

Министерство геологии СССР  
Всесоюзный ордена Ленина научно-исследовательский геологический  
институт (ВСЕГЕИ)

# ОБЪЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к карте бокситоносности СССР

масштаба 1:5 000 000

Ленинград · 1973

Министерство геологии СССР  
Всесоюзный ордена Ленина научно-исследовательский геологический  
институт (ВСЕГЕИ)

# ОБЪЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к карте бокситоносности СССР

масштаба 1:5 000 000

Ленинград-1973

Авторский коллектив: В. П. Абрамов, Ю. Б. Басс, В. И. Бгатов, Г. А. Большун, Д. А. Венков, В. Ф. Долгополов, Г. Р. Кирпаль, Л. И. Киселев, Л. П. Коннов, В. С. Кофман, Б. М. Михайлов, Б. Н. Одокий, А. Н. Сухарина, Б. А. Тюрин, С. Б. Шацкий, О. А. Федоренко.

Главный редактор *А. В. Сидоренко*  
Редактор *Б. М. Михайлов*

## ВВЕДЕНИЕ

Выявление новых месторождений бокситов и принципиально новых бокситоносных районов является одной из важнейших современных задач геологической службы нашей страны. Успешное решение этой задачи во многом зависит от степени научной обоснованности программ поисковых и разведочных работ, установления четких геологических закономерностей локализации бокситовых месторождений и бокситоносных провинций, выделения и типизации бокситоносных формаций, оценки их продуктивности и перспектив обнаружения месторождений на доступных для эксплуатации глубинах. Рассмотрение именно этих вопросов предусматривалось программой работ по составлению карты бокситоносности СССР м-ба 1:5 000 000.

Разработка легенды к карте специальным распоряжением министра геологии СССР А. В. Сидоренко была поручена научной бригаде в составе: руководитель Б. М. Михайлов (ВСЕГЕИ), зам. руководителя В. А. Теняков (ВИМС), ученый секретарь Э. И. Галицкая (ВСЕГЕИ), члены: Ю. Б. Басс (трест Киевгеология), В. И. Бгатов (СНИИГГИМС), Г. А. Большун (Уральское ТГУ), Г. Р. Кирпаль (Министерство геологии СССР), Л. П. Коннов (САИГИМС), Б. Н. Одокий (Министерство геологии СССР), Е. И. Пельтек (Красноярское ТГУ), А. Н. Сухарина (Зап.-Сиб. ТГУ), Б. А. Тюрин (ВИМС). Бригада в октябре 1969 г. приступила к работе, а 13 февраля 1970 г. проект легенды был рассмотрен и одобрен на совещании у министра геологии СССР А. В. Сидоренко.

В соответствии с легендой в научно-исследовательских территориальных геологических организациях были составлены региональные макеты в м-бе 1:2 500 000\*, которые послужили основой для карты бокситоносности СССР.

Карта, первоначально составленная (1972 г.) в м-бе 1:2 500 000, для издания была уменьшена до м-ба 1:5 000 000.

При составлении объяснительной записки использованы многочисленные публикации как в советской, так и в иностранной печати и рукописные отчеты авторов карты бокситоносности СССР. Авторы записки непосредственно занимаются поисковыми работами на бокситы в крупных регионах СССР.

Разделы по бокситоносным провинциям написаны: по Алтае-Саянской провинции — А. Н. Сухариной, В. И. Бгатовым; Уральской — Г. А. Большун, Л. И. Киселевым и Б. А. Тюриным, Тиман-

\* Все составители региональных макетов (более 50 человек) включены в авторский коллектив карты бокситоносности. Список авторов приведен на карте.

ской — В. П. Абрамовым, Тихвин-Онежской — В. С. Кофманом, Воронежской — Б. Н. Одокием; Среднеазиатской — Л. П. Конновым и О. А. Федоренко, Тургайской — Д. А. Венковым, Г. Р. Кирпалем, Б. А. Тюриным, Центрально-Казахстанской — В. Ф. Долгополовым и Б. А. Тюриным, Енисейской — В. И. Бгатовым и С. Б. Шацким, Украинской — Ю. Б. Бассом.

Общие разделы, касающиеся теоретических предпосылок прогноза, оценки перспектив поисков бокситов в отложениях различных систем написаны Б. М. Михайловым с использованием материалов других авторов.

Записка была просмотрена Б. А. Тюриным и В. И. Бгатовым, окончательно отредактирована Б. М. Михайловым и затем А. В. Сидоренко.

## ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ СОСТАВЛЕНИЯ КАРТЫ

Карта бокситоносности СССР м-ба 1:5 000 000 по замыслу ее составителей должна по возможности полно отобразить характер и закономерности размещения бокситоносных отложений на всей территории страны и в первую очередь на глубинах, доступных для промышленного освоения, а также содержать общую информацию о размещении и формационной принадлежности бокситовых месторождений и рудопоявлений, их возрасте, структурном положении и строении разреза. Возможные при столь мелком масштабе прогнозные построения предполагалось изобразить путем выделения прогнозных зон и сравнительной оценки перспектив отдельных площадей.

Геологической основой карты бокситоносности послужила геологическая карта СССР м-ба 1:2 500 000 (1968 г.). Уточнения и изменения были внесены по материалам более поздних геологических съемок различных масштабов.

Оценка бокситоносности проведена по крупным стратиграфическим интервалам, объединяющим отложения эпох и этапов бокситонакопления.

На карте цветами, соответствующими общепринятым цветам геологических возрастных подразделений, закрашены только те площади, которые в той или иной степени перспективны на поиски бокситовых месторождений и развиты на глубинах до 300 м\*. Иными словами, в бокситоносных или потенциально бокситоносных районах до этой глубины снят весь «пострудный чехол». Там, где известно или предполагается распространение бокситоносных отложений на больших глубинах, на карте нанесен крупный крап цветом, соответствующим их геологическому возрасту.

Небокситоносные площади на карте подразделены на два типа.

\* Для южных склонов Воронежской антеклизы (район КМА) в связи с возможной разработкой бокситов на больших глубинах площади распространения бокситоносных отложений показаны до глубин 700 м.

1. Площади распространения разновозрастных отложений платформенного покрова бесперспективные для поисков бокситов. Эти площади в зависимости от мощности бесперспективных отложений закрашены различными оттенками голубовато-серого цвета.

2. Складчатые области, интенсивно эродированные в олигоцен-четвертичное время и бесперспективные для поисков промышленных месторождений бокситов в покровных отложениях. Эти области закрашены бежевым цветом.

Поскольку вся территория СССР окончательно вышла из зоны, благоприятной для бокситонакопления в постэоценовое время, то все отложения олигоцен-четвертичного возраста с карты сняты.

Кроме площадей распространения бокситоносных отложений, на карте изображены основные рудоконтролирующие признаки, позволяющие в ряде случаев предполагать, либо отрицать возможность нахождения новых бокситоносных площадей. В частности, черными штриховыми знаками показан вещественный состав формаций, подстилающих бокситоносные отложения и благоприятных для накопления на них бокситов; зубчатыми линиями оконтурены палеоподнятия, контролировавшие области бокситонакопления; красными линиями обозначены разломы, ограничивающие распространение отложений, перспективных для поисков бокситов; особый знак нанесен на области развития карста в мел-палеогеновую эпоху бокситонакопления, для которой наиболее характерны бокситоносные формации с карстовым типом рудных залежей (например, приуральский район Тургайского прогиба).

Особого типа прерывистые штриховки нанесены на площади развития отложений, сформированных в условиях аридного климата, неблагоприятного для бокситообразования (например, кембрий Сибирской платформы, девон Русской платформы), а также на области развития угленосных отложений, сформированных в условиях гумидного климата на заболоченных равнинах, неблагоприятных для бокситообразования (например, юра юго-востока Сибирской платформы).

Информация о месторождениях — характере рудных залежей, типе бокситоносной формации и минеральном составе руд — определяется формой, внутренним рисунком и цветовой раскраской знака.

Степень перспективности районов отображена наложением различного типа оранжевых сеток. По перспективности районы подразделены на четыре категории: а) районы наиболее вероятного обнаружения промышленных месторождений бокситов; б) районы с установленной бокситоносностью, рекомендуемые для поисков месторождений бокситов; в) районы с неустановленной бокситоносностью, рекомендуемые для поисков бокситов по комплексу поисковых признаков; г) районы возможного обнаружения бокситоносных отложений, требующие проведения дополнительных геологических исследований.

Кроме месторождений бокситов, на карту нанесены некоторые месторождения и рудопроявления сопутствующих полезных ископаемых, являющиеся в ряде случаев прямыми признаками возможного обнаружения в районе бокситов, а именно: высокоглиноземистые глины, диаспор-шамозитовые руды, глиноземистые железняки и аллофан-галлуазитовые породы с гиббситом.

Поскольку в отдельных крупных районах иногда встречаются свои специфические признаки бокситоносности, некоторые знаки имеют локальное значение и не распространяются на всю карту. Так, например, на востоке Западно-Сибирской плиты среди прибрежно-морских отложений верхнего мела широко распространены песчаники, состоящие из глауконита, кварца и окатанных обломков железистых бокситов. Образование их связано с размывом латеритных покровов, некогда развитых на трапповых плато Сибири. Граница распространения этих, так называемых туруханских песчаников показана специальным знаком. Особый знак также применен для показа части погребенного Белорусского кристаллического массива, залегающей на глубинах менее 300 м; в пределах ее возможно обнаружение бокситов, связанных с корами выветривания на породах основного состава. На Сибирской платформе проведена граница четвертичного оледенения, поскольку двигавшиеся по трапповому плато ледники должны были уничтожить поверхностные бокситовые месторождения, если они и сохранились до этого времени. На Русской платформе значительный интерес представляет граница современного распространения каменноугольных (визейских) отложений, поскольку здесь только с ними связаны прогнозы обнаружения новых промышленных месторождений. В то же время на Западно-Сибирской плите, где прогнозируются главным образом бокситы мелового возраста, аналогичное значение имеет граница современного распространения меловых (альб-сеноманских) отложений.

Принципиальное значение с нашей точки зрения имеет показ на карте ряда образований, которые хотя и содержат минералы свободной гидроокиси алюминия, но не могут служить поисковыми критериями на бокситы. Таковыми являются: а) гиббситовая минерализация в современных либо более ранних отложениях, возникающая в результате перемещения глиноземистых, богатых органическими кислотами растворов в подзолистых почвенных профилях (прожилки и скопления гиббсита в неоген-четвертичных образованиях в карстах на протерозойских известняках Сетте-Дабана, скопления гиббсита в почвенных образованиях у массивов нефелиновых сиенитов на Кольском п-ове и др.); б) диаспоровые конкреции в терригенных и вулканогенно-осадочных отложениях, возникающие, по-видимому, в стадию диа- или эпигенеза водных осадков (например, в сланцевых толщах среднепротерозойской пурпальной свиты на Алданском щите, в нижнекаменноугольных сланцево-вулканогенных толщах Магнитогорского синклинория и др.); в) высокоглиноземистые породы неясного генезиса (корунд-шпинеле-

левые, корунд-гематитовые и др.), указывающие на высокую степень метаморфизма пород, полностью исключающую обнаружение в подобных обстановках бокситов (например, на севере Сетте-Дабана, в Кузнецком Алатау).

Для более полной характеристики разрезов месторождений и взаимоотношений пород на карте приведен ряд литологических рельефных колонок. При этом последние даны в двух масштабах: 1) для платформенных областей, где мощность бокситоносных формаций не велика, в м-бе 1:200; 2) для складчатых областей, где характерно развитие мощных карбонатных бокситоносных формаций, в м-бе 1:2000.

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПРОГНОЗА МЕСТОРОЖДЕНИЙ БОКСИТОВ

Формирование месторождений бокситов связано с экзогенными процессами. Этим во многом определяется специфика их прогнозирования и необходимость не только изучать стратиграфическое и тектоническое положение бокситовых залежей, но и всесторонне учитывать литологические и палеогеографические факторы, влияющие на бокситообразование, обязательно рассматривая их с позиций необратимой эволюции осадочного чехла в геологической истории Земли. Основываясь на изучении состава и формы рудных тел, возникающих под действием указанных факторов, а также строения геологических разрезов, можно проводить их типизацию, выделять морфогенетические типы рудных залежей, бокситоносные формации и таким образом еще более конкретизировать поисковые критерии.

Основными факторами, которыми руководствовались авторы карты при анализе бокситоносности и прогнозной оценки отдельных крупных регионов, являлись следующие: принадлежность рассматриваемых отложений к определенной эпохе бокситонакопления (стратиграфический контроль), к конкретной формации (формационный контроль), фациальный состав отложений (палеогеографический контроль), их структурное положение (тектонический контроль), состав и строение фундамента бокситоносных отложений (литологический контроль).

**Эпохи бокситонакопления (стратиграфический контроль).** В геологической истории крупных регионов отчетливо выделяются продолжительные временные интервалы, характеризующиеся широким развитием обстановок, благоприятных для бокситонакопления. Таких интервалов — эпох бокситонакопления на территории СССР устанавливается шесть: протерозойско-раннекембрийская, ордовикская (?), девонская, ранне-среднекаменноугольная, триас-юрская, мел-палеогеновая. В этих эпохах выделяются этапы, проявившиеся на ограниченных площадях. Наиболее перспективны для поисков месторождений бокситов отложения девонской и мел-палеогеновой эпох, а также раннекаменноугольного бокситоносного этапа. Имен-

но с ними связаны все промышленные месторождения бокситов СССР и большинство прогнозируемых на карте площадей.

**Бокситоносные формации (формационный контроль).** Бокситоносная формация — естественно-исторический комплекс горных пород, возникающих при строго определенных параметрах сред, благоприятных для накопления бокситов и таким образом генетически связанных с ними. Поскольку иногда генетическую связь той или иной породы, ассоциирующейся с бокситами, установить трудно, то при выделении бокситоносных формаций в ряде случаев приходится ограничиваться установлением эмпирических (парагенетических) связей пород, т. е. их устойчивых сонахождений в геологическом разрезе.

Все многообразие разрезов, заключающих промышленные месторождения бокситов в бокситоносных провинциях СССР, может быть объединено в три группы, каждая из которых свойственна определенному типу бокситоносных формаций: карбонатных, терригенных и латеритных (см. условные обозначения на карте).

В связи с отчетливо фиксируемой эволюцией процессов бокситонакопления в геологической истории Земли имеет место постепенная смена преобладающего развития одного типа бокситоносных формаций другим. Так, для древних эпох промышленная бокситоносность связана с карбонатными формациями. Начиная с карбона основная масса месторождений приурочена уже к терригенной формации, а в наиболее молодую олигоцен-четвертичную эпоху, не проявившуюся на территории СССР, характерно широкое развитие формаций латеритных покровов.

В Советском Союзе, где отсутствуют бокситоносные образования олигоцен-четвертичного возраста, роль месторождений бокситов латеритных формаций в общем балансе этих руд не является ведущей. Для нашей страны основные запасы высококачественных бокситов заключены в карстовых месторождениях карбонатной формации (СУБР и др.). Большая масса бокситов, перерабатываемая нашей промышленностью, связана с терригенными формациями — с карстовым (Аркалыкская группа, Белинское и др.) либо пластовым (Североонежская группа и др.) типом рудных залежей.

Таким образом, оценивая территорию СССР на возможность обнаружения того или иного формационного типа бокситоносных отложений, мы тем самым в первом приближении можем судить о качестве руд и частично о возможных масштабах месторождений.

**Фациальные обстановки бокситонакопления (палеогеографический контроль).** Бокситы, как породы, состоящие главным образом из минералов гидроокиси алюминия, представляют собой один из конечных продуктов дифференциации вещества в континентальных обстановках при строго определенных параметрах гипергенных сред.

Для областей олигоцен-четвертичного бокситообразования параметры этих сред следующие:

1. Среднемесячная температура в течение всего года постоянна и не опускается ниже  $23^{\circ}$ . При этом температура грунтовых вод (а соответственно и среды выветривания) колеблется от  $+25^{\circ}$  до  $+30^{\circ}$ .

2. Наличие в году двух сезонов — сезона дождей и сухого сезона.

3. Среднегодовое количество осадков более 1200 мм, что обуславливает постоянную высокую влажность в зоне непосредственного выветривания и возможность длительного существования вещества в коллоидном гелеобразном состоянии.

4. Высокая степень расчлененности рельефа (холмистые равнины, расчлененные плоскогорья), обуславливающая интенсивную фильтрацию теплых бескремнистых, очень слабо минерализованных дождевых вод.

5. Высокая окислительная способность верхних горизонтов профиля выветривания, приводящая к быстрому уничтожению органических кислот. Последние в заметных количествах содержатся в почвенных водах только в вегетационный период сезона дождей.

6. Длительный период (сотни тысяч, первые миллионы лет) относительного тектонического покоя со слабой тенденцией к воздыманию, что обуславливает глубокое химическое преобразование вещества.

При одновременном сочетании этих параметров происходит формирование мощных латеритных покровов, характерных для олигоцен-четвертичного времени тропического пояса Земли.

Анализ палеогеографических обстановок более ранних эпох показывает, что они по ряду параметров существенно отличались от описанных выше. Так, например, в мелу и палеогене определенно отсутствовала свойственная олигоцен-четвертичному времени резкая климатическая зональность. Широко были представлены своеобразные, так называемые бореальные климаты, характеризующиеся постоянными среднемесячными температурами  $+12^{\circ}$ ,  $+20^{\circ}$ . Естественно, в таких условиях процессы бокситообразования протекали существенно иначе.

Какие параметры сред бокситообразования были характерны для более древних этапов развития Земли, мы можем ориентировочно судить только по косвенным признакам: составу пород, характеру растительности, строению бокситоносных формаций и их размещению в определенных структурах и фациальных зонах. Несмотря на большое количество спорных вопросов, очевидным является тот факт, что бокситообразование по своей природе есть комплекс процессов, протекающих в обстановке теплых и жарких климатов и весьма интенсивной фильтрации слабominерализованных, в частности дождевых, вод.

В связи с этим широкое развитие холодных либо аридных климатов, так же как и заболоченных выровненных равнин, является

определенным противопоказанием для поисков бокситовых месторождений в отложениях всех эпох бокситонакопления.

