфатоносный  
тятся к более глу-  
е отложения  
и отложениями  
ов (мартюхин-

описал в пади  
7, которая начи-  
и темных и чер-  
заклучена пач-  
рбонатно-гли-  
ально можно  
я последова-  
рные массив-  
нистых сланцев  
атовые окрем-  
и глинистые  
рбонатно-глинис-  
носные сланцы  
уфов, эффузи-  
ассивные тем-

можно парал-  
) нижние крем-  
ка, 3) верх-  
нат. Но эти  
по сравнению  
ые выделялись  
ее глубоковод-  
отренной час-  
ировалась,  
альной обста-  
а в более по-  
о массивов,  
ментом, а

внутригеосин-  
я Кузнецко-  
части Бай-  
айона Северо-  
6-80/. Здесь  
ская свита,  
ой (внизу)  
Байкальский  
залегает с  
нем фунда-

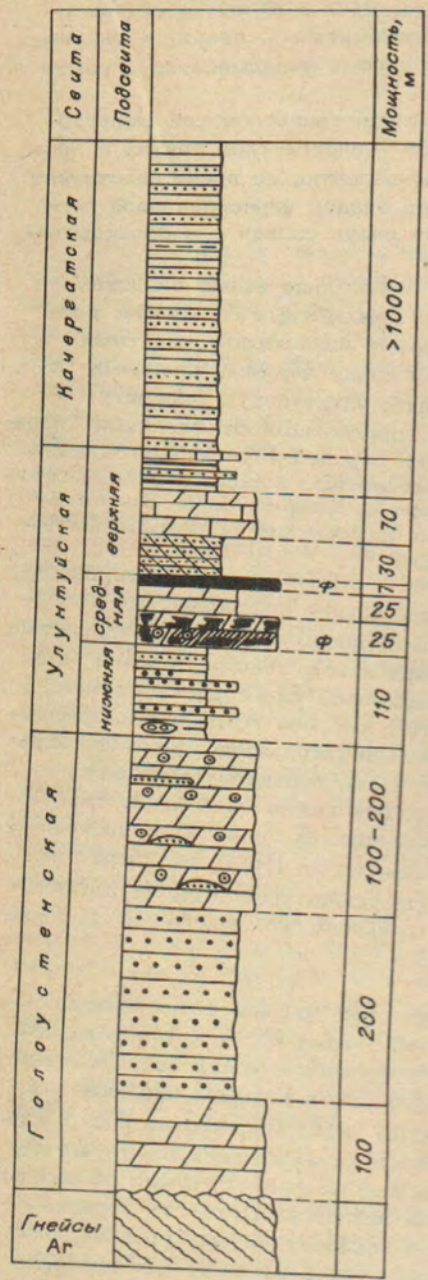
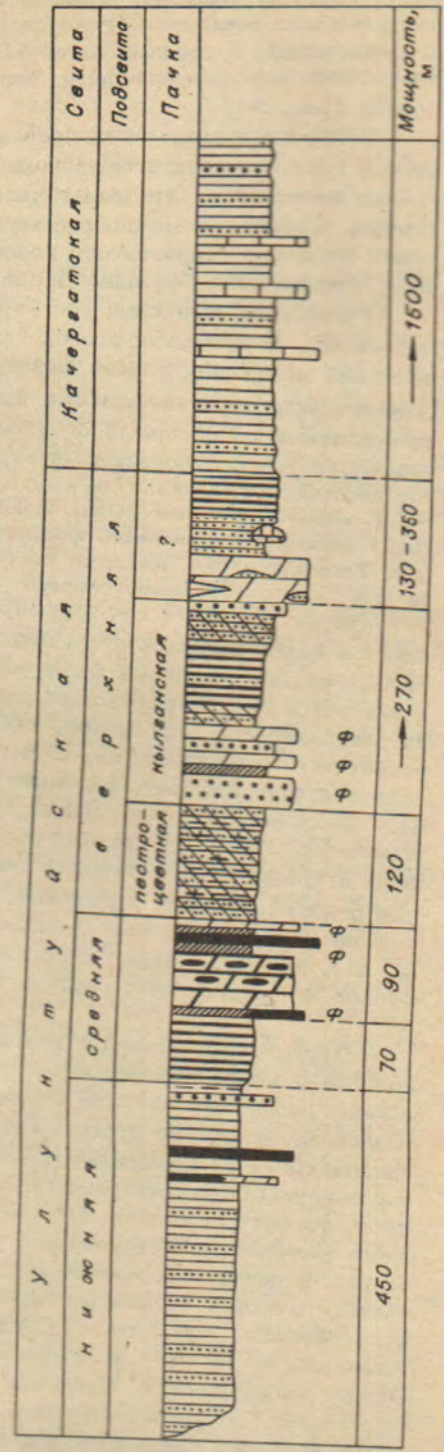


