

**АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ
КОНФЕРЕНЦИИ ПО РАЗВИТИЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ
ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ**

**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ
И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ
ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ**

Москва 1958

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЕ

Сибирская платформа включает в себя значительную территорию северо-восточной части Евразийского континентального сооружения; основной определяющей структурной особенностью платформы является повсеместное распространение в ее пределах сложно складчатого в глубоко метаморфизованного фундамента, сложенного архейскими и протерозойскими породами и покрывающего фундамент сложно построенного чехла осадочных и, частично, вулканических отложений, сформированных в условиях пост-геосинклинального развития. Рельеф поверхности докембрийского фундамента значительно осложнен воздействием послепротерозойских тектонических движений, в результате чего платформа расчленена на систему крупных антеклиз, в части которых докембрийский фундамент выступает на земную поверхность, и впадин, где породы фундамента прикрыты осадочными или осадочно-вулканическими отложениями значительной мощности и различного геологического возраста,

В современной геологической структуре осадочно-вулканического покрова платформы отражены и консервированы структурные формы, возникшие в результате сложного тектонического развития данного участка земной коры — от раннекаледонского этапа диастрофизма до нео-тектонических движений третичного и четвертичного периодов. Начало детального изучения внутренней тектонической структуры Сибирской платформы было положено работой академика Н. С. Шатского; большое внимание этой проблеме уделил в своих трудах академик А. Д. Архангельский; разработкой отдельных частных вопросов структурного анализа Сибирской платформы занимались геологи Васильев, Зайцев, Одинцов, Оффман, Туголесов, Ситников и многие другие. В настоящее время, благодаря обширному новому материалу, собранному за последнее десятилетие в процессе геолого-съёмочных, поисковых, разведочных и геофизических работ, а также математических исследований, появилась возможность значительно обоснованнее представить и геологическую структуру Сибирской платформы и основные закономерности размещения месторождений полезных ископаемых внутри этой структуры, чем это было возможно ранее. Следует подчеркнуть, что образование месторождения полезных ископаемых, как известно, представляет собой функцию сложных геологических процессов, включающих седиментацию и последующие преобразования осадочных толщ, вплоть до их метаморфизма; тектонические процессы, которые, с одной стороны, направляют ход седиментации, а с другой — создают благоприятные (или неблагоприятные) структуры для вторичной концентрации или преобразования полезных ископаемых (например, залежей нефти и газа, месторождений ископаемых углей и др.); магматические процессы в самом широком значении этого термина, включая гидротермальные образования и явления взаимодействия магм и их выделений с вмещающими породами. Совершенно очевидно, что в краткой статье нет возможности дать подробный обзор всех этих сложных многократно повторяющихся и взаимонакладывавшихся процессов, протекавших на обширной территории в течение длительного геологического периода. Это вынуждает автора предложить схематизированный историко-геологический анализ развития структуры Сибирской платформы, поскольку, с точки зрения автора, именно структурное развитие платформы в целом и отдельных ее частей управляло формированием месторождений полезных ископаемых, и современное распределение их на Сибирской платформе есть функция

этого развития. Для уяснения взглядов автора на современную структуру Сибирской платформы ниже излагается предлагаемая им схема структуры платформы.

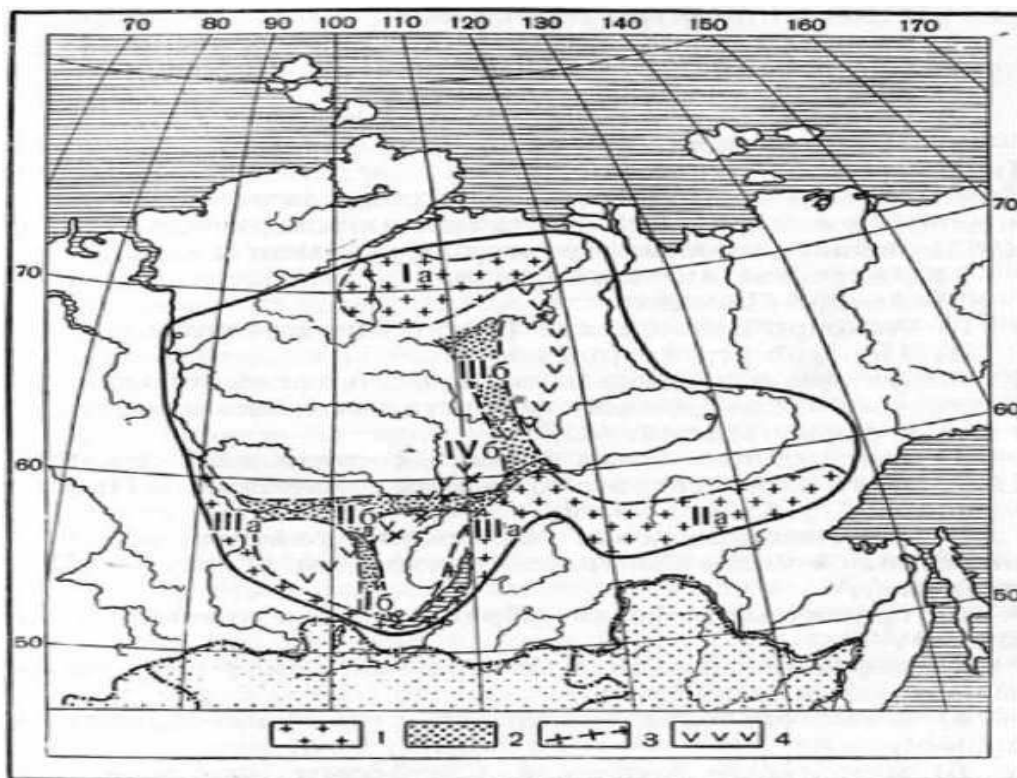


Схема тектонического строения Сибирской платформы

1 — антеклизы I порядка, выводящие докембрийский фундамент на поверхность земли; **2** — антеклизы II порядка, не выводящие или почти не выводящие докембрийский фундамент на поверхность земли, или нерасшифрованные структуры фундамента; **3** — Непский структурный шов; **4** — юго-восточная и восточная граница Тунгусской структурно-вулканической области

А н т е к л и з ы I порядка: Ia — Анабаро-Оленекская; IIa — Алдано-Олекминская; IIIa — Саяно-Байкальская
А н т е к л и з ы II порядка: Ib — Ангарская; IIb — Ангари-Ленская; IIIb — Ангари-Патомская; IVb — Непский структурный шов

Антеклизы I порядка, выводящие докембрийский фундамент на поверхность земли на обширных площадях:

- 1) Анабаро-Оленекская система;
- 2) Алдано-Олекминская сложная краевая антеклиза;
- 3) Саяно-Байкальская сложная краевая антеклиза (включая Енисейский кряж).

Антеклизы II порядка, не выводящие или почти не выводящие докембрийский фундамент на поверхность земли, или нерасшифрованные структуры фундамента:

- 1) Ангарская антеклиза;
- 2) Ангари-Ленская;
- 3) Анабаро-Байкальская (Батуобьинский вал);
- 4) Непский структурный шов.

Структурные элементы осадочного чехла платформы различного геологического возраста, имеющие преимущественно форму впадин:

- 1) нижнепалеозойская (кембро-ордовикская) впадина Иркутского амфитеатра с краевыми прогибами — Присянским и Прибайкальским;
- 2) нижнепалеозойская (кембро-силурийская) впадина центральной части Сибирской платформы (Тунгусско-Вилуйская);
- 3) среднепалеозойская (Приенисейская краевая синеклиза);
- 4) верхнепалеозойская Ангари-Тунгусская внутриконтинентальная депрессия;

- 5) пермотриасовая Тунгусская структурно-вулканическая область;
- 6) мезозойские депрессии платформы (юрские и юрко-меловые) — Лено-Вилуйская, Вилуйско-Тунгусская, Иркутско-Канская и др.;
- 7) краевые впадины мезокайнозойского возраста — Хатангская, Западно-Сибирская;
- 8) мелкие внутренние кайнозойские структуры у окраин Саяно-Байкальского свода.

Структурная схема поясняет распределение на платформе перечисленных выше основных ее структурных элементов.

Далее попытаемся показать, что дает историко-геологический анализ развития указанных структурных форм для понимания закономерностей формирования и современного распределения месторождений полезных ископаемых на Сибирской платформе.

Антеклизы I порядка

Формирование месторождений полезных ископаемых в пределах антеклиз I порядка, внутренняя структура которых представляет собой мозаику архейских и протерозойских блоков, находящихся между собой в сложных отношениях, явилось следствием как геологических процессов, протекавших в докембрии, так и результатом более поздних — палеозойских и мезозойских тектоно-магматических и седиментационных циклов, протекавших в постгеосинклинальных условиях.

Стратиграфия и внутренняя структура докембрия окраинных частей Сибирской платформы еще очень плохо изучены, поэтому о генетической связи отдельных типов месторождений с определенными стратиграфическими или магматическими комплексами во многих случаях можно говорить только предположительно.

Не подлежит сомнению богатство докембрийских пород в пределах антеклиз железными рудами различного геологического возраста и происхождения. Железное оруденение связано как с архейскими комплексами (Алдан), так и с протерозоем (Сосновый Байц, Енисейский кряж). Область Саяно-Байкальской и Алдано-Олекминской антеклиз, несомненно, представляет собой потенциально крупнейшую железорудную провинцию, и полное раскрытие ее ресурсов представляет одну из ближайших задач геологической службы.

Наряду с железными рудами эта область в значительной части является марганценосной. Марганцевое оруденение в настоящее время констатировано в протерозойских отложениях, возможно и в археозойских породах Байкальской горной области и Восточного Саяна; с марганценосностью коренных пород связаны, надо полагать, вторичные проявления марганца, широко известные в Прибайкалье и Присаянье. Марганцевых месторождений промышленного типа в настоящее время еще не обнаружено, но потенциальная марганценосность южных антеклиз Сибирской платформы не подлежит сомнению.

Надо предполагать, что докембрийские отложения Анабаро-Оленекской антеклизы также несут железное и марганцевое оруденение. Геологические исследования последних лет, по-видимому, подтверждают это предположение.

С метаморфическими комплексами докембрия связаны также проявления медного оруденения значительного масштаба (Удоканское месторождение) и совершенно еще не изученные, пользующиеся широким распространением месторождения высокоглиноземистых минералов, в первую очередь дистена и силлиманита.

Давно установлена широко распространенная золотоносность докембрия в антеклизах I порядка. Часть золоторудных месторождений в этих структурах имеет более молодой возраст, но первичная золотоносность протерозойских пород Байкальской горной области и диафторированных архейских пород (гнейсоиды) на

юге Алданского массива не подлежит сомнению. Широкие исследования для открытия коренных золоторудных месторождений и выявления общих закономерностей распространения золотого оруденения докембрия представляют собой важную задачу геологической службы на ближайшее время. Пока можно лишь предположить, что главную роль в золотой минерализации докембрия сыграл протерозойский (Саяно-Становой) тектономагматический цикл.

Антеклизы I порядка Сибирской платформы несут в своей совокупности едва ли не самую крупную в мире пегматитовую провинцию. Характерной особенностью ее является разнообразие пегматитов по геологическому возрасту, генетическим особенностям и типам минерализации, а следовательно, и комплексу полезных ископаемых.

Наряду с мусковитоносными пегматитами, вероятно, нижнепротерозойского возраста в Мамско-Чуйском, Жуинском, Бирюсинском пегматитовых полях и в Южно-Енисейском крыже, а также в Анабарском массиве во многих районах в последние годы выявлены пегматиты с редкометальным оруденением. Возрастные и генетические отношения между этими типами пегматитов не установлены. Наряду с представлением о более молодом (рифейском или раннекаледонском) возрасте редкометальных пегматитов некоторые геологи полагают возможным объединить мусковитоносные и редкометальные пегматиты в едином цикле, допуская для них лишь фациальные и фазовые различия.

Архейские блоки внутри антеклиз I порядка несут и крупные флогопитовые месторождения, связанные с метасоматическими процессами в магнезиальных известняках архея (Алдан, Слюдянка, Анабарский массив).

Наконец, с архейскими протерозойскими отложениями связываются крупные месторождения химически чистых известняков, магнезитов, талька, выявление которых, по существу, только лишь начато.

Верхние члены разреза протерозойских отложений, сформированные в условиях субгеосинклинального режима, несут своеобразный комплекс чисто седиментационных месторождений.

К числу последних должны быть отнесены месторождения бокситов (например, Боксонское) и фосфоритов (Прибайкальские). Следует отметить сочетание с фосфором и некоторых других элементов. Детальное изучение осадочных отложений «байкальского» возраста, с точки зрения их бокситоносности, фосфоритоносности и других типов минерализации в пределах окраинных антеклиз платформы, представляет собой одну из важнейших задач геологических организаций.

Выше мы указывали на участие в формировании месторождений полезных ископаемых в антеклизах I порядка геологических процессов палеозойского и мезозойского возраста. Эти процессы были выражены, во-первых, глыбовыми движениями по древним тектоническим швам, глубоким разломом в антеклизах, а во-вторых — проникновением в древние структуры магм и появлением соответствующей минерализации. По-видимому, наибольшее значение для южной зоны окраинных антеклиз платформы имели нижнепалеозойский (каледонский) и мезозойский (киммерийский или яньшанский) тектоно-магматические циклы. Как установлено, каледонские интрузии, несомненно, проникают глубоко в пределы Байкальской горной страны (Бодайбинский и другие районы). Поэтому некоторые геологи связывают с ними редкометальное (молибден) и полиметаллическое оруденение. Наряду с каледонскими интрузиями, принадлежащими, вероятно, ранним фазам цикла, антеклизы I порядка южной окраины Сибирской платформы были захвачены и яньшанским (верхоянским) тектоно-магматическим циклом, который выразился глыбовыми движениями по древним тектоническим швам и внедрением щелочных и субщелочных интрузий, преимущественно малых, а также

развитием даек. Классическим примером древней структуры, охваченной мезозойским тектогенезом, является Алданский массив с золотоносными субщелочными интрузиями. В настоящее время установлено присутствие мезозойских интрузий и в Восточном Саяне, следовательно, мезозойский вулканизм имеет региональное значение для южной окраины Сибирской платформы.

Распространение мезозойского вулканизма на древние структуры краевых антеклиз имело следствием обогащение металлогении охваченных им территорий преимущественно проявлением золотого и редкометального оруденения (вольфрам, молибден, олово) и, возможно, низкотемпературного оруденения (ртуть).

Следует отметить, что с мезозойским тектогенезом связано формирование юрских континентальных толщ в тектонических впадинах, заложенных на древних антеклизах (Алдан, Байкальская горная область, Восточный Саян). В некоторых случаях (Алдан) юрские отложения тектонических депрессий обладают высокой угленосностью (Чульманские месторождения коксующихся углей); помимо того, юрские отложения могут оказаться вмещающими россыпные месторождения золота, ильменита и некоторые другие. В известной мере эти процессы повторились в третичном периоде в зоне Байкальских впадин.

Следует отметить, наконец, что с первой половиной мезозоя связано внедрение в тело Сибирской платформы ультраосновных магм с алмазоносными кимберлитами. Распространение последних не ограничивается внутренней частью Сибирской платформы, но охватывает, по крайней мере, частично и антеклизы I порядка Анабарский и Алданский массивы.

Таким образом, для антеклиз I порядка можно наметить в общих чертах следующие основные закономерности размещения месторождения полезных ископаемых и металлогенические (и минерогенические) эпохи.

I. Определенные типы полезных ископаемых, генетически связанные с отдельными формациями докембрия, в своем пространственном распространении подчинены структуре докембрийского фундамента, в частности, пространственному размещению в ней относительно поднятых архейских блоков и зон погружения, занятых протерозойскими образованиями.

II. Наряду с этим размещение эндогенных месторождений в пределах антеклиз в значительной степени подчинено мощным зонам разломов. Эти зоны неоднократно обновлялись в ходе тектонического развития платформы, вплоть до мезозойской и кайнозойской эр. Они контролировали распространение интрузий, внедрявшихся в глыбовые структуры докембрийского фундамента, и, следовательно, пространственное распространение связанных с этими интрузиями рудных месторождений.

В настоящее время можно предположительно выделить следующие главнейшие металлогенические и минерогенические эпохи:

1. Архейская, в ходе которой сформировались месторождения железных руд, флогопита, силлиманитовых сланцев, химически чистых мраморов, графита; было проявлено слабое редкоземельное оруденение.

2. Нижне- и среднепротерозойская, которой образованы крупнейшая пегматитовая провинция с разнообразными по минерализации пегматитами, месторождения железа, магнезита и талька, марганцевое и медное оруденение.

3. Байкальская (рифейская) эпоха с золотым оруденением, редкометальными пегматитами, полиметаллическими рудами и формированием осадочных месторождений бокситов, фосфоритов; со слабым марганцевым оруденением, карбонатитами.

4. Каледонская эпоха, проявленная более ранними (салаирскими) фазами в юго-восточной окраине платформы и более полно — в юго-западной. С этой эпохой

предположительно связываются некоторые полиметаллические и золоторудные месторождения, молибденовое оруденение, интрузии нефелиновых сиенитов в Восточном Саяне.

5. Герцинская металлогеническая эпоха; вероятно, имела значение лишь для юго-западной части Саяно-Байкальской антеклизы.

6. Индосинийская металлогеническая эпоха в антеклизах I порядка проявилась ультраосновными интрузиями с кимберлитами в Анабарском и Алданском массивах.

7. Яньшаньская (верхоянская) эпоха, создавшая крупные месторождения золота и редкометальное оруденение, с формированием угольных месторождений и, возможно, древних россыпных месторождений золота, титановых минералов и других бокситовых месторождений и железорудных месторождений коры выветривания.

Антеклизы II порядка

Антеклизы II порядка, представляющие собой элементы скрытой (погребенной) структуры докембрийского фундамента внутренних районов платформы, оказывают влияние на размещение месторождений полезных ископаемых в осадочном покрове платформы, поскольку ими определяются распространение тех или иных фаций осадочных толщ или характер структур покрова.

В частности, Ангарская сложная антеклиза, формирование которой, по-видимому, синхронно отложению осадков алданского яруса нижнего кембрия в Иркутском амфитеатре, разделяет последний на два прогиба — Прибайкальскую и Присаянскую впадины и, в известной степени, влияет на структурные формы кембрийской толщи, в которой куполовидные структуры тяготеют к периферии антеклизы. Это, в свою очередь, должно иметь непосредственное значение для размещения нефтяных и газовых залежей в кембрийской толще, а также залежей солей.

Ангаро-Ленская антеклиза, включающая в себя и выступ Чадобецкой глыбы, отделяет кембро-силурийскую впадину Иркутского амфитеатра от кембро-силурийской впадины центральной части Сибирской платформы и создает некоторые различия в ходе седиментации ордовикских осадков в указанных впадинах.

Анабаро-Патомская антеклиза, сформированная в юрском периоде, отделяет Вилюйскую впадину, выполненную угленосными юрскими отложениями, от Вилюйско-Тунгусской, где юрские отложения практически не содержат месторождений угля.

Непский структурный шов представляет собой зону резко выраженных гребневидных антиклинальных складок, субпараллельную очертаниям края Байкало-Патомского сводового поднятия. По-видимому, формирование этой зоны в ее настоящем виде связано с нарушениями фундамента, проявившимися в ходе его общей деформации при образовании Байкало-Патомского сводового поднятия. Складки Непского структурного шва несут многочисленные выходы соленых источников, в том числе с повышенными содержаниями калия.

Следует заметить, что геофизические исследования последних лет обнаружили значительную сложность структуры фундамента во внутренних районах платформы. Весьма вероятно, что особенности погребенной структуры фундамента значительно влияют на пространственное размещение железорудных месторождений Ангаро-Илимского типа и алмазоносных кимберлитов, но состояние материала пока не позволяет расшифровать характера погребенных структур фундамента и степень влияния их на размещение железорудных месторождений и алмазных проявлений. Можно предположить, что определенную роль в проникновении в осадочный покров платформы кимберлитов и диатрем с магнетитовым оруденением играют зоны

нарушений кристаллического фундамента, локализующиеся в сочленениях поднятий и впадин фундамента.

Структурные элементы осадочного чехла

Формирование осадочного покрова внутренних районов платформы и последующее возникновение в нем тех или иных структурных форм сопровождалось образованием весьма разнообразного комплекса полезных ископаемых.

Основные нижнепалеозойские структуры представлены двумя обширными пологими депрессиями, осложненными более мелкими структурами высших порядков.

Этими основными структурами осадочного покрова являются впадины Иркутского амфитеатра и расположенная севернее ее обширная впадина центральной части Сибирской платформы.

Процесс седиментации нижнепалеозойских толщ в тон и другой впадинах был существенно отличен. Занимающая окраинный выступ Сибирской платформы впадина Иркутского амфитеатра обладала менее устойчивым режимом, была подвержена более частым и интенсивным колебательным движениям и в конце ордовика и самом начале силура уже навсегда освободилась от моря. Это привело к появлению в разрезе нижнего палеозоя Иркутского амфитеатра довольно многочисленных перерывов, из которых наиболее значительный и регионально распространенный приходится на вторую половину нижнего кембрия, к сокращению в Иркутском амфитеатре силурийских отложений и к широкому распространению лагунных отложений и осадков типа коры выветривания. Нижнепалеозойская впадина центральной части Сибирской платформы обладала более устойчивым режимом эпиконтинентального морского бассейна, сохранявшимся и в силуре, в результате чего разрез нижнего палеозоя в ее пределах является более полным, лагунные фации менее распространены и силурийские осадки в карбонатных фациях сохранились на значительной территории.

Одним из важнейших процессов формирования полезных ископаемых в ходе нижнепалеозойской седиментации и последующей геологической жизни нижнепалеозойского осадочного покрова явился процесс нефтеобразования.

В настоящее время установлены региональная нефтеносность и газоносность нижнепалеозойских пород осадочного покрова Сибирской платформы.

В Иркутском амфитеатре проявления нефтегазонасности полностью локализованы в нижней части разреза нижнего кембрия — в алданском и низах ленского ярусов и не распространены по разрезу выше регионального перерыва, охватывающего верхнюю часть нижнего кембрия. Во впадине центральной части Сибирской платформы нефтеносность имеет большое вертикальное распространение по разрезу и охватывает всю кембрийскую систему и низы ордовика. На склоне Алданского щита, где отложения ордовика и силура смыты, нефтеносными оказываются, как и в Иркутском амфитеатре, нижекембрийские отложения.

Вопрос о промышленном значении нефтегазонасности нижнепалеозойских отложений Сибирской платформы, не решенный окончательно, имеет громадное практическое и научное значение.

Во впадине центральной части платформы, где, благодаря трудной доступности ее внутренних районов для тяжелых работ, объем глубокого бурения пока еще очень невелик, в настоящее время трудно говорить о связи проявления нефтегазонасности с локальными структурами. По имеющимся в распоряжении автора материалам, наиболее интенсивные проявления нефтеносности тяготеют к южному и юго-восточному склонам Анабаро-Оленекской антеклизы и, отчасти, — к Приенисейской краевой синеклизе. В Иркутском амфитеатре, сравнительно лучше

изученном, можно считать предположительно установленным тяготение нефтепроявлений к Прибайкальскому и Присяянскому краевым прогибам и концентрацию нефти и газа в куполовидных структурах на периферии Ангарской антеклизы.

Наряду с нефтью нижнепалеозойские отложения Сибирской платформы вмещают крупнейший в мире соленосный бассейн, охватывающий всю территорию впадины Иркутского амфитеатра и, частично, южную периферию впадины центральной части платформы (Кемпендйя, Подкаменная Тунгуска). При региональном распространении галититов мощностью в сотни метров в нижнем кембрии Иркутского амфитеатра проявления калиеносности (по соляным источникам и одиночным буровым скважинам) локализуются в отдельных районах Присяянского и Прибайкальского прогибов, а также Непского структурного шва. В настоящее время нет возможности определить какую-либо связь проявлений калиеносности с локальными структурами осадочного покрова. Раскрытие этих связей наряду с выяснением перспектив Иркутской соленосной провинции по бром, йоду и некоторым другим ценным элементам является наравне с решением проблемы нефтегазоносности одной из важнейших задач геологического изучения Сибирской платформы.

Лагунные отложения нижнего палеозоя содержат также месторождения гипса и ангидрита, а также осадочных медных руд. Из них первые имеют широкое горизонтальное и вертикальное распространение в кембрии впадины Иркутского амфитеатра и в силуре центральной впадины платформы, тогда как вторые явно тяготеют к Прибайкальскому краевому прогибу. Крупное промышленное значение месторождения гипса на юге Иркутского амфитеатра установлено, но промышленная ценность осадочных медных руд в настоящее время остается невыясненной. Совершенно недостаточно изучены отложения коры выветривания, фиксирующие перерыв между карбонатными породами ленского яруса нижнего кембрия и верхнекембрийскими осадками в Иркутском амфитеатре. Эти отложения, несомненно, заслуживают геологического освещения с учетом их возможной бокситоносности.

Среднепалеозойская краевая синеклиза, контуры которой фиксируются по распространению в западной части платформы девонских (морских и континентальных) и нижнекаменноугольных отложений, еще совершенно не изучена как определенный структурный элемент Сибирской платформы, и пока нельзя назвать какие-либо полезные ископаемые, генетически связанные с этим этапом структурного развития платформы и с накоплением среднепалеозойских осадков.

Ангаро-Тунгусская внутриконтинентальная депрессия верхнепалеозойского возраста охватывает как собственно Тунгусский бассейн, так и впадину Канского бассейна на юго-западе Сибирской платформы. Формирование осадочного покрова Ангаро-Тунгусской депрессии охватило период от среднего карбона до верхней перми включительно.

Ведущим процессом в образовании месторождений полезных ископаемых при накоплении осадков явилось грандиозное по масштабам угленакпление, сопровождавшееся образованием и некоторых других полезных ископаемых (в частности, каолинов). Внутри Ангаро-Тунгусской депрессии по структурным особенностям, интенсивности угленакпления и степени углефикации углей различаются три различные области:

1. Приенисейская мульда, имеющая субгеосинклинальные черты в структуре и истории своего развития.
2. Периферическая часть (южная и восточная) Тунгусского бассейна.
3. Канско-Тасеевская впадина.

Наиболее угленасыщенными являются верхнепалеозойские отложения Приенисейской мульды, содержащие и наиболее качественные угли — каменные и спекающиеся. Периферическая часть Тунгусского бассейна имеет пониженную угленосность, и степень углефикации углей здесь значительно ниже; распространением пользуются бурые угли и переходные к каменным. Канско-Тасеевская впадина должна быть признана практически неугленосной.

С угленосными отложениями Приенисейской мульды связаны и крупные месторождения графита контактового происхождения. Графитовые месторождения не распространяются в периферическую часть Тунгусского бассейна, несмотря на постоянное контактирование здесь сибирских траппов с углями. Это явилось результатом иных структурных условий образования графитовых месторождений в Приенисейской мульде по сравнению с периферической частью бассейна.

Месторождения каолинов, сопровождающие угленосные отложения, еще совершенно не изучены и не могут быть оценены. Открытым остается вопрос и о возможной бокситоносности разреза верхнепалеозойских отложений. В этом отношении, безусловно, внимания заслуживают отложения коры выветривания в основании верхнепалеозойских пород, а также отложения, сопровождающие частные перерывы осадконакопления внутри верхнепалеозойской серии.

Тунгусская структурно-вулканическая область представляет собой такой структурный элемент Сибирской платформы, появление и развитие которого связано не с процессами седиментации, а со сложным тектоно-магматическим циклом, охватившим значительную часть Сибирской платформы в верхнем палеозое и в раннем мезозое.