**Особенности тектонического развития (тектонический контроль).** Наиболее общие закономерности тектонического развития проявляются в определенной связи периодов и районов бокситообразования на платформах и в геосинклиналях с конкретными эпохами тектонических движений и структурами. Так, карбонатные бокситоносные формации, как правило, возникают в геосинклинальных областях в пределах стабильных блоков, не подвергавшихся интенсивному прогибанию и образующих длительно существующие поднятия. Бокситы обычно приурочены к краевым частям поднятий, где размыв гипергенно-измененных пород компенсируется осадконакоплением, благодаря чему формирующиеся бокситовые залежи быстро захороняются, не подвергаясь дальнейшему размыву.

Для платформ характерны терригенные бокситоносные формации. При этом на молодых платформах они располагаются на окраинах плит в основании платформенного чехла, а на древних платформах — либо на склонах кристаллических массивов, либо (реже) вблизи крупных внутриплатформенных поднятий, т. е. между медленно погружающимися и поднимающимися участками материковой коры обычно на границе древней суши с морским бассейном.

Особое значение тектонический фактор оказывает на сохранность бокситовых месторождений. Формируясь на континентах, часто на возвышенных участках рельефа, рудные залежи даже при незначительном декомпенсированном воздымании территории подвергаются размыву. Если таковой происходит в климатических условиях, неблагоприятных для бокситообразования, от месторождений остаются лишь многочисленные гальки чаще железистых бокситов, рассеянные на площадях в сотни и тысячи квадратных километров.

**Состав и строение фундамента бокситоносных отложений (литологический контроль).** Если стратиграфический, формационный, палеогеографический и тектонический факторы контроля бокситонакопления определяют возможные границы распространения бокситоносных отложений и их строение, то от состава и строения толщ, выходявших на дневную поверхность, зависит местоположение рудных залежей, их форма и в значительной степени качество руд. Именно особенности состава фундамента в первую очередь обуславливают развитие карстового или пластового типов бокситовых залежей.

Наиболее качественные бокситы на территории СССР залегают непосредственно на карбонатных породах, выполняя неглубокие (5—15 м) карстовые депрессии, и образуют рудные тела до нескольких сотен тысяч кубических метров (Северный Урал, месторождения СУБР). В случае присутствия в фундаменте, кроме карбонатных, и алюмосиликатных пород в карстовых депрессиях обыч-

но появляются пласты глин, а качество бокситов снижается (Западный Урал, месторождения ЮУБР).

В районах с круто дислоцированными породами фундамента глубина бокситоносных депрессий возрастает, достигая иногда 200—300 м. В депрессиях на алюмосиликатном субстрате качество бокситов, как правило, низкое. Появление в фундаменте пород, содержащих в большом количестве терригенный кварц, еще более снижает качество бокситов или полностью исключает возможность их образования.

## БОКСИТОНОСНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ СССР

Рассмотрение перспектив бокситоносности отдельных районов под углом зрения перечисленных выше факторов позволило выделять на карте бокситоносные провинции как сравнительно обширные площади, в общем совпадающие с определенными структурно-тектоническими элементами современных материков. В каждой провинции оконтурены области и районы распространения разновозрастных бокситоносных отложений. Провинции могут иметь как простое, так и многоярусное строение в случае распространения в их пределах разновозрастных бокситоносных толщ.

На территории СССР выделены следующие бокситоносные провинции: Алтае-Саянская, Уральская, Тиманская, Тихвин-Онежская, Воронежская, Среднеазиатская, Тургайская, Центральноказахстанская, Енисейская, Украинская.

Распространенные в провинциях отложения объединены общностью последовательного геологического развития территории. В связи с этим бокситоносные отложения одной эпохи бокситонакопления, но различных провинций имеют значительно большее сходство, нежели разновозрастные бокситоносные отложения одной провинции. В связи с этим как на карте, так и в объяснительной записке территория СССР оценивается по эпохам бокситонакопления. Это позволяет рассмотреть перспективы не только известных провинций, но и оценить все отложения конкретной эпохи на предмет возможного обнаружения принципиально новых бокситоносных площадей и новых месторождений.

## ПРОТЕРОЗОЙСКО-РАННЕКЕМБРИЙСКАЯ ЭПОХА БОКСИТОНАКОПЛЕНИЯ

Сведения о бокситоносности протерозойских и нижнекембрийских отложений ограничены и относятся главным образом к азиатской части СССР. В составе этой эпохи выделяются среднепротерозойский и позднепротерозойско-раннекембрийский этапы.

В отложениях среднепротерозойского этапа пока не известно ни одного месторождения или перспективного рудопроявления бокситов. Отдельные мелкие скопления конкреций диаспоритов и диас-

порсодержащие сланцы известны на юго-западных окраинах Патомского нагорья, на границе Байкальской складчатой области и Сибирской платформы. Здесь среди хлоритоидных сланцев средней части пурпильской свиты среднего протерозоя встречаются мелкие тела мощностью 0,2—0,3 м при длине до 6 м или отдельные конкреции эллипсоидальной формы, содержащие до 60%  $Al_2O_3$  при 9—13%  $SiO_2$ . Полоса выходов сланцев с диаспоровыми конкрециями прослеживается на несколько десятков километров, однако обнаружение здесь промышленных месторождений бокситов с точки зрения принятых при составлении карты теоретических предпосылок невозможно. Но нельзя полностью исключать вероятность обнаружения бокситов среди слабометаморфизованных карбонатных толщ среднего протерозоя, известных, в частности, на Чукотке, севернее оз. Ханка и др. В этих районах на карте даны рекомендации по проведению геологических исследований с целью более детального изучения строения разрезов карбонатных толщ и состава древних гипергенных продуктов, приуроченных к перерывам в осадконакоплении.

#### Позднепротерозойско-раннекембрийский бокситоносный этап

Отложения этого этапа представляют определенный практический интерес, и ряд районов развития карбонатных пород на карте рекомендуется для поисков бокситов. Месторождения и рудопроявления этого возраста известны пока только в пределах Алтае-Саянской бокситоносной провинции. Но это скорее объясняется слабой изученностью карбонатных толщ позднего протерозоя — раннего кембрия на территории СССР.

**Алтае-Саянская провинция.** Провинция охватывает обширную область складчатых сооружений южного обрамления Сибирской платформы. Среди нескольких бокситорудных районов этой провинции только в двух — Восточносаянском и Кузнецком — известно бокситовое оруденение среди отложений верхнепротерозойско-нижнекембрийской карбонатной формации.

**Восточносаянский рудный район** расположен на юге Восточного Саяна, где в пределах Боксон-Сархайского синклиория широко распространены существенно карбонатные отложения боксонской серии верхнего протерозоя. Именно к ним приурочено самое древнее не только в СССР, но и в мире Боксонское месторождение бокситов. Продуктивный горизонт этой серии включает бокситовый пласт и перекрывающие его пестроцветные и углистые сланцы.

Пластообразная залежь бокситов, прослеживаемая на несколько десятков километров, залегает на пятнистых, местами рифогенных доломитах. Контакт бокситов с перекрывающими их породами довольно ровный, с постепенным переходом зеленых бокситов в сланцы того же цвета. Средняя мощность рудного пласта 4,5 м, но иногда она увеличивается до 20—30 м. Бокситы в нижней части

обычно красные, сверху приобретают зеленую, иногда черную окраску. Состав их диаспор-бемитовый.

Запасы Боксонского месторождения значительны, но качество общей массы руд низкое. В свое время это явилось причиной установления особых резко заниженных кондиций на руду месторождения ( $Al_2O_3 > 37\%$ ,  $SiO_2 < 23\%$ , кремневый модуль  $> 1,6$ ).

В Восточносаянском районе находится также Козыревское проявление бокситов, найденное в 1970 г. в верховье речки Козыревой, в 40—50 км на юго-запад от г. Дивногорска. Пласт бокситов мощностью 2—4,5 м залегает здесь в основании пачки туфогенных пород, переслаивающихся с доломитами и известняками (верхние горизонты доломитовой толщи овсянковой свиты верхнего протерозоя). Бокситы серого и вишневого цвета, диаспор-бемитовые, с содержанием  $Al_2O_3$  — 26—42,5%,  $SiO_2$  — 2,2—20%.

**Кузнецкий район** охватывает площади развития верхнепротерозойско-нижнекембрийских карбонатных отложений, слагающих геосинклинальные поднятия и срединные массивы Кузнецкого Алатау, а также сопредельных с ними областей Горного Алтая и Западного Саяна.

В верхнепротерозойских карбонатных толщах в ряде мест на границе  $PR_3^2$ — $PR_3^3$  обнаружены следы возможной былой бокситоносности в виде корунд- и диаспорсодержащих слюдистых или хлоритоид-слюдистых сланцев (рудопроявление Кийское в Кузнецком Алатау, Остыгольское в Горной Шории). В одном случае (Леспромхозное проявление в Горной Шории) встречен горизонт шпинель-диаспоровых пород. К проявлениям этого же возраста, но во вторичном залегании А. Н. Сухарина относит делювиальную залежь диаспорового боксита в верховьях р. Томь (Алгуйское проявление на юге Кузнецкого Алатау).

Леспромхозное проявление бокситов расположено в бассейне р. Тельбес. Оно представляет собою серию апобокситовых тел, чередующихся с линзами гематит-магнетитовых руд. Протяженность рудного горизонта более 1 км, мощность тел колеблется от 2 до 7 м. Апобокситы состоят из диаспора, корунда, хлоритоида, шпинели, кроме того присутствуют ксантофиллит, доломит. В породах иногда наблюдаются реликты бобовой текстуры. Содержание основных компонентов колеблется:  $SiO_2$  — 1—15%,  $Al_2O_3$  — 30—50%,  $Fe_2O_3$  — 7—12%.

В карбонатных отложениях нижнего кембрия первые признаки бокситоносности были обнаружены только в 1971 г. в Антроповской структуре, расположенной на границе Горной Шории и Алтая (Каяшканское проявление диаспор-слюдистых сланцев в бассейне р. Сия).

Мощность карбонатной толщи достигает 500—1200 м, установленная протяженность более 20 км. На всем простирании толщи на поверхности в современных отложениях обнаруживаются ореолы рассеяния диаспора.



## Перспективы поисков месторождений бокситов в отложениях верхнего протерозоя — нижнего кембрия

Карта бокситоносности СССР дает основания для поисков промышленных месторождений бокситов в карбонатных отложениях позднепротерозойско-раннекембрийского этапа бокситонакопления, главным образом в восточных районах страны. В первую очередь это относится к юго-западному обрамлению Сибирской платформы, где уже обнаружены рудопроявления бокситов в карбонатных толщах верхнего протерозоя. Сходные геологические обстановки, но пока без признаков бокситоносности, известны на востоке СССР в Ханкайском, Хинганском и Қолымском массивах, а также в Сетте-Дабане и на юго-восточном обрамлении Сибирской платформы. Кроме того, карбонатные толщи верхнего протерозоя развиты на Енисейском кряже (тунгусская и ослянская серии), на Тимане (быстринская серия), на Урале (каратауская серия и более высокие горизонты верхнего протерозоя) и в других районах.

На карте бокситоносности даны рекомендации по проведению геологических исследований в пределах развития карбонатных пород позднего протерозоя — раннего кембрия с целью выявления строения разрезов, обнаружения в них скрытых перерывов, изучения состава и характера гипергенных продуктов, приуроченных к этим перерывам, степени их метаморфизма и пр. Непосредственно поисковые работы рекомендуется проводить лишь на севере Кузнецкого Алатау, где в отдельных тектонических блоках установлена небольшая степень метаморфизации карбонатных пород, допускающая сохранность минералов гидроокиси алюминия (диаспора, бемита).

### ОРДОВИКСКАЯ ЭПОХА БОКСИТОНАКОПЛЕНИЯ (?)

Ордовикский период исследователи обычно считают малоблагоприятным для бокситонакопления. Основанием для этого является широкое развитие морских трансгрессий, отсутствие перерывов в осадконакоплении, а главное — господство неблагоприятных климатических обстановок в прибрежных районах континентов. Даже там, где отсутствуют прямые свидетельства аридности климатов, характер осадков не позволяет предполагать обнаружение бокситоносных толщ, заключающих промышленные месторождения бокситов (полмиктовый состав пород, большое содержание терригенных прослоев в карбонатных толщах, почти полное отсутствие кор выветривания с хорошо развитым профилем и др.). Тем не менее мы не располагаем достаточным материалом, чтобы отрицать возможность возникновения промышленных месторождений бокситов в отдельных, небольших по площади районах с аномальными для того времени климатическими обстановками.

Первое рудопоявление бокситов ордовикского возраста было обнаружено геологами ЦКТГУ в 1969 г. в районе оз. Тасколь

(35 км юго-западнее Целинограда). Бокситы и аллиты здесь образуют мелкие включения и прожилки среди брекчированных известняков верхнего карадока. Бокситы низкого качества, диаспор-каолинитового состава. Содержание  $Al_2O_3$  в лучших пробах достигает 41—45% при 10—15%  $SiO_2$ .

В Прииртышском районе Центрального Казахстана на Керегетасском месторождении верхнеордовикских известняков в отдельных горизонтах карбонатной толщи устанавливается примесь диаспора. Содержание  $Al_2O_3$  достигает 18,8%, а  $SiO_2$  — 2,24%.

Высокоглиноземистые породы образуют отдельные в целом выдержанные прослои мощностью 6—10 м.

В северо-западном Прибалхашье среди верхнеордовикских известняков Қызылэспинского месторождения В. П. Ходорадзе еще в 1941 г. был выявлен прослой известковистых аллитов с содержанием:  $Al_2O_3$  — 34,4%,  $SiO_2$  — 15,2%,  $Fe_2O_3$  — 8,37%,  $CaO$  — 31,0%, п. п. п. — 9,1%.

Установление признаков бокситоносности верхнеордовикских отложений в трех разных, удаленных один от другого на 250—450 км районах Центрального Казахстана указывает, что процессы бокситообразования в позднем ордовике, возможно, охватывали здесь значительные площади.

В связи с этим необходимо провести ревизию материалов по карбонатным разрезам ордовика не только Центрального Казахстана, но и других районов Союза с целью обнаружения возможно бокситоносных перерывов. На карте для этой цели рекомендованы площади распространения карбонатных пород ордовика на Северном Урале, Таймыре и в ряде других районов СССР.

### ДЕВОНСКАЯ ЭПОХА БОКСИТОНАКОПЛЕНИЯ

Девонская эпоха бокситонакопления на территории СССР проявилась главным образом на Урале, Салаирском кряже и Тимане. Здесь известен ряд рудных районов, входящих в состав сложностроенных Алтае-Саянской, Уральской и Тиманской бокситоносных провинций.

**Алтае-Саянская провинция.** Салаирский район занимает центральную и юго-западную части Салаирского кряжа и приурочен к площадям развития формации рифогенных известняков позднесилурско-среднедевонского (эйфельского) возраста. Бокситы известны лишь в тех частях разреза, где развиты наиболее «чистые» разности известняков. Эти известняки залегают в нескольких сравнительно небольших (от  $5 \times 1$  км до  $40 \times 8$  км в плане) тектонических структурах (вероятно, впадинах), сопряженных со складчатыми массивами более древних алюмосиликатных пород.

Часть структур находится на западном склоне (вблизи осевой линии) Салаирского кряжа, соприкасаясь с нижнепалеозойскими толщами метаморфизованных терригенных и вулканогенных пород (в частности, Верхнебердская, Матренкинская, Чудиновская и дру-

гие структуры). Другие из известных структур с карбонатным разрезом нижнего и среднего девона расположены на опущенном юго-западном склоне кряжа (юго-западное Присалаирье), в центре осложняющей его крупной (около 4000 км<sup>2</sup>) Залесовской мульды. Карбонатные бокситоносные отложения выступают здесь из-под терригенных пород живет-карбонатового возраста в структурно-эрозионных «окнах» на антиклинальных поднятиях. Поскольку тот же структурный план района контролировал и проникновение более поздних (герцинских) гранитоидов, то последние в ряде мест оказались сопряженными с карбонатными толщами девона. Контактный метаморфизм, вызванный гранитными интрузиями, явился причиной преобразования бокситов ряда рудопроявлений из диаспоровых в диаспор-корундовые.

В разрезе карбонатной бокситоносной формации на Салаире установлены четыре бокситоносных горизонта, приуроченные к внутриформационным перерывам среди отложений нижнего — среднего девона: в основании жедина, нижнего эмса, нижнего и верхнего эйфеля. Промышленное оруденение на всех известных месторождениях — Бердско-Майском, Октябрьском и Новогоднем в Верхнебердской структуре, Обуховском в Выдрихинской — приурочено только к основанию эйфельского яруса.

Залежи бокситов невелики — 0,1—2,5 км<sup>2</sup> при средней мощности 1,0—2,5 м. Морфология их строго контролируется дорудным рельефом подстилающих известняков. На выступах рельефа бокситы отсутствуют и приурочены к понижениям, где образуют отдельные неправильной формы тела. Качество и мощность руд при этом закономерно снижаются в направлении от внутренних частей впадин к их склонам.

Состав бокситов изменяется от хлоритид-диаспорового в слабо-метаморфизованных месторождениях Верхнебердской структуры до диаспор-слюдисто-корундового на Обуховском, подвергнувшемся термальному метаморфизму.

Бокситы имеют темную окраску и микрооолитовое сложение, местами в них видна слоистость. Средние содержания основных компонентов следующие: SiO<sub>2</sub> — 12—19%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 46—52%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 12—16%, CaO — 3—6%, TiO<sub>2</sub> ~ 2%, S (вал.) — 0,2—3%.

Запасы бокситов девонского возраста в Салаирском рудном районе невелики. Лишь руды Обуховского месторождения имеют реальные перспективы использования в качестве сырья для производства абразивов.

Известные на Салаире выходы бокситоносной карбонатной формации девона полностью опробованы. Бокситоносные отложения сконцентрированы на площади 30×40 км. На остальной территории кряжа карбонатная формация содержит значительную примесь терригенного материала и неблагоприятна для поисков месторождений бокситов. Перспективы прироста запасов бокситов девонского возраста можно связывать исключительно с поисками

«слепых» тел в восточной половине Залесовской мульды в юго-западном Присалаирье.