Рис. 54. Разрезы фосфоритовмещающих отложений Северо-Западного Прибайкалья (по О.П.Егоровой, см. /14/).



менте кратона (гнейсы). И здесь отчетливо выделяется нижний терригенный комплекс агрегации (голоуспенская свита, 400-500 м); внизу кварцево-песчаный, в средней части песчанисто-доломитовый, вверху - глинисто-песчаниково-алевролитовый. Это довольно хорошо укладывается в рамки модели (рис. 54).

Надпродуктивная часть представлена мощной тонкослоистой флишеподобной глинисто-алевролитово-сланцевой толщей (качергатская свита) с прослоями песчаников. Она имеет частично серо-зеленую, но преимущественно темную окраску, ее можно рассматривать как аналог черносланцевой формации внешнего терригенного пояса, который очень сходен с надфосфоритовыми отложениями бассейна Пенджарра.

Рудовмещающий комплекс улунтуйской свиты явно имеет сходство с модельным. В нем различаются два кремнисто-фосфатных горизонта, разделенные межрудной пачкой черных доломитовых известняков, местами окремненных. Подстилается эта продуктивная пачка черными сланцами и алевролитами (с которыми составляет среднюю улунтуйскую подсвиту), а перекрывается пестроцветными карбонатно-терригенными отложениями "верхней пестроцветной пачки" и кылганской пачки верхней улунтуйской подсвиты. В верхней подсвите тоже имеются фосфатносные породы в виде фосфатных кварцевых песчаников, фосфатных доломитов, фосфатных черных сланцев. Толщина слоев, которые по содержанию фосфата можно назвать фосфоритами, здесь составляет первые сантиметры.

Верхняя улунтуйская подсвита (пестроцветная пачка + кылганская пачка + надкылганская часть подсвиты), содержащая пестроцветные терригенные пачки, кварцевые фосфатные песчаники, доломиты, черные глинистые и алевролитовые сланцы, весьма сходна с "верхними сланцами" модели как по распределению карбонатов, так и по содержанию уже переотложенного фосфатного материала /14, с. 83/. Эта часть разреза гомоморфна джиланской подсвите Каратау, формации Инка бассейна Джорджина, формации Динвуди бассейна Фосфория, составляя нижнюю часть верхнего терригенного комплекса. Такие же компоненты агрегации, как нижние и верхние карбонаты и кремни, в улунтуйской свите не проявляются. Порядок, свойственный рудовмещающему комплексу, не прослеживается. Итак, несмотря на наличие главной последовательности, модель здесь полностью не проявлена, что, видимо, говорит о подвижности и большей, чем требуется, глубине шельфа на рудогенной стадии развития.

Приведенные примеры свидетельствуют, что процесс формирования районов с незначительными месторождениями тоже подчиняется установленной последовательности стадий развития фосфогенических зон. Отличия возникают на уровне рудовмещающего комплекса, в котором наблюдается "размазанность" компонентов. Однако следует заметить, что вопрос о полной неперспективности рассмотренных районов юга Сибири нельзя считать окончательно решенным. Эти районы очень деформированы, плохо обнажены, здесь уничтожены интрузиями и тектоникой значительные части первоначально развитых отложений. В Прибайкалье фосфоритоносный уровень, например, выходит на поверхность чрезвычайно узкой полосой. Возможно, в этих районах и существуют (существовали) месторождения фосфоритов, которые или не видны с поверхности, или разрушены денудацией, магматической деятельностью. Сама же возможность опознания в разрезе элементов модели и для этих участков представляет несомненный интерес. Модельный подход должен проводиться так же целеустремленно, как поиски компонентов нефтегазоносных структур при поисках нефти и газа.