Основным содержанием процесса формирования Тунгусской структурно-вулканической области явилось в ее пределах внедрение глубинной основной и ультраосновной магмы, а также проникновение магм в верхние слои осадочного покрова и на земную поверхность и связанное с этим образование обширного комплекса полезных ископаемых. На Сибирской платформе процесс этот представляет частное выражение индосинийского тектоно-магматического цикла, играющего заметную роль в структурном развитии Восточном Азии.

Общий ход развития тектоно-магматического цикла в Тунгусской структурно-вулканической области представляется следующим:

Пермь. Подготовительная фаза. Первые незначительные по размерам извержения и мелкие гипабиссальные внедрения.

Триас. Начальная фаза (1). Растяжение и растрескивание земной коры в условиях преобладающих восходящих движений. Образование раскатов и трещинных излияний в наиболее ослабленной зоне, извержения центрального типа и образование пирокластических толщ в остальной части области.

Фаза недифференцированных интрузий (2). Некоторое ослабление движений, сохранение целостности коры, внедрение недифференцированных гипабиссальных пластовых интрузий.

Фаза дифференцированных интрузий базальтоидной магмы (3). Продолжение пульсационных движений. Внедрение дискордантных дифференцированных интрузий, образование диатрем, значительная гидротермальная деятельность.

Фаза ультраосновных интрузий — преддайкавая (4). Поднятие наиболее глубинных магматических масс, образование интрузий ультраосновных и щелочных пород в более ослабленной зоне, образование кимберлитовых диатрем вне этой зоны. Гидротермальная деятельность и автометаморфоз кимберлитов.

Заклучительная фаза цикла — даек и мелких интрузий (5). Заполнение дайками и мелкими недифференцированными интрузиями трещин растяжения последних фаз движения.

Юра. Завершающая фаза. Внедрение отдельных даек и мелких интрузий в краевых частях вновь заложённых юрских депрессий.

Можно наметить как общие черты пространственной локализации проявлений вулканизма, так и генетические связи с отдельными фазами его полезных ископаемых.

Первая фаза цикла проявилась трещинными излияниями и формированием лавовых толщ в северо-западной части Сибирской платформы и извержениями центрального типа в относительно небольшой еще периферической части, окружающей наиболее нарушенную зону. Вторая фаза характеризуется широким охватом всей центральной и западной частей платформы. Третья фаза проявлена локально, в связи с конкретными тектоническими условиями отдельных районов. Наиболее полно она выражена на северо-западе, менее интенсивно, но заметно — в восточной и юго-восточной части области. Диатремы этой фазы тяготеют к восточной и юго-восточной периферии. Четвертая фаза проявлена интрузиями на северо-западе, диатремами в восточной и юго-восточной частях Тунгусской структурно-вулканической области.

С первой фазой, преимущественно с лавовой толщей, связана карбонатная минерализация, давшая ряд месторождений исландского шпата.

Генетические связи месторождений исландского шпата, развитых среди пирокластических пород, менее ясны; вероятнее предположить связь их с гидротермальной деятельностью третьей фазы.

Вторая фаза, благодаря слабой дифференциации магмы, наиболее бедна металлогенически, т. е. практически безрудная. Третья фаза несет основную массу полезных ископаемых.

Магматическая дифференциация дала стратифицированные интрузии Норильского месторождения с медно-никелевыми сульфидными рудами и платиной. Наряду с этим типом оруденения следует считать возможным нахождение стратифицированных интрузий с накоплением титансодержащих минералов — ильменита и титано-магнетита.

Третья фаза дает и богатый комплекс гидротермального оруденения. При этом сульфидная минерализация с медью, никелем и платиной, а также с золотом распространена преимущественно от северо-западной части Тунгусского бассейна до его центра, а в юго-западной части бассейна развито полиметаллическое, свинцово-цинковое оруденение.

Гидротермальные проявления магнетитового оруденения в диатремах образуют широкую зону в восточной части Тунгусской структурно-вулканической области — Ангаро-Вилуйский железорудный пояс; во внутренней части области есть отдельные рудные узлы (Илимпейский и др.). С третьей фазой связаны карбонатная (исландский шпат) минерализация, жильные проявления сидерита, барита и целестина и своеобразные ахтарандито-гроссуляровые скарны.

Четвертая фаза, представленная ультраосновной магмой, также несет богатый комплекс полезных ископаемых. Среди них, прежде всего, должны быть названы алмазы, коренные месторождения которых связаны с диатремами четвертой фазы. Кроме того, с этой фазой должны быть связаны карбонатиты с соответствующим минеральным комплексом.

Следует заметить, что, с нашей точки зрения, пирокластические толщи, содержащие и осадочные сложения, а также многочисленные частичные перерывы, могут оказаться бокситоносными. Изучение этого вопроса наряду со структурным и металлогеническим анализом Тунгусской структурно-вулканической области представляет серьезную и неотложную научную задачу.

Мезозойские (юрские и юрско-меловые) депрессии Сибирской платформы —

Лено-Вилуйская, Вилуйско-Тунгусская, Иркутско-Канская — также содержат богатый комплекс полезных ископаемых, среди которых первое место должны занять угли; уже разведанные их запасы составляют основную массу топливных ресурсов Восточной Сибири. Нельзя не отметить и того, что значительная часть угленосных площадей даже в южных районах Восточной Сибири еще не разведана, а громадный Лено-Вилуйский угленосный бассейн вообще почти не изучен. Перспективы прироста запасов углей в юрских бассейнах Восточной Сибири, таким образом, громадны. К сожалению, значительную часть углей составляют бурые и каменные угли, а вопрос о нахождении коксующихся углей еще не решен. Наиболее вероятно нахождение месторождений коксующихся углей в зонах предгорных прогибов — в Присянской части Иркутского бассейна и в Приверхоянском краевом прогибе в Лено-Вилуйской впадине. Последние годы дали замечательное открытие залежей горючего газа в мезозойских отложениях Приверхоянского краевого прогиба, что позволяет высоко оценить перспективы этой структуры по газу и нефти.

Помимо углей и газа, юрские отложения Сибирской платформы содержат месторождения каолинов, имеющие крупное промышленное значение в Иркутской области, а также различных строительных материалов. В последние годы появились данные, позволяющие предположительно наметить связь с юрскими отложениями еще некоторых полезных ископаемых. Установлено, что в Якутии континентальные отложения юры могут содержать богатые россыпные месторождения алмазов; выяснено также присутствие алмазов в морских юрских отложениях. Месторождения такого типа могут оказаться имеющими большое промышленное значение и за пределами Якутии. Установлено также повышенное содержание ильменита в юрских отложениях, что позволяет благоприятно оценить перспективы их по россыпным месторождениям титановых руд. Широкое распространение среди юрских осадков отложений коры выветривания позволяет допустить возможность присутствия среди них и бокситов.

В настоящем докладе не рассматриваются полезные ископаемые мезокайнозойских впадин — Хатангской и Западно-Сибирской, так как эти структуры не принадлежат к Сибирской платформе.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА ЕЕ ТЕРРИТОРИИ

Сибирская платформа, имеющая много общего по своему происхождению и строению с другими платформами мира, представляет собой единый тектонический регион, занимающий почти все междуречье Енисея и Лены и бассейн р. Алдан. Со всех сторон она окружена складчатыми системами, закончившими свое геосинклинальное развитие в разное время: на востоке — Верхоянской, на севере — Таймырской, на юге и западе — Байкальской, включающей Енисейский кряж, Туруханскую зону складок, Восточный Саян, Байкальскую горную страну и Становой хребет. Почти всюду платформа от складчатых систем отделяется крупными разломами; поэтому ее границы очерчиваются довольно четко.

История развития, а следовательно, эндогенная и экзогенная минерагения складчатых систем и платформы резко различны.

Поэтому Байкальскую складчатую систему нельзя рассматривать в качестве составной части платформы, как это делают некоторые исследователи.

В изучении платформы принимает участие огромный коллектив геологов, благодаря чему с достаточной полнотой выявились ее геологическое строение, полезные ископаемые и характерные особенности размещения последних. Особенно крупные успехи в изучении платформы были достигнуты за годы Советской власти¹.

Образование и размещение полезных ископаемых какого-либо региона, как и любых минеральных ассоциаций, обуславливается геологическими процессами, под воздействием которых происходит его развитие. Основными из них являются тектонические движения, процессы магнетизма, осадкообразования и метаморфизма, с которыми связано минералообразование. При выявлении закономерностей размещения полезных ископаемых необходимо учитывать два основных момента: а) тектонические движения, тесно связанные с магматическими явлениями, осадкообразованием и метаморфизмом, контролируют распределение полезных ископаемых в пространстве, что находит свое выражение в приуроченности их к определенным тектоническим структурам; б) изменение во времени геологических процессов вызывает изменение минералообразования, что позволяет выделять в каждом регионе эпохи минералообразования, характеризующиеся своими особенностями.

Ю. А. Билибин, развивая эти положения, выделял для геосинклинальных областей пять этапов развития со свойственными им проявлениями магматизма и тектоническими движениями. Каждому этапу соответствует своя минерагеническая эпоха. При этом он считал, что предложенная им схема отражает лишь общий ход развития подвижных поясов и что в каждом отдельном случае она может изменяться. Действительно, дальнейшее изучение складчатых областей показало, что наблюдаются существенные отклонения от этой схемы как в отношении количества этапов развития, так и в отношении проявления магматизма. Для Русской и Сибирской платформ также хорошо устанавливается стадийность в развитии, в которой выделяются два резко различных периода — доплатформенный и платформенный; они же в свою очередь подразделяются на этапы.

¹ Ввиду ограниченного объема доклада ссылки на фамилии геологов и список литературы в нем не приводятся

В первый период, соответствующий архейскому и протерозойскому времени, на месте досинийских геосинклиналей сформировался нижний структурный комплекс, составляющий основание платформы. Во второй период возник верхний структурный комплекс, состоящий из платформенных структур, сложенных осадочно-вулканогенными породами.

Первый период развития платформы из-за слабой изученности нельзя разделить на этапы. Во втором периоде выделяются шесть этапов, характеризующихся возникновением и развитием определенных тектонических структур, составляющих структурный ярус, проявлением или отсутствием магматизма, определенным осадкообразованием, а, следовательно, и определенной эндогенной и экзогенной минерализацией.

По времени они соответствуют: 1) синийскому периоду — первой половине среднего кембрия; 2) второй половине среднего кембрия — первой половине среднего девона; 3) второй половине среднего девона — нижнему карбону; 4) среднему карбону — среднему триасу; 5) юре — верхнему мелу; 6) кайнозой.

Наиболее резко выражены первый, четвертый, пятый и шестой этапы, когда происходили перестройки тектонического плана платформы, обусловившие возникновение ее основных структур.

Во время синия и нижней половины среднего кембрия возникли Алданская, Анабарская, Оленекская антеклизы, Сунтарское поднятие, Прибайкало-Саянский, Березовский, и Приенисейский передовые прогибы, Оленекский прогиб, Катангское и Мунское поднятия и заложилась впадины на месте Тунгусской синеклизы.

Во второй и третий этапы развития Сибирской платформы образования крупных тектонических структур не происходило.

В четвертый этап (средний карбон — средний триас) оформилась в своих очертаниях Тунгусская синеклиза, и возникли Притаймырский передовой прогиб, Тасеевский унаследованный прогиб и Оленекская зона складок.

В следующий этап (юра — мел) образовались Приверхоянский передовой прогиб, Виллюйская синеклиза, Присаянский и Пристановой предгорные прогибы, Хатангский унаследованный прогиб, Лено-Анабарский прогиб и наложенный Ангара-Виллюйский прогиб.

Анализ соотношения платформы и окружающих ее складчатых систем, а также история развития этих регионов показывают, что перестройки тектонического плана платформы совпадали с завершением геосинклинальных процессов в складчатых системах.

После окончания геосинклинального развития Верхоянской складчатой системы платформа вступила в новый этап развития, резко отличный от предыдущих и выражающийся в том, что платформа в целом испытывала поднятие и лишь в отдельных местах происходили погружения, которые привели к образованию неглубоких депрессий внутри платформы и небольших предгорных прогибов по ее окраинам, где происходило накопление континентальных толщ в неогене и отчасти в четвертичное время. К таким прогибам относятся Приохотский и Призападноверхоянский прогибы.

В образовании разрывных нарушений, которые служат путями для проникновения магмы и сопровождающих ее минеральных компонентов, образующих эндогенные месторождения, также намечается определенная закономерность, обусловленная стадийностью в развитии платформы.

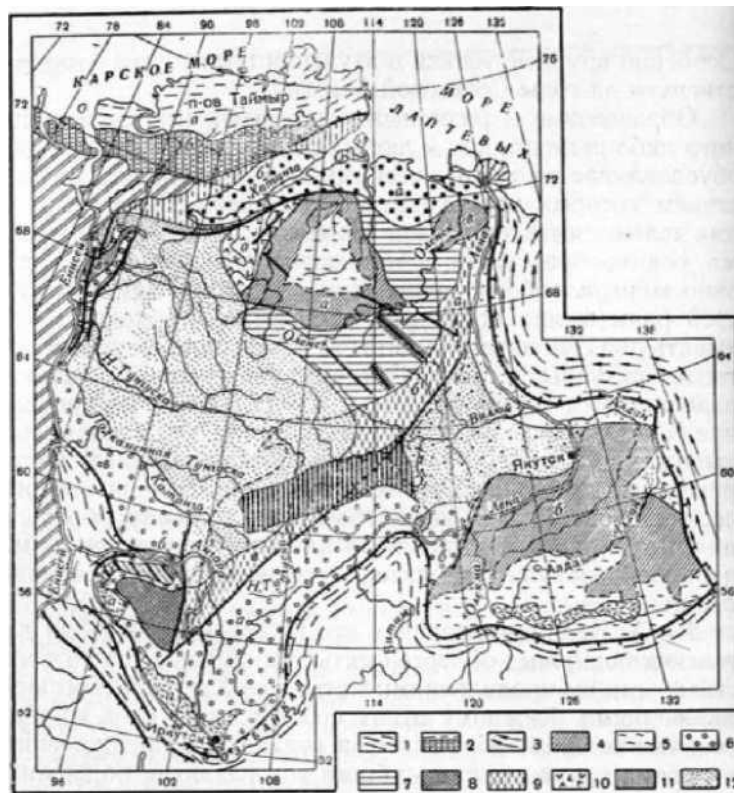


Рис. 1. Схема тектонического районирования Сибирской платформы

1 — Байкальская складчатая система; **2** — Таймырская складчатая система (а); Таймырская складчатая система, прикрытая осадками мезозоя (б); **3** — Верхояно-Чукотская складчатая система; **4** — антеклизы: а — Анабарская, б — Алданская, в — Оленекская; **5** — нижний структурный комплекс (фундамент платформы), обнажающийся в антеклизах; **6** — передовые прогибы первого этапа развития платформы: а — Прибайкало-Саянский, б — Березовский, в — Приенисейский; **7** — Оленекский прогиб; **8** — Чуйское поднятие; **9** — поднятия: а — Мунское, б — Мархинское, в — Катангское; **10** — впадины: а — Котуйская, б — Майская; **11** — зоны складок, лежащие на продолжении входящих углов: а — Ангарская, б — Уринская, в — Хантайско-Рыбнинская; **12** — Тунгусская синеклиза; **13** — Тасеевский унаследованный прогиб; **14** — Притаймырский передовой прогиб; **15** — Приверхоянский передовой прогиб; **16** — прогибы: а — Лено-Анабарский, б — Хатангский; **17** — Вилюйская синеклиза; **18** — предгорные прогибы: а — Присаянский, б — Пристановой; **19** — Ангаро-Вилюйский наложенный прогиб; **20** — структуры Западно-Сибирской синеклизы; **21** — основные зоны разрывов: а — внутриплатформенные; б — краевые; **22** — контур структур нижележащего структурного яруса под вышележащим; **23** — валы: а — Анабаро-Тюнгский, б — Далдынский.

Наиболее ранние тектонические разрывы возникли на платформе в первый этап ее развития. В это время образовалась зона краевых разрывов (надвигов) по границе платформы и Байкальской складчатой системы, а также в ее кристаллическом основании по границам наиболее крупных структур: Катангского поднятия, Прибайкало-Саянского и Приенисейского прогибов, Алданской антеклизы и Березовского прогиба и других, по которым происходило опускание прогибов и накопление в них мощных толщ осадков. В дальнейшем до верхнего палеозоя платформа переживала спокойный этап развития, и новые крупные разрывы не возникали. В следующий этап (верхний палеозой — нижний триас) усилились движения по старым разломам в фундаменте, что привело к образованию Ангаро-Вилюйской зоны расколов, прослеживающейся в северо-восточном направлении от Восточных Саян до Мунского поднятия, и Ангаро-Катангской, которая в районе Братска пересекает Ангаро-Вилюйскую зону и уходит на северо-запад в бассейн р. Подкаменной Тунгуски и Чуни; к этой зоне разрывов приурочено Чадобецкое поднятие. Многочисленные разрывные нарушения прослеживаются вдоль северо-восточного борта Тунгусской синеклизы. Одни из них приурочены к Анабаро-Тюнгскому валу, другие — к борту Тунгусской синеклизы. Эта полоса разрывных нарушений шириной до 300 км прослеживается в

северо-западном направлении от верховьев рр. Тунги, Мархи и Линды через Анабарскую антеклизу в бассейн р. Котуи. В ней линейные зоны, образованные разрывами большой протяженности, чередуются с участками, разбитыми небольшими разрывами, ориентированными в различных направлениях.

Кроме указанных, намечаются еще три зоны разрывов. Одна прослеживается в широтном направлении по северному краю Анабарской антеклизы, вторая — вдоль ее западного борта, почти в меридиональном направлении. Третья зона разрывов — Чаро-Ленская — проходит параллельно Ангаро-Вилуйской, по границе Алданской антеклизы и Березовского прогиба.

Внутри Тунгусской синеклизы огромное количество мелких различно ориентированных разрывов наблюдается в ее южной части.

К разрывным нарушениям четвертого этапа развития платформы приурочены многочисленные дайки и мелкие массивы траппов, а в бассейне р. Котуи — дайки щелочных пород. В зоне разрывов расположена также Сабыда-Гулинская интрузия, а к югу от нее — мелкие массивы щелочно-ультраосновных пород.

В юрско-меловое время образование разрывных нарушений происходило на Алданской антеклизе и в восточной части платформы, примыкающей к Приверхоянскому прогибу. Особенно многочисленны разрывы в южной части Алданской антеклизы, на границе с Байкальской складчатой системой, причем и здесь только часть разрывов возникла вновь, большинство же образовалось еще в протерозое и в начале палеозоя; в морское и меловое время по ним лишь возобновились движения.

С этими разрывами связаны щелочные интрузии Алданского щита.

Перечисленные выше складчатые и разрывные тектонические структуры являются основными геологическими регионами, к которым приурочены эндогенные и экзогенные месторождения полезных ископаемых. Ниже дается общий обзор полезных ископаемых и закономерностей их размещения в зависимости от тектонических структур и времени образования.

Как уже отмечалось, в развитии платформы выделяются два периода. Во время первого периода, включающего архейскую и протерозойскую эры, на месте Сибирской платформы располагалась геосинклиналь, границы которой выходили далеко за пределы платформы. Выделить структурно-фациальные зоны в этой геосинклинали можно только на отдельных участках. Полезные ископаемые, приуроченные к архейским толщам, наиболее хорошо изучены на Алданской антеклизе, где известны промышленные месторождения. На Алданской антеклизе установлены лишь рудные проявления. По генезису месторождения делятся на две группы. Одни из них образовались в процессе накопления осадков и наложившегося позднее метаморфизма, другие — относятся к метасоматическим и гидротермальным. К первой группе относятся месторождения типа железистых кварцитов, силлиманита и корунда, приуроченные к верхнеалданской свите иенгрской серии и верхнетимптонской свите. Наличие железистых кварцитов весьма вероятно среди архейских образований и в тех районах платформы, где эти образования прикрыты осадочным покровом; в случае их обнаружения на небольшой глубине они будут интересны в промышленном отношении. В связи с этим особого внимания заслуживает характер магнитных аномалий, выявляемых при магнитных съемках на платформе.

Ко второй группе полезных ископаемых относятся железо, флогопит, горный хрусталь, тесно связанные в своем распространении с составом вмещающих пород.

Месторождения флогопита приурочены к федоровской свите иенгрской серии. Флогопитом обогащены также породы джелтулинской серии. В обоих случаях флогопитоносные породы — диопсидовые и диопсид-скаполитовые сланцы —

пород этого возраста. Наличие интрузивных пород, рвущих верхний протерозой на Оленекской антеклизе, указывает на то, что на платформе весьма вероятны полезные ископаемые, образовавшиеся в это время в результате магматических проявлений и связанных с ними процессов минерализации.

Второй период развития Сибирской платформы, начавшийся с синийского времени, резко отличается от первого по условиям образования полезных ископаемых. Это — время погружения кристаллического основания под уровень моря и формирования осадочно-вулканогенного покрова платформы.

На протяжении первого этапа этого периода (синий — нижняя половина среднего кембрия) закончили свое развитие передовые прогибы, возникшие в связи с образованием Байкальской складчатой системы, и впадины в центральных частях платформы, где накапливались мощные толщи карбонатных, соленосных и, отчасти, терригенных пород. Магматическая деятельность в этом этапе проявилась очень слабо и на ограниченных участках. Это обусловило специфический комплекс полезных ископаемых, из которых основными являются соли и нефть. Полезных же ископаемых, связанных с магматической деятельностью, пока не обнаружено.

В синийских отложениях установлены лишь проявления полезных ископаемых в виде битумов, отпечатков кристаллов галита и прослоев гипса. Наличие последних дает основание предполагать, что в синийское время могли образоваться скопления соли в лагунных бассейнах в центральных частях платформы и в передовых прогибах.

Учитывая, что синийские отложения на Сибирской платформе по условиям залегания и по степени метаморфизма не отличаются от кембрийских и что органический мир этого времени был богат и разнообразен, есть основание предполагать возможную нефтеносность синийских отложений и образование в них залежей нефти в благоприятных тектонических структурах. На это же указывает наличие битумов в синийских отложениях и присутствие жидкой нефти в самых нижних горизонтах кембрия. Поэтому при проведении на платформе поисковых работ на нефть нельзя из них исключать синийский комплекс.

К отложениям нижнего кембрия на Сибирской платформе приурочены залежи соли. Накопление соли происходило в передовых прогибах и во внутренних впадинах в центральных частях платформы, где создавались полузамкнутые бассейны. Присутствие мощных залежей солей доказано во всем Прибайкало-Саянском прогибе. Обильные соляные источники по р. Подкаменной Тунгуске, в районе оз. Ессей, по р. Воеволи и в других местах указывают на то, что в Приенисейском прогибе, в Ессейской впадине, и в бассейне нижнего течения р. Нижней Тунгуски в отложениях нижнего кембрия также существуют залежи солей. По площади, занятой соленостями формациями нижнего кембрия, и мощности солей Сибирская платформа является одним из крупнейших соленосных бассейнов мира. Соленые залежи в основном сложены галитом, но изучение химического состава подземных вод дает основание предполагать в них наличие калийных солей, хотя последние еще не обнаружены. Подземные воды содержат также повышенное количество брома и йода. Кроме галита, к соленосным формациям нижнего кембрия приурочены залежи ангидрита и гипса.

Отложения нижнего кембрия платформы являются перспективными на нефть, что подтверждается многочисленными признаками нефтеносности в виде битумов, наблюдающихся по всему разрезу и на всей площади развития нижнего кембрия, газопроявлений и жидкой нефти, обнаруженных в нескольких буровых скважинах.

Нижнекембрийские отложения перспективны на нефть и по гидрохимическим показателям. Наиболее благоприятными районами в отношении возможного обнаружения промышленных залежей нефти в нижнем кембрии следует признать

Прибайкало-Саянский передовой прогиб, Катангское, Чунское и Сунтарское поднятия, особенно их склоны, обращенные в сторону прогибов, и южный склон Анабарской антеклизы. Заслуживают внимания также бассейн нижнего течения р. Нижней Тунгуски и бассейн р. Бахты, где известны куполовидные структуры.

Во второй и третий этапы (от среднего кембрия до нижнего карбона) развитие Сибирской платформы протекало спокойно. В это время происходило лишь усложнение крупных структур, возникших ранее. Осадки накапливались в мелководных морях с часто меняющейся береговой линией при теплом и жарком климате, что обусловило отложение карбонатных и красноцветных пород, часто загипсованных. Магматической деятельности в это время не проявлялось.

Гипсы и загипсованность пород отмечаются в верхнем кембрии Прибайкало-Саянского и Березовского прогибов; в нижнем, среднем и верхнем ордовике бассейна р. Мойеро и к востоку от него; в верхнем силуре и нижнем девоне — по западной и восточной окраинам Тунгусской синеклизы и в нижнем карбоне — на Оленекской антеклизе.

В среднем ордовике на огромной части платформы происходило образование фосфоритов, приуроченных в основном к верхней половине криволуцкого яруса. Фосфориты встречаются в виде галек, обломочных и оолитовых зерен, включенных в породу, и фосфатизированных раковин. Некоторые горизонты в отдельных местах обогащены фосфоритами до промышленных концентраций.

В северной части платформы, в бассейне р. Хатанги в нижнем девоне, известны соли, отлагавшиеся в полузамкнутом бассейне. Мощность соляных залежей неизвестна, но, судя по тому, что соль образует штоки, прорывающие все вышележащие отложения, вплоть до меловых, она должна быть значительной.

Изучение битуминозности отложений среднего и верхнего кембрия, ордовика, силура, девона и нижнего карбона платформы показало незначительное содержание в них битумов. Отрицательные данные по нефтеносности этих отложений получены и при изучении состава подземных вод. Но эти результаты нельзя считать окончательными, так как изучение велось в недостаточном объеме и в районах, где отложения верхнего и среднего палеозоя в течение длительного времени подвергались процессам выветривания. Условия же, в которых происходило их накопление, должны были способствовать образованию нефти. Наиболее перспективными в отношении нефтеносности следует считать районы, в которых эти отложения прикрыты более молодыми образованиями. Это северная окраина Сибирской платформы, бассейн р. Хатанги и Вилуйская синеклиза.

Из рудных полезных ископаемых второго этапа развития Сибирской платформы известна медь. Медное оруденение в виде медистых песчаников, приуроченных к верхней части верхнего кембрия, распространено в бассейне р. Лены от д. Жигалово до р. Витим. Медистые песчаники залегают в виде линзовидных прослоев мощностью до 22 м; содержание меди в них незначительное.

Следующий этап в развитии Сибирской платформы, совпадающий по времени со средним карбоном — средним триасом, характеризуется условиями, резко отличными от более ранних этапов. На большей части платформы в это время происходило накопление континентальных отложений, и лишь в прогибах на ее северной окраине осадки отлагались в условиях прибрежной зоны и неглубокого моря. Влажный и более холодный климат по сравнению с предыдущей эпохой способствовал пышному развитию растительности. К этому следует прибавить общее усиление тектонических движений и обновление движений по старым разрывным нарушениям, а также возникновение многочисленных новых разрывов, сопровождавшихся интенсивным проявлением траппового, щелочного и ультраосновного магматизма. Все это привело к образованию особого комплекса

полезных ископаемых, отличного от комплексов предыдущих этапов.

Для четвертого этапа развития платформы характерными полезными ископаемыми являются уголь, нефть, никель, медь, кобальт, железо, титан, полиметаллы, флогопит, алмазы и редкоземельные металлы.