Салаирский рудный район и Алтай-Саянская провинция в целом имеют ограниченные площади развития бокситоносных отложений девона, что исключает возможность обнаружения крупных месторождений бокситов. Здесь, по мнению В. А. Сивова и А. Н. Сухариной, перспективным может быть принципиально иной тип бокситовых залежей, связанный с базальными горизонтами вулканогенных толщ девона на участках налегания их на карбонатные отложения верхнего протерозоя и нижнего кембрия, где можно обнаружить месторождения типа района Четласского Камня на Среднем Тимане. С этой целью рекомендуется проведение геологических исследований с последующей постановкой поисковых работ на бокситы в бассейнах рек Кия, Терса, Уса, Сарала, Бельсу — в Кузнецком Алатау, Сараса, Чуя, Кадрин, Иня, Чарысу — на Алтае, Тельбес, Ангуреп — в Горной Шории.

**Уральская провинция.** В Уральской провинции известны бокситы девонской, каменноугольной, триас-юрской и мел-палеогеновой эпох. Кроме того, есть некоторые основания для обнаружения бокситов протерозойско-раннекембрийской бокситоносной эпохи (см. стр. 13).

Бокситы девонской бокситоносной эпохи локализуются в двух крупных районах — Восточноуральском и Западноуральском. Бокситовые месторождения здесь приурочены к карбонатному типу бокситоносных формаций, но несколько различны по возрасту, строению разрезов, составу и качеству руд.

*Восточноуральский район* объединяет прерывистую полосу девонских карбонатных отложений, протягивающуюся вдоль эвгеосинклиальной зоны Восточного Урала более чем на 1000 км от бассейна р. Щучьей на Полярном Урале до г. Алапаевска на Среднем Урале.

Мощность бокситоносной карбонатной формации здесь достигает нескольких сот метров. Формация сложена главным образом карбонатными породами (в значительной мере рифогенными известняками). В разрезе ее различными исследователями устанавливаются четыре бокситоносных горизонта: нижний — субровский в основании эйфельского яруса среднего девона, козьереченский в средней части нижнего эйфеля\*, богословский в верхнем эйфеле, устькальинский в верхах верхнего эйфеля, на границе с живетским ярусом.

Непосредственно в разрезе одной скважины обычно наблюдается только один, редко два бокситоносных горизонта.

Основное промышленное значение имеет лишь нижний субровский горизонт, к которому приурочены широко известные в литературе месторождения Красная Шапочка, Черемуховское и др. От

\* Г. А. Большун считает, что козьереченский горизонт не имеет права на выделение, а по возрасту кровли должен сопоставляться с субровским.

дельные недостаточно разведанные рудопроявления этого же возраста известны севернее — в Ивдельском и южнее — в Карпинском районах.

Бокситы более молодого — богословского горизонта распространены на Урале значительно шире, но промышленная значимость их невелика в связи с незначительными запасами или низким качеством руд. Они известны в Карпинском районе (Богословская и Тотемская группы). В отдельных блоках в Туринском (Актай-Талицкая, Известковская группы), Алапаевском (Косиковское месторождение) районах.

Бокситы богословского горизонта установлены также на западном склоне Урала в Нижнесергинском районе. В пределах СУБР они подверглись значительному размыву и сохранились лишь в его северной части. В Ивдельском районе бокситы этого горизонта распространены широко, но представлены сернистыми рудами невысокого качества.

Бокситы еще более молодого — живетского возраста известны только в Североуральском и Ивдельском районах, где обычно имеют низкое качество.

Возраст бокситов, обнаруженных в 1969 г. в Щучинском синклинии на Полярном Урале, пока не совсем ясен. Ряд исследователей (Г. А. Большун и др.) считают, что здесь имеют место два бокситоносных горизонта (субровский и богословский), но многие исследователи (С. М. Андронов и др.) склонны относить найденные бокситы только к более молодым, нежели субровский, бокситоносным горизонтам.

Строение всех бокситоносных горизонтов Восточноуральского рудного района более или менее одинаково и характерно для разрезов карбонатных бокситоносных формаций (см. рис. на карте). Все они залегают на закарстованных поверхностях рифогенных розовых известняков и обычно падают на восток под углами 15—30°. Субровский горизонт на протяжении нескольких десятков километров выходит на поверхность и прослежен скважинами до глубин 1200—1800 м. При этом его строение не претерпевает существенных изменений. Рудные залежи этого горизонта выполняют карстовые депрессии, глубина которых колеблется в пределах 2—20 м, очень редко достигая 40 м. Средняя мощность рудных тел 1,5—4,5 м.

В подошве рудного горизонта развиты карбонатные брекчии с коричнево-красным, реже серо-зеленым бокситовым цементом («рудные брекчии»). Выше следуют плотные каменистые и землистые, иногда яшмовидные красно-коричневые бокситы, составляющие до 80% промышленных запасов. Красно-коричневые бокситы повсеместно перекрыты маломощным (0,2—2,0 м) пластом серых, либо пестроцветных руд, часто слоистых и переходящих в аллиты или колчедан-бокситы. Этот пласт обычно далеко уходит за пределы карстовых депрессий. В нем иногда встречаются обломки раковин брахиопод, прослой известняков и известковистых бокситов.

Кровлей рудоносного горизонта всегда являются темно-серые амфиболовые известняки, вблизи контакта нередко глинистые битуминозные.

Вулканогенные образования в собственно бокситоносной карбонатной формации отсутствуют и появление их в разрезе прерывает распространение бокситов.

Бокситы Восточноуральского района относятся к моногидратному типу. Рудообразующим минералом основного типа руд (красно-коричневые каменистые и землистые) является тонкокристаллический диаспор (60—80%). В значительных количествах присутствует гематит, а в качестве примесей — каолинит, лептохлорит и бемит. Последний содержится в значительных количествах у кровли бокситового пласта вместе с пиритом и сидеритом.

Качество бокситов эксплуатируемых месторождений весьма высоко:  $\text{SiO}_2$  — 3,2—6,5%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 46,4—59,4%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 16,1—24,2%,  $\text{TiO}_2$  — 2,8—3,0%.

Западноуральский район располагается на западных и юго-западных склонах Урала, которые были вовлечены в геосинклинальный этап развития только в конце девона — начале карбона, т. е. уже после формирования месторождений бокситов. Именно это обстоятельство и определило локальные особенности строения его карбонатной бокситоносной формации. В состав формации, наряду с известняками и бокситами, часто входят кварцевые песчаники, глинистые известняки, реже доломиты, железисто-каолинитовые породы и железные руды. Горизонты рифогенных известняков мало мощны и переслаиваются с пластами битуминозных известняков.

В разрезе бокситоносной формации на западном склоне Урала установлены два рудоносных горизонта: нижний — пашийский, залегающий в основании франского яруса верхнего девона, и орловский, приуроченный к границе среднего и верхнего франа. Промышленное значение имеет только орловский горизонт. Лучшие по качеству руды этого горизонта встречаются на месторождениях юго-восточного крыла Улуирской синклинали (ЮУБР, Новопристанская группа, Кукушикское месторождение и др.). Здесь строение рудоносного горизонта во многом сходно с описанным для СУБР.

В основании на рудной брекчии залегают красно-коричневые каменистые, часто мелкобобовые бокситы диаспор-бемитового состава. У кровли они сменяются серыми, зелеными, иногда пиритизированными разностями, среди которых, в отличие от СУБР, встречаются прослой мергелей с отпечатками растений и даже линзы углей.

В западном и юго-западном направлениях в рудах постепенно увеличивается содержание кремнезема. Красно-коричневые бокситы сменяются зеленовато-серыми оолитовыми шамозит-диаспорового состава и переходят в аллиты. В рудоносном горизонте появляются прослой песчаников, залегающие непосредственно на бокситах под карбонатными породами кровли. Далее к западу на крыльях Сулеймановской антиклинали промышленные руды уже не

встречаются; здесь они фашиально замещаются маломощными линзовидными телами диаспор-шамозитовых пород, перекрытыми пачкой песчано-глинистых отложений.

Качество бокситов Западноуральского рудного района, как правило, хуже восточноуральских. Там, например, средний состав промышленных руд южноуральских месторождений ЮУБР следующий:  $\text{SiO}_2$  — 9,3%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 48,8%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$  — 21,3%,  $\text{CaO}$  — 4,6%.

В Уральской провинции основные перспективы поисков месторождений высококачественных бокситов связываются с карбонатными отложениями нижнего эйфеля, главным образом с залегающим в их основании субровским горизонтом.

Ограниченные на карте перспективные площади расположены вдоль восточного склона Урала в бассейнах рек Ятрия, Воля к северу от СУБР и к югу — в сторону Алапаевска. На севере района карбонатные отложения среднего девона погружаются под покров мезозойских отложений мощностью от первых десятков до 400—500 м, что исключает проведение наземных наблюдений, а буровые работы в свою очередь осложняются значительной залесенностью и заболоченностью местности и почти полным отсутствием дорог.

Строение фундамента этих «закрытых», но возможно перспективных районов неясно. Проведенные геофизические исследования указывают на его интенсивную тектоническую раздробленность и отсутствие крупных блоков карбонатных пород, которые могли бы представлять интерес для опоскования. С другой стороны, эти данные не всегда подтверждаются результатами буровых работ.

При оценке перспектив карбонатной полосы восточного склона Северного и Полярного Урала нельзя также исключать возможность фашиального замещения карбонатных фаций эйфельского яруса вулканогенными и даже терригенными (в сторону Западного Урала) или отсутствия их в геологическом разрезе отдельных районов.

Перспективы обнаружения бокситов в нижней части эйфельского яруса на западных склонах Среднего и Южного Урала практически отсутствуют, поскольку здесь разновозрастные отложения представлены грубообломочными терригенными породами такатинской свиты. Определенный интерес имеют лишь западные склоны Северного и Полярного Урала, где в бассейне р. Кара развиты мощные карбонатные толщи среднего девона.

В рассматриваемой провинции значительно более широко распространены карбонатные отложения верхней части среднего девона и верхнего девона. Именно с ними связаны перспективы обнаружения бокситов на западных склонах Среднего и Южного Урала. Правда, при оценке этих площадей следует иметь в виду, что здесь вряд ли могут быть встречены крупные залежи высококачественных руд.

**Тиманская провинция.** Бокситы девонской эпохи бокситонакопления на Тимане в районе Четласского Камня были обнаружены

в конце 1970 г. До сих пор не совсем ясны их стратиграфическое положение и генезис.

Выявленные здесь три месторождения бокситов (Верхневорыквинское, Вежаю-Ворыквинское и Верхнешугорское) расположены на северо-восточном крыле Четласской горст-антиклинали, центральная часть которой сложена кварцитами, кварцито-сланцами, сланцами, доломитами и доломитизированными известняками верхнего протерозоя. На крыльях этой структуры развиты палеозойские (средне-верхнедевонские и каменноугольные) осадочные и вулканогенно-осадочные образования, полого залегающие с резким угловым несогласием на породах субстрата или развитой на последних глинистой (гидрослюдистой и каолинит-гидрослюдистой) коре выветривания. Верхнепротерозойские толщи смяты в складки, разбитые на блоки разломами северо-западного и северо-восточного направлений, с углами наклона слоев от 10 до 40°, а в приразломных зонах — от 50 до 90°.

Сводный разрез месторождения бокситов следующий. В основании лежат породы быстринской свиты верхнего протерозоя. Они представлены серыми и светло-серыми мраморизованными доломитами, доломитизированными известняками (местами страмотолитовыми) и темно-серыми карбонатно-серицит-хлоритовыми сланцами. Содержание нерастворимого остатка в карбонатных породах составляет 10—15%.

Кора выветривания этих пород мощностью от первых метров до 40 м представлена сургушно-красными и красно-коричневыми аргиллитовидными глинами преимущественно каолинит-гидрослюдистого состава с примесью окислов железа. За пределами бокситовых залежей кора выветривания перекрывается верхнедевонскими вулканогенно-осадочными или среднедевонскими (живетскими?) осадочными образованиями. В пределах месторождения на глинистой коре выветривания лежат бокситы возможно латеритного типа или верхнедевонские (нижнефранские) вулканогенно-осадочные образования. Основным исходным материалом для образования бокситов, по-видимому, являлись туфогенно-эффузивные образования начальной стадии раннегерцинского вулканического цикла. На это указывает присутствие в обломках бокситов туфогенно-обломочных текстур и весьма высокая (20—40%) их железистость. Правда, местами в бокситах наблюдаются и реликты сланцевой текстуры, характерной для коры выветривания, развитой на карбонатно-глинистых породах верхнего протерозоя. Взаимоотношения между глинистой корой выветривания и туфогенно-эффузивными породами вулканогенно-осадочной толщи, а также бокситами в ряде случаев неясны, а граница бокситов с корой выветривания нечеткая.

Иногда на участках, где туфогенно-эффузивные породы залегают на каолинит-гидрослюдистой коре выветривания верхнепротерозойских метаморфических пород, наблюдается обжиг, брекчирование и внедрение в подстилающие породы основного состава.

Важно отметить, что все известные в настоящее время рудные залежи размещаются только в пределах развития существенно карбонатных пород быстринской свиты.

Мощность собственно бокситового пласта колеблется от 1,0 до 25 м.

Выше на бокситах или на каолинит-гидрослюдистой коре выветривания залегает вулканогенно-осадочная толща нижнефранского подъяруса верхнего девона, содержащая темно-серые или зеленовато-серые кристаллические и миндалекаменные покровные базальты и их туфы мощностью до 50 м, туффиты и разнообразные осадочные породы с примесью пирокластического материала мощностью до 10—20 м, гравелиты, кварцевые песчаники, алевролиты и аргиллиты мощностью до 50 м. Верхние покровы базальтов залегают на бокситах или каолинит-гидрослюдистой коре выветривания. Местами на верхнем покрове базальтов лежит пачка мелкообломочных туфов мощностью до 50 м. Участками на этих туфах развита красноцветная кора выветривания, иногда проработанная до стадии аллитов.

Бокситы Среднего Тимана — плотные, иногда ноздреватые породы с псевдообломочным либо обломочным сложением. Они сильно железисты, состоят из диаспора, бемита, гетита, гидрогетита и шамозита, местами с примесью каолинита. В зоне контакта с базальтами появляются магнетит и корунд. Химический состав их колеблется в значительных пределах. Бокситы лучших залежей содержат 4—8%  $\text{SiO}_2$  и 48—53%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , при среднем составе по району: 44—46%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 8—10%  $\text{SiO}_2$  и 27—30%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

В. П. Абрамов, В. А. Лебедев, В. Г. Смирнов, В. Г. Черный и др. считают, что бокситы Среднего Тимана представляют собою верхнюю часть латеритной коры выветривания, развитой на нижнем покрове базальтов, их туфах и породах верхнего протерозоя. Исходя из этого возраст бокситов датируется исследователями низами раннефранского века. При этом предполагается, что процессы латеритизации в позднедевонскую эпоху были кратковременными, но весьма интенсивными.

Другая группа исследователей (В. А. Броневои, В. В. Воронцов, Б. М. Михайлов и др.) считает бокситы перемещенными продуктами, допуская при этом, что бокситообразование протекало в допозднедевонское время. При такой трактовке базальты, встреченные ниже бокситового пласта, можно рассматривать либо как силлы, внедрившиеся в более позднее время (В. В. Воронцов и др.), либо как более ранние образования (вплоть до позднего протерозоя — Ю. Д. Смирнов).

На карте бокситоносности бокситы Среднего Тимана отнесены к позднедевонской формации латеритных покровов со склоновым типом рудных залежей. При этом не исключается, что процессы бокситообразования в районе протекали и в среднем девоне, т. е. были синхронны с аналогичными процессами на Восточном Урале.

*Перспективы поисков.* При поисковых работах в районе Четлас-

ского Камня геологами Ухтинского ТГУ (В. П. Абрамов, А. П. Абрамичев, В. А. Лебедев, А. М. Плякин, В. Г. Смирнов, Г. К. Шароева, В. Г. Черный и др.) принимались во внимание следующие рудоконтролирующие признаки: 1) связь бокситов с вулканогенными породами верхнего девона, тяготеющими к зонам долгоживущих разломов в докембрийском фундаменте; 2) приуроченность рудных залежей к блокам докембрийского фундамента, сложенным существенно карбонатными отложениями быстринской свиты верхнего протерозоя; 3) развитие своеобразного бугристого и западного современного рельефа в местах залегания бокситов под четвертичными отложениями; 4) красно-коричневый цвет поверхностных образований на участках выходов на поверхность бокситоносной толщи.

В дальнейшем, естественно, нельзя будет ограничиться лишь этими сугубо эмпирическими признаками, а следует, проведя ревизию материалов по среднему и верхнему девону Тимана, выработать научно обоснованный комплекс прогнозных факторов, с позиции которых оценить всю Тиманскую провинцию на предмет возможного обнаружения здесь новых месторождений высококачественных бокситов девонского периода. Наряду с этим следует продолжить опоскование карбонатных и эффузивно-карбонатных толщ девона на всем Тимане.

В первую очередь должны быть изучены следующие площади:

1. Обрамляющие Четласкую горст-антиклиналь участки, в пределах которых развиты вулканогенно-осадочные образования верхнего девона и древняя кора выветривания на породах верхнепротерозойского фундамента. Здесь выделяются Северосветлинская, Верхнецилемская и Верхнемезенская площади с предполагаемой глубиной залегания бокситоносных отложений до 50—100 м. Перспективны также Левкинская, Ямозерская, Мыльская площади и Вольско-Вымская гряда с глубинами залегания предполагаемых бокситоносных отложений 50—300 и более метров.

2. Очь-Пармское и Джежим-Пармское поднятия, где, как и на Среднем Тимане, широко распространены карбонатно-глинистые и сланцевые толщи верхнего протерозоя. Местами на них установлена глинистая кора выветривания, залегающая на глубинах до 100—150 м. Перспективна и Ухтинская антиклиналь, сложенная вулканогенно-осадочными образованиями девона с пачками туфов и туффитов мощностью до 70 м.

3. Северотиманский район, практически не изученный в отношении девонской бокситоносности. В нем широко развиты вулканогенно-осадочные образования верхнего девона, сланцевые толщи верхнего протерозоя и силурийские карбонатные породы.