Фосфориты (в широком распространении осадочных морских условиях. Слоистость представляет об их переносе или биогенном образовании каплеваются материалы, в которых трактуется как более сложное преобразование и переосаждения аналогичных исследований. В настоящее время зовании новые коррективы реализации фосфатов из морских бассейнов. Во многом изучено явление фосфатизации вод к поверхности. Фосфатность таких зон моря со временем пополняются знания о роли фосфатов на дне растворенных в воде известковых отложений, следовательно, зования кое в чем подчинены учитывать в теории отложения.

В целом складывается сложная картина отложения и перелетения процессов фосфатизации, захоронения и преобразования фосфатов в осадочных породах. Созданных скоплений. Как на практике (фосфоритообразующему. - Э.Б. роль всех участвующих в нем факторов нельзя не согласиться. Исходя из анализа данных о фосфоритных рудах, тем более о генезисе фосфоритных объектов, вмещающих руды, следует считать, что еще раз генезисе фосфоритов будут найдены новые данные.

В то же время основой для прогнозирования месторождений и для их прогнозирования служат геологические тел (самого месторождения. Структуру месторождений методов исследования месторождений как определенной формы; сказались отсутствие четкой структуры и изучения их строения зом как однородные в некотором отношении. Изучение фосфоритов (как структурно-генетическим методом приводило в основном к выводу о том, что фосфориты формируются в осадочных условиях, структурного, стадийного формирования. Считалось, что

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Фосфориты (в широком смысле понимания этого термина) - довольно распространенные осадочные породы, образующие крупные залежи только в морских условиях. Слоистость пластовых фосфоритов долгое время вызывала представление об их первично-осадочном, в частности, чисто хемогенном или биогенном образовании. Начиная с работ Г.И.Бушинского /4/, накапливаются материалы, в которых механизм формирования фосфоритовых слоев трактуется как более сложный, многоактный, включающий в себя стадии преобразований и переработки первичных осадков (илов). Развитие океанологических исследований внесло в наши представления о фосфоритообразовании новые коррективы /2, 70, 99/. Стал более понятен способ минерализации фосфатов из морских вод посредством процессов, идущих в илах. Во многом изучено явление апвеллинга - подъема глубинных обогащенных фосфатами вод к поверхности, который обеспечивает высокую биопродуктивность таких зон моря со следствиями геологического масштаба. Существенно пополнились знания о роли мельчайших организмов и бактерий в фиксации на дне растворенных в воде веществ с формированием кремнистых и известковых отложений, слагающих мощные толщи. Процесс фосфоритообразования кое в чем подчинен деятельности таких организмов, что нужно учитывать в теории отложения фосфоритов.

В целом складывается очень сложная картина многоступенчатого накопления и переплетения процессов минерализации фосфатов, их перераспределения, захоронения и преобразований вплоть до химического уничтожения созданных скоплений. Как написал Г.Н.Батулин /2, с. 210/, "дать этому (фосфоритообразующему. - Э.Е.) процессу четкое название, отражающее роль всех участвующих в нем факторов, по-видимому, невозможно". С этим нельзя не согласиться. Исходя из того, что нам известно о генезисе многих руд, тем более о генезисе их месторождений (как системы геологических объектов, вмещающих рудную залежь), и истории ошибок в этой области, следует считать, что еще длительное время наши представления о генезисе фосфоритов будут недостаточно надежными.