Месторождения угля приурочены к каменноугольным и пермским отложениям Тунгусской синеклизы, Тасеевского наложенного прогиба и северной окраины Сибирской платформы, составляющим Тунгусский угленосный бассейн. Условия образования и распределения углей различных марок по всему бассейну и по разрезу еще не изучены. По имеющимся данным, основными углями являются каменные. На востоке Тунгусской синеклизы встречаются угли, переходные к бурым. В районе Норильского плато имеются коксующиеся угли. Спекающиеся угли в последнее время обнаружены в центральной части синеклизы в дегадинской свите. По запасам Тунгусский угленосный бассейн является одним из крупнейших в мире.

Нефть обнаружена в пермских отложениях на северном склоне Оленекской антеклизы в бассейне р. Пур и на Нордвике. Вероятно, пермские отложения нефтеносны по всему северному склону Лено-Анабарского прогиба и в приплатформенной части Притаймырского передового прогиба, где наряду с континентальными отложениями развиты и прибрежно-морские осадки. В этих же районах нефтеносны и триасовые отложения, на что указывает наличие жидкой нефти в верхнем триасе, полученной при бурении скважины в районе Нордвика.

Эндогенные месторождения четвертого этапа разделяются на магматические, высокотемпературные метасоматические и гидротермальные. К магматическим относятся сульфидные месторождения меди, никеля и связанных с ними платиноидов, а также титана. Наиболее крупные месторождения меди и никеля известны к северу от р. Нижней Тунгуски, по западной окраине Тунгусской синеклизы. Здесь выделяется две рудоносные полосы медно-никелевых месторождений. Одна из них расположена к западу от Хантайско-Рыбнинского вала, вторая — к востоку; последняя прослеживается на юг до Нижней Тунгуски. Обе полосы приурочены к ослабленным зонам, совпадающим с разрывными нарушениями, развитыми на крыльях вала, и различаются типом оруденения. В западной полосе известны лишь магматические медно-никелевые месторождения (месторождения Норильского типа), в восточной, кроме магматических медно-никелевых месторождений, установлены гидротермальные магнетитовые, а также сульфидные месторождения. Сульфиды меди и никеля образуют вкрапленные руды, реже — шпировидные выделения и иногда — жилы в дифференцированных трапповых интрузиях.

К югу от р. Нижней Тунгуски и в центральной части синеклизы крупных скоплений меди и никеля в траппах не наблюдается, но во многих местах устанавливается их зараженность сульфидами, образующими мелкую вкрапленность, в которых анализами устанавливается содержание меди, никеля и кобальта.

Сульфиды, главным образом пирротин с небольшим содержанием меди, образуют также жилы и прожилки по трещинам и зонам дробления в осадочных породах, реже — в долеритах. Кроме того, на р. Сухарихе известно месторождение меди, положение которого в металлогенической схеме платформы остается неясным. Здесь медные руды расположены в зоне разрывных нарушений, секущих кембрийские отложения. Рудные минералы представлены борнитом, халькозином и другими. Встречается также германий. Вероятно, это месторождение возникло в более ранний этап развития платформы, но не исключено, что оно связано с трапповым магматизмом.

На восточной и южной окраинах Тунгусской синеклизы и особенно за ее пределами, в районе развития траппов, медно-никелевые рудопроявления незначительны или отсутствуют.

Различие в особенностях медно-никелевого оруденения западной и восточной окраин Тунгусской синеклизы следует объяснять различием тектонического положения этих районов.

Рудопроявления титана связаны с интрузиями долеритов и щелочно-ультраосновных пород. В долеритах всегда в незначительном количестве присутствуют ильменит и титано-магнетит, но в некоторых интрузиях, особенно сложенных микропегматитовыми долеритами, наблюдается повышенная концентрация этих минералов.

Значительный интерес в промышленном отношении представляют рудопроявления титана на севере платформы, где они приурочены к Сабыда-Гулинской ультраосновной интрузии и к интрузиям щелочно-ультраосновных пород, развитых в бассейне р. Котуи. В породах этих интрузий на отдельных участках содержится до 20—25% перовскита, а некоторые участки обогащены титано-магнетитом.

В породах Сабыда-Гулинской интрузии содержание титана достигает 5%, а железа — 20%. К скарнам этой же интрузии приурочено промышленное месторождение флогопита, а также редкоземельное и редкометальное оруденения.

Железорудные месторождения, связанные с трапповым магматизмом, на Сибирской платформе известны давно. В настоящее время отмечается более десяти крупных месторождений, из которых одни разведаны и по ним подсчитаны запасы, другие же подверглись предварительной разведке, или же оценка их сделана по геологическим данным. В пределах Тунгусской синеклизы установлено также большое количество более мелких железорудных точек и магнитных аномалий, природа которых еще не выяснена.

Выделяют два типа железорудных месторождений — контактово-метасоматические, или, как их называют, скарновые, и гидротермальные, различающиеся по условиям образования. Первые представлены пластовыми и линзообразными залежами магнетита в карбонатных породах (Камышевский Байкитик, Тынокит и др.) и нередко приурочены к висячему боку интрузии.

Гидротермальные месторождения, или месторождения Ангара-Илимского типа, не имеющие непосредственной связи с интрузиями долеритов, образованы магнетитовыми рудами, залегающими среди скарнов в зонах разрывных нарушений. Некоторые геологи считают, что эти месторождения приурочены к трубкам взрыва, в которых туфогенные породы были изменены последующими гидротермальными процессами, и отрицают наличие в них туфогенных пород.

Все известные в настоящее время крупные месторождения и значительные рудопроявления железа расположены на западной и юго-западной окраинах Тунгусской синеклизы. На востоке крупных железорудных проявлений неизвестно. Такое размещение месторождений обусловлено наличием на западе и юго-западе синеклизы зон глубоких разломов, контролировавших их распределение. Одни месторождения, главным образом гидротермальные, приурочены к линейным зонам, другие — преимущественно контактово-метасоматические — к локальным зонам дробления. Исходя из этого, можно считать наиболее перспективными в отношении железорудных месторождений Ангара-Вилуйскую зону разломов на участке от р. Большой Батуобии до Восточного Саяна, Ангара-Катангскую зону, западную окраину Тунгусской синеклизы от р. Подкаменной Тунгуски до озера Лама и разломы, окаймляющие Ангарскую зону складок.

Рудопроявления свинца и цинка установлены во многих точках платформы, но обычно они незначительны.

Полиметаллическая минерализация связана с интрузиями траппов или приурочена к карбонатным, реже — терригенным породам. Первый вид минерализации,

имеющий широкое распространение, представлен вкрапленниками и тонкими прожилками галенита совместно со сфалеритом и другими рудными минералами в кальцитовых, реже — баритовых жилах, секущих интрузии долеритов, и иногда — в скарнированных породах на контакте с траппами.

Второй вид минерализации наиболее интересный, он приурочен к полосе карбонатных пород нижнего и среднего палеозоя, окаймляющей Тунгусскую синеклизу с юго-запада (нижнее течение р. Нижней Тунгуски, д. Кузьмовка, бассейн рр. Корды, Тычаны и др.). Здесь свинцово-цинковое рудопроявление развито вдоль разрывных нарушений и в брекчированных зонах.

Зараженность полиметаллической минерализацией карбонатных образований на большом расстоянии вдоль разрывных нарушений и в сторону от них дает основание предполагать, что при детальном изучении нижнего и среднего палеозоя по юго-западной окраине синеклизы в них будет обнаружены новые точки свинцово-цинкового оруденения.

Изучению в первую очередь должны подвергнуться брекчированные зоны и зоны трещиноватости, контролирующие гидротермальную минерализацию.

Месторождения исландского шпата приурочены к области развития туфогенной толщи и нижних горизонтов (нидымская свита) путоранской лавовой серии в восточной и центральной частях Тунгусской синеклизы. Образование их связано с гидротермальной деятельностью, проявившейся в первый период формирования трапповой формации, когда магма была обогащена летучими. Различают несколько типов месторождений, из которых одни представляют собой гнезда в вулканических трубках и глыбовых лавах, другие — жилы, выполняющие трещины в миндалекаменных лавах.

Коренные месторождения алмазов, приуроченные к кимберлитовым трубкам, пока известны в восточной части платформы. В размещении трубок наблюдается следующая закономерность. Они расположены вне Тунгусской синеклизы, в области сравнительно неглубокого залегания кристаллического основания платформы, и приурочены к зонам разрывных нарушений или крупным флексурообразным перегибам в осадочном покрове. Обычно трубки распределяются кучно, по-видимому на участках пересечения разрывов различного простирания. Эти критерии позволяют наметить, кроме уже выявленных трубок, участки, перспективные для их поисков. Есть основание полагать, что трубки распространены вдоль всего восточного борта Анабарской антеклизы. Заслуживают внимания также западная часть Алданской антеклизы, прилегающая к долине р. Лены, где известны многочисленные разрывные нарушения, и Оленекская антеклиза, а также зоны разрывов по северному и западному краям Анабарской антеклизы.

На западе Сибирской платформы алмазы и их спутники — пиропы — пока найдены в россыпях, но несомненно их коренные месторождения и здесь связаны с кимберлитами и кимберлитоподобными породами. Наиболее перспективным районом на западе платформы следует считать Катангское поднятие, особенно его южное окончание (водораздел верхнего течения рр. Чуны и Ии).

Пятый этап развития Сибирской платформы характеризуется снова резко изменившейся тектонической обстановкой. На восточной, северной и южной окраинах платформы возникли прогибы, в которых происходило накопление терригенных осадков. На остальной приподнятой части платформы одни участки подверглись размыванию и разрушению, другие — были прикрыты маломощными континентальными образованиями.

Интенсивная магматическая деятельность проявилась на Алданской антеклизе, где известны щелочные, щелочно-земельные и щелочно-ультраосновные породы. Здесь образовался новый комплекс полезных ископаемых, отличный от

предыдущего. Главными для этого этапа являются месторождения угля, газа, нефти, золота, полиметаллов, молибдена и флогопита.

Благоприятные условия способствовали в юрское и меловое время образованию древних россыпей. В конце этапа происходило образование бокситов.

Месторождения угля приурочены к континентальным и прибрежно-морским отложениям, выполняющим Вилуюскую синеклизу и прогибы, окаймляющие платформу. Отмечаются угли разных марок, вплоть до коксовых, но преобладают энергетические и бурые.

На южной окраине платформы, в Присаянском предгорном прогибе, пласты рабочей мощности приурочены к среднеюрским и, отчасти, нижнеюрским отложениям; в Пристановом прогибе — к верхам средней или низам верхней юры.

Степень углефикации углей в прогибах возрастает с запада на восток. В Бирюсинской впадине угли бурые и переходные к каменным в Иркутском бассейне; в зоне, примыкающей к Восточному Саяну и Прибайкалью, — каменные (длиннопламенные и газовые), среди них встречаются высокоспекающиеся, а в платформенной части — преимущественно бурые. В Пристановом предгорном прогибе (Южно-Якутский бассейн) угли каменные, в том числе коксовые.

В Вилуюской синеклизе угленосны верхнеюрские и нижнемеловые отложения. Наиболее угленасыщены осадки нижнего мела. Угли в Вилуюской синеклизе бурые и переходные к каменным.

В Приверхоянском передовом прогибе угленосны отложения нижнего мела, а в южной части прогиба — так же низы верхней юры. Угли газовые паровично-спекающиеся, переходные к коксовым. Степень углефикации возрастает по направлению к Верхоянскому хребту, где отложения нижнего мела наиболее сильно смяты. В Лено-Анабарском и Хатангском прогибах угли приурочены к нижнему мелу. В восточной части Лено-Анабарского прогиба угли каменные, длиннопламенные и газовые; реже встречаются паровично-жирные.

Нефтепроявления в мезозойских отложениях Сибирской платформы незначительны. Но общие геологические и гидрохимические данные позволяют считать весьма перспективными на нефть мезозойские отложения Приверхоянского передового прогиба и примыкающей к нему части Вилуюской синеклизы. На это указывает и вскрытая в устье р. Вилуи скважиной промышленная залежь. На севере Сибирской платформы нефтепроявления в виде битумов обнаружены в отложениях валанжина на Нордвике. Это позволяет предполагать возможную нефтеносность морских юрских и меловых отложений Хатангского прогиба.

Эндогенные месторождения полезных ископаемых сгруппированы в пределах Алданской антеклизы. Главными из них являются давно разрабатываемые месторождения золота. Они связаны с интрузиями щелочных и щелочно-земельных пород.

Молибденовое оруденение приурочено к кварцевым жилам, секущим сиенит-порфиры и другие породы, а также — к скарнам.

Полиметаллическая минерализация обычно сопровождает золотое и молибденовое оруденения, но в некоторых жилах полиметаллы являются преобладающими.

Заслуживает внимания редкоземельное оруденение, связанное со щелочными и щелочно-ультраосновными породами.

В юрское и особенно в меловое время на большей части платформы в связи с ее поднятием происходило разрушение горных пород и ранее образовавшихся коренных эндогенных месторождений. Разрушенный материал сносился к ее окраинам, где образовались россыпи титана и алмазов.

Наиболее перспективным районом для поисков россыпных месторождений титана

следует признать полосу мезозойских отложений, примыкающую на севере платформы к Сабыда-Гулинской интрузии, а на западе — приенисейскую полосу. Для алмазов наиболее перспективны юрские морские отложения, развитые на северной и западной окраинах Вилуйской синеклизы и на восточной окраине Приверхоянского передового прогиба. В связи с этим особое внимание необходимо уделить изучению палеогеографии платформы юрского и мелового времени.

В шестой, последний этап развития Сибирской платформы, совпадающий с кайнозойским периодом, почти на всей ее территории господствовали процессы разрушения горных пород и выноса материала. Благоприятные климатические условия в третичное время способствовали образованию коры выветривания и бокситов. Последние установлены в полосе развития карбонатных пород нижнего кембрия, примыкающей к Енисейскому кряжу, где они заполняют карстовые воронки. Бокситы возможны также и в других местах платформы.

В третичное время происходило также образование россыпей алмазов, титана, золота и других полезных ископаемых. Изучены они слабо и поэтому известны лишь на некоторых участках.

Подавляющее же большинство известных и разрабатывающихся в настоящее время россыпей приурочено к четвертичным аллювиальным образованиям.

МАГМАТИЧЕСКИЕ ФОРМАЦИИ И КОМПЛЕКСЫ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И ИХ МИНЕРАГЕНИЯ

Характерную для платформенных сооружений трапповую формацию, распространенную на обширной территории от Енисея до Лены, открыл в 1873—1875 гг. А. Л. Чекановский. Петрографические особенности этой формации были впервые изложены в 1900 г. в работе А. Лаврского, проводшего обработку сборов А. Л. Чекановского. С тех пор трапповая формация Сибирской платформы неоднократно служила объектом петрографических исследований. Выдающаяся монография В. С. Соболева (1936), не потерявшая своего значения и теперь, дала очень полную и стройную картину образования пород трапповой формации, и с тех пор на многие годы утвердилось представление о том, что в послекембрийское время единственным и очень мощным проявлением магматизма на Сибирской платформе являлись траппы.

После многочисленных геологических исследований, проведенных на Сибирской платформе за последнее десятилетие, сейчас можно говорить уже о значительно большем разнообразии магматических проявлений, с которыми связаны различные полезные ископаемые.

В настоящее время на территории Сибирской платформы можно выделить несколько этапов магматической деятельности, проявившейся на относительно небольшом отрезке времени от середины палеозоя до середины мезозоя; при этом образовались различные по составу формации и комплексы пород и отвечающие им рудные формации и комплексы.

I. К наиболее древним проявлениям магматизма относятся встречающиеся на юго-восточной окраине платформы и в пределах Патомского нагорья дайки и пластовые тела габбро-диабазов, прорывающие протерозойские и кембрийские отложения. Эти интрузии, участвующие в складчатости, относят к раннекаледонской фазе магматизма (Л. И. Салоп).

II. К средне-верхнепалеозойскому этапу магматизма относится образование кислых туфов Кемпендяйского района (Н. М. Чумаков и Е. А. Нечаева). Туфогенные породы общей мощностью около 35 м образуют несколько пачек среди верхнедевонских — нижнекарбоновых отложений. По химическому составу туфы отвечают липаритам. Характер пород дает основание предполагать, что центры вулканизма находились в пределах Вилуйской синеклизы.

III. Нижнемезозойский собственно платформенный этап магматизма, начало которого относится к верхнему палеозою (C_3 —Р), проявился наиболее интенсивно в течение нижнего триаса. В этот период образуются широко распространенные породы трапповой формации, ультраосновные и щелочные породы Маймеча-Котуйского района и кимберлиты. К этому же этапу магматизма, вероятно, относятся неточно датируемые ультраосновные породы Чадобецкого поднятия, а также кислые и средние эффузивы и гипабиссальные интрузии Алданского щита.

С магматическими образованиями этого этапа связано наибольшее количество месторождений полезных ископаемых различного генезиса. В истории платформы нижнемезозойский этап магматизма был наиболее продуктивным.

Трапповая формация. Представлена гипабиссальными и эффузивными основными породами группы долерита — базальта. Они распространены на территории Сибирской платформы (главным образом в пределах Тунгусской синеклизы и на ее периферии) на площади около 1,5 млн. км².

И н т р у з и в н ы е т р а п п ы (долериты и габбро-долериты). Пользуются особенно широким распространением в краевых частях синеклиз, т. е. приурочены к зонам, наиболее раздробленным.

По составу и характеру внедрений можно выделить два больших типа интрузий, подразделяющихся на ряд комплексов:

а) недифференцированные и слабо дифференцированные согласные пластовые и неправильные секущие интрузии и дайки траппов;

б) дифференцированные интрузии траппов, часто неправильные, пластообразные и штокообразные.

К комплексам недифференцированных и слабо дифференцированных интрузий принадлежит подавляющая масса траппов, залегающих в различных горизонтах стратиграфического разреза.

Интрузии описываемого типа сложены преимущественно долеритами и габбро-долеритами с краевыми фациями порфировых микродолеритов или афанитовых долеритов. В ряде мощных пластовых тел наблюдается слабая дифференциация: в их подошвенной части залегают троктолитовые долериты (породы, обогащенные, магнезиальным оливином); в центральных частях — долериты и габбро-долериты; в верхних частях — долерит-пегматиты — породы, обогащенные кварцем и кислым плагиоклазом или калиевым полевым шпатом. Контактные воздействия этих интрузий на вмещающие породы незначительны. Интрузии этого типа образовались из магмы, бедной летучими компонентами, которые отделялись от нее еще до внедрения, что было, вероятно, обусловлено тектонической обстановкой. В связи с недифференцированными и слабо дифференцированными интрузиями проявления минерализации, по существу, отсутствуют.

К комплексам дифференцированных интрузий траппов принадлежит небольшое количество интрузий, среди которых лучше изученными и различными по характеру сопровождающей их минерализации, являются Аламджахская интрузия — в восточной части Сибирской платформы (бассейн Вилюя) и Норильская интрузия — в северо-западной части платформы; интрузии этого типа принадлежат к последней фазе траппового магматизма.

Аламджахская интрузия (В. Л. Масайтис) имеет блюдцеобразную форму, осложненную куполами и сводами. В своей подошвенной части она сложена троктолитовыми долеритами и габбро-долеритами; в центральной части — сильно железистыми и кислыми дифференциатами: феррогаббро, кварцевым щелочным габбро и гранофирами; в верхней части интрузии наблюдаются долериты и субщелочные долериты. Кроме того, встречаются долериты и габбро-долериты, обогащенные микропегматитом, жилы и шилы кислых и субщелочных дериватов (габбро-тешениты, тешениты). Мощность интрузии около 250 м.

В породах типа феррогаббро установлены рудопроявления титана (позднемагматического сегрегационного генезиса), а в контактовых зонах интрузии в скарнах — магнетитовые рудопроявления.

Аналогичные рудопроявления и месторождения известны и в западной части платформы, где они также связываются с поздними секущими интрузиями сильно дифференцированных пород. Можно предполагать, что гидротермальные растворы, формировавшие магнетитовые месторождения Ангаро-Илимского типа, также связаны с фазой внедрения интрузий, богатых летучими компонентами.

Норильская интрузия (М. Н. Годлевский, Г. Г. Моор, Б. Н. Рожков и др.) имеет пластообразную форму, осложненную разломами. Интрузия отчетливо расслоена; в подошвенных частях над такситовыми габбро-диабазами залегают пикритовые габбро-диабазы, очень богатые фемическими минералами; центральная часть

интрузии сложена гиперстен-биотитовыми, оливин-биотитовыми и оливиновыми габбро-диабазами; верхняя часть интрузии сложена кислыми дифференциатами, нередко гибридными — габбро-диоритами, вплоть до гранодиоритов. Встречаются кварцевые габбро-диабазы и многочисленные жилы и шилы габбро-пегматитов и диабаз-пегматитов. Для всей интрузии характерны ясно выраженные процессы автометасоматоза, приводящие к появлению большого количества вторичных образований. Поэтому породы описаны как диабазы, а не как долериты. Средняя мощность интрузии 134 м. В такситовых и пикритовых габбро-диабазх располагаются ликвационные вкрапленные и сплошные сульфидные руды меди и никеля с платиной и латиноидами.

В северо-западной части платформы установлено несколько подобных дифференцированных интрузий, сложенных примерно такими же породами.

Следует также упомянуть о мелких интрузиях траппов, богатых летучими компонентами, которые располагаются в туфогенной толще. С ними бывают связаны гидротермальные низкотемпературные месторождения исландского шпата (М. Г. Равич) и изредка — жилы целестина.

Разнообразие состава интрузивных (а отчасти и эффузивных) пород трапповой формации обусловлено явлениями глубинной магматической дифференциации, явлениями кристаллизационной и гравитационно-кинетической дифференциации на месте застывания и в небольшой степени — ассимиляцией, ликвацией и т. д.

Магматическая абиссальная дифференциация наиболее интенсивно проявлена в пределах отдельных тектонических структур второго порядка — это зоны дробления и разломов в краевых частях синеклиз и т. д., однако эта дифференциация приводит лишь к небольшим различиям в составе магмы, внедрявшейся на разных территориях. Наибольшее разнообразие пород дают явления кристаллизационной и гравитационно-кинетической дифференциации, причем получаются породы от близких к ультраосновным до кислых. Они составляют нормальный ряд дифференциации трапповой магмы, впервые установленный для траппов Сибири В. С. Соболевым; щелочные породы относятся к отдельной ветви дифференциации.

Сильная дифференциация на месте застывания четко проявлена в интрузиях, застывших из магмы, богатой летучими компонентами. Месторождения меди, никеля, железа, исландского шпата и некоторые другие в большинстве приурочены к интрузиям такого типа.

Явления контактового метаморфизма обычно незначительны для недифференцированных интрузий и весьма интенсивны в контактах дифференцированных интрузий, обогащенных щелочами и летучими компонентами. Зоны сильно преобразованных гидротермальным метасоматозом пород часто приурочены также к этим интрузиям.

Э ф ф у з и в н ы е т р а п п ы . Составляют лавовую толщу, занимая всю северную и центральную части Тунгусской синеклизы. Мощность лавовой толщи в центральных частях плато Путорана превышает 1000 м.

Толща сложена многочисленными выдерживающимися на больших расстояниях потоками и покровами базальтов и долерито-базальтов. Мощность их колеблется от нескольких до 40—60 м. Между покровами встречаются быстро выклинивающиеся терригенные и туфовые прослои.

По составу и структуре среди пород, слагающих лавовую толщу, выделены разнообразные базальты и долерито-базальты: порфировые и афировые, полифировые, витрофировые, толеитовые и др., а в отдельных участках (Норильский район) описываются толеитовые и оливиновые диабазы и мандельштейны, спилиты и пикритовые порфириты, слагающие иногда довольно мощные потоки, прослеживающиеся на значительные расстояния.

По времени образования лавовая толща почти вся относится к нижнему триасу и только в отдельных участках в западной и северо-западной частях платформы и на севере Сибирской платформы в Маймеч-Котуйском районе имеются данные о наличии небольшого количества эффузивов верхнепермского возраста.

С эффузивной деятельностью связывают появление месторождений исландского шпата в нижней части лавовой толщи (Г. Г. Моор, А. В. Скропышев).

Не меньшим распространением, чем лавы, пользуются туфогенные породы и туфы базальтового состава, подстилающие лавовую толщу; мощность их достигает 600 м.

Подводя итоги имеющимся в настоящее время наблюдениям над породами трапповой формации, можно выделить следующие фазы траппового магматизма:

1. Дотуфовая. Наиболее ранняя, характеризующаяся появлением небольшого количества туфов и небольшого количества мелких пластовых и жильных интрузий недифференцированных траппов.

2. Туфовая и интрузивная. Характеризуется мощными выбросами базальтовых туфов и мощными, многочисленными недифференцированными или слабо дифференцированными интрузиями траппов, преимущественно пластовыми.

3. Лавовая и интрузивная. Свойственно образование мощной толщи эффузивных траппов (базальтов и долерито-базальтов) и связанных с ними интрузивных тел как секущих, так и пластовых.

4. Послелавовая интрузивная. Характеризуется наличием двух подфаз, к которым приурочено появление как слабо, так и очень сильно дифференцированных интрузий траппов. С последними связана эндогенная минерализация.

Время образования трапповой формации датируется довольно точно — от конца карбона до нижнего триаса включительно, причем только первая фаза, относительно маломощная, появилась в верхнем палеозое, тогда как главная масса траппов относится к нижнему триасу.

Ультраосновные и щелочные породы. Распространены на севере платформы в бассейнах рр. Маймечи и Котуй, где они составляют своеобразную провинцию (Ю. М. Шейнман, Г. Г. Моор, Е. Л. Бутакова и др.). Здесь развиты эффузивные щелочные и субщелочные базальтоиды, их туфы и ультраосновные лавы, а также основные эффузивы и их туфы, аналогичные породам трапповой формации. Ультраосновные и щелочные малые интрузии сопровождают излияния лав того же состава.

К последующим интрузивным фазам относится образование: а) дунитов, перидотитов и других ультраосновных пород; б) ийолит-мельтейгитов и других щелочных бесполевошпатовых пород; в) щелочных и нефелиновых сиенитов. Наблюдаемые во многих интрузиях карбонатные породы рассматриваются как магматогенные карбонатиты, возникшие после интрузий ийолит-мельтейгитов. Массивы щелочных и ультраосновных пород (Сабыда-Гулинская, Бор-Юряхская, Одихинча, Кугда и др.) представляют собой сложные многофазные интрузии центрального типа, прорывающие отложения нижнего палеозоя и иногда — толщу эффузивов верхней перми — нижнего триаса. В пределах интрузий развито множество жильных образований, представленных меланократовыми сиенитами, фойяитами, тингуаитами и близкими к ним породами.

Большинство интрузий имеет небольшие размеры (от 1—2 до 30—50 км²), изометрично в плане, и представляет штокообразные или куполовидные тела. Щелочные породы обычно преобладают над ультраосновными.

Интрузии имеют концентрически-зональное строение; в их центральных частях залегают ультраосновные породы, а по периферии — щелочные, относящиеся к более поздним фазам.

В рудных пироксенитах, встречающихся в пределах некоторых интрузий,

отмечается наличие вкрапленности и шлиров титаномагнетита. В контактовых зонах Гулинской интрузии установлено контактово-метасоматическое месторождение флогопита. Однако наиболее интересным в пределах этих массивов являются редкоземельное, танталовое, ниобиевое и цирконовое оруденения, приуроченные главным образом к карбонатитам. Оруденение связано с пневматолитовыми и гидротермальными процессами (Е. М. Эпштейн).