#### **Перспективы поисков месторождений бокситов в отложениях девонской системы**

Анализ геологических разрезов девонской системы определенно указывает на то, что в девоне на территории СССР господствовали главным образом аридные климаты, неблагоприятные для бокси-

тообразования. Районы накопления бокситоносных отложений локализовались в пределах узких зон, примыкавших преимущественно к окраинам геосинклинальных поясов, и располагались неподалеку от областей вулканической деятельности. Фактические данные не дают оснований полностью отрицать возможность влияния вулканической деятельности на процессы бокситообразования. Возможно, что это влияние проявлялось в некотором изменении гидрогеологического режима грунтовых и поверхностных вод, эоловом переносе пеплового легко бокситизирующегося материала, а также в возникновении аномальных климатических очагов.

В СССР перспективы поисков девонских бокситов связаны главным образом со среднедевонскими отложениями Восточного и Западного Урала и с верхнедевонскими отложениями Западного Урала и Тимана. В этих районах намечен ряд участков возможного распространения бокситоносных формаций: карбонатной (на Урале) и латеритных покровов (на Тимане). Другие районы СССР пока не могут быть рекомендованы для поисков бокситов этого возраста. Предлагается лишь проведение дополнительных геологических исследований в ряде районов СССР с целью возможного обнаружения доказательств развития гумидных обстановок в областях девонского бокситонакопления.

Такие работы целесообразно провести в Зайсанской складчатой области, на Алтае, в бассейне р. Индигирки и др. Вопрос о возможности обнаружения месторождений бокситов в девонских отложениях Средней Азии до сих пор является дискуссионным. Некоторые рудопроявления бокситов, считавшихся девонскими (Акшатыл, Катранбаши и др.), после проведения детальных исследований оказались карстовыми депрессиями, заполненными бокситоносными отложениями, скорее всего, триасового (по Б. М. Михайлову, Н. С. Торшину и С. С. Шульцу) либо среднекарбонного (по Л. П. Коннову) возраста.

Следует также обратить внимание на то, что присутствие в разрезах карбонатных толщ рифогенных известняков, характерных для подошвы бокситоносных отложений Урала и Салаира и известных в девонских отложениях Средней Азии, не может служить прямым свидетельством их потенциальной бокситоносности. Сами по себе известняковые рифы являются лишь доказательством высокой температуры морских вод (более 20° для современной эпохи) и, соответственно, жаркого климата. Но они известны и в аридном (восточное побережье Африки) и в гумидном (некоторые острова Тихого океана) климатах. Для образования же бокситов необходимы строго определенные типы жарких гумидных климатов.

В Казахстане и Средней Азии следы гумидизации климата являются лишь на границе франа и фамена и в раннем — среднем карбоне. Только в этих горизонтах можно ожидать новые находки бокситов.

В каменноугольной эпохе бокситонакопления выделяются два этапа — ранне- и среднекаменноугольный. Каждый из них характеризуется определенными типами бокситоносных формаций.

### Раннекаменноугольный этап

Нижнекаменноугольные бокситоносные отложения развиты главным образом в западной части Советского Союза в пределах крупнейших бокситоносных провинций: Тихвин-Онежской, Воронежской и Тиманской. Бокситы этих провинций входят в состав терригенной бокситоносной формации, образуя, как правило, пластовые залежи низкокачественных руд. В нижнекаменноугольных отложениях остальной территории СССР известны лишь отдельные рудопроявления бокситов.

**Тихвин-Онежская провинция.** Провинция располагается на северо-западном крыле Московской синеклизы и частично охватывает восточные склоны Балтийского щита. В ней выделяются два рудных района: Тихвинский и Североонежский.

Бокситоносная формация здесь представляет собой комплекс делювиальных озерно-болотных и аллювиальных песчано-глинистых отложений: бокситов, аллитов, каолинитовых глин и бурых углей, залегающих в основании разреза нижнего карбона. Терригенные образования обычно перекрыты толщей существенно карбонатных пород визейского, намюрского и московского ярусов; мощность толщи изменяется от 10—20 м вблизи «карбонного уступа» Русской платформы до 150—200 м во внутренних частях Московской синеклизы.

Повсеместно бокситы накапливались на склонах довизейских возвышенностей в отрицательных формах эрозионного рельефа. В Североонежском районе это были крупные долинообразные впадины, в Тихвинском — многочисленные мелкие короткие ложбины длиной до 2—3 км и шириной от 100 до 800 м, вмещающие небольшие тела бокситов. Крупные формы эрозионно-долинного рельефа известны также на южном продолжении провинции, в Боровичско-Любытинском районе распространения каолинитовых огнеупорных глин.

Бокситы Тихвин-Онежской провинции обычно представляют пористую хрупкую трещиноватую, часто землистую породу преимущественно кирпично-красного или темно-розового цвета. Аллиты и особенно сиаллиты более плотны и монолитны, менее хрупки и разбухают в воде.

Характерны три основные разновидности бокситов и бокситовых пород: обломочные (песчаниковые и брекчиевые), пелитовые (афанитовые) и оолито (пизолито)-бобовые. Четкая закономерность в размещении их в пределах залежи отсутствует. В Североонежском районе в основании разреза в глубоких частях впадин часто

присутствуют крупнообломочные породы с грубой косо́й слоистостью, сменяющиеся вверх по разрезу средне- и мелкообломочными разностями. Вместе с тем, на отдельных участках в любой части разреза бокситоносной толщи можно наблюдать переслаивание пород с различной крупностью обломков. На Тихвинских месторождениях, наоборот, по всему разрезу развиты преимущественно пелитовые разности.

Средние содержания основных компонентов в бокситах Тихвинских месторождений колеблются в пределах:  $\text{SiO}_2$  — 10,5—16,9%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 37,7—50,3%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 4,5—21,1%,  $\text{TiO}_2$  — 1,6—6,3%,  $\text{CaO}$  — 0,7—9,0%. Североонежские бокситы несколько выше по качеству. Содержание  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в среднем составляет 52—54%,  $\text{SiO}_2$  — 16—19%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — до 39%, но в богатых глиноземом разностях обычно не превышает 1—2%, постоянно присутствует  $\text{TiO}_2$  (0,3—4,4%) и  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  (до 3%), содержание  $\text{CaO}$  нередко превышает 0,5%.

По минеральному составу бокситы Тихвин-Онежской провинции относятся к гиббсит-бемитовому типу. Основным глиноземсодержащим минералом является бемит. Кроме него всегда присутствуют окислы железа, слюда (мусковит) и гидрослюды, часто переходящие в каолинит.

*Перспективы поисков.* Почти все исследователи считают Тихвинский район бесперспективным для поисков промышленных месторождений бокситов. Перспективные районы расположены севернее этого района, в южном и восточном Прионежье, где еще в 50—60-х гг. были обнаружены проявления бокситов и бокситовых пород (Мягозерское и др.), а в последние годы выявлены бокситопоявления северо-восточнее Кенозера (Треугольное) и на р. Ковжа (Анненский мост). Последний район наиболее благоприятен для поисков месторождений бокситов, так как в его пределах геофизическими исследованиями и буровыми работами установлено присутствие в кристаллическом фундаменте основных и ультраосновных пород (Кенозерская зона гравитационных и магнитных аномалий).

В связи с этим территория, расположенная между Тихвинским и Североонежским бокситовыми районами, на карте бокситоносности СССР показана как перспективная для поисков бокситов.

По последним данным, терригенная бокситоносная формация нижнего карбона распространена на северо-западной и северной окраинах Московской синеклизы и за пределами Тихвин-Онежской провинции. В районе г. Кириллова буровая скважина вскрыла отложения нижнекаменноугольного яснополянского горизонта с бокситовой галькой, а в с. Бобровском на р. Сухоне на глубине 800—820 м толщу бокситовых пород того же возраста, включающую более 6 м аллитов с кремневым модулем 0,88—1,9 при содержании  $\text{Al}_2\text{O}_3$  от 35 до 50%. Последняя находка особенно интересна, так как приурочена к зоне развития обширных палеозойских валлообразных структур, протягивающихся в северо-восточном направлении на несколько сот километров. Бокситоносный район бассейна

р. Сухоны, возможно, является связующим звеном между Тихвин-Онежской и Тиманской бокситоносными провинциями.

**Воронежская провинция.** Провинция расположена на юго-западном склоне Воронежской антеклизы в Белгородском железорудном районе. Здесь известен только один ранневизейский бокситоносный горизонт, приуроченный к основанию платформенного чехла. В геологическом строении провинции участвуют два резко различных комплекса пород — интенсивно дислоцированные архейские и протерозойские метаморфические и интрузивные образования, слагающие фундамент антеклизы, и осадочные отложения платформенного чехла. Бокситы и бокситоносные отложения тяготеют к районам, где фундамент сложен хлорит-серицитовыми, кварц-сланцевыми сланцами, железистыми кварцитами, метапесчаниками курской и осколецкой серий протерозоя.

Пострудный чехол мощностью 400—700 м представлен карбонатными и терригенными отложениями нижнего карбона, юры, мела, палеогена, неогена и четвертичной системы. Размещение рудных залежей строго контролируется характером структурно-эрозийного палеорельефа фундамента. Во всей провинции отчетливо прослеживаются грядобразные поднятия фундамента северо-западного простирания и отдельные возвышенности. Эти положительные формы палеорельефа обычно сложены породами железорудной свиты курской серии и возвышаются в рельефе на 25—130 м.

Древняя довизейская кора выветривания ясно выраженного линейного типа. Мощность ее колеблется от десятков сантиметров до 100 м и более и зависит от состава пород и их положения в рельефе. Наибольшие мощности выветренных пород наблюдаются на железистых кварцитах, характеризующихся высокой трещиноватостью в зонах их контактов со сланцами.

В верхней части коры выветривания на сланцах выделяются зоны: 1) каолинит-гидрослюдистая, 2) гетит (гематит)-каолинитовая, 3) аллитовая. Мощность верхней зоны, включающей бокситы и аллиты с реликтовой структурой сланцев, достигает 20 м и более. В верхней части последней часто наблюдается ресиликация, приводящая к возникновению зоны шамозитовых или каолинит-шамозитовых пород мощностью до нескольких десятков метров.

Бокситы Воронежской провинции относятся к формации латеритных покровов и представлены как остаточными (элювиальными), так и непосредственно связанными с ними перемещенными образованиями. Элювиальные бокситы в ней составляют около 80% руд и образуют крупные, обычно вытянутые тела, располагающиеся на склонах структурно-эрозийных гряд вдоль контактов сланцев с железистыми кварцитами. Максимальные мощности бокситов тяготеют к этим контактам. У подножий гряд рудные тела быстро выклиниваются. Элювиальные бокситы представляют собою каменные пористые породы серой, зеленовато-серой и бурой окраски

с хорошо сохранившейся реликтовой текстурой сланцев. Часто бокситы имеют обломочное сложение.

По составу глиноземных минералов выделяются хлорит-бемитовые и гиббситовые бокситы. В незначительном количестве встречаются диаспоровые разновидности, не имеющие промышленного значения. Содержание  $\text{SiO}_2$  колеблется в пределах 8—12%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 30—52%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — до 24—30%.

Вблизи элювиальных залежей часто наблюдаются шлейфы перемещенных брекчиевидных руд значительного худшего качества, в составе которых присутствуют обломки железистых кварцитов, выветренных сланцев, шамозитизированных и каолинизированных пород. В зонах выклинивания грубообломочных шлейфов развиты хемогенно-кластогенные осадочные бокситы алевролитовой, пелитовой и реже бобовой структуры. Эти бокситы, иногда весьма высокого качества, обычно переслаиваются с озерно-болотными глинистыми осадками.

В Воронежской бокситоносной провинции выявлены значительные запасы бокситов сравнительно высокого качества, на большой глубине (500 м и более). При современном техническом уровне добыча их возможна.

Перспективы обнаружения промышленных месторождений бокситов на меньших глубинах в пределах провинции отсутствуют.

Площади возможного обнаружения новых месторождений бокситов ограничены распространением образований курской серии среди пород фундамента, т. е. к северу и северо-западу от г. Новый Оскол. Здесь наибольший интерес представляет юго-восточная часть Белгородского района. Кроме того, определенные перспективы имеет Крупецкий район, расположенный в северо-западной части полосы нижневизейских отложений, непосредственно налегающих на кристаллическое основание антеклизы\*.

**Тиманская провинция.** Нижнекаменноугольный бокситоносный горизонт Тиманской провинции наиболее широко распространен на Южном Тимане, где известно более 20 бокситовых залежей, объединенных в Южнотиманский бокситовый район. Севернее, в Среднетиманском районе, нижнекаменноугольные возможно бокситоносные отложения развиты на склонах Вольско-Вымской гряды (от р. Кедвы на юге до р. Цильмы на севере), в Ленкинской, Светлинской синклиналиях, на Обдырском поднятии, а также обрамляют с юга Четласскую горст-антиклиналь. На Северном Тимане нижнекаменноугольные отложения, возможно включающие бокситоносный горизонт, известны на западном и восточном склоне Тиманского кряжа.

Бокситоносные отложения приурочены к терригенной толще визе, залегающей со стратиграфическим перерывом на породах верхнего девона. Мощность ее на склонах палеоподнятий 30—40 м, а во впадинах 100—150 м и более. Перекрывается толща карбонатными породами визейского и намюрского ярусов и существенно карбонатными породами среднего и верхнего карбона. Довизейская денудационная поверхность сложена карбонатно-глинистыми породами нижнефранского подъяруса верхнего девона и представляет собой сочетание впадин и поднятий эрозионно-тектонического происхождения шириной 5—25 км, вытянутых в северо-западном направлении. Эта поверхность дополнительно осложнена эрозионными и карстово-эрозионными понижениями, к которым и приурочены залежи бокситов.

Визейские терригенные отложения наиболее изучены на Южном Тимане, где терригенная толща тульского — раннеалексинского возраста разделяется на три пачки (снизу вверх): подбокситовую, бокситоносную и углисто-пестроцветную.

Подбокситовая пачка сложена в основании конгломератами с галькой, гравием и обломками различных осадочных пород, включая каолиновые и бокситовые, что указывает на размыв более древних бокситов. Вверх по разрезу и к центру впадин конгломераты постепенно сменяются мелкозернистыми полевошпатовыми песчаниками, алевролитами и алевритистыми глинами. На склонах поднятий мощность пачки колеблется от 0,5 до 10,0 м, а во впадинах достигает 75 м.

Бокситоносная пачка визе на склонах палеорельефа налегает на девонские известняки или глины подбокситовой пачки, образуя полосы шириной от 0,1 до 4,6 км. На наиболее высоких участках девонского рельефа бокситоносные отложения отсутствуют. По направлению к центру впадин глины и аргиллиты замещаются алевролитами и алевритистыми глинами, часто литологически неотличимыми от подстилающих отложений. В основании пачки залегает пласт глины мощностью 0,5—2 м. Бокситовый пласт находится в средней части пачки. Кверху и книзу, а также на периферии залежей бокситы переходят в аллиты, а затем в каолиновые глины. Мощность бокситоносной пачки колеблется от 0,8 до 17 м, а мощность бокситового пласта достигает 12 м.

Перекрывающая углисто-пестроцветная пачка распространена значительно шире бокситоносной. Она начинается пластом углистых аргиллитов мощностью 0,1—4,0 м, содержащим тонкие линзовидные прослои угля. Выше залегают темно-серые углистые глины, постепенно переходящие в темно-серые и серые алевролиты. Для всех этих пород характерна мелкая вкрапленность пирита.

На юге Южного Тимана выше углистых пород развиты пестроцветные алевриты и алевритистые глины. На севере Южного, а также на Среднем и Северном Тимане углистые породы отсутствуют и надрудная пачка полностью сложена пестроцветными, участками известковистыми алевритами, алевритистыми глинами и глинами

\* Б. Н. Одокий считает перспективным и Новооскольский район (расположенный в 50—60 км к востоку от Белгородского), где возможны находки небольших и средних по размеру тел осадочных бокситов, залегающих на турнейских известняках вблизи выступов докембрийского основания.



общей мощностью 8—28 м. В глинах изредка встречаются остатки колониальных кораллов и брахиопод.

Бокситовые залежи относятся к пластовому типу и входят в состав терригенной бокситоносной формации.

Все выявленные залежи низкого качества и характеризуются высоким содержанием кремнезема (15—22%). В то же время они маложелезисты и высокоглиноземисты ( $Al_2O_3$ —49—55%), а в южных районах Тимана содержат значительные количества пирита. Бокситы тонкодисперсные, колломорфные, светло-серой или розоватой окраски. Рудообразующие минералы — каолинит и бемит.

Бокситы небольших месторождений аналогичного возраста, расположенных на севере Южного Тимана (Верхнеухтинское и др.), имеют более высокое качество и красно-коричневую до розовой окраску. В их составе преобладает гиббсит.

Широкое развитие визейских терригенных отложений и наличие уже выявленных и частично разведанных крупных залежей бокситов позволяют считать перспективы Тиманской провинции весьма значительными.

В Южнотиманском бокситорудном районе, кроме Тимшера-Пузлинской и Кедва-Тобысской площадей с известными залежами бокситов, имеются Эжвадорская, Зеленецкая, Ньюылга-Вожская, Кенжанская, Верхневольская и Нижневольская перспективные площади с глубинами залегания бокситоносных отложений от 50 до 300 м, бокситоносность которых изучена слабо. Из них особый интерес представляют Верхневольская и Кедва-Тобысская площади, где возможно обнаружение малосернистых и маложелезистых бокситов существенно гиббситового состава.

Бокситоносность визейских отложений Среднетиманского района изучена еще хуже, а для некоторых площадей совершенно неясна. На склонах Вольско-Вымской гряды и южном обрамлении Четласского Камня пробурено всего несколько скважин. В некоторых из них вскрыты бокситы, что подтверждает представления о широком площадном развитии бокситоносной пачки. Общая площадь распространения перспективных на бокситы визейских отложений, залегающих на глубине 10—30 м, здесь почти равна площади их распространения на Южном Тимане.

Потенциально бокситоносные визейские терригенные отложения широко развиты и на севере Тимана, где они практически не изучены. Имеется лишь указание, что в бассейне р. Волонги в 1933 г. А. Г. Китаевым были выявлены бокситопроявления.

Особое место при оценке перспектив бокситоносности Тимана занимает вопрос о возможности обнаружения здесь более высококачественных бокситов раннекаменноугольной эпохи бокситонакопления, залегающих в принципиально иных условиях.