В то же время основой для развития знаний о генезисе месторождений и для их прогнозирования служит информация о структуре тех комплексов геологических тел (самого разнообразного порядка), которые составляют месторождения. Структуру начали изучать в рамках формационного и фациального методов исследований. Однако на стадии перехода к изучению месторождений как определенной системы тел произошла существенная задержка: сказались отсутствие четкой и воспроизводимой процедуры выделения формаций и изучения их структуры. Формации определялись главным обра-

зом как однородные в некотором отношении области геологического пространства. Изучение фосфоритов (как и других полезных ископаемых) формационным методом приводило в основном к установлению того фона (вещественного, структурного, стадияльного, процессуального и т.д.), на котором они формировались. Считалось, что вместе с фоном должен меняться и спо-

характеристики месторождений, которые не зависят от фона.

Нам удалось установить, что, несмотря на различия в составе вмещающей среды, иначе говоря, несмотря на полиформационность фосфоритов, почти на всех крупных (и на ряде менее значительных по размеру и качеству руд) месторождениях обнаруживается организованность разрезов. Она выражается в аналогичном порядке залегания и в принципиальном сходстве состава литологических пачек и горизонтов, окружающих фосфоритовые залежи. Совокупность таких компонентов разреза, расположенных в определенном порядке, мы назвали агрегацией. Состав тех или иных членов агрегации для разных месторождений может заметно варьировать, но сущность их и положение в агрегации сохраняются ("междурудный", "нижний карбонатный", "верхний терригенный" и т.п.). На фоне полиформационной приуроченности фосфоритов проявляется в общем одна и та же агрегация. Ее компоненты могут принадлежать к разным формациям, выделенным традиционным способом, сама агрегация может выявляться в теле различных формаций — и в существенно терригенных, и в существенно карбонатных, т.е. имеет интерформационное значение.

Видимо, дело в том, что апвеллинг, порождающий зону высокой биопродуктивности, которая, в свою очередь, становится одной из причин фосфоритообразования, возникает как следствие определенной конфигурации бассейна и его положения и ориентации по отношению к полюсам и экватору. Характер поверхности континента, у краев которого возникает апвеллинг, и агентов транспортировки осадочного материала не связан непосредственно с этой географической обстановкой. Поэтому геологические компоненты, образующие фосфоритную агрегацию и порожденные в основном факторами, контролирующими возникновение трансгрессии и затем апвеллинга, могут проявляться на фоне отложений разного состава. Скорее всего, месторождения фосфоритов и типы руд различаются не по тектонической принадлежности (к платформам они относятся или к геосинклиналям), а по типам шельфов: на узких шельфах окраинных морей возникают микрозернистые, пеллетные ("пластовые") фосфориты, а на широких шельфах внутренних морей — глауконитово-песчаные, желваковые.

Следует подчеркнуть, что цикличность осадконакопления играет весьма существенную роль в процессах фосфоритообразования. Установленная вначале на Фосфорийских месторождениях США, она оказалась практически обязательной для большинства значимых залежей. Процесс первичной фиксации фосфата в осадках из-за малых содержаний фосфора в морской воде, как известно, всегда приводит к образованию бедных скоплений фосфатов в илах. При первичном осаждении редко возникают продуктивные слои. Реально только последующие процессы обогащения илов или переработки первичных отложений могут сформировать кондиционные фосфатные руды. К этим процессам относятся диагенетические и катагенетические стягивание; гипергенное обогащение за счет декарбонатизации или десилификации; сплошная или избирательная фосфатизация осадков, находящихся в восстановительных условиях и в контакте с повышено фосфатоносной толщей вод; естественное шлихование в широком масштабе; запечатывание ловушек, концентрирующих перемытый фосфат. В условиях равномерного погружения — без пульсаций — даже в благоприятных для минерализации фосфора зонах, скорее всего, должна возникнуть лишь одна пачка бедных фосфоритами отложений. Циклический же режим погружения создает благоприятные условия для накопления залежей богатых руд, так как фосфатные слои, отложившиеся

и литифицированные в трансформационной фазе в какой-то мере возвращаются к рассмотрению как модели формирования, т.е. как модели формирования.

Построенная нами модель не несколько литостратиграфических надмолассовый комплекс отложений является "главной последовательностью" главного ложа бассейна региональных отложений: внизу — базальто-конгломерато-песчаный комплекс (фосфоритоносный); сверху — сланцевый, алевролитовый. Карбонатным, а мощности их и отдаленности сильно колеблются. Отдельные слои, которые проявляются в "верхних" карбонатах; "нижних" карбонатах и сланцы и др. Кажется, может быть циклическим.