Кимберлиты. Распространены в бассейнах рр. Вилюй, Муна, Оленек и Алдан. Они залегают в форме трубообразных тел, реже — жил, прорывающих карбонатные отложения нижнего палеозоя, а также траппы. Кимберлиты в ряде случаев перекрыты нижнеюрскими отложениями. Обычно трубки располагаются группами; причем скопления трубок совпадают в основном с зонами разломов, связанными с формированием синеклиз.

Первая трубка в Западной Якутии открыта Л. А. Попугаевой в 1954 г. (трубка «Зарница»). В настоящее время на Сибирской платформе известно более 50 кимберлитовых трубок.

Кимберлитовые трубки развиты преимущественно вне пределов области максимального распространения траппов, среди карбонатных толщ ордовика и кембрия, залегающих почти горизонтально. Размеры кимберлитовых трубок на поверхности весьма различны — от 20—25 до 500—750 м в поперечнике. В плане они имеют округлую или неправильную овальную форму.

Кимберлиты представляют собой ультраосновные породы с повышенной щелочностью; они обладают брекчиевой текстурой и содержат большое количество родственных и посторонних включений. По составу можно выделить обломки ультраосновных пород, траппов, кристаллических сланцев и осадочных пород. Цементом брекчии является пикритовый порфирит, в значительной степени серпентизированный и карбонатизированный. По составу и структуре кимберлиты отдельных трубок, а часто и в пределах одной и той же трубки значительно различаются между собой.

Кимберлиты, слагающие дайки, обладают так же брекчиевой текстурой, но содержат меньшее количество посторонних обломков.

Возраст кимберлитов определяется в пределах от среднего триаса до нижнего лейаса.

Кимберлиты являются коренными алмазоносными породами. Из 20—25 трубок примерно одна обладает промышленным содержанием алмазов, в остальных трубках алмазы содержатся в небольшом количестве.

Алмазы кристаллизовались из кимберлитовой магмы на глубине и вынесены вместе с кимберлитовой брекчией наверх при взрывах.

Ультраосновные породы повышенной щелочности. Встречены в районе Чадобецкого поднятия, залегают в виде маломощных жил среди пород синийского возраста и в терригенной толще нижнего кембрия (Н. С. Зайцев, В. В. Ляхович, Л. А. Полунина). Сложены жилы пикритовыми и флогопито-оливиновыми порфиритами, которые по составу ближе всего к кимберлитам, отличаясь, однако, характером залегания. По-видимому, эти породы можно считать жильной фацией ультраосновной щелочной магмы, подобными породам севера платформы. По аналогии для них принимается нижнетриасовый возраст.

С ультраосновными породами Чадобецкого поднятия связаны небольшие апатит-карбонатные жилы, вероятно метасоматического происхождения.

Эндогенной полезной минерализации, связанной с ними, не обнаружено.

Раннемезозойские кислые и средние эффузивы и гипабиссальные интрузии Алданского щита. Залегают на архейском комплексе и известняках кембрия и прорывают их, перекрываясь конгломератами юры (И. В. Белов). Эффузивы

представлены порфирами, ортофирами, трахитами, туфами порфиров, туфолавами. Пластовые интрузии сложены различными порфирами, порфиритами и др. Интрузии и эффузивы прорваны послеюрскими щелочными породами.

IV. К средне- и верхнемезозойскому платформенному этапу магматизма принадлежат щелочные и кислые породы Алданского щита, андезитовые туфы и лавы Попигайского района и не точно датируемые кислые туфы бассейна р. Мархи.

Кислые туфы. Обнаружены в верховьях рр. Мархары и Большой Дьюктали (бассейн р. Мархи) среди интрузивных траппов в виде нескольких небольших участков (В. Н. Рыбченков и В. В. Заикин). Характер залегания их на р. Большой Дьюктали ближе всего напоминает трубки взрыва; туфы содержат большое число обломков пород фундамента. Возраст туфов определяется тем, что они прорывают траппы, т. е. являются посленижнетриасовыми.

Послеверхнеюрские щелочные и кислые породы Алданского щита. Представлены преимущественно многочисленными интрузиями (Ю. А. Билибин и Ю. К. Дзевановский). Послеверхнеюрские эффузивы (кислого и основного состава) известны только в Учуро-Чульбинском и Гонамском районах; они образуют толщу мощностью до 320 м. Интрузии прорывают породы архея, а также кембрийские и юрские отложения и сложены сиенитами, сиенит-порфирами, граносиенитами, монцонит-порфирами, гранодиорит-порфирами, диоритовыми порфиритами и т. д. В Центрально-Алданском районе и в бассейнах рр. Учур и Гонам появляются щелочные сиениты и сиенит-порфиры, псевдолейцитовые и эпилейцитовые сиениты, тингуаиты, фойяиты, пуласкиты, сельвсбергиты и др. В Центрально-Алданском районе Ю. А. Билибин подразделяет послеюрские магматические породы на четыре крупные возрастные группы. Наблюдается такая последовательность интрузий:

1. Пластовые интрузии, мощностью от 1 до 60—80 м, порфировых пород — кварцевых и бескварцевых порфиров, меланократовых порфиров, биотитовых порфиритов и пр.²

2. Лакколиты, штоки и дайки весьма разнообразных щелочных пород — псевдолейцитовых и эпилейцитовых порфиров, псевдолейцитовых сиенитов, псевдолейцитовых тингуаитов, псевдолейцитовых шонкинитов, фойяитов, щелочных сиенитов пуласкитов, сельвсбергитов, бостонитов и пр.

3. Лакколиты и штоки, реже — дайки щелочно-земельных пород — микромонцонитов, меланократовых микросиенитов, авгитовых сиенитов и сиенит-порфиров и пр.

4. Штоки и дайки эгириновых гранитов, граносиенитов, гранит-порфиров и граносиенит-порфиров.

Интрузии имеют типичный гипабиссальный характер.

Породы интрузий несут отчетливые следы кристаллизации на двух высотных уровнях — в глубинном магматическом очаге и в верхнем интрузивном ярусе. Дифференциация магмы этих интрузий носит исключительно абиссальный характер.

Контактные изменения вмещающих пород в связи с внедрением щелочных, субщелочных и щелочно-земельных пород проявились в их перекристаллизации, ороговиковании и скарнообразовании. Среди скарнов, образовавшихся на контакте с кембрийскими известняками, большой интерес представляют сульфидизированные и магнетитовые скарны, содержание рудных минералов в которых (молибден, золото, магнетит) достигает промышленных концентраций (Ю. К. Дзевановский).

Имеются также гидротермальные жилы с золотом, молибденитом и сульфидами.

В связи с описываемыми интрузиями (главным образом кислого и среднего

² Эти силлы, по последним данным, отнесены к раннемезозойскому (?) доюрскому этапу.

состава) известны кварцево-сульфидные жилы, содержащие большое количество галенита, а также жилы с флюоритом и метасоматическая вкрапленность флюорита в известняках.

В восточной части Алданского щита в последние годы открыто несколько щелочных и ультраосновных интрузий центрального типа (Кондёр, Арбарастах). Так, например, в Арбарастахской интрузии (С. П. Стоялов), имеющей площадь 36 км², в центральной части залегают пироксениты, в периферических частях — ийолит-мельтейгиты и другие щелочные породы, относящиеся к более поздней фазе. В экзоконтактовых зонах интрузии развиты фениты, в центральной части — участки метасоматических карбонатитов с пироксеном и другими минералами, содержащими редкие и рассеянные элементы. В рудных пироксенитах установлены скопления титано-магнетита.

В составе пород жильной серии отмечаются различные щелочные базальтоиды и кимберлиты. В массиве Кондёр (В. В. Архангельская и др.) установлены рудопроявления хромита, титано-магнетита, флогопита.

Эти интрузии имеют посленижнемеловой возраст. По составу и строению они весьма сходны с рядом интрузий Маймеча-Котуйского района.

Андезиты и их туфы. Распространены на территории так называемой Попигайской котловины, на северном склоне Анабарской антеклизы (Е. П. Подкопаев). Особенностью этих эффузивов является присутствие в них обломков более древних пород. Мощность толщи не превышает 150 м. Меловой возраст части толщи установлен по находкам включенной в туфы ископаемой древесины. Начало вулканизма может быть отнесено к верхней юре, по наличию туфогенных песчаников с фауной валанжина. Возможно, что описанные выше кислые туфы посленижнетриасового возраста, встреченные в бассейне Мархи, относятся к этому же комплексу вулканических пород, более молодых, чем траппы. Полезные ископаемые, связанные с этим комплексом, пока неизвестны.

Как уже было показано рядом исследователей, платформенный магматизм и минерогения характеризуются вполне определенными, только им присущими чертами, имеют самостоятельный характер и, в целом, отличаются от геосинклинальных этапов магматизма и минерогении складчатых зон.

Как видно из приведенного обзора, на Сибирской платформе, как и в ряде других древних платформ, с конца палеозоя и в мезозое наблюдались значительные проявления магматической деятельности, связанные с образованием и подъемом магм различного состава.

Наиболее характерными платформенными чертами обладают излияния и внедрения магмы плато-базальтов, охватившие огромные территории на Сибирской платформе и, частью, в прилегающих областях, что указывает на весьма глубокий характер процесса и на известную независимость от более поверхностных структур.

Базальтовая магма имеет ювенильный характер и несет специфические комплексы полезных ископаемых. С дифференцированными, богатыми летучими компонентами интрузиями траппов связаны месторождения и рудопроявления меди, никеля, платиноидов, титана и магнетита (магматические), магнетита (гидротермальные и контактово-метасоматические), полиметаллов и исландского шпата (гидротермальные), графита (контактово-метаморфические).

Ультраосновные и щелочные породы являются производными другой ультраосновной магмы, не связанной с плато-базальтовой и испытавшей значительную дифференциацию на глубине. Генетически независимы от траппов и кимберлитов, отличающиеся по условиям образования от комплексов щелочных и ультраосновных пород. Кимберлитовая магма, по-видимому, возникает в зонах локального стресса при тангенциальных движениях отдельных глыб.

С описываемой формацией, развитой преимущественно на окраинах платформы, связаны месторождения и рудопроявления титано-магнетита, хромита, платины и алмаза (магматические), магнетита и флогопита (контактово-метасоматические и гидротермальные), тантала, ниобия, редких земель, циркония, магнетита и апатита (пневматолитовые и гидротермальные).

Зарождение щелочно-земельной палингенной или анатектической магмы связано с внедрением продуктов плавления перидотитового, реже базальтового слоя в гранитное основание платформы, что приводит к образованию кислых и средних изверженных пород. Дифференциация магмы здесь имеет исключительно абиссальный характер. С комплексами щелочно-земельных интрузий связано образование контактово-метасоматических и гидротермальных месторождений и рудопроявлений золота, магнетита, молибдена, свинца и флюорита.

Магматические расплавы различного состава, обладающие различной минерализацией, образуются на определенных этапах геологического развития Сибирской платформы, причем состав возникающих магм связан с типом тектонических движений и глубинными структурными условиями внешних оболочек Земли.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ БАЙКАЛЬСКОЙ ГОРНОЙ ОБЛАСТИ

Обширная территория Байкальской горной области, охватывающая Прибайкалье, Северо-Байкальское и Патомское нагорья, Олекмо-Витимскую горную страну и Витимское плоскогорье, площадью более 57000 км², имеет сложное геологическое строение. Основные черты ее складчатой структуры сложились еще в докембрии и окончательно были сформированы в самом начале палеозоя. Современный горный облик страны возник в результате молодых тектонических движений, начавшихся во второй половине мезозоя и продолжающихся до настоящего времени.

Нижний структурный ярус, или, точнее, фундамент Байкальской складчатой области, слагают архейские образования, представленные разнообразными гнейсами, кристаллическими сланцами, амфиболитами и мраморами, пронизанными послойными телами гранито-гнейсов и превращенными большей частью в мигматиты.

Они обнажаются на значительной площади в пределах относительно устойчивых массивов, расположенных среди протерозойской складчатой зоны (Байкальская и Северо-Муйская и Южно-Муйская глыбы), и, кроме того, слагают на ее северо-восточной окраине довольно крупное платформенное сооружение, выделенное под названием Чарской глыбы. Гнейсовые комплексы глыб обладают большой автономией своей внутренней структуры. Они повсеместно смяты в складки северо-восточного или почти меридионального простирания, будучи нередко ориентированы косо по отношению к структурам протерозойского складчатого обрамления. Особенно резко структурное несогласие наблюдается вдоль южной окраины Чарской глыбы. Здесь протерозойские складки огибают выступы глыбы и ориентированы под прямым углом к складкам архея. Как правило, архейские глыбы ограничены со всех сторон крупными и длительно существующими разрывными нарушениями.

Небольшие участки, сложенные архейскими породами, кое-где встречаются и в кульминациях складчатой структуры протерозоя, но здесь они сильнее всего переработаны более молодыми движениями и плутоническими процессами.

С архейскими комплексами связаны месторождения различных полезных ископаемых.

В составе архейского комплекса Чарской глыбы находятся пласты магнетитовых кварцитов или кристаллических сланцев, обычно группирующиеся в пачки мощностью до 500 м, из которых на долю богатых рудным компонентом слоев приходится до 15% всего разреза. Некоторые пласты магнетитовых пород достигают 30 м мощности. Проведенное в ряде мест опробование рудных пластов показало, что в них преобладают руды с относительно невысоким содержанием металла (30—35%), но без сколько-нибудь существенной примеси вредных компонентов. Несмотря на широкое распространение железорудных пород изучены они крайне недостаточно.

К карбонатной (сланцевой) толще архея Южного Прибайкалья приурочены пласты апатитоносных кварц-диопсидовых пород. Некоторые из них, отличающиеся высоким содержанием фосфора, могут рассматриваться как обособления апатитовых руд. Эта же толща являетсяместилищем широко известных флогопитовых и лазуритовых месторождений, разноцветных мраморов, являющихся прекрасным строительным и поделочным материалом, гнейсов, обогащенных графитом, а также пегматитовых жил с редкоземельными минералами.

Богатые графитом породы и редкоземельные пегматиты известны в ряде мест среди архейского комплекса Чарской глыбы. Многие эти образования, вероятно, имеют промышленное значение.

В раннем протерозое на денудированном и затем раздробленном архейском основании была заложена протерозойская геосинклинальная система (Байкалиды). С северо-запада и северо-востока она примыкала к древнейшим платформенным элементам Азиатского материка — к Ангарской и Алданской платформам, а также к Чарской глыбе. Последняя отделялась от платформы подвижными зонами северо-восточного простирания, ответвлявшимися от главного геосинклинального пояса (Олекминская и Уринская побочные ветви).

В самом начале протерозоя в пределах геосинклинальной системы Байкалид обособились два крупных структурно-фациальных пояса: внешний, расположенный у древних платформ, для которого было характерно накопление мощных толщ преимущественно терригенных пород, возникших за счет разрушения архейских образований платформ и Чарской глыбы, и внутренний, приуроченный к центральной части геосинклинали, отличавшийся интенсивной вулканической деятельностью, в результате которой накопились в подводных условиях эффузивные и пирокластические отложения. Оба эти пояса разграничены глубинными разломами, возникшими еще на самых ранних стадиях геосинклинального погружения, но продолжавшими развиваться в течение очень длительного времени (рис. 1).

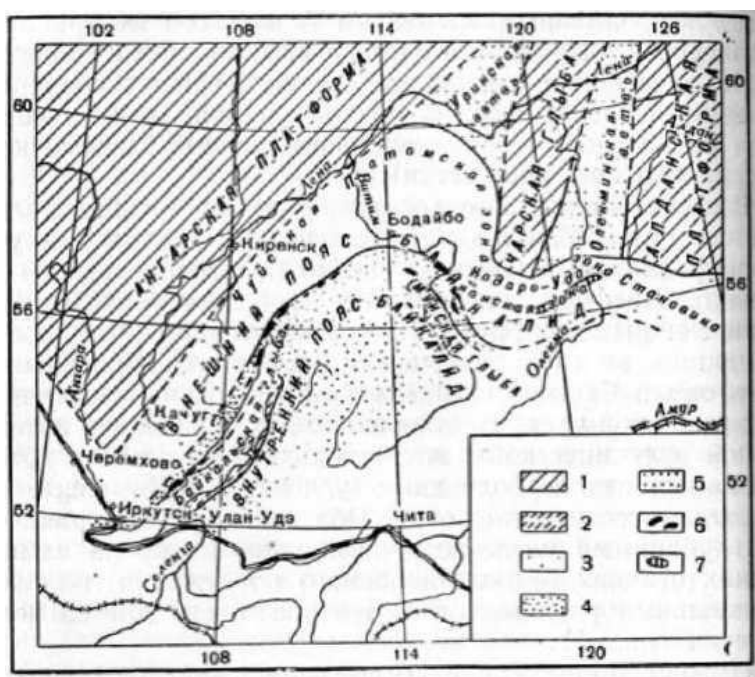


Рис. 1. Схема расположения главных структурных элементов байкалид в начале нижнего протерозоя

1 — платформенные сооружения; 2 — архейские глыбы внутри протерозойской геосинклинальной области (внутренние массивы); 3 — внешний пояс байкалид; 4 — внутренний пояс байкалид; 5 — побочные ветви байкалид; 6 — офиолитовые интрузии; 7 — габбро-анортозитовые интрузии.

Нишнепротерозойские отложения внешнего пояса Байкалид в разных его секторах имеют некоторые своеобразные черты литологического состава и нормального разреза, на основании которых в пределах пояса выделяется несколько структурно-фациальных зон.

В Патомской зоне, расположенной в южной части Патомского нагорья, отложения нижнего протерозоя, известные под названием мамско-бодайбинской серии, достигают 9000—13000 м мощности. Внизу залегают метаморфизованные

терригенные псаммитовые и псефитовые породы (мамская подсерия), стратиграфически выше сменяемые толщей, для которой характерна перемежаемость карбонатных пород с измененными псаммитами и пелитами (кадаликанская подсерия); вверху размещается толща, образованная вновь терригенными осадками, отличными по своему составу и типу переслаивания от пород, залегающих внизу разреза (бодайбинская подсерия).

Сходный характер имеют нижнепротерозойские отложения Чуйской зоны, расположенной в западной части Северо-Байкальского нагорья.

Различие состоит главным образом в присутствии среди нижней терригенной толщи значительного числа горизонтов высокоглиноземистых и карбонатных пород, в несколько ином составе карбонатной толщи и в более высокой степени метаморфизма пород. Кроме того в Чуйской зоне отсутствуют отложения верхней терригенной толщи.

В пределах Кодаро-Удоканской зоны, находящейся на противоположном фланге внешнего пояса — в восточной части Олекмо-Витимской горной страны, отложения нижнего протерозоя, выделяемые под названием удоканской серии, представлены заметно иным комплексом метаморфизованных осадочных пород.

Нижняя часть удоканской серии сложена преимущественно сланцевыми и карбонатными отложениями, возникшими в условиях сравнительно глубоководного морского бассейна.

Средняя часть серии состоит из метаморфизованных мелкозернистых песчаников и алевролитов с многочисленными знаками ряби, среди которых вверху находятся прослой и горизонты доломитов. Эта толща образовалась в мелководном бассейне, временами имевшем лагунный характер. Наконец верхняя часть серии, представленная косослоистыми кварцевыми песчаниками с прослоями внутриформационных конгломератов и включающая магнетитовые и медистые песчаники, носит ясные черты прибрежно-дельтового и субаэрального осадконакопления. Общая мощность серии исчисляется в 9—10,8 тыс. м.

Породы удоканской серии сильно метаморфизованы вплоть до состояния кристаллических сланцев и гнейсов только во внутренней части зоны; но на ее окраине, вблизи Чарской глыбы, они изменены значительно слабее и в них отчетливо распознаются многие структурные и текстурные признаки исходных осадочных пород.

Нижняя часть серии, по времени образования соответствующая кадаликанской и почти всей бодайбинской подсерии Патомской зоны, развита преимущественно во внутренних районах Кодаро-Удоканской зоны. Средняя и верхняя части серии размещаются главным образом в приплатформенных районах. Только самые нижние их горизонты имеют себе стратиграфических аналогов в отложениях бодайбинской подсерии, но в общем они обладают молодым возрастом по сравнению с метаморфическими толщами Патомского нагорья, наращивая собой кверху нормальный разрез нижнего протерозоя внешнего пояса.

Нижнепротерозойские толщи внутреннего геосинклинального пояса имеют существенно иной характер. Они представлены разнообразными эффузивами спилито-кератофировой формации, с которыми тесно перемежаются туфы, туффиты и осадочные породы. Среди эффузивных пород чаще всего распространены спилиты, диабазы, кератофиры и кварцевые кератофиры. Иногда встречаются шаровые лавы. Обычно вулканогенные породы бывают сильно изменены и превращены в метадиабазы, зеленые ортосланцы, празиниты, амфиболиты, порфиroidы и другие продукты метаморфизма.

Вследствие быстрой фациальной изменчивости, характерной для вулканогенных образований, выявление стратиграфической последовательности различных пород в составе осадочно-эффузивной толщи, называемой муйской серией, очень

затруднительно. Установленные в отдельных районах нормальные разрезы серии имеют локальное значение. Все же удастся подметить некоторую закономерность, которая выражается в преимущественной приуроченности основных эффузивов к нижней части разреза, а кислых — к его верхней части. Общая мощность муйской серии оценивается в 12000—15000 м.

На границе внешнего и внутреннего поясов, вблизи глубинных разломов, располагается узкая зона, где развиты нижнепротерозойские толщи, обладающие промежуточными чертами состава и строения, связывающие между собой отложения обоих структурно-фациальных поясов. Прослеживая характерные горизонты из одного пояса в другой, можно уверенно коррелировать развитые там толщи. При этом удастся установить, что осадочно-эффузивная муйская серия внутреннего пояса синхронична большей части мамско-бодайбинской серии внешнего пояса, и только самые верхние горизонты последней возникли уже позднее.

Изучение фации, литологического состава и анализ пространственного распределения различных типов отложений приводит к заключению, что примерно в середине нижнепротерозойского геосинклинального этапа во внутреннем поясе Байкалид возникла протяженная полоса поднятий (кордильера), имеющая в плане форму дуги, обращенной выпуклой стороной к северу. С нее в соседние прогибы начал поступать обломочный материал, состоящий из продуктов разрушения вулканогенных толщ. В дальнейшем в зону поднятия стали вовлекаться прилежащие участки внешнего пояса, а область прогибания и седиментации постепенно перемещалась по направлению к платформе. Наиболее молодые нижнепротерозойские отложения внешнего пояса, известные в приплатформенной части Кодаро-Удоканской зоны, накопились в краевых прогибах. Как уже указывалось, они частично образовались в континентальных условиях.

Не только суперкрупные толщи, но и плутонические комплексы нижнего протерозоя резко различны в обоих поясах Байкалид.

В пределах внешнего пояса они представлены:

а) раннеорогенным каларским комплексом, сложенным анортозитами, габбро-анортозитами и габброидами, нередко расслоенными и богатыми титаномагнетитом;

б) синорогенным мамско-оронским комплексом, образованным гнейсовидными, реже — массивными биотитовыми и двуслюдяными гранитами, а также мусковитовыми гранит-пегматитами;

в) позднеорогенным чуйско-кодарским комплексом, состоящим из биотит-амфиболовых и биотитовых крупнозернистых гранитов (первая фаза) и аляскитоидных гранитов или гранит-порфиров (вторая фаза).

Анортотиты и габброиды каларского комплекса распространены преимущественно на восточном фланге внешнего пояса (в Кодаро-Удоканской зоне), где слагают крупные плутонические тела, приуроченные к разрывным нарушениям. Зона таких интрузий прослеживается далеко к востоку за пределами Байкальской горной области, вдоль всего южного протерозойского обрамления Алданского щита (зона Становика-Джугджура).

Гранитоиды мамско-оронского комплекса располагаются в широкой полосе, приуроченной к средней и внутренней части пояса. Они образуют различного размера согласные тела, нередко с расплывчатыми границами и сопровождаются обширными полями мигматитов. Геологические условия их залегания и многие структурные и текстурные признаки пород свидетельствуют в пользу представления об их возникновении в результате процессов гранитизации или анатексиса терригенных протерозойских толщ.

Граниты чуйско-кодарского комплекса находятся на периферии внешнего пояса, вблизи платформенных сооружений, причем их размещение нередко

контролировалось глубокими разломами.

Во внутреннем поясе Байкалид к нижнему протерозою относится сложный муйский плутонический комплекс, начало формирования которого тесно сопряжено с геосинклинальным вулканизмом, а завершение — с крупными тектоническими движениями, происходившими в конце нижнего протерозоя. Этот комплекс возник в течение ряда фаз, во время которых последовательно внедрялись:

а) субвулканические интрузии основного и кислого состава, неразрывно связанные с эффузивами спилито-кератофирового ряда;

б) раннеорогенные офиолитовые интрузии гипербазитов и габброидов, приуроченные к зонам глубинных разломов, разделяющих внешний и внутренний пояса;

в) синорогенные интрузии протокластических плагиогранитов, гранитов и кварцевых диоритов;

г) позднеорогенные интрузии кварцевых монцонитов (малые тела).

Все эти интрузии тесно генетически связаны между собой и, по-видимому, возникли в результате дифференциации магмы основного или ультраосновного состава.

Существенно отличаются друг от друга и комплексы полезных ископаемых, развитые в обоих поясах.

Во внешнем поясе ряд ценных месторождений приурочен к метаморфическим толщам нижнего протерозоя. Наибольшее значение имеет медное оруденение сингенетического типа в метаморфизованных кварцевых песчаниках верхней толщи удоканской серии. Разведываемое в настоящее время Удоканское месторождение, вероятно, является одним из крупных в стране. В метаморфических толщах мамской подсерии Северо-Байкальского и Патомского нагорий размещаются многочисленные горизонты дистеновых сланцев, могущих служить хорошим сырьем для получения глинозема и огнеупорных материалов. Запасы их неограничены, но для выявления наиболее богатых объектов необходимы детальные разведочные работы. В тех же толщах в ряде мест Патомского нагорья известны железорудные кварциты, однако их практическое значение пока не установлено.

Довольно разнообразны во внешнем поясе и проявления эндогенной минерализации. Среди кристаллических сланцев в бассейне рр. Мамы и Чуи (Северо-Байкальское нагорье) располагаются крупнейшие в мире месторождения мусковита, связанные с пегматитами мамско-оронского комплекса. Не исключена возможность открытия богатых месторождений слюды и в районе рр. Нечеры, Амалык, Сыгыхты и Култушной, где геологическая обстановка подобна той, которая характерна для Майской слюдоносной полосы.

В Кодаро-Удоканской зоне к габброидам каларского комплекса приурочены сегрегационные залежи титано-магнетита (месторождения Малой Култушной, Чинейское и др.). В той же зоне с гранитоидами второй фазы чуйско-кодарского комплекса связаны перспективные проявления золотого, молибденового и свинцово-цинкового оруденения (хр. Кодар).

В зонах дробления среди сланцев удоканской серии в бассейне р. Икабии (хр. Удокан) размещаются линзы пирротина с повышенным содержанием кобальта.

Во внутреннем поясе в связи с нижнепротерозойскими образованиями известны только небольшие проявления полезных ископаемых. К эффузивным толщам муйской серии приурочены серноколчеданные залежи, а с ультраосновными офиолитами связаны платиноиды (находимые в россыпях), асбест и признаки никель-кобальтового оруденения.