Большинство обнаруженных нижнекаменноугольных рудных залежей располагается у подножий обширного поднятия — Ухтинской складки, сложенной вулканогенно-терригенно-карбонатной толщей девона, на которой сохранились небольшие останцы терри-

генных отложений нижнего карбона, что свидетельствует о малой глубине посткарбонного размыва. Само поднятие в настоящее время перекрыто маломощным чехлом четвертичных отложений (10—50 м), труднодоступно и практически не исследовано. Поскольку в других бокситоносных провинциях мира бокситы лучшего качества обычно приурочены к поднятиям или располагаются непосредственно на их склонах, то, по мнению Б. М. Михайлова, район Ухтинской складки может представить интерес для поисков геофизическими методами относительно более качественных раннекаменноугольных бокситов, залежи которых можно встретить на склонах палеодепрессий второго и третьего порядка, приуроченных к контактам эффузивных и карбонатных пород девона.

### Проявления бокситов раннекаменноугольного возраста в других районах СССР

Подмосковная провинция аллофан-галлуазит-гиббситовых пород расположена на южном крыле Подмосковного угленосного бассейна. Гиббситсодержащие породы, иногда отвечающие бокситам, залегают на эродированной закарстованной поверхности известняков нижнего карбона (турне — нижнее визе), реже верхнего девона. Они выходят на дневную поверхность, но в ряде случаев перекрыты угленосными отложениями каменноугольной системы.

Эти породы обычно представляют собой рыхлые желтовато-белые или серые брекчиевидные глинистые образования, состоящие из каолинита, аллофана, галлуазита с большей или меньшей примесью гиббсита. Генетически это древний делювий продуктов гипергенного преобразования мергелисто-известковистой толщи нижнего карбона.

Перспективы обнаружения промышленных месторождений бокситов здесь отсутствуют.

Проявления нижнекаменноугольных гиббситовых бокситов известны в Коловишерском районе (Северный Урал) и в верховьях р. Чусовой. В обоих случаях бокситы залегают среди пестроцветных песчано-глинистых и углисто-глинистых отложений с размывом на верхнедевонских известняках. Площади распространения бокситоносных отложений невелики, и ожидать обнаружения в этих районах крупных месторождений бокситов не приходится.

В двух районах Таймырской складчатой области в основании карбонатной формации нижнего карбона встречены пласты бемит-каолинитовых аллитов и вторично загипсованных бокситов. Эти породы залегают на закарстованной поверхности фаменских известняков среди темно-серых, иногда пестроцветных алевритово-глинистых сланцев. Оба района труднодоступны и в настоящее время не представляют интереса для постановки поисковых работ.

В 60-х годах в Припятской впадине были обнаружены маломощные (0,5—2 м) прослои гиббсит-каолинитовых бокситов на глубинах 450 и 1192 м среди широко распространенных здесь песчано-

глинистых существенно каолинитовых пестроцветных отложений бобринского горизонта (визе), залегающего на терригенно-карбонатной толще турнейского яруса нижнего карбона. Кроме того, в бокситоносных отложениях прибортовых частей Припятской впадины встречен даунанит, который Ф. Л. Дмитриевым отнесен к характерным спутникам бокситоподобных пород этого района. Лишь на северо-западе впадины поруды бобринского горизонта залегают на глубинах 100—200 м. По мнению Ф. Л. Дмитриева, здесь имеются предпосылки для обнаружения бокситов, аналогичных бокситам Тихвин-Онежской провинции.

По мнению Б. М. Михайлова, имеющиеся материалы недостаточны для проектирования здесь поисковых работ на бокситы. Необходимо собрать дополнительные данные, подтверждающие широкое распространение бокситоносного горизонта на незначительных глубинах и его залегание на благоприятном субстрате.

Отдельные рудопроявления бокситов и аллитов, показанные на карте бокситоносности на севере Русской платформы, а также в базальных горизонтах угленосных бассейнов Сибири, не имеют промышленного значения, но указывают на широкое развитие процессов бокситообразования в раннекаменноугольный этап.

Все площади, рекомендуемые для поисков нижнекаменноугольных бокситов, располагаются в пределах известных бокситоносных провинций. Принципиально новые районы, где рекомендуется проведение дополнительных геологических исследований, находятся на юге и западе Центрального Казахстана, в Прибалхашье, в обрамлении Чуйской глыбы. Здесь в основании карбона залегают мощные красноцветные толщи гетит-каолинитового состава, а в угленосных осадках визе — горизонты железисто-каолининовых пород со свободным глиноземом (до 12% в Алакольской мульде Терского Алатау). Кроме того, заслуживает исследований и ряд районов Алтае-Саянской складчатой области, Восточной Сибири и Дальнего Востока, где развиты карбонатные и пестроцветные терригенные отложения нижнего карбона.

### Среднекаменноугольный этап

**Среднеазиатская провинция.** Бокситоносность среднего карбона установлена пока только в Среднеазиатской провинции, где мелкие рудопроявления бокситов приурочены к верхней части разреза карбонатной формации девона — нижнего — среднего карбона. Последняя обнажена в пределах северных склонов высоких предгорий Алайского и Туркестанского хребтов и продолжается далее к северо-западу в горах Нуратау и в Центральных Кызылкумах — Букантау, Тамдытау и Сангрунтау.

Бокситы залегают среди известняков (реже доломитов), интенсивно смятых и разбитых дизъюнктивными нарушениями. Горизонт с бокситами согласно перекрывается известняками, которые иногда

связаны с ним постепенными переходами. Известняки подошвы, как правило, глубоко размыты и закарстованы.

Выходы бокситоносной карбонатной формации по простиранию прослежены на расстояние около 1500 км — от Ферганского хребта на востоке до Центральных Кызылкумов на западе.

Многочисленные проявления бокситов — Актурское, Чимкай-тауское, Чаувайское, Каранглинское, Охнинское, Сохское, Ворухское, Кокчетавское, Кызымчакское, Джалаирское, Кызылбулакское, Даристанское, Меришкорское, Актау-Мурунтауское, Тубабергенское и др. — представляют собой, по мнению Л. П. Коннова, единый субширотный Южнотяньшаньский бокситоносный пояс. В западной половине этого пояса вблизи интрузий встречаются выходы наждаков, возможно являющихся метаморфизованными бокситами.

Установлена четкая пространственная приуроченность бокситоносных горизонтов Южнотяньшаньского пояса к алайскому формационному типу разреза девон-каменноугольных известняков. Последний характеризуется широким развитием и большими мощностями доломитов и известняков. К этому типу разрезов и приурочен основной верхнебашкирский бокситоносный горизонт среднего карбона.

Бокситы и аллиты этого горизонта обычно содержат  $Al_2O_3$  — 20—50%,  $SiO_2$  — 10—30%,  $Fe_2O_3$  и  $FeO$  — 10—60%. Бокситы преимущественно моногидратные — диаспоровые, бемит-диаспоровые, бемитовые, каолинит-диаспоровые. Близкий состав имеют и рудопроявления бокситов в Кызылкумах и в западной части Южного Тянь-Шаня (Джалаирская группа), но здесь они залегают обычно на закарстованной поверхности визейских известняков и трансгрессивно перекрываются известняками башкирского, иногда раннебашкирского возраста.

По данным В. Н. Григорьева, на рудопроявлении Актау в Кызылкумах значительная часть руд представлена существенно маргаритовыми и диаспор-маргаритовыми породами.

Месторождения бокситов в отложениях каменноугольной, а возможно, и девонской эпох, по мнению Л. П. Коннова, могут быть обнаружены в новых районах Южнотяньшаньской, Гульцинской, Восточноалайской и Чаткало-Нарынской междуядерных зон, в горах Дарбаза (хр. Северо-Нуратинский), в Центральных Кызылкумах и в переходных зонах, где развиты мощные карбонатные геосинклинальные толщи: Магманской, Ферганской и Кассано-Атбашинской, а также на Северном Памире (хр. Актур). Л. П. Коннов и И. В. Попов рекомендуют также подвергнуть ревизии красноцветные коры выветривания, связанные с перерывами и несогласиями: а) в отложениях среднего карбона Гиссаро-Дарвазского ядра; б) в основании турнейских отложений — в хр. Кульджуктау, в Магианской зоне и в Кармазаре (Кураминское ядро); в) в основании эйфельского яруса — в горах Калканата в Кураминском ядре и по долине р. Чаткал, в Чаткало-Нарынской междуядерной зоне, где установ-

лены железные руды (левобережье р. Чаткал), и на реках Ванч и Танымас (Памир).

По мнению Г. Л. Бельговского, Б. М. Михайлова, Н. С. Торшина, С. С. Шульца, перспективы обнаружения месторождений бокситов в палеозое Средней Азии крайне ограничены и поиски бокситов в обнаженных районах южного обрамления Ферганской впадины, в Алайском, Туркестанском и других хребтах (в частности, в районах рудопроявлений Акшагыл, Катранбаши и др.), а также на Среднем Тянь-Шане совершенно бесперспективны.

Отсутствие залежей высококачественных бокситов среди известных многочисленных рудопроявлений заставляет также очень осторожно относиться к рекомендациям Л. П. Коннова искать здесь «слепые» промышленные месторождения на доступных для эксплуатации глубинах.

Некоторый интерес может представлять лишь район Центральных Кызылкумов, массив Тамдытау и его юго-восточное продолжение до гор Сангрунтау и Дарбаз. Однако, как отмечено выше, здесь преимущественно развиты не бокситы, а диаспор-маргаритовые породы, запасы которых на доступных для эксплуатации глубинах не будут превышать первых десятков миллионов тонн.

Другая группа районов, заслуживающих внимания, располагается на востоке и юго-востоке высокогорной части Южного Тянь-Шаня, где весьма широко распространены отложения карбонатных формаций девона и карбона. Эти районы исследованы недостаточно, однако проведение поисковых работ на бокситы здесь сопряжено с большими трудностями и не может быть рекомендовано до получения более полных геологических материалов, что и отображено на карте.

#### **О возможной бокситоносности базальных горизонтов угленосных бассейнов каменноугольного возраста**

В ряде стран Западной Европы, Азии и Северной Америки в базальных горизонтах угленосных отложений каменноугольного возраста известны значительные запасы высокоглиноземного сырья. Это «диаспоровые глины» Пенсильванского каменноугольного бассейна США с содержанием до 75—80%  $Al_2O_3$ , издавна добываемые как сырье для высококачественных огнеупоров и абразивов; бокситы Китая, большая часть которых залегает в угленосных бассейнах каменноугольного и пермского возраста; высокоглиноземистые глины и диаспоровые аллиты Польши в Силезском каменноугольном бассейне, добыча которых производится с глубин до 700 м. Подобные высокоглиноземистые глины, аллиты и бокситы известны в угленосных бассейнах на севере Англии, во Франции, Бельгии и в других странах.

Основные закономерности размещения этих пород следующие: 1) приуроченность к основанию угленосного разреза; 2) наличие континентального перерыва в основании угленосной толщи; 3) за-

легание наиболее высокоглиноземистых разностей (до диаспоритов включительно) на закарстованном карбонатном субстрате либо на расчлененной поверхности высокоглиноземистых бескварцевых пород; 4) окраска бокситов и аллитов в темные цвета (вплоть до черного), обогащение органическим веществом, скрытооолитовое строение, диаспоровый или бемитовый состав с большей или меньшей примесью каолинита и железа в форме сидерита, гематита, гетита или шамозита.

Угленакопление на территории СССР в каменноугольный период проявилось весьма широко. Известны такие угленосные бассейны-гиганты, как Тунгусский, Карагандинский, Кузнецкий, Донецкий, Подмосковский и ряд более мелких, расположенных в экономически освоенных районах. В базальных горизонтах некоторых из них (в Подмосковном, Тунгусском) уже известны рудопроявления аллитов. В связи с этим на карте бокситоносности показан ряд площадей, где необходима постановка геологических исследований, а именно: 1) юго-западная часть Тунгусского бассейна, где угленосные отложения непосредственно ложатся на карбонатные породы нижнего кембрия или верхнего девона, а также его западные окраины (низовья р. Нижней Тунгуски, бассейн р. Курейки, Норильское плато и др.), где карбонатное основание угленосного разреза часто закарстовано; 2) некоторые угленосные депрессии (Кокчетавская и др.) на севере Казахстана, где наблюдается трансгрессивное наложение угленосных отложений на ордовикские терригенно-карбонатные толщи; 3) Кузнецкий бассейн, где возможно обнаружение высокоглиноземистых пород и бокситов в основании верхнепалеозойской угленосной формации среди отложений острогской свиты, трансгрессивно залегающей на карбонатных породах нижнего карбона; 4) северо-западное продолжение Донбасса; 5) Северный Кавказ в пределах восточной части Передового хребта; 6) Мугоджары (Берчогурская мульда); 7) Кендерлыкская мульда на юге Зайсанской складчатой области.

Высказанные соображения о возможной бокситоносности базальных горизонтов угленосных бассейнов карбонового периода могут быть отнесены также к угленосным разрезам юры и мела и других эпох в различных частях территории СССР.

#### **ТРИАС-ЮРСКАЯ ЭПОХА БОКСИТОНАКОПЛЕНИЯ**

Триас-юрская эпоха бокситонакопления широко проявилась на земном шаре, но промышленные месторождения среди ее отложений обнаружены только в Греции, Югославии и Румынии. В Советском Союзе проявления бокситов в образованиях триаса и юры известны в зоне Альпийской складчатости (провинция Альпийского пояса — Карпаты, Крым, Закавказье, Памир), в зоне поздней активизации Тянь-Шаня (Среднеазиатская провинция), в обрамлении плит эпипалеозойской Урало-Сибирской платформы (Уральская провинция, Туаркыр и др.).

В триас-юрской эпохе бокситонакопления выделяются три этапа: раннетриасовый, поздне триасовый — раннеюрский и средне-позднеюрский.

Каждый из них проявился в пределах относительно ограниченных регионов: раннетриасовый — на Памире и, возможно, в Закавказье, поздне триасовый — раннеюрский — в Среднеазиатской и Уральской провинциях, средне-позднеюрский — в Карпатах и Крыму.

**Провинция Альпийского пояса.** На территорию нашей страны альпийские структуры заходят в Карпатах, в Крыму, на Кавказе и в Средней Азии (Памир). Все известные здесь проявления бокситов связаны с карбонатными формациями или имеют не достаточно определенное формационное положение.

Проявления *Восточных Карпат* (Раховский массив, вблизи границы с Румынией) залегают на размытой поверхности известняков триаса в карстовых западинах в виде небольших линз плотных яшмовидных аллитов брекчиевидной, иногда слоистой текстуры среди светло-желтых охристых глин.

Бокситоносные отложения перекрыты темными известняками и песчаниками юры (байосский ярус). Аллиты диаспоровые. Состав их следующий:  $\text{SiO}_2$  — 23,0%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 41%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 19%.

Рудопроявление *Горного Крыма* находится на западном склоне горы Басман-Кермен, в 7 км к северу от Ялты. Оно представляет собой несколько мелких линз бокситов мощностью до 6—8 м, залегающих в карбонатной толще верхней юры и приуроченных к местному перерыву между оксфордским и титонским ярусами. Бокситы крупнооолитовые, коричнево-серые, бемит-диаспорового состава с гематитом, гетитом и каолинитом. Качество их низкое. Лучшие руды содержат 44—48%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  при 14—20%  $\text{SiO}_2$  и 15—23%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Рудопроявление *Малого Кавказа* расположено на левобережье Аракса, в районе г. Джульфы. Бокситоносная толща залегает на дислоцированных доломитах верхнего карбона — нижней перми. В состав ее входят существенно кварцевые песчаники и залегающие на них линзы бокситов мощностью 1,5—2 м.

Бокситы бобовые, диаспор-каолинит-пирофиллитового состава. Содержание кремнезема высокое (20% и более),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 50—55%,  $\text{K}_2\text{O}$  — 5%.

Бокситоносные отложения *Центрального Памира* прерывистой полосой протягиваются на расстояние более 200 км. Они распространены в долинах рек Ак-Ожимаш, Акбайтал и Западный Пшарт, а также в районе оз. Ожильгакуль, урочищ Калакнаш, Козынды.

Наиболее полный разрез бокситоносной толщи известен в верховьях р. Депше. Здесь на сильно измененных темно-зеленых хлоритовидных и плагиоклаз-гидрослюдистых сланцах залегают пластообразные линзы розовато-серых оолитовых либо мелкобобовых бокситов и аллитов мощностью до 2,5 м. Выходы этих пород прослеживаются на расстояние до 400 м. Бокситоносный горизонт пере-

крыт зеленовато-серыми тонкослоистыми глинистыми сланцами, темными и пестроцветными кварцевыми песчаниками мощностью до 30 м, выше которых залегают мергели с остатками раннетриасовых пелеципод.

Бокситы существенно диаспоровые, а в зонах термального метаморфизма содержат железистые хлориты, гематит и пирофиллит.

Средний химический состав бокситов:  $\text{SiO}_2$  — 20—21%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 52—54%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 3—4%, п. п. п. — 10—11%.

**Среднеазиатская провинция.** Проявления бокситов триасового и юрского возраста в Средней Азии известны в Гиссарском, Ферганском и Причимкентском рудных районах.

Месторождения *Гиссарского района* относятся к терригенной бокситоносной формации, представленной слабодислоцированными, по-видимому верхнетриасовыми песчано-глинистыми отложениями, иногда с линзами бурых углей. Они залегают на допоздне триасовой поверхности выравнивания, сложенной палеозойскими породами различного состава (основные эффузивы, их туфы, туффиты, известняки и другие), и перекрыты отложениями юры. Бокситы и аллиты этого района плотные, каменистые, реже рыхлые, бобово-оолитово-обломочной структуры, черного, темно-серого, серого, зеленовато-серого, светло-зеленого, коричневатого-красного цветов. Рудные залежи характеризуются резко невыдержанной мощностью, но в целом имеют пластообразную форму (Кайракское месторождение). Главные рудообразующие минералы бокситов — диаспор и бемит. Из примесей встречаются каолинит и хлорит (шамозит), иногда пирит, халькопирит, галенит. Химический состав бокситов следующий:  $\text{SiO}_2$  — 9—11%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 41—47%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 3—10%,  $\text{FeO}$  — 17—23%, п. п. п. — 10—13%.