В разрезах мелких месторождений также месторождений желваковых реализуется, хотя и с рядом особенностей "последовательность" — показателем, видимо, нет возможности строить модели как-то коррелируется с составом разреза, состав сланцев агрегации служат базой для принятия и решения вопроса о том, в регионе достаточно крупное месторождение.

Возможность установить модель межрегиональную модель их строения сложного процесса возникновения фосфоритов лежат одни и те же условия, возможность не только для действия устойчивого снабжения ими зон, и для концентрации первичных фосфатов в рудные залежи. После реализации механизма интенсивного

Наша модель позволяет за счет возникающего не просто на стабильных приятных циркулирующей вод и климатической определенной глубины, который осадков, находящихся в восстановительной фосфатоносной толще вод. Трехфазности (отложения внутреннего шельфа, где доминируют кремнисто-песчаного пояса) отражает большую роль шельфовой слабоуклонной зоны и фрагментов осадков.

Предлагаемая модель должна насколько это может позволить его доизучения. В качестве основы

так, но существуют  
от фона.

в составе вмещаю-  
мость фосфоритов,  
по размеру и ка-  
ванность разрезов.

в принципиальном сход-  
жающих фосфоритовые  
положенных в опреде-  
ных членов агре-  
ировать, но сущность  
"нижний карбонат-  
мадонной приурочен-  
агрегация. Ее компо-  
ленным традиционным  
азличных формаций -  
атных, т.е. имеет

зону высокой био-  
дной из причин фос-  
ной конфигурации  
к полюсам и эквато-  
о возникает апвел-  
не связан непосред-  
геологические компо-  
ые в основном фак-  
и затем апвеллинга,  
Скорее всего, мес-  
тектонической при-  
нклиналям), а по

зникают микрозернис-  
их шельфах внутрен-

пления играет роль  
ния. Установленная  
азалась практически  
цесс первичной фикса-  
ра в морской воде,  
скопления фосфатов в  
ктивные слои. Реаль-  
переработки первич-  
етные руды. К этим  
кое стягивание; ги-  
есилификации; сплюш-  
хся в восстанови-  
сной толщей вод; ес-  
вание ловушек, кон-  
ого погружения -  
ии фосфора зонах,  
ых фосфоритами от-  
агприятные условия  
е слои, отложившие-

ся и литифицированные в трансгрессивную фазу развития, в регрессивную фазу в какой-то мере возвращаются в зону перемыва. Агрегации можно рассматривать как модели фосфоритоносных областей геологического пространства, т.е. как модели месторождений.

Построенная нами модель - это иерархически организованное сочетание нескольких литостратиграфических единиц, часто представляющих собой надмолассовый комплекс отложений. Наиболее общим уровнем этой иерархии является "главная последовательность", отделяющаяся от молассы или иного ложа бассейна региональным перерывом. Ее составляют три комплекса отложений: внизу - базальный терригенный, относительно грубый глинисто-конгломерато-песчаный комплекс; в середине - кремнисто-карбонатный (фосфоритоносный); вверху - верхний терригенный: более тонкий, глинисто-сланцевый, алевролитовый. Каждый из этих комплексов может быть циклическим, а мощности их и отдельных компонентов, составляющих комплексы, сильно колеблются. Отдельные циклы распадаются на компоненты, гомологичные тем, которые проявлены в каратауском разрезе. Это "нижние" и "верхние" карбонаты; "нижние" и "верхние" кремни; "межрудные" псаммиты, карбонаты и сланцы и др. Каждый из компонентов, в свою очередь, тоже может быть циклическим.