Крупные тектонические движения, происходившие в конце нижнего протерозоя, обусловили заметную перестройку общего структурного плана геосинклинальной системы Байкалид. Значительные участки внешнего пояса, расположенные на его

обоих крайних флангах, вошли в состав платформ. В результате дальнейшего развития раннего интрагеосинклинального поднятия возник широкий горный пояс (Байкало-Витимское поднятие), разделивший геосинклинальную область на глубокий Байкало-Патомский краевой прогиб (примыкавший к платформе) и Верхневитимский внутренний пояс, наследующий некоторые черты раннего внутреннего пояса (рис. 2).

В пределах Верхневитимского внутреннего пояса в верхнем протерозое происходило накопление мощных (свыше 13000 м) осадочных или эффузивно-осадочных толщ, нормальные разрезы которых в разных зонах хотя и отличаются известным своеобразием, но все же имеют между собой много общего. В грубых чертах для них всех характерна следующая последовательность отложения: в основании разреза залегают псефитовые и псаммитовые породы, в средней части — преобладают карбонатные или карбонатно-сланцевые осадки, часто с остатками водорослей; заканчивается разрез вновь терригенными породами, но более тонкого гранулометрического состава, чем внизу. Эффузивы среди верхнепротерозойских отложений имеют заметно подчиненное значение, причем их количество уменьшается кверху разреза.

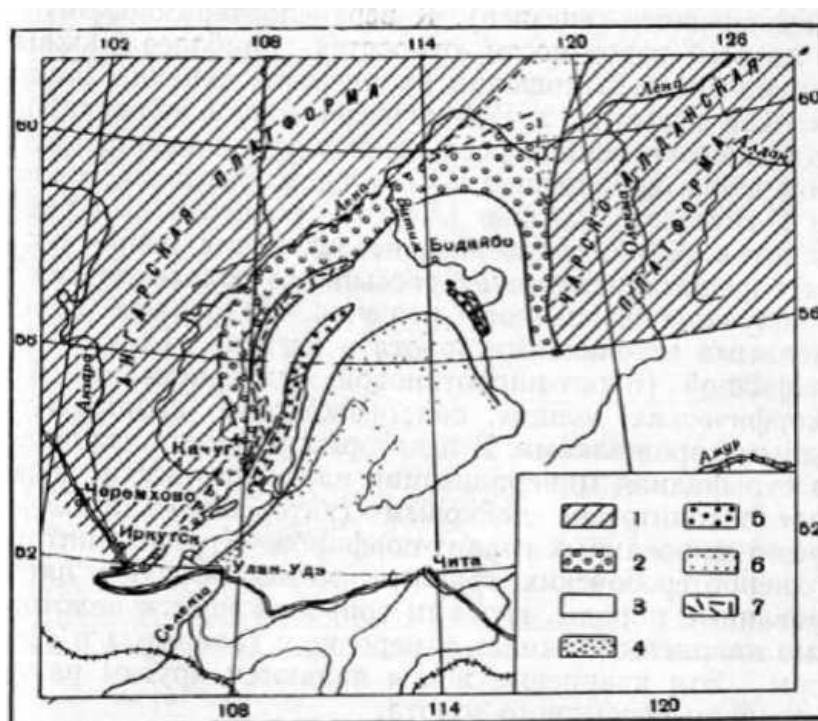


Рис. 2. Схема расположения структурных элементов байкалид в начале верхнего протерозоя

1 — платформы; 2 — Байкало-Патомский краевой прогиб; 3 — Байкало-Витимское поднятие; 4 — Верхневитимский внутренний пояс; 5 — межгорные впадины; 6 — Уринская побочная ветвь; 7 — кварцевые порфиры.

В северной части Байкало-Патомского краевого прогиба в верхнем протерозое происходило накопление терригенных и карбонатных толщ (патомская серия), общая мощность которых достигает 9000—10000 м. В основании они имеют молассовый характер, причем обломочные породы возникли за счет разрушения нижнепротерозойских образований Байкало-Патомского поднятия.

В юго-западной части краевого прогиба первоначально наблюдались наземные излияния кислых лав (акитканская серия), которые закончились тектоническими движениями, сопровождаемыми интрузиями гранитов. Впоследствии на поверхность размыва эффузивной толщи несогласно отложились обломочные и карбонатные породы более молодой (байкальской) серии верхнего протерозоя.

На севере краевого прогиба упомянутые тектонические движения не вызвали

заметного изменения структур и проявились лишь в виде местных размывов и образовании внутриформационных конгломератов.

В пределах Байкало-Патомского поднятия осадконакопление и излияния эффузивов происходили только в локальных участках межгорных впадин.

Плутонические процессы в верхнем протерозое были очень интенсивными. Для Верхневитимского внутреннего пояса установлена следующая последовательность внедрения интрузивных масс. Вначале были интродуцированы небольшие штоки или пластовые залежи габброидов икатского комплекса, затем дайки альбитизированных гранит-порфиров катерского комплекса и, наконец, крупные плутоны гранитоидов баргузинского комплекса. Последние сложены преимущественно массивными или гнейсовидными, часто порфировидными биотитовыми гранитами и гранодиоритами, реже — граносиенитами.

Такая же последовательность отмечается и для Байкало-Витимского поднятия, с тем отличием, что развитые там верхнепротерозойские гранитоиды характеризуются преобладанием амфиболовых разностей, несколько повышенной щелочностью и заметно выраженной тенденцией к образованию сиенитовых типов пород. Внедрение этих гранитов, выделяемых в тельмамский комплекс, происходило в условиях повышенной жесткости рамы.

В северной части Байкало-Патомского краевого прогиба интрузивные породы верхнего протерозоя представлены только дайками габбро-диабазов. В южной его части развиты также гранитоиды, внедрившиеся в середине верхнего протерозоя. Они представлены синорогенными протокластическими гранитами и позднеорогенными гранит-порфирами, сиенит-порфирами и гранодиоритами. Все эти породы, объединяемые в состав ирельского комплекса, обнаруживают тесную генетическую связь с эффузивами акитканской серии.

С верхнепротерозойскими отложениями в Икатском хребте связаны осадочно-метаморфические месторождения марганца, а в Прибайкалье — месторождения фосфоритов; в Северо-Байкальском нагорье — бассейн р. Малой Чуи (к ним приурочены магнезитовые проявления невыясненного генезиса). К верхнепротерозойскому этапу, по всей вероятности, относятся наиболее важные в промышленном отношении проявления золотого оруденения. Как известно, в Байкальской горной области находятся многочисленные россыпные месторождения золота, в том числе крупнейшие в Советском Союзе месторождения Патомского нагорья (Ленский золотоносный район). Несмотря на многочисленные исследования, вопрос о главных коренных источниках россыпного золота до сих пор не получил однозначного решения. По нашим данным, основными источниками золота в регионе являются зоны сульфидной (пирит-пирротиновой) минерализации в метаморфических толщах, сопровождаемые кварцево-сульфидными прожилками. В некоторых районах установлено, что сульфидная минерализация парагенетически связана с предбатолитовым дайковым (катерским) комплексом березитизированных гранит-порфиров. Крупные интрузии верхнепротерозойских гранитов метаморфизуют пиритизированные породы, но сами сопровождаются золоторудными кварцевыми жилами, нередко с галенитом и сфалеритом. Эти кварцевые жилы являются другим важным источником россыпного золота.

С гранитоидами баргузинского и тельмамского комплексов связаны также небольшие проявления молибденита, по-видимому, не имеющие промышленного значения. К габброидам икатского комплекса в Курбинской горной стране приурочены месторождения ильменита.

После тектонических движений в конце позднего протерозоя геосинклинальная область претерпела значительную инверсию, но общий ее структурный план существенно не изменился. В начале нижнего кембрия Байкало-Патомский краевой прогиб увеличился в размерах за счет вовлечения в зону прогибания сопредельных

районов Сибирской платформы, возникшей в результате объединения древних платформенных сооружений. В этом широком, но неглубоком прогибе (Ангаро-Ленский передовой прогиб) откладывались мелководные морские осадки платформенного типа. Сильно разрослось Байкало-Витимское поднятие, где в глубоких межгорных депрессиях, приуроченных к зонам древних глубинных разломов, происходило накопление мощных (до 5000 м) терригенных толщ. Во внутренних частях Байкалид в это время образовались терригенные, нередко красноватые толщ с подчиненными горизонтами карбонатных пород. Эффузивная деятельность была широко проявлена лишь на самом юге региона, в пределах Витимского плоскогорья и Западного Забайкалья (рис. 3).

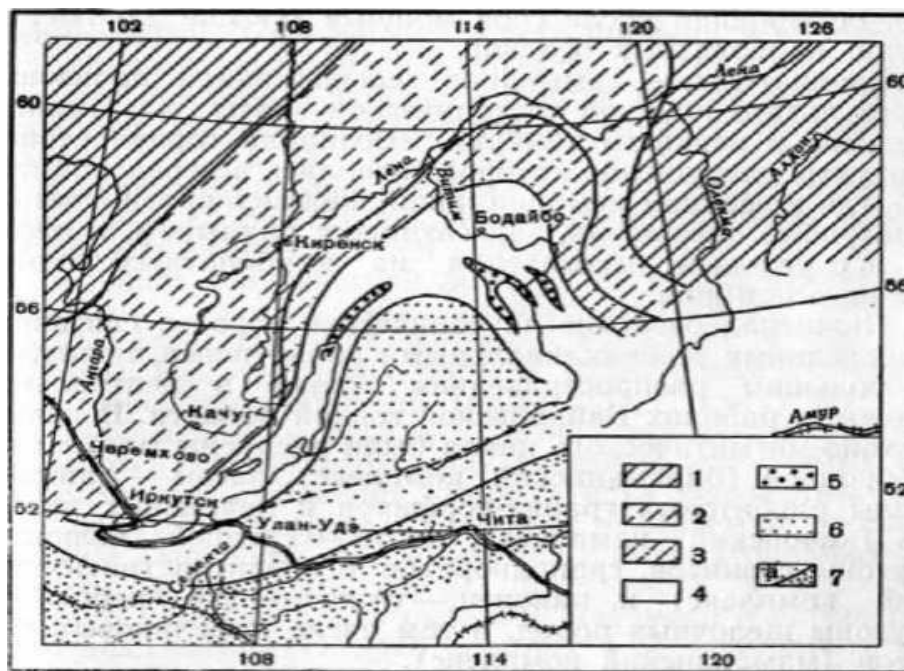


Рис. 3. Схема расположения главных структурных элементов байкалид в начале нижнего кембрия
1 — Сибирская платформа; **2** — Ангаро-Ленский передовой прогиб; **3** — Приленская зона; **4** — Байкало-Витимское поднятие; **5** — межгорные впадины; **6** — Верхневитимская зона; **7** — главный каледонский пояс «Саяниды» и его окраинная зона а

Примерно во второй половине нижнего кембрия (ленский век) в результате денудации поднятий и заполнения прогибов осадками произошла нивелировка рельефа. Одновременно с этим на фоне общего погружения внутренних регионов Байкалид началась морская трансгрессия, оставившая после себя мощные (свыше 2,5 тыс. м) толщ карбонатных осадков.

Окончательное замыкание геосинклинали произошло в результате крупной тектонической фазы на границе среднего и верхнего кембрия. Возникла горная страна, продукты разрушения которой сносились в передовой прогиб, где в верхнем кембрии накапливались красноватые и лагунные отложения, залегающие с размывом, а местами и с угловым несогласием на карбонатных толщах нижнего кембрия.

Нижнепалеозойские плутонические породы, связанные с последними геосинклинальными движениями, пользуются большим распространением только в центральных и южных районах Байкальской горной области. В начале тектоно-магматического цикла были внедрены малые тела габброидов (бирамьинский комплекс), затем — дайки и силлы альбитовых гранит-порфиров и кварцевых диоритов (качойский комплекс), потом — средней величины плутоны гранитов, гранодиоритов и сиенитов (витимканский комплекс) и, наконец, — относительно небольшие плутоны щелочных пород, в том числе нефелиновых

сиенитов (мамаканский комплекс).

На самом юге региона широко развиты очень крупные плутоны нижнепалеозойских гранитов, граносиенитов и сиенитов, относящихся к джидинскому комплексу, характерному для каледонской складчатой области Западного Забайкалья.

Полезные ископаемые, относящиеся к нижнепалеозойскому этапу, в основном связаны с гранитоидными и щелочными интрузиями. Наибольшее значение имеет редкометальное оруденение в связи с гранитами витимканского комплекса, широко распространенное в районе Верхнего Витима (Витимканская зона) и представленное скарнами или кварцевыми жилами с шеелитом и молибденитом, грейзенами с молибденитом и касситеритово-сульфидными проявлениями. В последнее время в районе Верхнеангарского хребта выявлено множество молибденовых и медных рудопроявлений, по-видимому, связанных с щелочными и субщелочными породами мамаканского комплекса.

В северной части Баргузинского хребта и в Южно-Муйском хребте известен ряд серебро-свинцово-цинковых и медных проявлений, связанных с витимканскими гранитоидами. Хотя до настоящего времени и не выявлены крупные промышленные объекты, не подлежит сомнению, что указанные районы являются весьма перспективными для поисков месторождений редких и цветных металлов.

В Курбинской горной стране к контактам джидинских гранитов с карбонатными породами приурочены метасоматические месторождения магнетита.

Большой практический интерес могут представить нефелиновые сиениты мамаканского комплекса, крупные (до 750 км²) интрузии которых выявлены в бассейне р. Мамы. Некоторые эти породы, содержащие значительное количество глинозема (более 23%), могут быть использованы как сырье для производства алюминия.

Экзогенные месторождения полезных ископаемых среди осадочных отложений кембрия пока неизвестны. Следует обратить внимание на поиски ископаемых россыпей золота в кварцевых конгломератах и кварцитовидных песчаниках Жербинской свиты, залегающей в основании нижнего кембрия вдоль окраины Патомского нагорья.

В заключении следует упомянуть об основных чертах послекембрийского развития Байкальской горной области. После окончания геосинклинального режима в течение очень продолжительного этапа, который длился до ранней юры, складчатая область испытывала устойчивое поднятие и была ареной интенсивной денудации. Лишь на самом юге региона в начале мезозойской эры (триас — нижняя юра) происходило локальное накопление континентальных эффузивных толщ и внедрение вдоль разломов субвулканических интрузий щелочных гранитов (малокуналейский комплекс). Последние, в свою очередь, были прорваны малыми телами гранит-порфиров и аляскитоидных гранитов (нырокский комплекс), ответственных за значительные проявления молибденовой минерализации на юго-востоке Витимского плоскогорья и в Западном Забайкалье.

Возобновившиеся во второй половине мезозоя тектонические движения создали на юге региона систему крупных поднятий и депрессий. В последних накапливались континентальные отложения, содержащие месторождения угля и горючих сланцев.

С этим этапом развития связаны телетермальные месторождения флюорита на юге региона и, по-видимому, киноварное оруденение в Средневитимской горной стране, приуроченное к зонам дробления среди кембрийских известняков.

В неогене в результате новейших тектонических движений возникли современные морфоструктуры страны — крупнейшие хребты и впадины байкальского типа. Вдоль разрывов, обрамляющих многие такие впадины, располагаются горячие минеральные источники, которые также являются одним из природных богатств края.

ПРИНЦИПЫ И СХЕМА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ЗАПАДНОЙ И ЮЖНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

(Сибирской платформы и прилежащих к ней регионов)

Принципы инженерно-геологического районирования

Вопросам инженерно-геологического районирования и картирования у нас посвящено очень немного работ (Н. И. Николаев, 1936, 1948; И. В. Попов, 1945; Л. Д. Белый, 1950, 1957). В 1934 г. Н. И. Николаевым (1936, 1948) создается первая мелкомасштабная комплексная инженерно-геологическая карта для Симбирского и Самарского Заволжья на основе многих признаков. На этой карте «районы выделены на основании ряда однородных признаков, к которым, например, относятся взаимоотношения горных пород (стратиграфия), петрографический состав (физико-химическая, механическая и водная характеристика пород), структурные особенности, тектоника, гидрология и геоморфология, с учетом объекта исследования и типа предполагаемого строительства».

Перед составлением сводной «синтетической» инженерно-геологической карты Н. И. Николаевым составлялись «аналитические» карты, на которых давалось районирование по одной какой-либо группе признаков (гидрогеология, литология, развитие экзогенных процессов и т. д.).

Примерно тем же путем шел и автор, рассматривая при инженерно-геологическом районировании следующие группы факторов и их распространение в пространстве:

1) геотектонические и геоморфологические единицы первого порядка (платформы и орогенные зоны; 2) климат, в значительной мере определяющий водоносность, характер и интенсивность течения экзогенных процессов, в том числе осадкообразования; 3) неотектоника; 4) макро- и мезорельеф; 5) физико-механические и гидрогеологические свойства коренных пород и антропогенных отложений; 6) дислокации, внутриформационные размыты и трещиноватость, нарушившие условия залегания и физико-механические свойства пород; 7) сейсмические явления; 8) экзогенные и эндогенные процессы, происходящие как в настоящее время, так и древние, а также места, благоприятные для их развития в будущем в естественных условиях и при строительстве, а также обусловленный этими процессами микрорельеф; 9) глубина залегания и мощность водоносных горизонтов, влияющих непосредственно на сооружения или на важные для строительства экзогенные и эндогенные процессы; 10) геологическая история района в последние геологические эпохи, особенно в антропогене, отражающаяся на изменении физикомеханических свойств пород и на распространении в пространстве факторов, перечисленных выше (пп. 4, 6, 7, 8 и 9).

При проведении инженерно-геологического районирования возникал вопрос, какому из перечисленных признаков следует отдать предпочтение. Опыт показал, что ведущим признаком при инженерно-геологическом районировании является неотектоника. Области неотектонических депрессий характеризуются развитием мощных рыхлых толщ, почти сплошь покрывающих коренные породы, спокойным рельефом, высоким стоянием грунтовых вод, заболачиванием.

Области неотектонических поднятий характеризуются выходами на поверхность разнообразных коренных пород, развитием глубинной эрозии, бурным течением рек

с порогами и шиверами, оживлением карста, отседанием склонов, оползней, оплывин и другими процессами, определяющими устойчивость естественных оснований для сооружений. Сейсмичность наиболее выражена в местах резкого перехода от неотектонических депрессий к воздыманиям, особенно, когда переходы сопровождаются разрывами.

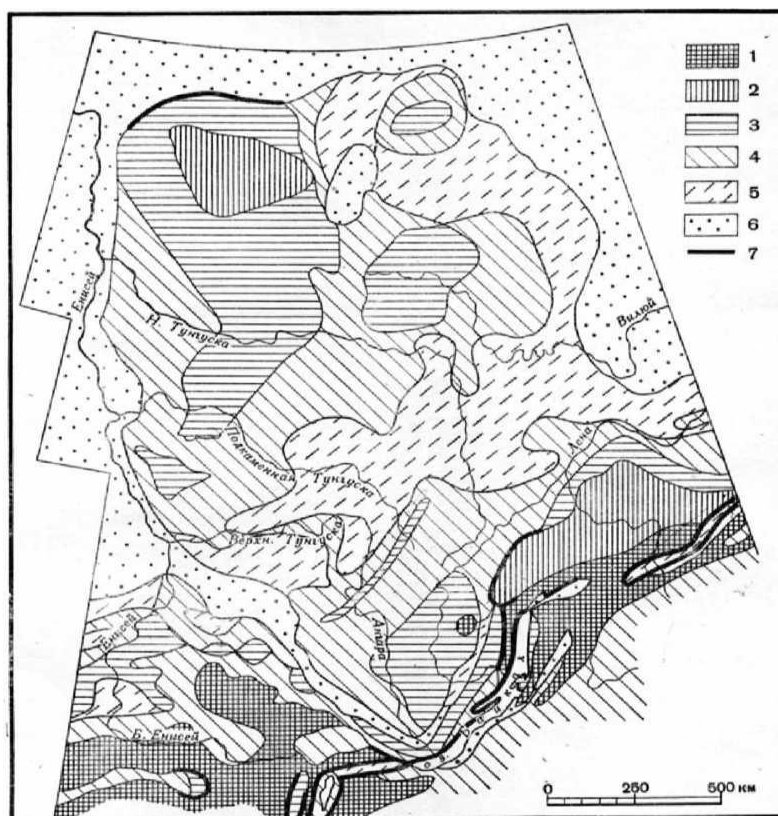


Рис. 1. Схема неотектоники Сибирской платформы

1 — очень интенсивные подпитки (выше 1800 м); 2 — интенсивные поднятия (1100—1800 м); 3 — довольно интенсивные (700—1100 м); 4 — умеренные поднятия (500—700 м); 5 — слабые (350—500 м), 6 — очень слабые поднятия и опускания; 7 — зоны резкого изменения амплитуды и направления движения.

Густота эрозионной сети и амплитуда рельефа определяются в значительной мере неотектоникой, но также зависят от характера горных пород и от степени их разбитости тектоническими трещинами. В свою очередь, и амплитуда рельефа и густота эрозионной сети в сильнейшей мере влияют на развитие обвалов, осыпей, оползней, солифлюкции, отседаний склонов, карста и других процессов.

И, наконец, состав коренных пород пассивно определяет возможность или невозможность развития тех или иных процессов.

Конкретная история каждого участка определяет степень развития тех или иных явлений или степень их уничтожения другими процессами.

Современный климат накладывает отпечаток на все экзогенные процессы, влияющие на условия существования сооружений.

Геотектонические зоны первого порядка (платформы и геосинклинали разного возраста) предопределяют интенсивность неотектонических движений.

Исходя из этих положений, может быть выдвинута следующая принципиальная схема районирования.

Сначала по геотектоническим и климатическим факторам выделяются регионы первого порядка. Например, Иркутский амфитеатр может быть выделен в качестве такого инженерно-геологического региона, так как он представляет собой часть платформы, по своей геотектонической структуре отличающуюся от окаймляющих

ее с юго-запада и юго-востока горных сооружений. Умеренность же климата отделяет амфитеатр от более северных частей платформы; континентальность климата — от Русской платформы. Каждый такой крупный регион делится на следующие области.

О б л а с т и д е п р е с с и й: а) заболоченные и с близким залеганием грунтовых вод; б) с относительно глубоким залеганием грунтовых вод.

О б л а с т и в о з д ы м а н и я: в) слабо и неглубоко рассеченные; г) сильно и глубоко рассеченные.

Внутри подобластей «в» и «г» могут быть выделены районы: с развитием карста; с развитием отседаний склонов и глыбовых оползней; оплывин; других важных для инженерной геологии явлений.

Схема инженерно-геологического районирования Средней Сибири

Исходя из изложенных выше принципов, мы можем предложить следующую схему инженерно-геологического районирования Средней Сибири. Прежде всего, учитывая границы климатических зон, геоструктурных зон первого порядка, общий характер неотектонических движений и геологическую историю местности в антропогене, мы можем выделить крупные инженерно-геологические регионы.

I. Северная часть Западно-Сибирской низменности с глубоким (более 500 м) залеганием кристаллического фундамента, резким преобладанием неотектонических опусканий, мощным мезо-кайнозойским рыхлым покровом, хорошо развитыми ледниковыми отложениями, сплошным развитием вечной мерзлоты, резким преобладанием физического выветривания над химическим.

II. Южная часть Западно-Сибирской низменности. Отличается от северной части отсутствием вечной мерзлоты, меньшим развитием ледниковых отложений. Менее резким континентальным климатом.

III. Таймырская депрессия, сходна с северной частью Западно-Сибирской низменности.

IV. Хребет Бырранга.

V. Лено-Вилуйская впадина с глубоким залеганием кристаллического фундамента, выполненная мощными толщами мезозойских отложений, с антропогеновыми отложениями, достигающими 100 м. В неотектонический этап наблюдается чередование резких опусканий и поднятий, приводящих к формированию высоких аккумулятивных террас. В настоящее время денудация доминирует над аккумуляцией (за исключением района дельты). Глубокая вечная мерзлота. Резко континентальный климат. Резкое преобладание физического выветривания над химическим.

VI. Алданское плато — сложенный в основном докембрием регион средней интенсивности неотектонических поднятий, сменявшихся по временам, особенно в середине плейстоцена, опусканиями. С резко континентальным климатом, развитием вечной мерзлоты, с резким развитием денудации только в краевых частях и вдоль долин рек.

VII. Патомо-Витимское нагорье. Древнее складчатое нагорье, сложенное кембрийскими и докембрийскими породами, интенсивно поднимавшееся в течение длительного времени. В неотектонический цикл поднятие более слабое и чередующееся с опусканием. Денудация доминирует над аккумуляцией. Интенсивное физическое выветривание. Вечная мерзлота.

VIII. Байкальское сводовое поднятие, очень интенсивное, мезозойское, альпийское и неотектоническое, осложненное интенсивно погружающимися впадинами Байкальского типа. В соответствии с этим — чередование зон денудации и аккумуляции. Вечная мерзлота.

IX. Саянское нагорье, сложенное докембрийскими и палеозойскими породами, интенсивно поднимающееся в течение всего неотектонического цикла. Резкое преобладание денудации над аккумуляцией.

X. Минусинская и Чулымская котловины.

XI. Северная и средняя части интенсивно поднимающейся Сибирской платформы к северу от 60° с.ш., с развитием почти сплошной вечной мерзлоты, с резким преобладанием физического выветривания над химическим, денудации над аккумуляцией. Этот регион делится на четыре подрегиона: XI а — Енисейский кряж, сложенный докембрийскими и кембрийскими отложениями, интенсивно поднимающийся; XI б — срединная относительная депрессия, выполненная тунгусским и юрским пресноводными песчано-аргиллитовыми отложениями (бассейны среднего течения Катанги (П. Тунгуски) верхнего течения Н. Тунгуски и среднего течения Вилюя; Лено-Вилюйское междуречье); XI в — Северо-запад платформы — наиболее интенсивно поднимающаяся ее часть покрыта почти сплошь эффузивной толщей $P_2 + T_1$ с совершенно исключительным развитием процессов отседания склонов и глыбовых оползней; XI г — Северо-восток платформы, сложенный докембрийскими и нижнепалеозойскими породами. Здесь четко выделяются области: 1) Анабарского кристаллического щита, 2) палеозойских, преимущественно карбонатных пород с заметным развитием карста; 3) северного уступа платформы, сложенного песчано-аргиллитовыми породами тунгусской свиты и юры, 4) неотектонических Верхнекотуйской и Верхнепопигайских впадин, заполненных рыхлыми антропогенными отложениями.

XII. Иркутский амфитеатр — южная часть платформы, с трех сторон окруженная нагорьями, а с четвертой, примерно по 60° с.ш., отделенная от остальной части платформы слабым Катангским неотектоническим воздыманием. Преимущественное развитие здесь имеют карбонатные и глинистые породы нижнего палеозоя, лишь в краевых предгорных депрессиях появляются песчано-аргиллитовые толщи тунгусской свиты и юры и накопления антропогенных и третичных отложений (Соколов, 1957 г.).

По различной интенсивности поднятий, обусловившей различную высоту плато в пределах части Иркутского амфитеатра, выделяются две резко выраженные зоны подгорных депрессий — Присаянская и Предонотская (разделенные поперечными и продольными вторичными поднятиями на ряд подзон).

На водоразделе Ангары и Катанги (Подкаменной Тунгуски), примерно под 60° с.ш., вдоль северной границы Иркутского амфитеатра, ограничивая его от остальной платформы, расположено широтное Катангское неотектоническое воздымание. На западе Иркутский амфитеатр неотектоническим поднятием Енисейского кряжа отделяется от Западно-Сибирской низменности.