*Ферганский район* содержит лишь мелкие рудопроявления, приуроченные к базальным горизонтам триас-юрских угленосных отложений. Наиболее крупное из них — Майлису — расположено в 25 км к северу от ж.-д. станции Избаскент. Изолированные линзы бокситов и аллитов здесь размещаются среди красных глин и аргиллитов основания угленосной толщи нижней юры. Субстратом являются известняки нижнего карбона, контактирующие с метаморфизованными сланцами верхнего силура.

Бокситы диаспоровые с каолинитом и бемитом. Состав их следующий:  $\text{SiO}_2$  — 3—12%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 28—45%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 29—36%, п. п. п. — 18—24%.

В *Причимкентском районе* находится ряд рудопроявлений, приуроченных к основанию рэт-юрских угленосных толщ. Последние выполняют отдельные мульды на юге Казахстана, в западной части Таласского Алатау и других местах.

Рудные тела, найденные на участках Наут и Келегемашат, расположенных к востоку и юго-востоку от Чимкента, имеют пластообразную форму и мощность до 1—5 м. Бокситы гиббсит-бемитовые со значительным содержанием каолинита. Содержание основных компонентов:  $\text{SiO}_2$  — от 8 до 23%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — от 41 до 46%.

Имеются предпосылки обнаружения подобных, а возможно, и лучшего качества бокситов и в других угленосных депрессиях триаса и юры, например в Ленгерской, Леонтьевской, Аксукской и др.

**Уральская провинция.** Все известные проявления бокситов триас-юрского возраста Уральской бокситоносной провинции приурочены к базальным горизонтам угленосных толщ, выполняющих отдельные грабенообразные депрессии на восточном склоне Урала (Богословская, Волковская, Люльинская). Непосредственно на Урале известна лишь одна наиболее крупная — Орская депрессия.

Борта и днища депрессий восточного склона Урала сложены эффузивными или карбонатными отложениями среднего девона, часто закарстованными в триасе. Бокситоносная толща мощностью от 1 до 60 м представлена преимущественно пестроцветными существенно каолиновыми глинами. Бокситы образуют небольшие линзовидные прослои. Преобладают красно-коричневые обломочно-бобовые разновидности бокситов, часто встречаются и темно-серые, содержащие пирит, сидерит и даже растительный детрит.

В составе бокситов преобладают гиббсит и каолинит, присутствуют также бемит, иногда шамозит и сидерит. Запасы их невелики, качество низкое. Состав бокситов:  $\text{SiO}_2$  — 10—18%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 37—48%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 15—30%.

Рудопоявления Орской депрессии относятся к формации латеритных покровов. Бокситы приурочены здесь к верхним горизонтам латеритных кор выветривания, развитых на дислоцированных породах основного состава. Мощность их составляет десятки сантиметров либо первые метры. Реликтовая структура первичных пород часто не сохраняется и руды представлены обломочными или обломочно-бобовыми разновидностями, венчающими латеритный разрез. Качество их весьма низкое. Бокситы железистые, гиббситовые. Средние содержания основных компонентов (например, на Перелочанском месторождении):  $\text{SiO}_2$  — 11,40%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 32,65%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 33,99%,  $\text{TiO}_2$  — 0,68%,  $\text{CaO}$  — 1,4%, п. п. п. — 20,05%.

В последние годы в различных районах Мугоджар вблизи Орской депрессии встречены деградированные латеритные коры выветривания, по-видимому, поздне триасового возраста, заключающие в верхних горизонтах отдельные реликтовые блоки либо желваки структурных бокситов высокого качества (Актогайское, Кимперсайское, Кредиковское и другие рудопоявления).

Разрез коры выветривания на наиболее крупном Кредиковском рудопоявлении следующий: 1) диабазы и диабазовые порфириды; 2) интенсивно выветренные, трещиноватые карбонатизированные эффузивы — 2—4 м; 3) глины гидрохлорит-монтмориллонитовые с реликтовой структурой эффузивов — до 17 м; 4) глины каолиновые красные, оранжево-красные с реликтовой структурой эффузивов — до 13 м; 5) глины гиббсит-каолиновые с желваками и отдельными блоками структурных бокситов белого, желтого и розового цветов — до 3 м. На выходах коры выветривания наблюдаются россыпи кусков ячеистых (шлаковидных) бокситов.

Рудообразующие минералы бокситов в гальках и блоках — гиббсит (40—90%) и гетит (4—42%), присутствуют также бемит, гидрогетит, каолинит. Химический состав белых разновидностей бокситов следующий:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 55—63%,  $\text{SiO}_2$  — 0,5—5,0%. В железистых бокситах содержание  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  достигает 30—35%.

### Проявления бокситов и аллитов триас-юрского возраста вне бокситоносных провинций

Проявления бокситов этого возраста известны в следующих районах.

1. В известняковом карьере около д. Мечково (окрестности Москвы), вскрывшем карстовую воронку в известняках нижнего карбона, выполненную пестроцветными отложениями юры, с небольшой линзой оолитовых каменистых бокситов.

2. В депрессиях Тургайского бурогоугольного бассейна в основании угленосных отложений нижней юры.

3. В обрамлении Туаркырской антиклинали на западе Туркмении в толще нижней юры, несогласно перекрытой отложениями средней юры и представленной, по В. С. Курбатову, пестроцветными глинами, песчаниками, углями, с линзами бокситов и аллитов.

Во всех перечисленных районах перспективы обнаружения промышленных месторождений бокситов отсутствуют.

Некоторые предпосылки обнаружения бокситоносных горизонтов в нижней и средней юре имеются на юго-западном обрамлении Западно-Сибирской плиты, а также в базальных горизонтах юрских депрессий на Сибирской платформе. По мнению В. П. Абрамова, бокситы могут быть встречены среди ниже-среднеюрских отложений Печорской синеклизы и ее обрамлений, в частности на гряде Чернышева, на Тимане, на поднятии Чернова и некоторых других площадях.

### МЕЛ-ПАЛЕОГЕНОВАЯ ЭПОХА БОКСИТОНАКОПЛЕНИЯ

Отложения мел-палеогеновой эпохи бокситонакопления распространены на территории СССР наиболее широко. Месторождения и проявления бокситов этого возраста известны от Украинского щита на западе до Южного Приморья на востоке и от Туруханска на севере до Средней Азии на юге.

Бокситоносная эпоха подразделяется на три этапа: 1) раннемеловой, 2) ранне-поздне меловой (апт-туронский) и 3) поздне меловой — палеогеновый (турон-палеоценовый?). Наиболее интенсивно бокситообразование протекало на границе раннего и позднего мела, т. е. в средний бокситоносный этап. Для всей эпохи характерно распространение терригенной бокситоносной формации и в меньшей мере формации латеритных покровов. Наиболее богаты бокситами Тургайская, Уральская и Центральноказахстанская провинции, приуроченные к молодой эпигерцинской Урало-Сибирской

платформе. В пределах Русской платформы на Украинском кристаллическом щите расположена Украинская бокситоносная провинция с характерными для нее проявлениями формации латеритных покровов. На Сибирской платформе находится Енисейская бокситоносная провинция со смешанными формационными типами рудных залежей. Бокситы мелового возраста известны также в Алтае-Саянской провинции и за пределами известных провинций в Прибайкалье, на Дальнем Востоке и в других районах.

Основным типом залежей на всех промышленных месторождениях мелового и мел-палеогенового возраста являются линзовидные тела, залегающие на склонах или в центральных частях палео-депрессий карстового и эрозионно-карстового генезиса.

Бокситоносные формации максимально продуктивны в районах совместного развития в субстрате карбонатных (известняки, доломиты) и бескварцевых алюмосиликатных пород (эффузивы основного состава, их туфы, сланцы глинистые, хлорит-серицитовые и др.).

Качество бокситов месторождений мел-палеогенового возраста обычно уступает качеству бокситов СУБР и КМА, но в основной массе выше, чем на месторождениях Тихвин-Онежской провинции.

**Тургайская провинция.** Тургайская провинция расположена в пределах одноименного прогиба Урало-Сибирской эпипалеозойской платформы. В прогибе развиты бокситоносные отложения только ранне-поздне мелового этапа бокситонакопления, приуроченные к трем рудным районам: Западнотургайскому, Убаганскому и Прииргизскому.

*Западнотургайский рудный район* тяготеет к приуральской части прогиба и охватывает обширное закарстованное палеоплато, сложенное главным образом дислоцированными эффузивно-карбонатными толщами нижнего карбона. Бокситоносные отложения альб-сеноман-туронского возраста распространены здесь спорадически во впадинах рельефа палеозойского фундамента. Форма впадин зависит от условий залегания пород фундамента, их состава и степени дислоцированности. Размеры впадин колеблются от первых десятков метров до 2—3 км при глубинах до 200—300 м.

Бокситоносные впадины и приуроченные к ним месторождения объединяются в три зоны субмеридионального простирания: Ливановскую, Краснооктябрьскую и Таунсорскую. Каждая из этих зон протягивается на 150—200 км при ширине в первые десятки километров. Наиболее продуктивна средняя, Краснооктябрьская зона, в которой, кроме одноименного месторождения, расположены Белинское, Аятское, Темирское и др. Месторождения Западнотургайского района, как и всей Тургайской провинции, состоят из большого количества изолированных рудных тел с запасами от первых сотен тысяч до миллионов тонн. Рудные тела залегают во впадинах, заполненных пестроцветными существенно каолинистыми глинами, часто с обломочной текстурой, переходящими в бокситовые глины и бокситы. В верхней половине разреза в центральных ча-

стях крупных впадин встречаются маложелезистые каолинистые и каолинит-гиббситовые глины, иногда с лигнитом. Бокситы бобовые, обычно красные различных оттенков. Рудные залежи линзообразные, конусообразные и пластообразные в разрезе, в плане вытянутой или изометричной формы с неровным внешним контуром. Единичные крупные тела, определяющие масштаб месторождения, могут прослеживаться на 700—1100 м при ширине 300—500 м. Они сопровождаются рудными телами протяженностью 250—350 м при ширине 100—150 м и большим количеством мелких линз или гнезд бокситов.

Слагающие рудные тела бобовые, реже оолитовые каменистые, рыхлые и глинистые разности бокситов закономерно чередуются в разрезе.

Химический состав бокситов:  $\text{SiO}_2$  — 4—12%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 40—55%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 7—30%.

Перспективы обнаружения новых залежей бокситов в Западнотургайском рудном районе весьма благоприятны. Здесь выделяются пять различных по степени перспективности площадей: Тавриченско-Сабитовская, Ливановская, Краснооктябрьская, Таунсор-Кужукульская и Северная.

Тавриченско-Сабитовская площадь расположена на крайнем западе района, в полосе выхода на поверхность складчатого фундамента Зауралья, и характеризуется интенсивной эрозией в палеоген-четвертичное время. Здесь могут быть найдены лишь небольшие месторождения, сохранившиеся в западных отдельных опущенных блоках фундамента.

На Ливановской площади преобладают мелкие карстовые месторождения. Однако небольшая мощность покровных отложений (20—30 м) и близость осваиваемых месторождений к промышленным районам существенно увеличивают ее практическое значение.

Наиболее перспективная Краснооктябрьская площадь совпадает с осевой частью Валерьяновского синклиория фундамента, сложенной наиболее благоприятным для образования бокситов комплексом эффузивно-карбонатных отложений среднего — верхнего визе. На этой площади известны достаточно крупные месторождения бокситов карстово-котловинного и карстово-полевого типа.

Таунсор-Кужукульская площадь расположена на востоке рудного района и контролируется Апановским и Таунсорским разломами. Наряду с мелкими здесь могут быть выявлены и средние по размерам месторождения. Неблагоприятным фактором является большая мощность покровных отложений, достигающая 70—100 м.

Северная площадь менее перспективна. Месторождения карстового типа здесь невелики. Наряду с ними встречаются и небольшие пластовые рудные тела с низким качеством руд.

*Убаганский рудный район* расположен в северной части прогиба и тяготеет к структурно-тектоническим поднятиям в палеорельефе складчатого основания. В его состав входят Кушмурунское, Приозерное, Западнубаганское и Наурзумское месторождения.

Развитые на этих месторождениях бокситы альб-сеноманского возраста встречаются среди отложений двух различных литологических комплексов: нижнего, представленного красными каменистыми и глинистыми бокситами, пестроцветными бокситовыми глинами, аллитами, а на отдельных участках белыми кварц-каолининовыми глинами и песками, и верхнего, характеризующегося присутствием серых бокситов, аллитов и серых углистых глин с тонкими прослойками лигнитов. Серые бокситы, составляющие около 70% всех запасов рудного района, определяют его специфику. Пластовые залежи этих бокситов имеют протяженность от 300 до 3000 м при средней мощности 2—3 м. Качество руд низкое:  $\text{SiO}_2$  — 13—16%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 39—52%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$  — 6—16%.

На Наурзумском месторождении известны структурные (латеритные) бокситы, приуроченные к верхней зоне латеритной коры выветривания. Состав их несколько лучший (кремневый модуль 4—5), запасы невелики.

Отрицательным экономическим фактором Убаганского рудного района является значительная, до 160—200 м, мощность покровных отложений и наличие в кровле продуктивной толщи обводненных песков. Сложность горнотехнических условий эксплуатации не позволяет в настоящее время выдвигать этот район как первоочередной для поисков, хотя открытие в нем новых месторождений бокситов весьма вероятно. Особый интерес здесь представляют поиски месторождений латеритных бокситов, а также участков с более благоприятными горнотехническими условиями.

*Прииргизский рудный район* расположен на юго-западе Тургайского прогиба, в бассейне р. Иргиз. Бокситоносные отложения здесь залегают на эродированной неровной поверхности складчатого основания, местами перекрытой корой выветривания мощностью до 30—40 м.

Складчатое основание района сложено комплексом дислоцированных пород архея, протерозоя, нижнего и среднего палеозоя, представленных гнейсами, гранитами, амфиболитами, порфиритами, спилитами, габбро. На северо-западе района встречаются также тектонические блоки известняков нижнего карбона.

Бокситоносные отложения альбского возраста вскрыты на глинах 50—200 м под покровом осадочных пород верхнего мела и палеогена. Мощность их над рудными телами обычно не превышает 15—20 м, увеличиваясь в глубь депрессий до 40—80 м. На участках холмистого палеорельефа в основании разреза обычно присутствуют гравийно-песчаные отложения, а иногда и конгломераты. Выше залегают пестроцветные глины с линзовидными прослоями бокситов, сидеритизированных глин, иногда глинистых сферолитовых сидеритов, которые перекрыты серыми углистыми глинами.

На участках, удаленных от выступов фундамента, преобладают серые углистые глины, алевролиты, реже пески.

Бокситы месторождений и основных рудопроявлений района (Кировского, Жаманшинского и др.) бобовые, очень редко оолитовые. Преобладают железистые каменистые разности, часто обогащенные сидеритом и пиритом. Рудообразующие минералы: гиббсит, гематит, каолинит. Состав бокситов:  $\text{SiO}_2$  — 6—17%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 33—42%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$  — 6—28%.

Степень изученности Прииргизского района весьма высока, что не позволяет надеяться на обнаружение здесь новых крупных месторождений бокситов. Имеются некоторые перспективы прироста запасов за счет выявления новых рудных тел на склонах палеоподнятий.

В районе также возможно обнаружение рудных залежей латеритного типа, в частности, в центральной части района, к западу от меридионального участка р. Иргиз, где в отдельных скважинах в базальном горизонте мела были встречены обломки высококачественных гиббситовых бокситов с реликтовой структурой сланцев.

За пределами описанных трех рудных районов аллиты и бокситы вскрыты буровыми скважинами в центральной части Тургайского прогиба (северо-восточнее пос. Тургай), на крайнем юго-востоке в бассейне р. Дулагалы-Жиланчик и на северо-востоке на западном борту Жаныспайской угленосной депрессии. В этих районах, а также на юго-восточном борту Тургайского прогиба в бассейне р. Кара-Тургай могут быть встречены новые залежи бокситов на площадях развития в фундаменте карбонатных пород девона и карбона, а также эффузивов силура.

**Уральская провинция.** Бокситоносные отложения мелового возраста прослеживаются в виде широкой прерывистой полосы вдоль восточных склонов Среднего и частично Северного Урала. Южнее они в виде изолированных останцов встречаются на Южном Урале и в Мугоджарах.

Месторождения и проявления бокситов приурочены к районам широкого развития кор выветривания на богатых глиноземом породах основного состава или их осадочных аналогах и чаще локализируются в депрессиях на карбонатных породах, образуя два рудных района — Каменск-Уральский и Мугоджарский и большое количество отдельных мелких рудопроявлений.

*Каменск-Уральский рудный район* находится на восточном склоне Среднего Урала, в бассейнах рек Синары и Исети.

Западная его группа, состоящая из 22 мелких непромышленных месторождений и рудопроявлений, характеризуется преобладанием небольших изометричных тел размером 50—100 м в поперечнике и мощностью от 2 до 48 м, приуроченных к изолированным карстовым депрессиям.

Последние протягиваются прерывистыми цепочками вдоль контактов известняков с эффузивами основного состава.

Месторождения Восточной группы представлены залежами более крупных размеров, приуроченными к эрозионно-тектоническим долинам субширотного простирания. Только на водоразделе рек

Исети и Синары известно девять таких долин глубиной 20—50 м и шириной до 1 км, пересекающих западную часть Колчедано-Коркинского поднятия, сложенного вулканогенными породами девона. Бокситовые залежи здесь имеют пластобразную или линзовидную форму и вытянуты вдоль долин. Длина залежей колеблется от нескольких сотен метров до 6,6 км при ширине от 50 до 870 м и средней мощности до 6,5 м. Бокситы образуют тела размером до 1500×400 м. Мощность покровных отложений колеблется от 9 до 80 м. Основная масса руд представлена каменистыми и рыхлыми бобовыми разностями, содержащими 7—12%  $\text{SiO}_2$  и 33—41%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Перспективы обнаружения подобных залежей вдоль всего восточного склона Урала достаточно велики, примером чего может служить открытие в 60-х годах в Алапаевском районе Мугайского месторождения бокситов.

*Мугоджарский район* расположен вдоль границ погружения складчатых структур Мугоджар под мощный чехол рыхлых платформенных отложений мезозоя и кайнозоя.