В разрезах мелких месторождений зернистых и микрозернистых, а также месторождений желваковых фосфоритовых руд данная модель тоже реализуется, хотя и с рядом отклонений. Устойчиво сохраняется "главная последовательность" - показатель трансгрессивного развития бассейна. Пока, видимо, нет возможности определенно сказать, что степень полноты модели как-то коррелируется с запасами месторождений. Однако компонентный состав разреза, состав самих компонентов и полнота фосфоритоносной агрегации служат базой для заключений о ходе процесса фосфоритообразования и решения вопроса о том, можно ли в принципе встретить в заданном регионе достаточно крупное месторождение.

Возможность установить структурное сходство разрезов и создать межрегиональную модель их строения позволяет предположить, что в основе сложного процесса возникновения разнообразных месторождений богатых фосфоритов лежат одни и те же тенденции. В этих условиях возникла возможность не только для действия механизма минерализации фосфатов и устойчивого снабжения ими зон фосфоритообразования, но, как давно замечено, и для концентрации первично рассеянных в осадке минерализованных фосфатов в рудные залежи. Последнее нередко бывало даже важнее, чем реализация механизма интенсивного фосфатоосаждения.

Наша модель позволяет заключить, что крупные залежи фосфоритов возникают не просто на стабильных шельфах, расположенных в зоне благоприятных циркуляций вод и климата, а лишь после того как шельф достигает определенной глубины, которая, видимо, обеспечивает оптимальную связь осадков, находящихся в восстановительных условиях, с малоокислородной фосфатоносной толщей вод. Трехкомпонентный состав главной последовательности (отложения внутреннего терригенного пояса, средней части шельфа, где доминируют кремнисто-карбонатные осадки, и внешнего терригенного пояса) отражает большую роль для фосфоритообразования собственно шельфовой слабоуклонной зоны как аккумулятора перемываемых фосфатных фрагментов осадков.

Предлагаемая модель должна повысить эффективность поисковых работ, насколько это может позволить степень изученности района и возможность его доизучения. В качестве основного объекта поисков рекомендуется рас-

смагивать саму модель. Именно после выявления в заданном районе всех компонентов модели или части их возможно эффективное задание "полосы сканирования" для проведения прямого поиска, являющегося уже преимущественно технической операцией.

Поиск в новом районе сразу всех компонентов модели возможен не всегда. Не исключено, однако, что в районе с хорошо разработанной литостратиграфией какой-либо уровень модели можно обнаружить уже на стадии рассмотрения частных разрезов или сводной колонки. Более же общим случаем должен считаться сначала поиск "главной последовательности", затем уже других уровней модели. Если "главная последовательность" обнаружена хотя бы частично, то до начала детальных исследований в намеченной полосе сканирования необходимо провести доизучение разреза, чтобы выявить другие компоненты модели. и, главное, их взаиморасположение, с учетом того, что некоторые из них могут иметь незначительную мощность. Если модель выявлена вся и без нарушения структуры, значит, в заданном районе в принципе можно встретить качественное месторождение.

При осуществлении модельного подхода к поискам фосфоритов решающую роль играет выявление таких компонентов модели, на которые нужно направить исследование; определение участков, где ожидается их выявление; утверждение средств на все это. Очевидно, модельный подход наиболее эффективен на стадии крупномасштабного прогноза, обеспеченного достаточно детальным изучением территории. Основным видом материалов, определяющих результаты поисков, являются литостратиграфические разрезы. Их детальность и выбор описательных классификаций должны отвечать возможности опознания принятых моделей. Углубление представлений о моделях фосфоритовых месторождений и разработка новых моделей должны проводиться на представительном материале. Компоновка материала обучения требует согласованного участия региональных организаций по единой программе. Составление такой программы в национальном масштабе представляет самостоятельную задачу.