Остальная часть Иркутского амфитеатра деформирована взаимно перекрещивающимися сводообразными поднятиями и депрессиями северо-восточного и западного и северо-западного простирания. Здесь прежде всего выделяются строго прямолинейное Падунское воздымание, идущее от верховьев Бирюсы, через область Ангарских порогов к низовьям Непы и S-образно изогнутое Черемховско-Орлингское поднятие, окаймляющее с запада Предбайкальскую (предонотскую) депрессию, идущее от верховьев Ии, через район Черемховой, верховье Орлинги и Нижней Тунгуски к Лено-Пеледуйскому водоразделу. По обеим сторонам Падунского воздымания расположены мульды западной и восточной половин амфитеатра.

К югу от Катангского воздымания расположена Чадобецкая мульда, а еще южнее — Нижнеангарское воздымание широтного простирания. С северо-востока Присаянская депрессия окаймляется очень слабыми поднятиями: Чуна-Шиверским и

Биликтуй-Кимельтейским.

В качестве примера мы разберем более детальную схему районирования восточной части Иркутского амфитеатра, где можно выделить следующие инженерно-геологические области: 1) Присаянской депрессии; 2) водоразделов, рассеченных частыми узкими и глубокими долинами и падами; 3) Предонотской (Предбайкальской) депрессии; 4) широких плейстоцен-голоценовых речных долин рр. Ангары, Лены, Оки, Ии, Белой, Китоя и Иркута; 5) широких и плоских водоразделов и плиоценовых террас Ока-Бельского междуречья.

Каждая из этих областей может быть подразделена на ряд более мелких районов.

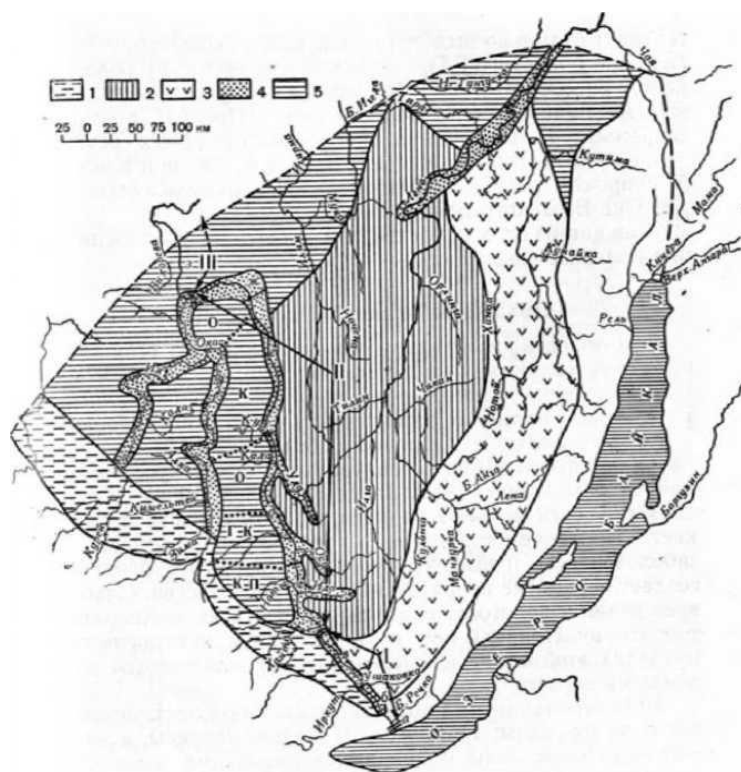


Рис 2. Схема инженерно-геологического районирования восточной части Иркутского амфитеатра

Границы отделов и участков долины Ангары:

I — верхний отдел: а — Истокский, б — Иркутский, в — Суховской; II — второй отдел: г — Бархатовский, д — Балаганский, е — Распутинский, ж — Мамырский; III — средний отдел: з — Порожистый.

1 — область Присаянской депрессии; 2 — области водоразделов, рассеченных частыми узкими глубокими долинами и падами; 3 — область Предонотской депрессии, осложненной сводовыми воздыманиями; 4 — области широких плейстоцен-голоценовых речных долин; 5 — области широких в плоских водоразделов; К — с развитием карбонатного карста, суффозии; Г-К — с развитием гипсового карста; О — с развитием оползней и оплывин; К-П — с развитием карбонатного карста, суффозии и провальных явлений в суглинках.

Область Присаянской депрессии

Эта область характеризуется сниженностью всех водоразделов, сильным расширением долин, отсутствием цокольных террас, уменьшением числа террас в результате их слияния, наличием мощных накоплений современного и древнего аллювия и сильной заболоченностью всей территории, которая прогрессирует вследствие продолжающегося опускания этой области (Соколов, 1939). Благодаря ровности рельефа территория этой области привлекает внимание строителей городов и заводов, но заболоченность и высокое стояние уровня грунтовых вод создает серьезные препятствия для строительства. Слабый врез долин и пологость рельефа препятствуют мелиорации территории. Подвалы всех крупных зданий, выстроенных

в пределах этой области, систематически затопляются подземными водами.

Районирование этой области можно произвести прежде всего по террасам: 1) поймы; 2) низкие террасы, в которых грунтовые воды подпираются паводками и которые затопляются во время катастрофических паводков; 3) ровные высокие террасы и водоразделы.

Кроме того, в пределах водоразделов и высоких террас между долинами рр. Китоя и Белой выделяется четвертый район распространения узких длинных дюнных гряд, разделенных друг от друга узкими ложбинами.

Области водоразделов и высоких террас, расчлененных частыми узкими глубокими падями

Благодаря сильной расчлененности рельефа, эти области, как правило, непригодны для размещения крупных промышленных площадок и крупных поселков. Они охватывают большую часть Ангара-Ленского водораздела к северу от бассейна р. Куды, водораздел между Байкалом, Ангарой, Иркутов и Быстрой и, наконец, водоразделы между Ангарой, Окой и Удой.

Ввиду малой мощности рыхлых антропогенных отложений и сильной расчлененности рельефа состав коренных юрод и процессы, развивающиеся в них, приобретают большое значение для всех видов строительства, в зависимости от чего области подразделены на районы: 1) развития гипсового карста в низах верхоленского яруса и верхах доломитовой свиты; 2) развития карбонатного карста и отседаний склонов в пределах распространения большей части доломитовой толщи; 3) развития карбонатного карста, отседаний склона и глыбовых оползней илимского типа в пределах распространения усть-кутской свиты; 4) развития оплывин в пределах распространения верхней ключевской подсвиты верхоленского яруса и братской свиты; 5) устойчивых склонов в пределах развития коренных пород другого состава.

Область предонотской депрессии, сложенной узкими зонами сводообразных поднятий

Эта область охватывает большую часть бассейнов рр. Куды и Манзурки. Общее относительное опускание этой депрессии меньше, чем Присянской депрессии. Особенно это относится к современной эпохе. На большей части этой области мы наблюдаем слияние террас, мощные накопления древнего и современного аллювия и малое распространение цокольных террас. Обширные террасы, сложенные галечниками и речными песками, создают очень благоприятные условия для размещения городов и промышленных сооружений. Сухость поверхности террас и относительное глубокое положение грунтовых вод выгодно отличают эту область от первой. Узкие высокие гряды, созданные неотектоническими сводовыми поднятиями, разделяют область на отдельные зоны, не нарушая общего характера области. Лёссовидные провальные суглинки одевают эту область сравнительно маломощным чехлом; поэтому они не могут служить препятствием для возведения сооружений.

Области широких речных долин рр. Ангары, Лены, Оки, Ии, Белон, Китон и Иркутта (до бровки третичных террас)

Каждая из этих областей может быть подразделена прежде всего на суженные участки в областях неотектонических воздыманий и на расширенные участки в областях неотектонических депрессий. Далее надо выделить районы развития карста,

глыбовых оползней и оплывин. Такое районирование должно быть вполне достаточным при инженерно-геологических заключениях для гидротехнических сооружений.

С целью прогноза устойчивости гражданских, промышленных и дорожных сооружений мы выделяем более мелкие районы. Прежде всего, отделяем крутой (большей частью правый) склон долины от пологого (большей частью левого). Далее, в пределах распространения террас, на пологих склонах выделяем зоны: 1) нижние аккумулятивные, сложенные песками; 2) средние цокольные террасы, покрытые галечниками и песками; 3) средние цокольные террасы, покрытые поверх галечников и песков мощными толщами провальных лёссовидных суглинков. На крутых склонах выделяем зоны развития оползней, отседаний, склонов, обвалов, солифлюкции, оплывин.

Область широких плоских водоразделов и третичных террас Ока-Бельского междуречья

Это междуречье на большей части своего пространства между плейстоценовой долиной Ангара и Присаянской депрессией образовано плоскими водоразделами и третичными террасами, покрытыми каолинами, огнеупорными глинами, песками, галечниками и суглинками.

Поперечные долины и пади здесь относительно широки и отлоги, покрыты мощным чехлом суглинков и не нарушают общего характера местности, вполне пригодной для промышленного, гражданского и дорожного строительства. Несмотря на пологость эрозионных форм, они врезаются достаточно глубоко и дренируют местность.

В пределах этой области могут быть выделены районы: 1) развития гипсового карста; 2) развития карбонатного карста; 3) развития мощных провальных лёссовидных суглинков; 4) одновременного развития карбонатного карста и провальных явлений в суглинках; 5) свободные от карста и провальных явлений в суглинках.

В настоящей статье даны лишь принципы инженерно-геологического районирования восточной части Иркутского амфитеатра с учетом его истории в антропогене. Для точного определения границ выделенных на этой основе районов необходимо провести специальную обзорную инженерно-геологическую съемку этой территории.

В западной части Иркутского амфитеатра можно выделить следующие инженерно-геологические области: 1) Южно-Канская мезозойская впадина; 2) Северо-Канская мезо-кайнозойская впадина (западная часть Присаянской депрессии); 3) Приенисейское воздымание, сложенное архейскими и протерозойскими породами; 4) область глубоко врезаемых долин и узких водоразделов вдоль Уда-Шиверского воздымания, с сильным развитием отседаний склонов, а местами и карста; 5) Нижнеангарская область, аналогичная предыдущей; 6) Ката-Мурская слабая относительная депрессия, выполненная тунгусской свитой с пологими формами рельефа; 7) Чадобецкая депрессия с еще более пологими формами рельефа и сильным развитием заболоченности; 8) области широких речных долин (Ангара между устьями Илима и Каты, Бирюсы и Уды при пересечении Присаянской депрессии Ката и Мура) с мощным накоплением отложений аллювия и делювия и относительно слабым развитием процессов разрушения склонов; 9) Мотыгинская и Казачинская котловины с мощными накоплениями третичных и антропогеновых отложений.

Совершенно аналогичные области можно выделить и в других регионах. Из них мы отметим: 1) область Норильско-Рыбнинской древней долины, выполненной

мощными антропогенными отложениями в подрегионе Северо-запада платформы; 2, 3 и 4) области долины Енисея в пределах Западно-Сибирской низменности (от Красноярска до Усть-Кама, от Стрелки до Ворогова, от Подкаменной Тунгуски до Пакулихи, от Пакулихи до Хантайки), проходящие по стыку между платформой и Западно-Сибирской низменностью, характеризующейся резкой разницей в строении берегов, большой мощностью антропогена на левом, а иногда и на правом берегу.

Участки течения Енисея, целиком входящие в пределы того или иного региона, в кратком обзоре могут быть оставлены без особого рассмотрения. При решении же схемы использования долины Енисея необходимо провести специальное инженерно-геологическое его районирование, разбив его прежде всего на отрезки, в зависимости от того, какую инженерно-геологическую область он пересекает. Опыт моей прошлой работы в Бюро Ангара-Енисейской проблемы (1931—1936 гг.) и других проектных организациях показывает, что подобные схемы районирования могут быть с успехом использованы при составлении схемы использования гидроэнергетических ресурсов и размещения промышленных узлов, городов и транспортных магистралей, а при детализации данных — для эскизного проекта и для районной планировки. Опыт практического использования этих данных позволяет мне, в полном согласии с Н. И. Николаевым (1955), утверждать, что мелкомасштабное картирование и районирование (в отличие от крупномасштабного) можно проводить без подразделения по видам строительства, что мною и делается в настоящей работе. Вместе с тем предлагаемая схема инженерно-геологического районирования показывает, что в значительной мере прав Л. Д. Белый (1950), настаивающий на проведении специальных инженерно-геологических съемок. Во всяком случае, инженерно-геологическое районирование требует производства специального изучения и картирования экзогенных процессов, важных для инженерной геологии литологических горизонтов и неотектоники.

Потребности планирования народного хозяйства, связанные с реорганизацией планирования управления промышленностью, с созданием совнархозов экономических административных районов настоятельно требуют, чтобы предлагаемая схема инженерно-геологического районирования была бы в самом ближайшем будущем уточнена на основании детальной проработки всех фондовых материалов и отдельных маршрутов для сбора данных об инженерно-геологических свойствах пород и экзогенных процессах. Эта работа должна проводиться местными организациями совместно с Гидропроектом, Гидроэнергопроектом и Гипрогором при консультации Лаборатории гидрогеологических проблем и Восточно-Сибирского филиала АН СССР.

Необходимо добиться, чтобы в дальнейшем при производстве геолого-съемочных работ производились бы наблюдения над экзогенными геологическими процессами и при картировании выделялись бы не только палеонтологически охарактеризованные разнородные толщи, но и горизонты, отличающиеся по таким заметным и важным инженерно-геологическим свойствам, как крепость, массивность, выветриваемость, оплываемость и т. д.

Области	Районы	Подрайоны	Участки
По характеру неотектонических движений и по мегарельефу	По преобладанию важных для инженерной геологии экзогенных процессов. Могут быть в каждой из областей	По степени и скорости развития экзогенных процессов	По характеру мезо- и микрорельефа, по соотношению степени развития нескольких развивающихся процессов, по несущей способности грунтов на глубине заложения фундаментов, по условиям технической мелиорации, по величине притока вод в котловане и т.д.
Депрессии, заболоченные и с близким залеганием грунтовых вол: Присяянская депрессия и т.д. Депрессии с глубоким залеганием грунтовых вод: Предонотская депрессия. Воздымания, слабо и мелко рассеченные долинами и паднями: Ока-Бельское междуречье и т.д. Воздымания, сильно рассеченные: Ангара-Ленское междуречье и т.д. Долины крупных рек: Лены, Ангара, Оки, Ии и т.д.	1) Карбонатного карста 2) Гипсового карста 3) Суффозии 4) Провальных явлений в лёссах и суглинках 5) Карбонатного карста и суффозии 6) Карбонатного карста и провальных явлений 7) Глыбовых оползней 8) Отседаний склонов 9) Карбонатного карста и отседания склонов 10) Гипсового карста и отседания склонов и т.д.	Например: а) Поля воронок более 100 воронок на 1 км² а₁) ежегодно образуются более 5 воронок на 1 км² а₂) ежегодно образуется от 1 до 5 воронок а₃) одна воронка в среднем в 2-5 лет а₄) одна воронка реже, чем в 5 лет б) Редкие воронки (от 20 до 100 на 1 км²) в) Единичные воронки (менее 20 на 1 км²) и т.д.	

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ К ПРОГНОЗУ УГЛЕННОСТИ ЗАБАЙКАЛЬЯ

(Некоторые данные по геологии углей Забайкалья)

На обширной территории Забайкалья известно свыше 70 месторождений угля и отдельных углепроявлений, многие из которых не апробированы геологоразведочными работами. В расположении угольных месторождений наблюдается определенная закономерность, выражающаяся в приуроченности их к пониженным частям рельефа — долинам рек, озер, котловинам, которые, в свою очередь, располагаются в ряде узких тектонических депрессий господствующего северо-восточного направления в соответствии с направлением общей складчатости Забайкалья. Депрессии разделяются горными сооружениями, сложенными древними кристаллическими породами. Разные исследователи геологии Забайкалья объясняли происхождение депрессий различно. В. А. Обручев (1938) рассматривает угленосные депрессии как грабеновые структуры, разделенные горстами. Б. А. Иванов (1949) выделяет в Забайкалье зону глыбовых структур, развитую в Западном Забайкалье, и зону синклинальных прогибов Восточного Забайкалья; структурные формы мезозойских впадин Западного Забайкалья Иванов называет глыбовыми синклиналями, Восточного Забайкалья — синклинальными прогибами. В обоснование такого разделения им положена различная степень консолидации фундамента мезозойских отложений в зависимости от удаленности от Сибирского щита. И. А. Флоренсов (1954, 1955) выдвинул идею о том, что современная геоморфология Забайкалья в общих чертах сходна с геоморфологией нижнемеловой, а мезозойские впадины являются антиклинальными прогибами, выраженными в современном рельефе, так же как разделяющие их горные сооружения являются антиклинальными перегибами, в местах сопряжения которых с синклиналями развиты дизъюнктивы. Теория покровного строения Забайкалья в настоящее время представляет лишь исторический интерес. Не отжила свой век теория повсеместного развития угленосных отложений в пределах всего Забайкалья и последующего размыва их до современного состояния. Как следует из изложенного, вопрос о происхождении мезозойских впадин ограничивается пока теориями, не имея фактических данных для однозначного решения. Поиски таких данных в дальнейшем следует продолжать, так как правильное решение вопроса о механизме образования мезозойских впадин имеет большое практическое значение.

Четко выраженное в Западном Забайкалье закономерное расположение мезозойских впадин в виде полос господствующего северо-восточного направления несколько затушевывается в Восточном Забайкалье, где простираение их является местами меридиональным (Харанор), широтным (Алтано-Кыринская депрессия) или имеет неопределенные контуры (р-н ст. Чернышевской), сближаясь в этом отношении с дальневосточной провинцией. Это находит свое объяснение в большом расстоянии Восточного Забайкалья от Сибирского щита по сравнению с Западным Забайкальем и в большей пластичности подстилающих пород, обусловленной более поздней их консолидацией.

Мезозойские впадины возникали в зонах древних разломов фундамента; однако выполнение их континентальными осадками не древнее среднеюрского времени свидетельствует о том, что собственно мезозойские впадины возникали тоже не раньше средней юры. Вместе с тем, на территории Забайкалья есть впадины, возникшие в меловое время, включительно до верхов нижнего мела (Дабан-Горхон и др.). Таким образом, можно считать установленным различие во времени

образования мезозойских впадин в пределах от средней юры до верхов нижнего мела, причем наблюдается миграция впадин по времени образования с запада на восток; дальневосточная и далее приморская провинции отличаются преобладанием уже третичных отложений, подстилаемых местами верхнемезозойскими.

Стратиграфия континентальных отложений Забайкалья до настоящего времени твердо не установлена, особенно в части возрастных взаимоотношений отдельных частей разреза отложений разных впадин. Континентальная толща Забайкалья представлена отложениями пролювиально-делювиальных, речных, озерных и болотных фаций; с последними связаны пласты угля. Литологически они представлены конгломератами, иногда глыбовыми, гравелитами, песчаниками разной крупности зерна, алевролитами, аргиллитами и тонко рассланцеванными пелитовыми породами, которые В. П. Плотников (1956) предлагает называть сланцами. До недавнего времени расчленение и корреляция континентального мезозоя Забайкалья производились только на основании литологических признаков. Ископаемые остатки фауны и флоры привлекались лишь для обоснования возраста континентального мезозоя в целом, так как существовало общепринятое мнение об одновозрастности всех угленосных отложений этой области. Так, Б. А. Иванов (1949) относил всю угленосную часть разреза к нижнему мелу, Е. В. Павловский (1949) на отредактированной им геологической карте Восточной Сибири масштаба 1 : 2 500 000 отнес все угленосные отложения тоже к нижнему мелу. В настоящее время можно считать доказанным, что угленосные отложения Забайкалья не одновозрастны — они датируются в пределах от средней юры до нижнего мела включительно. В 1946 г. М. С. Нагибина впервые высказала мысль о разновозрастности континентальных отложений Забайкалья; Г. Г. Мартинсон (1952, 1955) подтвердил это на основании сбора и определения ископаемых пресноводных моллюсков и спорово-пыльцевых спектров. Он предложил следующую стратиграфическую схему для нормально-осадочного континентального мезозоя Забайкалья (сверху вниз):

Даинская свитаCr₁³
 Тургинская свита.....Cr₁²
 Улан-Гангинская свита J₃ — Cr₁
 Букачинская свита J₃

Все выделенные свиты охарактеризованы соответствующими комплексами ископаемых остатков пресноводных моллюсков и спорово-пыльцевыми спектрами. Практическое применение приведенной схемы связано с некоторыми трудностями, поскольку она является лишь принципиальным выражением возрастных соотношений различных частей разреза, не связанных между собой литологией; с другой стороны, бедность отложений ископаемыми остатками фауны и затруднения с ее определением, обусловленные малочисленностью палеонтологов, занимающихся определением пресноводных моллюсков, в значительной степени может отражаться на эффективности применения схемы. Тем не менее, во всех случаях необходимо производить сбор ископаемых остатков фауны, флоры и образцов для определения спор и пыльцы, чтобы правильно и единообразно стратифицировать разрезы по разным депрессиям.

Практические потребности геолого-разведочных работ стимулировали составление сводной стратиграфической схемы, основанной на литологическом составе слагающих разрез пород. В практике работ б. треста Иркутскуглеология применялась следующая сводная стратиграфическая схема (снизу вверх):

Эффузивно-туфогенная свита
Свита базальных конгломератов
Песчано-сланцевая свита
Продуктивная свита

В восточном Забайкалье в отличие от Западного, эффузивно-туфогенная свита развита очень широко. Она делится на два горизонта; нижний — эффузивно-туфовый мощностью 700—800 м и верхний — туфо-конгломератовый мощностью 500—700 м смешанного вулканогенно-осадочного происхождения. Отличительной чертой песчано-сланцевой свиты является наличие в ее составе тонких, углисто-глинистых пород с остатками фауны рыб, гастропод, пелеципод и ракообразных, составляющих так называемый тургинский горизонт, широко распространенный в Восточном Забайкалье. По ископаемой фауне тургинский горизонт датируется нижним мелом.

Наконец следует сказать несколько слов о схеме, предложенной Б. А. Ивановым (1949); среди нормально-осадочной серии континентальных осадков Забайкалья он выделяет четыре группы пород, которые рассматривает как самостоятельные свиты.

1. Конгломераты и конглобрекции с подчиненными слоями песчаников и сланцев.
2. Аркозовые песчаники базальных горизонтов, обязанные своим происхождением разрушению гранитов.
3. Песчаниково-сланцевые озерные отложения (тургинская свита).
4. Угленосные отложения, представленные песчаниками, алевролитами, аргиллитами, пластами и линзами угля.

Перечисленные свиты не представляют собой непрерывной единой стратиграфической колонки, а являются скорее искусственно выделенными группами пород, распространение которых в пределах мезозойских впадин не повсеместно.

Из изложенного видно, что хотя общепризнанной унифицированной стратиграфической схемы для континентальных отложений Забайкалья пока еще нет, тем не менее положено начало для создания такой схемы путем сочетания стратиграфической схемы Г. Г. Мартинсона со схемой, выработанной геологами б. треста Иркутскуглегелогия. Мощность собственно угленосного комплекса в различных месторождениях колеблется в широких пределах от 200 до 1000 м. Отложения угленосных толщ Забайкалья происходили в типичных континентальных условиях в обстановке межгорных впадин. По литолого-фациальным признакам среди угольных месторождений можно выделить следующие типы:

1. Месторождения, образовавшиеся в непосредственной близости от источника сноса (Хара-Хужар, Дабан-Горхон); для такого типа месторождений характерно широкое развитие грубообломочных пород в составе угленосной толщи, содержащей один мощный пласт угля (от 20 до 80 м), залегающий среди грубообломочных отложений.

2. Месторождения, расположенные в некотором удалении от источника сноса; для этого типа месторождений характерно широкое развитие переслаивания песчаников, алевролитов, аргиллитов и пластов угля (Сангино, некоторые участки Гусиноозерского района и многие другие месторождения).

3. Месторождения, расположенные в значительном удалении от источников сноса; для них характерно преобладание в разрезе тонкозернистых осадков, в том числе глинистых, углисто-глинистых и «горючих» сланцев (Баянгольское месторождение).

Собственно угленосные отложения внутри мезозойских впадин залегают четкообразно; по простираанию впадин они разделяются перемычками, сложенными или нижележащими континентальными безугольными отложениями или выступами фундамента. В пределах отдельных месторождений континентальный комплекс

залегает в виде ассиметричных синклинальных или мульдобразных складок. Углы падения крыльев складок колеблются для пологих крыльев в пределах от 4—10 до 25°, для крутых — до 60°. Направление падения пород и расположение пологих и крутых крыльев складок на разных месторождениях различны и обусловлены наличием дизъюнктивов, развитых в крутых крыльях складок. Характер угленосности отвечает общему характеру вмещающей толщи. Наряду с очень угленасыщенными разрезами, такими как Северный и Загустайский участки района Гусиного озера, Тарбагатай, Харанор и другие, есть месторождения, содержащие один или два пласта угля, как, например, на Баянгольском, Мордойском и других месторождениях. Мощности рабочих пластов колеблются также в широких пределах — от 1 до 40 (Холбольджино) и даже 80 м (Дабан-Горхон). Строение пластов в большинстве сложное, реже — простое.

Подавляющее большинство месторождений Забайкалья представлено бурыми гумусовыми углями; часть месторождений содержат угли, переходные от бурых к каменным; в меньшей степени развиты каменные угли невысокой степени метаморфизма. Последние известны на Букачае, Чаре, Каларе, Нерчугане, в Тугнуйской долине, в группе Джидинских месторождений; в последнее время поступили сведения о наличии каменного угля на Алтайском месторождении; это интересное сообщение требует постановки специальных работ по опробованию углей. По данным Л. П. Нефедьевой (1956), в петрографическом составе угольных пластов месторождений Забайкалья наблюдается значительное разнообразие, обусловленное различием фациального состава вмещающих пород. Среди углей Гусиноозерского угленосного района пользуются распространением блестящие и полублестящие клареновые и кларено-дюреновые угли фации болот со значительной обводненностью; вместе с тем в этом же районе встречается значительное количество ксилено-фюзенов, фюзено-кларено-дюренов и дюренов фации «сухих» болот. Меньшим распространением пользуются минерализованные кларено-дюреновые и дюреновые угли фации проточных болот. На Баянголе и Харахужаре наряду с блестящими углями фации обводненных болот значительным распространением пользуются минерализованные кларено-дюреновые и дюреновые угли фации проточных болот.

На месторождениях угля Тугнуйской долины наблюдается большое разнообразие генетических типов угля: здесь встречены блестящие клареновые угли фации обводненных болот, минерализованные дюрено-клареновые и дюреновые угли фации проточных болот и в меньшем количестве — ксилено-фюзеновые угли фации «сухих» болот.

Распространение и преобладание определенных генетических типов угля находится в прямой зависимости от общих условий осадконакопления угленосной толщи. На Тугнуе и Хараузе в разрезе преобладают грубообломочные и крупнозернистые породы, в связи с чем, по-видимому, наблюдается повышенная зольность угля по сравнению с таковой же на Гусином озере, где, судя по литологическому составу, общие условия осадконакопления были спокойнее и где были развиты угольные фации болот значительной обводненности и «сухих» болот.

Химическая характеристика углей Забайкалья приводится в табл. 1.

Как видно по показателям таблицы, угли Забайкальских месторождений можно разделить на четыре группы: угли каменные невысокой степени метаморфизма марок Д—Г, по донецкой классификации; исключение составляют угли Царского месторождения, которые ближе стоят к марке ПЖ; угли, переходные от бурых к каменным, бурые мезозойские угли довольно высокой степени метаморфизма таких месторождений, как Черновское, Харанорское, Делюнское и другие, и, наконец, типичные бурые угли третичных месторождений Прибайкалья.