Среди меловых отложений в районе известны рудные залежи только терригенной формации; имеются предпосылки обнаружения бокситов латеритного типа. Терригенная формация развита спорадически, исключительно в пределах тектонических блоков карбонатных пород карбона (Талдык-Ащесайское, Каиндинское и другие месторождения).

Наиболее крупное из известных Талдык-Ащесайское месторождение представляет собой серию карстовых депрессий, вытянутых вдоль контакта известняков карбона с андезитовыми порфиритами девона и заполненных бокситоносными отложениями апта и альба. Бокситы залегают в виде нескольких пластов суммарной максимальной мощностью до 45 м, наклоненных от бортов депрессии к центру. Залежи приурочены к верхней части бокситоносной толщи и нередко выходят на дневную поверхность.

Бокситы гиббситовые, обломочно-бобовые, каменистые, рыхлые или глиноподобные и содержат:  $\text{SiO}_2$  — 13—14%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 45—46%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 13—15%.

Основные направления поисковых работ на бокситы в пределах Мугоджарского района, не имеющего пока объектов для промышленного освоения: а) детальное изучение мезозойских кор выветривания с целью выявления даже небольших месторождений латеритных бокситов высокого качества; б) поиски промышленных по запасам месторождений бокситов в карстовых депрессиях, которые еще могут быть обнаружены под покровом неоген-четвертичных отложений.

**Центральноказахстанская провинция.** Провинция расположена в западной и северной частях Казахстанского щита Урало-Сибирской эпигерцинской платформы.

Выделяются три рудных района: Амангельдинский — на восточном борту Тургайского прогиба, в верховьях правых притоков р. Кара-Тургай, Целиноградский (Акмолинский) — на северном и во-

сточном бортах Тенизской впадины и Экибастузский — на юго-западном борту Прииртышской впадины. Кроме того, имеется ряд недостаточно изученных площадей с отдельными мелкими бокситопроявлениями (Западноулутавская, Западноатасуйская, Бестюбинская и др.).

Месторождения и рудопроявления генетически связаны с терригенной бокситоносной формацией, а все промышленные запасы — с карстовым типом залежей.

Промышленное значение провинции определяется Амангельдинской группой месторождений, заключающей в себе более 80% всех разведанных запасов бокситов Центрального Казахстана.

*Амангельдинский рудный район* располагается на погружении древних структур Арганатинского антиклинория Улугау под субплатформенные образования девона и карбона. Основной складчатой структурой фундамента этого района является Балатерсакан-Тастинская антиклинальная зона, к средней части которой приурочена Аркалыкская брахисинклиналь. Антиклинальная зона сложена средне-верхнедевонскими терригенными песчано-сланцевыми толщами, а ее крылья и Аркалыкская брахисинклиналь — карбонатными породами верхнего девона — нижнего карбона. Контакт песчано-сланцевой и карбонатной толщи повсеместно контролирует размещение бокситоносных депрессий, образующих прерывистые эрозионно-карстовые долины. Размеры депрессий колеблются от нескольких сот метров до 1,5—2 км<sup>2</sup>. Глубина их иногда достигает 150—250 м, обычно первые десятки метров.

Депрессии развиты на останцах мелового плато.

Время формирования рудных залежей исследователями определяется существенно различно: Б. А. Тюрин и З. К. Пономаренко считают его ранним эоцен-палеоценовым, Е. П. Бойцова — поздне-немеловым, С. Б. Патрикеев — раннемеловым.

Рудный горизонт состоит из закономерно сменяющих друг друга глинистых бокситов — сухаристых, рыхлых и каменистых бокситов. Мощность его колеблется от 10 до 70 м. Среди бокситов присутствуют каменистые (33%), рыхлые (33%), глиноподобные (25%) и сухаристые (9%) разновидности. Все бокситы района гиббситовые, со средним содержанием  $\text{SiO}_2$  — 12%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 47%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 12,5%.

Кроме бокситов на месторождениях имеются весьма крупные тела высокосортных высокоглиноземистых каолинов, содержащих гиббсит с 36—55%  $\text{SiO}_2$ , 34—48%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и около 1,5%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Бокситы Амангельдинского района по технологическим свойствам лучшие среди мезозойских бокситов Казахстана.

Помимо разведанных и уже эксплуатируемых месторождений (Аркалыкское, Нижнеашутское, Северное и др.), запасы которых полностью определены, в районе возможно выявление дополнительных мелких залежей в пределах известных рудоносных структур, а также новых цепочек рудоносных депрессий вдоль зоны кон-



тактов серых аргиллитов и известняков визейского яруса в размытых крыльях Уштобе-Жаркульской и Терсакканской мульд палеозойского фундамента.

*Целиноградский и Экибастузский рудные районы* объединяют отдельные группы небольших по запасам карстовых месторождений, расположенных на площадях развития карбонатных пород верхнего протерозоя (Софиевское), верхнего ордовика (Майбалык, Майсор, Кайнарлы) или турнейского яруса нижнего карбона (Акмолинское). На окружающих эти месторождения площадях, сложенных алюмосиликатными породами, широко развита мощная (десятки метров) мезозойская кора выветривания, представленная каолинит-гидрослюдистыми или каолинитовыми глинами. Последние иногда образуют крупные промышленные месторождения первичных каолинов (Алексеевское), обычно связанные с корами выветривания интрузивных пород среднего состава.

Бокситоносная толща сложена каменистыми, рыхлыми и глинистыми гиббситовыми бокситами, обычно бобовыми, пестроцветными или серыми углистыми каолинитовыми глинами и лигнитами суммарной мощностью до 250 м. Начало и продолжительность формирования бокситоносной толщи в карстовых депрессиях различных месторождений были, по-видимому, неодинаковы для различных частей региона. Углистые глины низов разреза Софиевской депрессии имеют, по палинологическим данным, сеноманский возраст, а верхи разреза (собственно продуктивная пачка) соответствуют, по мнению Б. А. Тюрина, палеоцену; бокситы Майсорского месторождения сеноманские, Майбалыкского — возможно, палеоценовые. Вероятнее всего, заполнение карстовых депрессий в регионе началось на границе альба и сеномана, продолжалось параллельно с формированием латеритной коры выветривания до конца позднего мела и завершилось в палеоцене.

Бокситоносная толща перекрывается с размывом кварцевыми песками и пестроокрашенными глинами с железистыми бобовинами среднего — верхнего олигоцена, а также отложениями неогена и четвертичного отдела.

Бокситы Целиноградского и Экибастузского районов отличаются от однотипных бокситов Тургайской провинции отсутствием сидерита (и других карбонатов) и более низким содержанием железа, однако в большинстве случаев все же относятся к низкосортным спекательным маркам.

Помимо промышленных месторождений, в Целиноградском районе широко распространены многочисленные проявления валунно-обломочных руд, возникших в результате размыва карстовых месторождений. Они представляют собой либо экзотические глыбы каменистых бокситов на вершинах или склонах сопок, сложенных палеозойскими алюмосиликатными породами (бокситопроявление Матаул), либо обломки каменистых бокситов в делювиально-пролювиальных глинах олигоцена и миоцена. Практического значения они не имеют.

Геологические перспективы Целиноградского и Экибастузского рудных районов далеко не исчерпаны. Здесь и на прилегающих к ним перспективных площадях (Кокчетавской, Калмыккульской, Бестюбинской) возможно обнаружение новых залежей карстового типа, которое позволит увеличить пока ограниченные запасы этих весьма благоприятных в экономическом отношении районов.

**Украинская провинция.** Провинция включает Украинский щит, а также участки его ближайшего погружения под платформенные осадки Днепровско-Донецкой и Причерноморской впадин.

Щит, сложенный преимущественно породами кислого состава, в общем малоперспективен для поисков бокситов. Бокситоносность его ограничена исключительно корами выветривания нижнего мела на массивах основных пород и сланцев, а также продуктами ближайшего переотложения их латеритного элювия.

В провинции выделяются четыре рудных района: Ингулецко-Днепровский, Смелянский, Коростенский и Приазовский.

Наиболее крупный, *Ингулецко-Днепровский район* охватывает обширную площадь в восточной части щита, расположенную между полосами развития сланцево-железородных отложений курской серии нижнего протерозоя.

На южном погружении щита расположено наиболее крупное и характерное для всей провинции Высокопольское месторождение бокситов. Докембрийский фундамент месторождения, залегающий на глубине до 100 м, сложен амфиболитами и генетически связанными с ними хлорит-амфиболовыми и кварц-амфиболовыми сланцами. Развита на этих породах кора выветривания средней мощностью 30—40 м часто заканчивается горизонтом структурных железистых бокситов. В погребенном рельефе площадь распространения коры выветривания основных пород выделяется в виде поднятия длиной около 30 км и шириной 1,5—2,5 км. С обеих сторон поднятие окаймляется депрессиями и, в свою очередь, расчленено сетью мелких долин.

Бокситы приурочены к северной, наиболее расчлененной части поднятия. Они плащеобразно покрывают приподнятые участки рельефа и отсутствуют в депрессиях. Форма залежей неправильная. Длина их колеблется от 0,5 до 3 км при значительно меньшей ширине. Мощность почти горизонтально залегающего рудного пласта достигает 7 м, в среднем составляя 1,4 м.

По текстурным особенностям выделяется несколько разновидностей руд: от отчетливо сохранивших реликтовую текстуру материнских пород до псевдобрекчиевидных и бобовых. Основная масса бокситов представлена каменистыми разностями. Бокситы существенно гиббситовые, всегда железистые (суммарное содержание гематита и гетита 31%); кроме того присутствуют каолинит (около 15%), бемит (4%), кварц, ильменит. Средний химический состав бокситов латеритных покровов следующий:  $\text{SiO}_2$  — 8%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 38%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 29%.

Перспектив обнаружения новых промышленных месторождений в районе практически нет в связи с высокой степенью его изученности. Однако возможен значительный прирост высокожелезистых и кремнистых бокситов, которые пока не являются объектом поисков.

*Смелянский и Коростенский рудные районы* расположены к западу от Ингулецко-Днепровского и характеризуются присутствием здесь массивов габбро-анортозитов.

Латеритные бокситы в Коростенском районе отсутствуют, а в Смелянском имеют ограниченное распространение, образуя небольшие залежи на склонах депрессий. Лишь в редких случаях длина их превышает 1 км.

Бокситы латеритного типа обычно каменистые, красно-бурые, светло-серые или палевые, нередко с хорошо выраженной бобовой текстурой, которая развивается по реликтовым текстурам материнских пород. Содержание  $\text{SiO}_2$ —4—15%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ —31—50%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ + $\text{FeO}$ —8—37%. Для бокситов, образованных по габбро-лабрадоритам, характерно высокое (до 8—9%) содержание окиси титана.

Перемещенные (осадочные) бокситы в Смелянском рудном районе распространены более широко. Известны они также и в Коростенском районе. Бокситы приурочены к отложениям нижнего мела, заполняющим долины в кристаллическом фундаменте района. Рудные тела обычно располагаются в центральных частях долин, пересекающих как массивы основных пород, так и коры выветривания гранитондов.

Бокситы в основном каменистые, бобовые, иногда сохраняют слоистость, которая подчеркивается линейным размещением бобовин и кластического ильменита, окраска пятнистая из-за темных, почти черных бобовин и серого цемента. Часто в рудах содержится большое количество кластогенного кварца, резко ухудшающего их качество. Средний состав этих бокситов следующий:  $\text{SiO}_2$ —17—38% (значительная часть в виде кварца),  $\text{Al}_2\text{O}_3$ —35—44%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ —около 10%.

*Приазовский рудный район* расположен на востоке провинции, в зоне сочленения Украинского щита с Донецким бассейном. Он характеризуется развитием в субстрате массивов нефелиновых сиенитов, пироксенитов и базальтов, перекрытых отложениями палеозоя. В районе находится Покровско-Киреевское проявление, приуроченное к небольшой по размерам котловине в известняках нижнего карбона.

Бокситы имеют раннемеловой возраст и представляют собой переотложенную верхнюю часть древнего латеритного покрова на нефелиновых сиенитах и пироксенитах, окружающих котловину. Средний химический состав руды:  $\text{SiO}_2$ —9,4%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ —37,9%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ —25,3%,  $\text{TiO}_2$ —9,0%. Породообразующие минералы — гибсит, гетит, гематит, каолинит, ильменит.

Для дальнейших поисков перспективны участки щита, сложенные породами основного и щелочного состава, в особенности рас-

положенные в непосредственной близости от депрессий в каменноугольных известняках.

Кроме упомянутых четырех рудных районов, отдельные проявления бокситов известны вдоль южного обрамления Украинского щита и на территории Донецкого бассейна. Однако все они бесперспективны.

Обнаружение новых промышленных месторождений бокситов непосредственно на щите представляется маловероятным. Некоторые перспективы имеет лишь показанный на карте небольшой район на южной окраине щита, в нижнем течении Южного Буга.

**Среднеазиатская провинция.** В Среднеазиатской провинции проявления бокситов раннемелового этапа мел-палеогеновой эпохи бокситонакопления известны лишь в ее северных и северо-западных районах.

На южных склонах хр. Каратау расположен Причимкентский рудный район; в 60-х годах были обнаружены отдельные мелкие рудопроявления аллитов в обрамлении хр. Букантау; кроме того, на крайнем западе Гиссарского хребта, в среднем течении р. Аксу, в базальных горизонтах нижнего мела известны два небольших рудопроявления диаспор-бемитовых бокситов, залегающих в карстах на девонских известняках.

*Причимкентский рудный район* охватывает юго-восточные окраины Туранской плиты в зоне ее сочленения с активизированной областью Тянь-Шаня. Фундамент района сложен дислоцированными карбонатными и туфогенными породами нижнего карбона. Поверхность его эродирована и слабо наклонена на северо-запад, к центральным частям плиты.

Бокситоносные отложения раннемелового (валанжинского (?)) возраста залегают в основании песчано-глинистого разреза платформенного чехла на закарстованной поверхности известняков или на их маршаллитовых корах выветривания. Карстовые депрессии, выполненные аллитами, иногда переходящими в бокситы, приурочены к юго-западным и южным склонам гор Боролдайтату или к склонам глыбовых массивов гор Каржантау, Мансурата, Уртабас и др. В наиболее крупных карстовых депрессиях бокситоносные отложения перекрываются розовыми фарфоровидными известняками или красными мергелистыми глинами нижнего мела. Породы рудоносной толщи, а также покрывающие их породы платформенного чехла нарушены молодыми разломами с амплитудами, измеряемыми многими сотнями метров. В результате этого распространенные ранее на обширной площади бокситоносные отложения сохранились на небольших глубинах лишь на отдельных горстовых блоках, на опущенных блоках они погружены на глубину в сотни метров.

В Причимкентском районе известны два типа рудных залежей: пластовый и карстовый.

Пластовые залежи характерны для более удаленных от хр. Каратау площадей (рудопроявления Фогелевка, Мансурата и др.),

имеют мощность до 9 м и, как правило, без четких границ переходят в аллиты, от которых отличаются лишь химическим составом. Бокситы бемитовые. Содержание  $\text{SiO}_2$ —8—20%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ —35—40%, в отдельных пробах до 70%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ —5—35%.

Залежи карстового типа известны только в пределах слепых эрозионно-карстовых долин, спускающихся с Каратау в сторону Сырдарьинской депрессии (рудопоявление Кутырган). Бокситы залежей этого типа более выдержаны по химическому составу. Кремневый модуль в них иногда достигает 5—6 при содержании  $\text{Al}_2\text{O}_3$ —42—46%, а в составе, кроме бемита, появляется значительное количество гиббсита.

Для Причимкентского района характерно широкое развитие маршаллитовых кор выветривания, сложенных щелочно-активным кремнеземом. Именно это обстоятельство, по-видимому, и обусловило низкое качество руд. Промышленных месторождений в районе пока не обнаружено, но он заслуживает дальнейшего изучения. Особое внимание здесь должно быть уделено выяснению условий седиментации бокситоносной толщи на уже известных площадях с целью выяснения закономерностей локализации бокситов, а также поисков промышленных залежей на площадях развития известняков, находившихся в юре и валанжине гипсометрически ниже полей формирования латеритных покровов на алюмосиликатных породах.

**Алтае-Саянская провинция.** В Алтае-Саянской провинции меловые и мел-палеогеновые бокситоносные отложения распространены главным образом в зоне сочленения ее горных районов с Западно-Сибирской плитой, а также в Салаирском рудном районе. Кроме того, в последние годы установлена бокситоносность мел-палеогеновых образований Восточного Саяна, Горной Шории и Алтая. Однако промышленные месторождения здесь неизвестны.

**Салаирский рудный район** характеризуется весьма широким распространением мелких залежей бобовых бокситов карстового типа. Там же известны многочисленные находки галек бокситов в аллювии рек и ручьев. Все бокситопоявления расположены в пределах первой (абс. отм. 180—300 м) и второй (абс. отм. 320—430 м) поверхностей выравнивания, вдоль контактов эффузивных или сланцевых толщ с карбонатными породами палеозойского фундамента.

Площади карстовых залежей не превышают  $250 \times 100$  м при мощности от 0,5 до 20 м. Качество бокситов низкое, хотя отдельные мелкие рудопоявления (Березовское) характеризуются средним содержанием  $\text{SiO}_2$ —3,8%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ —56,7%.

Кроме залежей карстового типа, в Салаирском районе часто встречаются мелкие рудные тела, приуроченные к ослабленным тектоническим зонам в породах основного состава (Чернозерское, Гришихинское) и, возможно, являющиеся гипергенно-метасоматическими образованиями.

**Томь-Колыванский рудный район**, расположенный в южной части Западно-Сибирской плиты, объединяет несколько мелких залежей среди пестроцветных глин мел-палеогенового возраста, выполняющих карстовые воронки. Содержание  $\text{SiO}_2$  в них 2,5—7,5%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ —25—53%.

**Чулымо-Енисейский район** приурочен к южным склонам Чулымо-Енисейской впадины Западно-Сибирской плиты. В базальных горизонтах апт-альбских отложений известен ряд мелких месторождений и рудопоявлений бокситов и аллитов. Самое крупное из них — Барзасское — расположено в предгорьях Кузнецкого Алатау. Оно состоит из серии мелких карстовых залежей в позднепротерозойских мраморах, пересеченных телами амфиболитов. Общие запасы месторождения оцениваются в 8 млн. т при среднем содержании  $\text{SiO}_2$ —14% и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ —41%. Бокситы гиббситовые, обломочно-бобовой текстуры.