Известно, что в ходе поисков месторождений выявляется большое количество непромышленных рудопроявлений, оценка которых (ошибка второго рода) отвлекает средства, силы и время. Поиск возможности косвенно оценивать выявленные рудопроявления, т.е. без затрат на прослеживание и опробование рудной залежи, остается ведущим в научном подходе к поискам и разведке. Для фосфоритов отдельные индикаторы качества месторождений пока не выявлены. Не коррелируются с объемом месторождений и типы руд. Поэтому наиболее рационально опираться на саму модель как целое, служащую образно говоря, "словесным портретом" искомого месторождения. Обнаружение установленного порядка в разрезе отложений и фона, на котором он проявляется (не говоря о роли индикаторов руд), дает некоторую гарантию встретить в данном районе, помимо фосфатопроявлений, и собственно месторождения и, что еще важнее, позволяет решить вопрос, можно ли в этом районе в принципе найти месторождение. Таким образом, выявление сходной организованности фосфоритоносных разрезов позволяет выдвинуть для них модельную доктрину поиска /16/, которая станет следующим шагом в развитии существовавших ранее методик: стратиграфической, фашиальной, парагенетической, прямых признаков и др. Формационная доктрина предусматривала поиск в области благоприятного фона отложений. Парагенетическая (минерагенетическая) предполагала поиски в области сгущенного расположения индикаторов рудоносности. Доктрина прямых признаков объявляет важнейшим показателем наличие в районе самой рудной минерализации. Все

эти подходы, применявшие оправдали себя на деле. Существующим количеством руд что поиск, основанный на требованиях может уже оказаться фосфоритоносных разрезов просто увеличенная копия перехода к поиску не только прямых признаков, а к выделению симости от фона и от при-

Модельный подход по-прежнему отмечается заметная фосфоритов. В отличие от метода составления рядов, когда изучаются некоторые компоненты формационного фона и создаются модели объекта.

Для информационного подхода специализировать описания рудопроявлений компонентов модели. Математичность изучения разрезов фосфоритов для дальнейшего моделирования единым центром моделирования обработки данных. Цель такого метода признаков и объектов относительной агрегации.

ом районе всех  
дание "полосы  
уже преимуще-

возможен не  
ботанной лито-  
ь уже на стадии  
же общим слу-  
льности", затем  
сть" обнаружена  
намеченной по-  
е, чтобы выявить  
ние, с учетом  
ошность. Если  
заданном райо-  
е.

фосфоритов решаю-  
которые нужно  
ся их выявление;  
од наиболее эф-  
ного достаточно  
лов, определяю-  
разрезы. Их де-  
печатать возмож-  
ний о моделях  
должны прово-  
ала обучения  
по единой про-  
штабе представ-

тс большое ко-  
(ошибка второго  
ти косвенно оце-  
леживание и  
одходе к поискам  
месторождений  
ений и типы руд.  
как целое, служащую  
дения. Обнаруже-  
а котором он  
торую гарантию  
обственно место-  
но ли в этом  
е, выявление  
нет выдвинуть  
следующим шагом  
ой, фашиальной,  
ктрина преду-  
Парагенетичес-  
ценного распо-  
ков объявляет  
ерализации. Все

эти подходы, применявшиеся и порознь, и совместно, в немалой степени оправдали себя на деле. Тем не менее реальное соотношение между существующим количеством рудопроявлений и богатых месторождений таково, что поиск, основанный на перечисленных доктринах, для современных требований может уже оказаться малоэффективным. Исходя из организованности фосфоритоносных разрезов и того, что крупное месторождение - это не просто увеличенная копия мелкого или рудопроявления, выдвигается идея перехода к поиску не только фона, отдельных индикаторов рудоносности, прямых признаков, а к выявлению модели в целом, иногда даже вне зависимости от фона и от прямых признаков.

Модельный подход показывает, что не все из формаций, в которых отмечается заметная фосфатная минерализация, действительно перспективны. В отличие от метода составления латеральных и вертикальных формационных рядов, когда изучается структура всей толщи наслоений, при модельном подходе некоторые компоненты модели можно отделить от общего формационного фона и создать более эффективную картину строения искомого объекта.

Для информационного обеспечения модельного подхода необходимо специализировать описания разрезов в аспекте возможности выделения намеченных компонентов модели. Требуется повысить детальность и систематичность изучения разрезов вокруг известных промышленных залежей фосфоритов для дальнейшего углубленного моделирования месторождений с единым центром моделирования, ориентированного на автоматизацию обработки данных. Цель такого моделирования - поиск единой системы признаков и объектов относительно продуктивных образований, т.е. фосфоритной агрегации.