Таким образом, приведенные сведения о степени метаморфизма забайкальских

углей характеризуют их как хорошее энергетическое топливо; угли некоторых месторождений, как, например, гусиноозерские, могут быть с успехом использованы для газификации.

Таблица 1
Химическая характеристика углей Забайкальских месторождений

Месторождения	W ^a	A ^c	V ^r	\$ _{общ}	C ^r	H ^r	Q ^r ₆	Характер кокса	Марка угля
Букачачинское	0,57 9,50	6,10— —18,60	18,6— —41,1		70,0— —86,0	4,7— —7,5	7000— —8850	Спекш.	Г
Нерчуганское	5,85 8,75	5,7— —25,8	39,8— —52,8	0,14— —2,30	72,13— —80,70	4,80— —6,40	7321— —8023	Слабо спекш. и спекш.	Д—Г
Верхне-Каларское	1,38 До 8,28, реже - 13,72	10,60— —39,77	38,44— —51,40	0,36— —0,89	71,52— —87,70	4,14— —6,46	7765— —8211	Спекш.	П—Г
Чарское	1,41	12,73	30,55	0,33	84,50	5,48		Спекш.	ПЖ
Тугнуйское	2,30 7,50	12,25— —30,44	22,83— —33,25	0,72 5,47	70,27— —77,77	5,30 5,81	6871— —7797,2	Не спекш. и спекш.	
Хараузское (Олонь-Шибирское)	2,75 21,96 Воздух - сух.	9,36— —28,00	23,00— —37,00	0,21— —0,51	68,49— —80,16	2,92— —6,17	7000— —7700	Спекш. и порошок	Д
Тунгиро-Тупикское	1,76 3,86	6,05	22,66	0,86	87,13		8287	Спекш.	один анализ
Баянгольское	6,44 11,01	7,98 16,44	28,15— —33,74		69,20 84,43	3,99 7,05	4373— —5222		Д—Г
Харахужарское	5,00	12,15	49,35		75,39	5,82		Сплавлен.	
Гусиноозерское	8,20 17,17	51,95 29,39	23,50 45,00		73,80 76,40	2,80 5,94	7028— —7734		
Тарбагайское	4,59 18,66*	2,66— —44,0	25,12— —49,60	0,61— —3,64	71,92— —75,12	4,63— —5,45	6870 —7623	Порошок	БД
Арбагарское	9,04 23,34	6,50— —24,85	32,10— —51,00	0,53— —1,37	64,60— —78,50	4,27— —5,70	6200— —7400	Не спекш.	БД
Алтанское	1,3— —7,44	1,0— —1,27	36,00— —44,0		74,00— —77,00	До 6,0	7293— —7720	Слипш.	
Черновское	5,30 19,10	6,13— —40,0	29,57— —60,48	0,25 —1,00	55,35— —78,50	3,26— —6,06	7129— —7222	Не спекш.	Б
Иргеньское	13,87 15,76	2,29— —7,11	41,20— —44,50	1,48— —2,03	69,20— —69,28	4,32 —4,43		Не спекш.	Б
Кутинское	8,7— —17,0	11,6— —40,6	33,5— —51,7				—2540— —5336		
Старо-Оловское	8,97— —9,24	8,70— —40,28	45,62— —47,26	0,65— —2,10	70,0	4,5		Порошок	Б
Делюнское	3,92 13,12	11,66— —29,91	39,73 —43,92	2,14— —5,65	53,79— —75,54	3,41— —5,91	5270— —7169	Порошок	Б
Дабан-Горхонское	8,08— —22,20	4,79— —23,29	42,50— —50,40	0,23— —1,53	66,60 71,93	3,07 4,49	4565— 6766	—	
Третичные угли Прибайкалья	11,50 28,80	3,69 17,00	25,10 До 48,0	0,18 0,70	72,00		5450— 7092	—	

* Угли нижней террасы, по данным Ревизионной партии 1939 г., содержат влаги от 2,64 до 5,75%.

Коксовых углей в Забайкалье не обнаружено; имеющиеся разности спекающихся углей таких месторождений, как Букачачинское или Тугнуйской долины, включая Хараузское (Олонь-Шибирское), могут быть использованы при получении металлургического кокса в качестве добавки к коксующимся углям.

Для таких районов, как Забайкалье, богатых месторождениями цветных и черных металлов при отсутствии месторождений коксовых углей, необходимо внедрение новой технологии получения металлургического кокса из слабо спекающихся каменных углей марок Д и Г. Такие месторождения есть и содержат значительные запасы. Это месторождения Тугнуйской долины, Хараузское и другие, для которых, как нам представляется, был бы применим метод получения коксовых брикетов, разработанный Л. М. Сапожниковым (1956) именно для этого типа углей. Решение такой большой проблемы, как создание третьей металлургической базы на Востоке, не исключает возможности организации коксовых предприятий местного значения, остро необходимых и в Бурятской АССР и в Читинской области. Эти предприятия для получения коксовых брикетов из местных углей можно построить по технологии, предложенной Л. М. Сапожниковым, или аналогичной ей. Необходимо немедленно приступить к работам по изучению процесса получения коксовых брикетов из забайкальских углей сначала в лабораторных условиях, потом на опытной установке для снятия показателей, необходимых для проектирования местных промышленных предприятий.

Вопрос о каменных углях для Забайкалья имеет очень важное значение. Различными исследователями угольных месторождений Забайкалья было высказано несколько мнений о причинах образования каменных углей среди обширной Забайкальской буругольной провинции. В частности, Б. А. Иванов (1949) объясняет причину образования каменных углей большей скоростью погружения торфяника, быстротой покрытия его кровлей и превращения торфяника в пласт каменного угля в анаэробных условиях. Такой взгляд подтверждается на примерах Тугнуйских и Харахужарского месторождений, но не находит подтверждения на примере Дабан-Горхонского месторождения. Как нам представляется, существует зависимость между степенью метаморфизма угля и стратиграфической глубиной его залегания. Все известные месторождения каменного угля — на Букачае, Чаре, Каларе, Тугнуйе, Джиде — имеют среднеюрский возраст. Такая точка зрения высказана впервые Ч. М. Колесниковым и, по-видимому, имеет серьезные основания. Этот интересный вопрос требует дальнейших исследований. По своему территориальному размещению месторождения каменных углей тяготеют к средней и северной частям Забайкалья; можно провести условную границу между распространением каменных и бурых углей (см. карту), к северу от которой располагаются месторождения каменных углей, к югу — бурых. Возможно, что такая условная граница представляет зону некоторой ширины, в пределах которой укладываются угли, переходные от бурых к каменным. Наличие к северу от предполагаемой границы месторождений бурых углей (Дабан-Горхон) может быть объяснено более молодым (верхи нижнего мела) возрастом углей. Неясным остается наличие каменного угля Алтайского месторождения, в котором по единичным анализам, имеется бурый уголь; здесь необходима проверка путем тщательного опробования.

Данные по запасам в Забайкалье приведены в табл. 2 (в тыс. т). Суммарная цифра запасов не отражает действительного положения запасов в настоящее время, так как в балансе не могли быть отражены запасы вновь открытых месторождений, таких как Кутинское, или запасы, которые увеличились в результате разведочных работ, но не поступили для учета в балансовую комиссию (Харауз и др.).

Таблица 2
Государственный баланс запасов по состоянию на 1 января 1957 г

Экономические районы	Категории запасов				Всего
	A + B	C ₁	A + B + C ₁	C ₂	
Бурятская АССР	80 055	127 474	207 529	465 787	673 316
Читинская область	394 156	374 610	768 766	75 151	843 917
Итого	474 211	502 084	976 295	540 938	1 517 233

Запасы угля по группам действительных, вероятных и возможных приведены в табл. 3 (в млн. т) *.

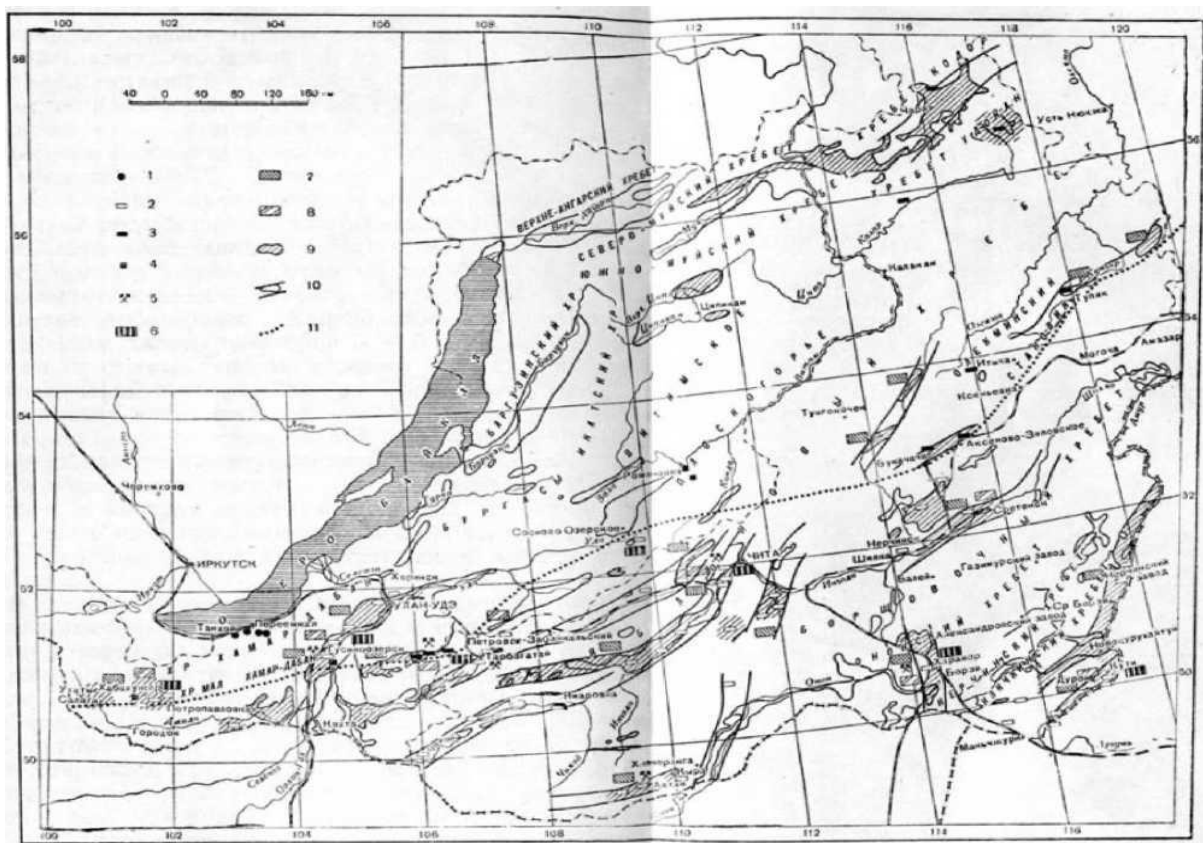
Таблица 3
Баланс запасов угля, подсчитанных Междуведомственной комиссией

Экономические районы	Группы запасов			Всего
	действительные	вероятные	возможные	
Бурятская АССР	338,7	579,1	3709,4	4627,2
Читинская область	1872,8	1387,8	551,3	3811,9
Итого	2211,5	1966,9	4260,7	8439,1

*Цифры предварительные будут уточнены с опубликованием итогов работ Междуведомственной комиссии по запасам углей СССР.

Таким образом, основываясь на данных Междуведомственной комиссии по запасам, можно сказать, что положение с геологическими запасами в Забайкалье благополучнее, чем показано в государственном балансе. К этому следует добавить, что Междуведомственная комиссия учитывала запасы по состоянию на 1.1. 1955 г.; после этого срока произошли значительные изменения запасов в сторону увеличения, в частности по месторождениям Тугнуйской долины, Приаргунья, в Кижичинской депрессии и в других местах. По-видимому, запасы третичных и мезозойских углей Забайкалья с учетом групп вероятных и возможных составят цифру порядка 12 млрд. т.

Соотношение разведанных запасов категорий A + B к общим запасам, по данным баланса по Забайкалью, составляет 31,6%; в том числе по Бурятской АССР — 12,0%, по Читинской области — 47,0%. Эти высокие показатели в сильной степени завышены за счет неполного учета запасов в балансе, особенно по категории C₂. Если взять соотношение запасов этих же категорий к сумме запасов действительных, вероятных и возможных, по данным Междуведомственной комиссии, то получатся следующие цифры: по Забайкалью в целом 5,7%, по Бурятской АССР в соотношении к суммарным запасам республики — 1,7%, по Читинской области в соотношении к суммарным запасам области — 10,4%. Эти цифры характеризуют очень низкую степень изученности угольных месторождений Бурятской республики.



Схематическая карта распространения угленосных отложений Забайкалья

1 — месторождения третичных бурых углей; **2** — месторождения мезозойских бурых углей; **3** — месторождения каменных, переходных от бурых к каменным углям; **4** — месторождения горючих сланцев; **5** — Действующие шахты; **6** — участки для открытых разработок; **7** — площади первоочередного развития поисковых работ; **8** — площади первоочередных разведочных работ; **9** — площади, подлежащие изучению тематическими партиями (структурная геология, стратиграфия, литология); **10** — границы депрессий с контурами угленосных отложений; **11** — ориентировочная граница между зонами распространения каменных и бурых углей

Относительно высокий показатель изученности месторождений Читинской области объясняется тем, что в течение ряда лет разведывались одни и те же месторождения — Тарбагатайское, Черновское, Букачачинское, Арбагарское и Харанорское, в результате чего разведанные запасы категорий А + В по этим месторождениям от суммы запасов каждого из них составляют очень высокий процент. Так, по Тарбагатаю — 80%, по Черновскому месторождению — 81%, по Арбагарскому — 74,4%, по Букачачинскому — 86%, по Харанору — 30,5%. Более низкая степень изученности Харанорского месторождения объясняется тем, что к его разведке приступили позднее, и контуры месторождения еще не определены, хотя уже в известных контурах месторождение содержит очень крупные запасы для масштабов угленосности Забайкалья.

В последние годы быв. трестом Иркутскуглегелогия были проведены работы по поискам новых месторождений в ряде мезозойских депрессий, выявившие несколько точек с промышленной угленосностью и новые месторождения, такие как Тугнуйское, Иргеньское, Хараузское (Олонь-Шибирское), Нерчуганское. Поисковые работы Читинского и Бурят-Монгольского геологических управлений увенчались открытием крупных месторождений: Кутиноского — в Приаргунье — и на р. Кижинге. Эти факты свидетельствуют о том, что практиковавшаяся методика поисковых работ на уголь с применением геофизики и буровых работ вполне себя оправдала и должна продолжаться в дальнейшем. Именно в направлении поисковых новых месторождений должны быть ориентированы работы ближайших лет.

По данным государственного баланса по состоянию на 1.01.1957 г., обеспеченность горных предприятий запасами категорий А + В и А + В + С₁

характеризуется цифрами табл. 4.

Таблица 4
Обеспеченность горных предприятий запасами угля, по данным баланса на 1.01.1957 г.

Экономические районы	Добыча за 1965 г., млн.т	Состояние горных предприятий на 1.01.1957 г.						Всего действ., строящ. и резервн. уч.		Обеспеченность запасами	
		действующие		строящиеся		Резервные участки		количество	мощность, млн.т	A+B	A+B+C ₁
		количество	мощность, млн.т	количество	мощность, млн.т	количество	мощность, млн.т				
Бурятский	0,9	6	1,3	—	—	2	0,7	8	2,0	80,0 (77,0)	207,5* (186,0)**
Читинский	3,0	10	2,98	4	2,16	14	4,2	28	9,34	394,1 (376,8)	768,8* (737,7)**
Итого по Забайкалью	3,9	16	4,28	4	2,16	16	4,9	36	11,34		

*Запасы в целом по экономическому району

**Запасы по эксплуатируемым месторождениям

Срок обеспеченности запасами действующих и строящихся шахт и разрезов с учетом резервных участков при работе предприятий на полную мощность, за вычетом 20% потерь при эксплуатации, определяется в годах:

По Бурятской АССР для категорий A + B:

80 млн. т — 16 млн. т (20%) = 64 млн. т; 2 = 32 года

То же для категорий A + B + C₁: 208 млн. т — 42 млн. т (20%) = 166 млн. т : 2 = 83 года

По Читинской области для категорий A + B:

394 млн. т — 80 млн. т (20%) = 314 млн. т : 10 = 31 год

То же для категорий A + B + C₁: 769 млн. т — 153 млн. т = 616 млн. т : 10 = 62 года

Рассматриваемые здесь запасы категорий A + B и A + B + C₁ относятся не только к эксплуатируемым месторождениям, но составляют сумму запасов в целом по Бурятской АССР и по Читинской области. Запасы, относящиеся только к эксплуатируемым месторождениям, очень мало отличаются от принятых в приведенном расчете, так как детальные разведочные работы производились в основном на площадях эксплуатируемых месторождений. Сроки обеспеченности горных предприятий эксплуатируемых месторождений запасами угля составят: по Бурятской АССР для категорий A + B = 31 год, для категорий A + B + C₁ = 75 лет; по Читинской области — соответственно 30 и 59 лет.

Исчисление времени обеспеченности горных предприятий запасами угля производилось по мощности предприятий, взятой по данным госбаланса запасов. Фактическая добыча угля с 1956 г. составила по Бурятской АССР 0,9 млн. т., по Читинской области — 3,0 млн. т. Размеры добычи не покрывают потребностей Бурятской республики и Читинской области в угле; недостающая потребность покрывается за счет завозного угля — из Иркутского бассейна для Бурятской АССР и Райчихинского — для Читинской области. Учитывая это, нами при исчислении срока обеспеченности предприятий запасами угля была принята для Бурятской АССР

удвоенная мощность предприятий, для Читинской области тоже удвоенная против размера добычи 1956 г. и завоза райчихинского угля. Возможно, что развитие потребления угля по республике и области превысит принятые к подсчету нормы добычи; тем не менее обеспеченность горных предприятий Забайкалья запасами высоких категорий в количественном отношении не вызывает сомнений.

Важную роль в экономике хозяйства Забайкалья, кроме количественного обеспечения предприятий запасами угля промышленных категорий, играют два фактора: 1) рациональное размещение добывающих угольных предприятий в соответствии с расположением промышленных комплексов и 2) развитие открытых разработок угля.

В пределах Читинской области намечаются промышленные комплексы (Л. И. Куц, А. А. Недешев и Г. Л. Тарасов, 1958 г.): Пришилкинский горнорудный, цветной и черной металлургии, коксохимический и машиностроительный; Приаргунский цветных металлов и руд для черной металлургии; Верхнеингодинский, специализированный по добыче олова, золота, вольфрама, свинца и цинка; Читинский, главным образом машиностроительный, и Петровско-Забайкальский, специализированный в части производства стали, проката и заготовки леса. Промышленное лицо Верхнеамурского района пока полностью не сложилось, так же как Удоканского района — на севере области.

Исходя из специализации намеченных промышленных комплексов, определяют перспективы развития угледобычи по месторождениям и направление работ по поискам угля. Так, Читинский промышленный комплекс может обеспечиваться углями Черновского месторождения, имеющего крупные разведанные запасы, и Иргеньского месторождения, разведка которого продолжается при хороших перспективах для поисков. Особо важное значение, по-видимому, будет иметь Пришилкинский промышленный комплекс, снабжение углем которого по признаку территориальной близости должно производиться за счет Арбагарского и Букачачинского месторождений. С учетом ограниченности запасов этих месторождений, необходимо будет провести широкие поисковые работы по углю в Шилкинской депрессии и к северу от Нерчинска. Вместе с тем, необходимо также вести работы по поискам каменного угля в северных депрессиях. Приаргунский промышленный комплекс в достаточной мере будет обеспечен углем Кутинского (Дуроевского) месторождения при наличии благоприятных условий для поисков угля в Приаргунской синклинальной структуре.

Хараноро-Шерловогорский промышленный комплекс с избытком обеспечивается углем Харанорского месторождения, на котором уже в настоящее время разведаны по высоким категориям крупные запасы бурого угля.

Петровск-Забайкальский промышленный комплекс тоже обеспечен углем Хараузского (Олонь-Шибирского) месторождения, расположенного от г. Петровск-Забайкальский на расстоянии 45 км. Не имеет пока крупных разведанных запасов угля Верхнеингодинский промышленный комплекс; для обеспечения его углем можно ориентироваться на Алтайское и Мордойское месторождения. Работами Чиндантской партии Читинского геологического управления в 1957 г. на месторождении вскрыто несколько пластов угля, который, по предварительным данным, относится к каменным углям марки Д. Разведка месторождения продолжается; кроме того, необходимо вести поиски угля в Алтано-Кыринской и Верхнеингодинской депрессиях.

Выделенный в Удоканский промышленный комплекс на севере Читинской области район является в будущем очень перспективным; мало изученный в настоящее время, он заслуживает постановки научно-исследовательских работ в области металлогении и угленосности уже сейчас, чтобы подготовиться к его освоению в будущем.

Основными угольными месторождениями на западе Забайкалья в Бурятской АССР являются Гусиноозерское, группа месторождений, расположенных по левым притокам р. Джиды, и недавно открытое крупное месторождение в Тугнуйской долине, а также в долине р. Кижинги. Надежность этих месторождений не вызывает сомнений; что касается группы Джидинских месторождений, то принятый на них взгляд как на маломощные угольные объекты может оказаться несостоятельным при проведении широких поисковых работ на площадях, перекрытых базальтами, в частности за пределами Сангинского месторождения, и в некоторых других местах.

Выше сообщались сведения о действующих и строящихся угледобывающих предприятиях и подготовленных резервных участках (см. табл. 4).

Большинство действующих предприятий ведет добычу угля дорогостоящим подземным способом. Наличие мощных угольных пластов, пологое их залегание и небольшие вскрышные работы позволяют широко развернуть разработку некоторых пластов открытыми карьерами, при которой уголь обходится намного дешевле. В настоящее время на разных месторождениях Забайкалья уже есть несколько действующих разрезов и подготовлены резервные участки. Так, на Гусиноозерском месторождении действует карьер на 25-м пласте на Северном участке, и подготовлен участок под открытые работы на Холбольджино; небольшие открытые работы производились на Харахужарском месторождении. При необходимости можно развернуть открытые работы на Дабан-Горхонском месторождении. По данным государственного баланса, по состоянию на 1.01.1957 г. в Читинской области имеются подготовленные резервные участки на Черновском месторождении на проектную мощность 600 тыс. т, на Тарбагатайском — 900 тыс. т, на Харанорском — 3300 тыс. т. Кроме того, в балансе не учтены вновь подготавливаемые участки под открытые работы на Хараузском (Олонь-Шибирском), Кутинском месторождении в Приаргунье и Иргеньском месторождении. Не исключается возможность ведения открытых работ и на других месторождениях.

Подводя итог изложенному, можно заключить, что прошлый этап геолого-разведочных работ в Забайкалье ознаменовался подготовкой промышленных запасов для шахт и открытых работ по основным месторождениям. Как следует из данных табл. 4, разведанные запасы действующих и строящихся горных предприятий с учетом резервных участков обеспечивают их работу на много лет вперед, даже при условии прогрессивного развития угледобычи. Следующим этапом угольной геологической службы должны быть широко поставленные геолого-съемочные и поисковые работы в пределах известных депрессий, о которых сообщалось в начале настоящей статьи. Вторая задача заключается в доразведке основных месторождений для перевода запасов категории C_1 в категорию $A + B$, так как последняя нуждается в увеличении для проектируемых предприятий.

Геологические предпосылки для поисковых работ

В результате многолетней практики разведочных и поисковых работ по углю накопился большой опыт и выработалась определенная методика, позволяющая эффективно вести работы с наименьшей затратой времени и средств. Излагаемые ниже геологические предпосылки для работ по поискам угля основываются на данных указанной практики и некотором личном опыте авторов.

1. Еще ранними работами установлена приуроченность третичных и мезозойских континентальных отложений, а также связанной с ними угленосности к пониженным участкам забайкальского рельефа — долинам рек и озер, ориентированных в общем плане северо-восточного направления, обусловленном ориентацией основной складчатости Забайкалья. Более четко это выражено в Западном Забайкалье, менее отчетливо — на востоке Читинской области. Значительная часть крупных депрессий в большей или меньшей степени охвачена поисковыми работами, часть только ими

затронута; некоторые депрессии вовсе не затронуты поисками.

Геологической съемкой масштаба 1 : 100 000 и крупнее не покрыто большинство не только депрессий, но даже месторождений, в то время как геологическая карта является основой, по которой поисковые работы должны ориентироваться.

Таким образом, первым признаком для поисков угля является морфологический признак — приуроченность угольных месторождений к депрессиям, выраженным в современном срезе. Необходимой предпосылкой для поисков является постановка геологической съемки выбранных депрессий, ведущаяся одновременно с бурением и геофизическими работами, имеющими целью определение глубины залегания фундамента.

В. В. Плотников и А. И. Серд (1956 г.) в сводной работе об углях Восточного Забайкалья подробно изложили состояние изученности угленосных депрессий на основании результатов работ, производившихся на них быв. трестом Иркутскуглегеология. Эти ценные сведения необходимо учитывать при ведении поисковых работ в дальнейшем.

2. Другим важным фактором при поисках и разведке угля является стратиграфический разрез континентальных отложений и положение в нем угленосной части.

Как известно, для угленосных отложений Забайкалья различными исследователями предложено несколько сводных стратиграфических схем (Нагибина, 1946, 1951; Иванов, 1949; Мартинсон, 1952, 1955; Мартинсон и Флоренсов, 1955; Плотников и Серд, 1956).

Стратиграфическая схема В. В. Плотникова, разработанная на обширном материале разведочных работ по углям Забайкалья, основана на литологическом принципе. Она с успехом применялась при производстве как разведочных, так и поисковых работ по углю. Схема Г. Г. Мартинсона, основанная только на фаунистических данных, нуждается в увязке ее с литологическим составом разреза. Такая увязка в общем виде предложена в схеме, составленной совместно Г. Г. Мартинсоном и Н. А. Флоренсовым. Как стратиграфическая схема на данной стадии изучения отложений гусиноозерской серии осадков она является наиболее обоснованной. В то же время для целей поисковых работ больше подходит схема В. В. Плотникова, поскольку легче ее практическое применение непосредственно в полевых условиях. Сопоставление обеих этих схем возможно при введении в схему Г. Г. Мартинсона и Н. А. Флоренсова литологических элементов схемы В. В. Плотникова в виде мегаритмов, каждый из которых укладывается в одну свиту. Такая совмещенная стратиграфическая схема может служить основным руководящим принципом при изучении разрезов во время поисковых работ.

Руководствуясь указанной стратиграфической схемой, при поисках и разведке можно ориентироваться в части отнесения обследуемой части разреза отложений той или иной депрессии к соответствующему месту сводной стратиграфической схемы. Практически это дает возможность выбора правильного направления поисков и разведок. К сказанному следует добавить, что поиски ископаемых остатков фауны и флоры и сбор образцов для изучения спор и пыльцы являются совершенно обязательными.

3. Большая мощность континентальных отложений, выполняющих какую-либо депрессию, в условиях Забайкалья является благоприятным поисковым признаком, поскольку можно надеяться на сохранение угленосной части разреза, в большинстве случаев залегающей в верхней части толщи. Наиболее экономичным методом определения мощности мезозойских отложений, а также структуры подстилающего их фундамента являются геофизические методы работ, в частности метод ВЭЗ с последующей проверкой полученных данных бурением.