**Восточносаянский рудный район** располагается на южных отрогах северо-западного окончания Восточного Саяна, захватывая Белькское Белогорье. Здесь в ряде мест обнаружены остатки латеритных кор выветривания на эффузивных и эффузивно-осадочных отложениях кембрия и верхнего протерозоя, включающих железистые бокситы, а также обломки обломочно-бобовых бокситов. Химический состав отдельных обломков свидетельствует о сравнительно хорошем качестве бокситов:  $\text{SiO}_2$ —0,95—5,1%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ —35,75—49,87%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ —25,19—35,17%.

В центральной части Кузнецкого Алатау, в Горной Шории, на Алтае, а также в Зайсанской складчатой области пока известны только находки отдельных обломков бокситов либо аллитов.

Перспективы выявления в Алтае-Саянской провинции промышленных месторождений бокситов мел-палеогенового возраста пока неясны. Некоторые надежды возлагаются на северное и западное обрамление провинции, где под покровом мезозойско-кайнозойского чехла Западно-Сибирской плиты возможно обнаружение месторождений карстового и пластового типов. В первую очередь это относится к окраинам Бийско-Барнаульской впадины. По мнению А. Н. Сухариной и Л. В. Ивани, недостаточно изучено и Яя-Кельбесское междуречье в северо-западных предгорьях Кузнецкого Алатау площадью  $7 \times 20$  км. Фундамент его сложен дренными существенно карбонатными отложениями и относится к области низкого пенеплена с оптимальными условиями сохранности кор выветривания.

**Енисейская провинция.** Провинция расположена на юго-западе Сибирской платформы и включает Енисейский кряж, прилегающие к нему окраины траппового плато Сибири, Чадобецкое поднятие и район Ангарских складок. Здесь известны бокситы только мел-палеогеновой эпохи бокситонакопления. Практическое значение имеют лишь рудные залежи карстового типа терригенной бокситоносной формации, хотя возможно обнаружение промышлен-

ных залежей бокситов формации латеритных покровов склонового типа.

В провинции находятся три рудных района: Приенисейский, Чадобецкий и Бахтинский.

*Приенисейский рудный район* приурочен к Енисейскому кряжу, где все известные месторождения и рудопроявления бокситов связаны с карстовыми депрессиями, сосредоточенными главным образом в его восточной части вдоль контактов карбонатных и сланцевых пород докембрия. Размеры отдельных депрессий невелики при глубине от первых десятков до сотен метров. Возраст бокситоносных отложений, выполняющих эти депрессии, определено не установлен. Большинство исследователей (К. В. Боголепов, Е. И. Пельтек и др.) он считается палеоцен-эоценовым, некоторые геологи (В. С. Певзнер и др.) допускают возможность начала бокситонакопления в меловой период.

Бокситоносная толща обычно состоит из двух горизонтов мощностью до десятков метров: нижнего — безрудного и верхнего — рудного. Нижний сложен глинами гидрослюдистого и гидрослюдисто-каолинитового состава с обломками сланцев. Вверх по разрезу они постепенно переходят в однородную толщу пестроцветных каолинитовых глин.

Рудный горизонт представлен пестроцветными глинами с телами бокситов. Пестроцветные глины постоянно содержат примесь гиббсита, гетита и гидрогематита.

Залежи бокситов пластообразной либо линзовидной формы, иногда встречаются штокообразные тела. В небольших воронках наблюдается одно рудное тело, занимающее ее центральную часть. Для более крупных депрессий характерно присутствие нескольких тел. Мощность отдельных тел колеблется от первых метров до 20—40 м.

Бокситы каменистые, рыхлые и глинистые, состоят из гиббсита, каолинита, гетита, гематита. В каменистых бокситах содержится до 15% диагенетического корунда. Средний химический состав бокситов Енисейского кряжа следующий:  $\text{SiO}_2$  — 6—9,5%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 37—39%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 26—34%,  $\text{TiO}_2$  — 4—4,5%.

Перспективы обнаружения новых крупных промышленных месторождений на Енисейском кряже отсутствуют.

*Чадобецкий рудный район* совпадает с Чадобецким поднятием, представляющим собой внутриплатформенную куполовидную структуру, сложенную терригенными и карбонатными породами верхнего протерозоя и кембрия. Территория его изучена весьма детально. Здесь в терригенной бокситоносной формации выявлены наиболее крупные в Сибирской платформе месторождения бокситов. Характерны два типа залежей: 1) пластовый, приуроченный к плоским эрозионно-тектоническим депрессиям, которые сформировались на куполовидных структурах центральной части Чадобецкого поднятия на терригенных породах протерозоя; 2) карстовый, развитый на известняках нижнего кембрия в обрамлении под-

нятия. Бокситоносные отложения позднемелового возраста повсеместно представлены пестроцветными глинами, алевролитами с обломками железистых бокситов и глиноземистых железняков. Бокситы гиббситовые, преимущественно каменистые, обломочно-бобовые, образуют небольшие линзы среди железистых аллитов. Иногда в них присутствуют сидерит и кальцит. Химический состав непостоянный, но в среднем составляет:  $\text{SiO}_2$  — 6—9%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 34—44%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 25—35%.

Источником глинозема бокситов Чадобецкого поднятия была латеритная кора выветривания на алюмосиликатных породах докембрия и на долеритах. Остатки ее в виде свалов и глыб структурных бокситов установлены в периферической части Центрального месторождения.

*Бахтинский рудный район* расположен на севере провинции, в бассейнах рек Бахты и Подкаменной Тунгуски. Здесь известен ряд рудопроявлений бокситов, в той или иной мере связанных с траппами. Из них наиболее интересно Сухолебяжинское, расположенное на правом берегу р. Подкаменной Тунгуски, в 35 км к северо-востоку от ее устья, на пластообразной поверхности с абс. отм. 260—320 м. Залежь бокситов располагается на склоне эрозионной котловины северо-западного простирания, сложенной пластовыми интрузиями долеритов с развитыми на них корами выветривания и карбонатными породами нижнего силура. В центральной части котловины под бокситоносными осадками залегают каолинизированные песчаники нижнего ордовика.

Бокситоносные отложения раннемелового возраста, представленные пестроцветными каолинитовыми глинами, аллитами и бокситами, залегают на размытой поверхности различных горизонтов коры выветривания. Залежь бокситов — плоское плащеобразное тело площадью несколько квадратных километров, вытянутое в северо-западном направлении. К бортам депрессии бокситы выклиниваются. Преобладают каменистые гиббситовые бокситы обломочно-бобовой текстуры. Химический состав бокситов следующий:  $\text{SiO}_2$  — 11—15%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 35—37%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 28—31%; значительная часть кремнезема содержится в форме кварца.

К северо-западу от Сухолебяжинского месторождения выявлены Нижнеподсочинское и Осиновское рудопроявления. Бокситоносные отложения здесь также представлены пестроцветными каолинитовыми глинами, аллитами и бокситами. Рудный горизонт Нижнеподсочинского проявления сложен рыхлыми и каменистыми бокситами оолитовой структуры, буровато-красного, бурого и зеленовато-желтого цвета. Бокситы железистые с содержанием  $\text{SiO}_2$  — 5—17%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 31—40% и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 29—34%.

Бахтинский рудный район изучен весьма слабо и вместе с прилегающей к нему западной и юго-западной окраинами траппового плато Сибири имеет перспективы обнаружения достаточно крупных месторождений железистых гиббситовых бокситов склонового типа формации латеритных покровов, которые могут быть встречены на

бортах меловых палеодепрессий вдоль контактов долеритов (или их туфов) с карбонатными отложениями палеозоя.

На юго-западе Сибирской платформы, на Енисейском кряже и даже на левобережье Енисея давно известны многочисленные находки галек бокситов в современной аллювии мелких рек и ложков. Появление этих галек обычно связывалось с размывом коренных залежей бокситов. В 1969 г. в аллювии р. Каменной, дренирующей юго-западную часть останца высокого плато — Широкие Полканы, были найдены гальки структурных бокситов высокого качества. Это послужило поводом для широких поисков латеритных покровов на поверхностях высоких плато, аналогичных бовалам Западной Африки. Проведенные в 1970—1971 гг. работы показали, что латеритные покровы на останцах древнего рельефа на западе Сибирской платформы отсутствуют, а гальки поступают не из коренных залежей структурных бокситов, а из промежуточных коллекторов: щебнисто-глинистых делювиальных образований, по-видимому, неогенового возраста.

#### Проявления бокситов и аллитов мел-палеогенового возраста вне бокситоносных провинций

Вне бокситоносных провинций проявления бокситов и аллитов мел-палеогенового возраста известны только в азиатской части СССР.

*Павлодарское Прииртышье.* Аллиты и бокситоподобные породы гиббсит-каолинитового состава известны вдоль восточных склонов Казахстанского щита. Они залегают на глубинах 120—240 м в основании платформенного чехла среди пестроцветных глин альб-сеноманского возраста. Возможности обнаружения здесь промышленных месторождений бокситов крайне сомнительны в связи с неблагоприятным составом субстрата и быстрым погружением его на большие глубины.

*Западное Прибайкалье.* В последние годы среди терригенно-карбонатных отложений кембрия в Прибайкалье выявлен ряд бокситоносных депрессий. Наиболее крупное рудопроявление палеогенового возраста встречено на борту Тулонской депрессии. Бокситы залегают на коре выветривания карбонатно-терригенной толщи нижнего кембрия. Оруденение прослежено на 1200 м вдоль склона депрессии. Мощность рудных тел достигает нескольких метров. Бокситы рыхлые, бобовые, гиббситового типа. Лучшие разности содержат 2,7—7,7%  $\text{SiO}_2$ , 43—55%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и 10—14%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Перспективы выявления промышленных месторождений здесь благоприятны.

*Приморье (Дальний Восток).* Проявление диаспор-бемитовых бокситов, залегающих на дне карстовой воронки в нижнекембрийских известняках, известно на окраине Ханкайского массива в районе д. Меркушевки, к востоку от г. Спасск-Дальнего. В лучших образцах содержится 8%  $\text{SiO}_2$  и до 40%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Проведенные в начале 60-х годов в этом районе поисковые работы не дали положительных результатов. Несмотря на это, на карте дана рекомендация продолжить здесь геологические исследования с целью обследования всей территории развития карбонатных отложений кембрия и верхнего протерозоя. Особое внимание при этом следует обратить на участки, перекрытые палеогеновыми и неогеновыми осадками.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Карта бокситоносности, впервые составленная для всей территории СССР, позволяет определить общий характер распространения, степень перспективности, продуктивность отложений эпох бокситонакопления и наметить генеральные направления поисковых работ на ближайшее будущее.

Анализ материалов, собранных в процессе составления карты, дает основание уже сейчас более объективно оценить возможности выявления крупных промышленных месторождений бокситов вообще и высококачественных в частности (см. таблицу).

Исходя из современных представлений о закономерностях размещения бокситов и степени геологической изученности СССР, можно считать наиболее вероятным обнаружение новых месторождений бокситов в следующих районах:

1. Северный и Полярный Урал. Бокситы карбонатной формации девонской эпохи бокситонакопления.
2. Южный и Средний Тиман. Бокситы терригенной формации с карстовым типом рудных залежей и формации латеритных покровов девонской и каменноугольной эпох бокситонакопления.
3. Тургайский прогиб и Центральный Казахстан. Бокситы терригенной формации с карстовым типом рудных залежей мел-палеогеновой эпохи бокситонакопления.
4. Юго-запад и юг Сибирской платформы. Бокситы терригенной формации с карстовым типом рудных залежей и формации латеритных покровов со склоновым типом рудных залежей мел-палеогеновой эпохи бокситонакопления.
5. Южное обрамление Сибирской платформы и древние массивы Дальнего Востока. Бокситы карбонатной формации с пластовым (и, возможно, карстовым) типом рудных залежей протерозойско-раннекембрийской эпохи бокситонакопления.

Помимо вышеперечисленных районов и областей наиболее вероятного обнаружения бокситовых месторождений, необходимо проведение работ и в пределах других выделенных на карте перспективных площадей.

Анализ геохимии алюминия в зоне гипергенеза, а также геологии алюминиевых руд Советского Союза и зарубежных стран (США, Австралии, Китая, Польши, Гвинеи и др.), проведенный в процессе работ, дает основание высказать предположение о том, что в разрезе фанерозоя СССР наряду с уже известными типами

Сравнительная характеристика

Бокситоносные провинции	Эпохи боксито-накопления	Типы формаций	Преобладающие морфогенетические типы месторождений	Минеральный состав руд
Алтае-Саянская	Протерозойско-раннекембрийская	Карбонатный	Пластовый	Диаспоровый
	Девонская	Карбонатный	Карстовый	Корунд-диаспоровый
	Мел-палеогеновая	Терригенный	Карстовый	Гиббситовый
Уральская	Девонская	Карбонатный	Карстовый	Бемит-диаспоровый
	Триас-юрская	Терригенный	Пластовый	Гиббситовый
		Латеритный	Склоновый	Гиббситовый
	Мел-палеогеновая	Терригенный	Карстовый	Гиббситовый
Тиманская	Девонская	Латеритный	Склоновый	Бемитовый
	Каменноугольная	Терригенный	Пластовый	Бемитовый
Тихвин-Онежская	Каменноугольная	Терригенный	Пластовый	Гиббсит-бемитовый
Воронежская	Каменноугольная	Латеритный	Бовальный	Гиббсит-бемитовый, бемитовый
Среднеазиатская	Каменноугольная	Карбонатный	Пластовый	Бемит-диаспоровый
	Триас-юрская	Терригенный	Пластовый, реже карстовый	Бемит-диаспоровый
	Мел-палеогеновая	Терригенный	Пластовый	Гиббситовый?
Альпийского пояса	Триас-юрская	Карбонатный	Карстовый	Бемитовый
Тургайская	Мел-палеогеновая	Терригенный	Карстовый	Гиббситовый
Центрально-казахстанская	Мел-палеогеновая	Терригенный	Карстовый	Гиббситовый
Украинская	Мел-палеогеновая	Латеритный	Бовальный и склоновый	Гиббситовый
Енисейская	Мел-палеогеновая	Латеритный	Склоновый	Гиббситовый
		Терригенный	Карстовый	Гиббситовый

бокситоносных провинций СССР

Продуктивность формации	Перспективы обнаружения новых месторождений	Качество руд и модуль ( $Al_2O_3 : SiO_2$ )	Примеры месторождений
Низкая	Значительные	Низкое $M > 1,6$	Боксон
Низкая	Малые	Низкое $M > 3$	Обуховское
Низкая	Малые	Среднее $M > 4$	Месторождений нет
Высокая	Значительные	Высокое $M > 8$	Красная Шапочка, Кукшинское
Низкая	Малые	Низкое $M > 2,8$	Месторождений нет
Низкая	Малые	Среднее $M > 4$	Переволочанское
Низкая	Малые	Среднее $M > 4$	Соколовское, Мугайское
Высокая	Высокие	Высокое $M > 6$	Вежаю-Ворыква
Средняя	Высокие	Низкое $M > 3,0$	Тимшери-Пузлинская группа, Верхнеухтинское
Высокая	Малые	Низкое $M > 3,5$	Плисецкое, Подсосненское
Высокая	Малые	Высокое $M > 6$	Гостищевское
Низкая	Малые	Низкое $M > 2,2$	Сохское
Низкая	Отсутствуют	Низкое $M > 3$	Кайрак
Неясная	Малые	Низкое $M > 2,6$	Месторождений нет
Низкая	Малые	Низкое $M > 2,5$	Месторождений нет
Высокая	Значительные	Среднее $M > 4,5$	Красный Октябрь, Белинское
Средняя	Значительные	Среднее $M > 4,5$	Амангельдинская группа
Низкая	Малые	Среднее $M > 4,5$	Высокопольское
Низкая	Значительные	Среднее $M > 4,5$	Сухая Лебяжка
Низкая	Малые	Среднее $M > 4,0$	Татарское, Центральное

бокситовых накоплений могут быть встречены принципиально новые руды алюминия, связанные со специфическими обстановками и, соответственно, залегающие среди иных, нежели известные до сих пор, парагенезов пород. В частности, не исключено обнаружение алюминиевых руд в вулканогенных формациях, среди формаций графитовых сланцев докембрия и других, где по ряду причин могло происходить природное разделение кремния и алюминия.

В процессе работ по составлению карты бокситоносности был также выявлен круг вопросов, требующих научной разработки для целей повышения степени достоверности дальнейших прогнозных исследований.

1. Теория и методика формационного анализа бокситоносных толщ (состав и строение формаций, возникновение их генетических рядов, эволюция и степень сохранности в геологической истории Земли).

2. Изучение и лабораторное моделирование процессов бокситообразования.

3. Критерии количественного прогноза месторождений бокситов применительно к конкретным эпохам бокситонакопления и типам формаций.

4. Составление региональных структурно-фациальных и прогнозных карт средних и крупных масштабов по единой легенде и методике для всех геологических организаций СССР.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение . . . . .	3
Принципы и методы составления карты . . . . .	4
Теоретические предпосылки прогноза месторождений бокситов . . . . .	7
Бокситоносность территории СССР . . . . .	11
Протерозойско-раннекембрийская эпоха бокситонакопления . . . . .	11
Ордовикская эпоха бокситонакопления(?) . . . . .	14
Девонская эпоха бокситонакопления . . . . .	15
Каменноугольная эпоха бокситонакопления . . . . .	25
Триас-юрская эпоха бокситонакопления . . . . .	35
Мел-палеогеновая эпоха бокситонакопления . . . . .	39
Заключение . . . . .	55

**ОБЪЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**  
к карте бокситоносности СССР масштаба 1 : 5 000 000

Редакторы *Л. В. Белова, Т. С. Гуляева*

Техн. редактор *Т. В. Гвсздева*

Корректор *Н. И. Домнич*

---

М-35303.	Подп. к печати 23/VIII 1973 г.	Объем 3 <sup>5</sup> / <sub>4</sub> печ. л.	Уч.-изд. л. 3,98.
Формат бумаги 60×90 <sup>1</sup> / <sub>16</sub> .	Тираж 2000 экз.	Заказ № 537.	Цена 38 коп.

---

Ленинградская картографическая фабрика объединения «Аэрогеология»