4. Особо важное значение для народного хозяйства Забайкалья имеет проблема

поисков спекающихся каменных углей. До сих пор Забайкалье считалось типичной буроугольной провинцией, в которой, кроме Букачачинского месторождения каменных углей, других, аналогичных нет. В последние годы работами быв. треста Иркутскугlegeология были открыты каменные угли невысокой степени метаморфизма в Тугнуйской депрессии, на Хараузе, на Нерчугане; несколько ранее были известны каменные угли Чарского и Верхнекаларского месторождений на севере Читинской области и Баянгольского, Сангинского и Харахужарского месторождений — на западе Бурятской АССР. Анализ имеющихся материалов показывает, что нахождение каменных углей зависит от стратиграфической глубины их залегания и связано со среднеюрской частью разреза Гусиноозерской серии осадков, как на Тугнуйе, Хараузе, Букачае, Нерчугане, Баянголе и др.

Южной границей распространения каменных углей Забайкалья является условная линия, или зона, севернее которой расположены все перечисленные месторождения. Выделение такой границы носит самый общий характер и делается в порядке первого приближения.

По недостаточным пока данным, к каменным углям относят угли Алтанского месторождения, которые в случае подтверждения этих данных будут составлять исключение из правила, как расположенные южнее намеченной границы. Таким же исключением можно считать наличие месторождений бурых углей севернее намеченной границы, таких, например, как Дабан-Горхонское или Кижингинское. Объяснение этому мы находим в более высоком стратиграфическом положении подобных месторождений, обусловленным временем возникновения вмещающих их депрессий, — для данного случая в нижнем мелу.

Связь каменных углей Забайкалья со среднеюрскими осадками не находит себе аналогов на западе в Иркутском бассейне и на северо-востоке — в Южно-Якутском бассейне. Намечаемая нами зона распространения каменных углей Забайкалья укладывается в зону глыбовых структур Б. А. Иванова (1949), не распространяясь на зону синклинальных прогибов.

Таким образом, по нашему мнению, поиски каменных малометаморфизованных спекающихся углей следует вести севернее намеченной на карте границы распространения каменных углей среди депрессий со среднеюрскими угленосными отложениями.

5. При наличии полного разреза гусиноозерской серии в депрессии в прибортовых частях ее залегают базальные конгломераты. Однако не редки случаи, когда из разреза они выпадают и на подстилающий субстрат ложатся вышележащие свиты, в которых имеются межформационные конгломераты. В таких случаях нельзя сразу делать вывод о бесперспективности участка. Кроме того, в отличие от классического учения о залегании пластов угля непосредственно в пелитовых или пело-алевритовых породах почвы и кровли при закономерном изменении литологического состава вмещающих пород от пласта к пласту, в Забайкалье имеются месторождения, разрез которых представлен грубыми песчаниками, гравелитами и конгломератами лишь с маломощными прослоями алевролитов (Дабан-Горхон, Харахужар, Тугнуй и др.). В почве и кровле некоторых угольных пластов таких месторождений нередко можно наблюдать грубые песчаники и гравелиты; последние встречаются даже в виде прослоев в угольном пласте. Обнаружение такой толщи при поисках еще не дает основания для отрицательного суждения об ее угленосности.

Короче говоря, в условиях Забайкалья необходим индивидуальный подход к каждому изучаемому угольному объекту.

6. Как уже указывалось выше, на современном этапе изучения угленосности Забайкалья основное направление дальнейших работ должно заключаться в постановке детальной геологической съемки, в поисках новых месторождений и расширении площадей известных месторождений, контуры которых не установлены.

Для успешного решения поставленных задач необходимо одновременное проведение научно-исследовательских работ в области стратиграфии, литолого-фациального и структурного анализа, углепетрографических исследований и изучения технологических свойств углей с применением новых методов получения металлургического кокса из слабоспекающихся каменных углей.

7. В результате геологических и разведочных работ по углю в предыдущие годы достаточно обосновано определены некоторые депрессии, в пределах которых можно ожидать наличие промышленной угленосности, которые, следовательно, заслуживают постановки геолого-съемочных, поисковых и тематических работ. С нашей точки зрения, к таким депрессиям относятся: в части постановки поисковых работ — район верховьев р. Джиды, Гусиноозерско-Удская депрессия (Тамчинская степь, Мухинская впадина), Тугнуйская долина, Кижинга, Верхняя Ингода, Жимбира-Тыргетуй, район Беклемишевских озер, Алтано-Кыринская депрессия, Приаргунская депрессия, Харанорский прогиб, Шилкинская депрессия, Нерчинская и Тунгиро-Тупикская депрессия, районы Чарской и Каларской депрессий и район Баунтовских озер.

На приложенной к настоящей статье карте условными значениями показаны перспективные места для постановки поисковых, разведочных и тематических работ на территории Забайкалья.

Ограниченные размеры статьи не позволяют достаточно подробно обосновать постановку работ в перечисленных районах. Это является задачей, подлежащей разрешению в ближайшее время.

А. А. Тресков и С. В. Медведев
(Институт физики земли АН СССР);

Н. Л. Флоренсов и В. П. Солоненко
(Восточно-Сибирский филиал АН СССР)

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ И СЕЙСМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Первые сведения о землетрясениях Восточной Сибири относятся к концу XVII в. В последующие 250 лет накопился довольно большой материал, позволяющий считать, что наиболее сейсмоактивной областью Восточной Сибири является Прибайкалье, т.е. территория, тяготеющая к впадине оз. Байкал и связанным с ней другим межгорным впадинам и окружающим их горным хребтам. Тем не менее современный уровень знаний сейсмичности Прибайкалья остается низким, так как для этой территории мы располагали весьма неполными сейсмостатистическими данными, а специальных сейсмогеологических исследований здесь почти не проводилось.

Сила землетрясений в Прибайкалье достигает 9—10 баллов; к таким относятся землетрясения 1742, 1814, 1862, 1950, 1957 гг. При землетрясении 1742 г. в Иркутске были сильно повреждены каменные здания, разрушены трубы и т.д. Хотя это землетрясение и проявилось в Иркутске как 8-балльное, отсутствие каких-либо дополнительных сведений не позволяет судить о положении его эпицентра.

Землетрясение 3 сентября 1914 г. разрушило много построек в Тункинской крепости и ее окрестностях. «В версте от селения Шимки земля треснула и из трещин выбрасывались сначала камни и песок, а потом стала бить фонтанами вода и затопила окрестности». Эпицентр землетрясения, несомненно, находился в пределах Тункинской впадины.

В том же районе в Мондинской впадине расположен и эпицентр 9-балльного Мондинского землетрясения 4 апреля 1950 г., вызвавшего образование трещин на террасах левого берега р. Иркут, существенное повреждение деревянных рубленых домов и разрушение всех печей.

В сильной степени подвержен землетрясениям и южный Байкал. Здесь в дельте р. Селенги в 1862 г. произошло катастрофическое землетрясение, вызвавшее опускание побережья и образование залива Провал, площадью около 200 км². При этом ощущался сильный вертикальный удар, земля «вздулась буграми», а из образовавшихся трещин выбрасывался песок и била фонтанами вода; люди и скот не могли держаться на ногах. В том же месте в 1903 г. произошло землетрясение несколько меньшей силы.

Из землетрясений, эпицентры которых располагались в пределах южного Байкала, следует отметить землетрясение 1902 г., которое с наибольшей силой ощущалось на станции Снежной (7 баллов), и землетрясение 1912 г., достигавшее той же силы в Култуке, Слюдянке и Шарижалгае, где, по инструментальным наблюдениям Иркутской сейсмической станции, и определен эпицентр.

Землетрясения неоднократно отмечались и в Баргузинской впадине. Хотя сила известных баргузинских землетрясений не превышала 7 баллов, было бы неправильно принять эту цифру как оценку максимальной возможной здесь силы землетрясений (см. ниже).

Для северного Байкала данные о землетрясениях очень скудны. В 1931 г. здесь произошло 7-балльное землетрясение, эпицентр которого определен по инструментальным наблюдениям ряда сейсмических станций. Наконец, в июне 1957 г. к востоку от северной оконечности Байкала, в среднем течении Витима, произошло 10-балльное Муйское землетрясение. В настоящее время в Восточной Сибири работают только три сейсмические станции — в Иркутске, Кабанске и Кяхте, т.е. в

южном Прибайкалье. Вполне естественно, что ими регистрируются преимущественно землетрясения южной зоны Байкала, так как слабые землетрясения, происходящие на больших расстояниях, сейсмографами не записываются. Но если рассматривать только землетрясения силой 4 балла и выше, регистрируемые нашими станциями, независимо от положения их эпицентров в пределах байкальской сейсмической зоны, то эпицентры таких землетрясений располагаются по всей площади Байкала приблизительно равномерно, за исключением дельты р. Селенги, где плотность эпицентрального поля повышена.

Землетрясения из близрасположенных очагов довольно часто отмечаются в Кяхте, где зарегистрировано не менее 15 землетрясений, которые нигде, кроме Кяхты, не ощущались. Одним из сильных было землетрясение 1929 г. и 6—7-балльное землетрясение 1957 г. Эти землетрясения, по-видимому, связаны с активными разломами на соседней территории МНР.

Известны случаи землетрясений в Чите, Нерчинске и их окрестностях. Заметим, что при Муйском землетрясении 27.06.1957 г. сила его в г. Чите в основном не превышала 5 баллов, а в некоторых районах города достигала значительно большего эффекта. Этому отвечало и существенное изменение режима грунтовых вод.

По инструментальным данным, лишь небольшое число эпицентров относится к территории Забайкалья. Самыми восточными из них являются эпицентры землетрясений 1953 и 1956 гг. Первое из них ощущалось на руднике Хапчеранга Читинской области.

Приведенный обзор прошлых землетрясений, из которых очень сильные (9—10 баллов) произошли в последнее десятилетие, характеризует Прибайкалье как область высокосейсмичную. Тем самым ставится задача создания научно обоснованной схемы сейсмического районирования Восточной Сибири, задача, первостепенное народнохозяйственное значение которой для всех очевидно.

До 1957 г. мы располагали, а планирующие и проектные организации практически пользовались схемой сейсмического районирования СССР, основанной почти исключительно на сейсмостатистических данных.

К 1956 г. ясно обнаружилось несоответствие этой карты сейсмическим и сейсмогеологическим условиям отдельных районов, что потребовало составления нового варианта карты сейсмического районирования, утвержденной в 1957 г. и имеющей силу официального документа. Для территории Восточной Сибири основным отличием новой карты явилось расширение восьмибалльной зоны почти на 900 км к северо-востоку от озера Байкал, и был значительно уточнен контур 9-балльной изосейсты (см. фиг. 1 и список населенных пунктов с указанием принятой для них сейсмичности). По сравнению с предыдущим вариантом новая карта сейсморайонирования Восточной Сибири была несомненным и значительным шагом вперед, так как содержала в себе элементы теоретического прогноза сейсмичности восточной части Байкальского высокогорного пояса, основанного главным образом на сейсмогеологических данных.

Землетрясения 1957 г. (Кяхтинское 6.02.1957 г., на границе Бурят-Монгольской АССР и МНР; Муйское 27.06.1957 г. с эпицентром на стыке Бурятской АССР, Иркутской и Читинской обл.) подтвердили в общих чертах принципиальную схему сейсморайонирования 1956 г. и показали важность использования для сейсмического районирования слабо обжитых районов Восточной Сибири сравнительных сейсмогеологических материалов.

Тем не менее, размах ведущегося и проектируемого строительства с освоением новых слабо обжитых районов Восточной Сибири ставит перед научно-исследовательскими учреждениями задачу дальнейшего уточнения и совершенствования существующей схемы сейсморайонирования не только ввиду ее мелкомасштабности, но и поступления новых материалов, а также возникших в

последнее время новых направлений сейсмогеологических исследований.

В связи с этим нужно отметить, например, следующие факты. В Киренске, где при Муйском землетрясении 27.06.1957 г. сила его достигала 5 баллов, в прошлом неоднократно отмечались землетрясения, например в декабре 1737 г., в мае 1827 г., а землетрясение 12 сентября 1856 г. достигало, возможно, 7 баллов. Хотя, по сохранившимся об этом землетрясении сведениям, оно имеет небольшую площадь распространения, но по геологическим условиям существование в районе Киренска местных очагов маловероятно. Это заставляет думать, что и в данном случае мы имели дело с проявлением высокобалльного землетрясения с эпицентром в значительном удалении от Киренска. Это тем более вероятно, что и сейчас эта территория заселена крайне слабо, а 100 лет назад к востоку от Киренска край был совершенно не обжит. Поскольку сила землетрясения 1856 г. в Киренске превосходила силу при Муйском землетрясении, можно думать, что эпицентр землетрясения 1856 г. находился ближе к Киренску, т.е. этот факт следует рассматривать как подтверждение сейсмоактивности всей области разломов, связанных с северо-восточной частью впадин Байкальской системы. Об этом же говорит и отмеченная сейсмическими наблюдениями миграция эпицентров к западу после Муйского землетрясения.

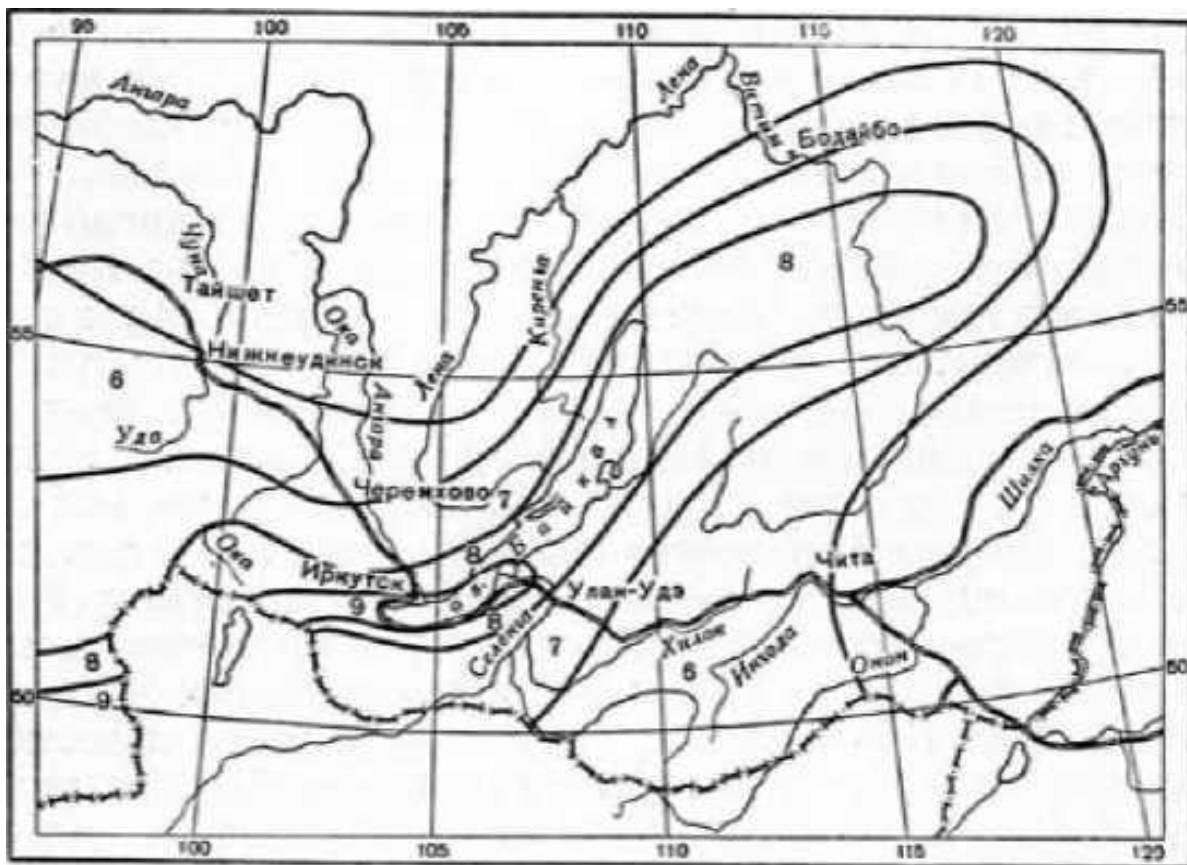
Районы Бодайбо и Мамы, по ныне действующей схеме сейсмического районирования, расположены в 6-балльной зоне, но, судя по эффектам при Муйском землетрясении, их, может быть, следует включить в район 7-балльных землетрясений, а для с. Амалык у Оронского порога на р. Витим фактическая сила землетрясения, возможно, достигала 8 баллов.

Далее требуют соответствующего учета землетрясения, происшедшие в 1958 г. в Восточной Сибири и на смежной территории МНР (8-балльное землетрясение 5.01.1958 г. в хр. Становом и др.), а также наметившийся новый подход к выявлению прошлых землетрясений геологическими методами, важный потому, что исторический метод в условиях Восточной Сибири применим лишь для крайне ограниченного отрезка времени.

Сопоставление и пространственное распределение различных проявлений неотектоники с фактическими данными о сейсмичности Восточной Сибири за 200—250 лет позволяют выделить следующие зоны потенциально, но в различной степени сейсмоактивные.

1. Байкальский высокогорный пояс, протягивающийся с запада из Тувинской автономной области через пограничную полосу Иркутской области и Бурятскую АССР приблизительно до меридиана 107° В и уходящий далее на восток через северные районы Бурятской АССР в северную часть Читинской обл. до юго-западных районов Якутской АССР. Эта зона, по действующей официальной схеме сейсмического районирования, приблизительно оконтуривается 8-балльной изосейстой и включает в себя ранее выделенную узкую зону возможных 9-балльных потрясений, но в настоящее время выяснилась необходимость выделения еще более высокобалльной зоны в Муйско-Чарском районе, для чего требуются специальные исследования.

В целом Байкальский высокогорный пояс относится к сейсмической зоне с возможными землетрясениями силой в 9 баллов и выше.



Карта сейсмического районирования Читинской и Иркутской областей и Бурятской АССР
Цифры на карте — сила землетрясений в баллах

2. Массивные горные поднятия Восточного Саяна, Хамар-Дабана, Даурского и Станового хребтов. Эти горные поднятия размещены в отдельных районах всех краев, республик и областей Восточной Сибири. Сейсмоактивность зоны массивных горных поднятий по сравнению с предыдущей зоной несколько понижена и расчетная сила возможных землетрясений в ней может быть оценена 8 баллами. Для уточнения этого предположения также необходимы дополнительные исследования.

3. Западно-Забайкальская зона, расположенная на смежных территориях Бурятской АССР и Читинской области (среднегорье Селенгинской Даурии и Витимское плоскогорье). Сила землетрясений оценивается здесь 6—7-баллами, но следует иметь в виду, что сейсмоактивный Хангайский разлом, с которым в прошлом на территории МНР были связаны землетрясения силой до 11 баллов, протягивается в эту зону из северных районов МНР. В связи с указанным обстоятельством южные районы Западно-Забайкальской зоны, в свою очередь, требуют специальных сейсмогеологических исследований.

4. Зона Восточного Забайкалья и Верхнего Приамурья, целиком относящаяся к Читинской области, характеризуется землетрясениями силой 5 баллов, но ее юго-западные районы (Кыринский, Акшинский), лежащие на продолжении сейсмоактивной Ононской зоны (МНР), могут испытать землетрясения силой до 7 баллов. Среди других обжитых территорий Восточной Сибири эта зона находится в относительно благоприятных сейсмических условиях.

5. Внутреннее поле Иркутского амфитеатра и прилегающие к нему отроги Восточного Саяна, Северо-Байкальского и Средне-Витимского нагорья. Сила землетрясений здесь неодинакова и в целом убывает с юга на север. Южная окраинная полоса этой зоны характеризуется землетрясениями силой до 7 баллов. Исходя из новых сейсмических фактов (Муйское землетрясение) и ранее известных макросейсмических данных, в эту полосу необходимо включить города Верхолениск, Киренск, Бодайбо, т.е. существующая официальная схема сейсмозонирования

здесь требует дальнейших уточнений.

Как указывалось выше, за последнее десятилетие работы по сейсморайонированию Восточной Сибири протекали весьма интенсивно, причем под влиянием притока новых материалов каждый последующий вариант карты сейсморайонирования вновь пересматривался и изменялся. Это показывает, что при возрастающих темпах освоения новых территорий Восточной Сибири совершенно необходимо расширить и ускорить исследования по проблеме сейсмического районирования, в частности, перейти к сбору необходимых материалов в экспедиционных условиях. По нашему мнению, подобные исследования позволят не только уточнить контуры отдельных сейсмических районов, но и выделить на площади высокобалльных сейсмических зон наименее сейсмоопасные участки, которые можно было бы рекомендовать проектирующим и строительным организациям.

Из сказанного вытекает следующая программа первоочередных исследований по проблеме «Сейсмическое районирование Восточной Сибири»:

1. Специальные сейсмические и сейсмогеологические региональные исследования в сейсмоактивных районах, в особенности в районах будущего крупного, в том числе гидротехнического строительства (Слюдянский и Тункинский, Улан-Удэнский, Селенгинский и Кяхтинский, Бодайбинский, Баунтовский и Каларский районы). Для обеспечения этих и других работ, относящихся к решению проблемы «Сейсмическое районирование Восточной Сибири» необходимо расширить сеть сейсмических станций Прибайкалья и, в первую очередь, открыть новые станции в городах Бодайбо, Чите, поселках Калар, Монды, Баргузин и Городок.

2. Провести специальные сейсмометрические и сейсмотектонические исследования с целью разработки методики крупномасштабного сейсмического районирования в условиях Восточной Сибири. Исследования должны производиться в конкретных районах, важных в народнохозяйственном отношении.

3. Необходимо в ближайшие годы приступить к микросейсмическому районированию территории городов Ангарска, Иркутска, Шелехова, Улан-Удэ и Читы.

4. Учитывая особенности геологического строения и неотектонических движений в Прибайкалье, необходимо развивать научно-исследовательские работы в области сейсмогеологии с разработкой новых методов выявления и картирования активных зон для уточнений карты сейсмического районирования и выделения в зоне высокобалльных землетрясений как наиболее, так и наименее сейсмоопасных участков.

5. Для изучения сейсмического режима и связи очагов землетрясений с элементами тектоники необходимы экспедиционные сейсмические исследования с учетом опыта и при обязательном участии Института физики земли АН СССР. Отметим, что этим Институтом на 1958 г. такие работы уже намечены, но отсутствие средств не позволило организовать экспедицию в Привитимский район, где строится Мамаканская ГЭС и намечается строительство других гидроэлектростанций. Более того, даже сейсмические исследования в Тункинском аймаке Бурятской АССР приходится в 1958 г. проводить по сокращенной программе.

6. Для уточнения существующей схемы сейсмического районирования Тувинской автономной области и южных районов Бурятской АССР, Иркутской и Читинской областей крайне желательно проведение специальных сейсмогеологических исследований в северных районах МНР. Эти исследования могут быть выполнены совместными усилиями советских и монгольских специалистов и представят ценный материал для сейсмического районирования обеих пограничных территорий СССР и МНР.

СПИСОК НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ 7, 8 и 9 БАЛЛОВ, С УКАЗАНИЕМ ПРИНЯТОЙ ДЛЯ НИХ СЕЙСМИЧНОСТИ В БАЛЛАХ

Красноярский край

Арадан.....	7
Б. Порог.....	7
Верхне-Усинское.....	7
Оленья Речка.....	7
Усть-Уса.....	7

Иркутская область

Амалык.....	7
Алыгджер.....	7
Ангарск.....	7
Бирюлька.....	7
Березовка.....	7
Барбитай.....	7
Бохан.....	7
Бантог.....	7
Байндай.....	7
Б. Голоустное.....	8
Б. Речка.....	9
Байкал.....	9
Голуметь.....	7
Еланцы.....	8
Иркутск.....	8
Китой.....	7
Карлук.....	7
Крестовая.....	8
Култук.....	9
Листвянка.....	9
Литвинова.....	7
Михайловка.....	7
Меget.....	7
Манзурка.....	7
М. Голоустное.....	8
Мурино.....	9
Опорог.....	7
Олонки.....	7
Прониха.....	7
Свирск.....	7
Сарма.....	8
Слюдянка.....	9
Тырка.....	7
Тунгуска.....	7
Тельма.....	7
Тихоновка.....	7
Тогот.....	8
Тальцы.....	8
Усолье-Сибирское.....	7
Усть-Ордынский.....	7
Хомутово.....	7
Харазаргай.....	7
Хогот.....	7
Хужир.....	8
Чанчур.....	7
Чернушка.....	7
Черемхово.....	7

Тувинская автономная область

Арыг-Бажи.....	7
Буламбук.....	7
Бай-Сют.....	7
Бай-Хак.....	7
Балгазын.....	7
Кара-Хак.....	7
Кызыл.....	7
Кызыл-Арыг.....	7

Мугур-Аксы.....	7
Нарын.....	8
Саган-Толагай.....	8
Суг-Аксы.....	7
Самагалтай.....	8
Сейба.....	7
Сарыг-Сеп.....	7
Тэли.....	7
Тора-Хем.....	7
Туран.....	7
Тарлык.....	7
Усть-Систиг-Хем.....	7
Уюк.....	7
Усть-Элегест.....	7
Хандагайты.....	7
Хамсара.....	7
Харал.....	7
Холь-Ежу.....	7
Чадан.....	7
Чодуралыг.....	7
Чиргаланды.....	8
Шагонар.....	7
Шивей.....	7
Элегест.....	7
Эми.....	8
Эрзин.....	8

Бурятская АССР

Аршан.....	8
Армак.....	7
Алон.....	7
Аргада.....	7
Аян.....	8
Ботогол.....	8
Байра.....	7
Баянгол.....	7
Билюта.....	7
Бабушкин.....	9
Батурине.....	8
Баргузин.....	8
Бальча.....	7
Байкальское.....	8
Бамбуйко.....	8
Баунт.....	8
Городок.....	7
Гусиное Озеро.....	7
Гусиноозерск.....	7
Гремячинск.....	8
Горячинск.....	8
Гарга.....	8
Еленинский.....	7
Заиграево.....	7
Зугделн.....	8
Инкур.....	7
Има.....	7
Иволгинск.....	7
Илька.....	7
Ильинка.....	8
Кырен.....	9
Кяхта.....	7
Каменск.....	9
Кабанск.....	9
Кудара.....	9
Куйтун.....	7
Курбулик.....	8

Курумкан.....	8
Камниокан.....	8
Каменный.....	8
Каралон.....	8
Кедровка.....	8
Карафтит.....	7
Муя.....	8
Мухор-Шибирь.....	7
Ниж. Холтосон.....	7
Нарин.....	7
Наушки.....	7
Новоселенгинск.....	7
Нижне-Ангарск.....	8
Орлик.....	8
Окино-Ключи.....	7
Оймур.....	9
Петропавловка.....	7
Сорок.....	8
Санкал.....	7
Селендума.....	7
Саянтуй.....	7
Сухая.....	8
Суво.....	7
Сосновка.....	8
Суваниха.....	7
Торы.....	9
Туран.....	9
Тибельти.....	9
Торей.....	7
Танхой.....	9
Темлюй.....	9
Тарбагатай.....	7
Турунтаево.....	8
Тэгда.....	7
Таза.....	8
Томпа.....	8
Троицкий.....	7
Утата.....	7
Усть-Кяхта.....	7
Улан-Удэ.....	7
Унэгэтэй.....	7
Усть-Баргузин.....	8
Хужар.....	7
Ходарус.....	7
Хамией.....	7
Хужарта.....	7
Харлыген.....	7
Цакир.....	7
Ципикан.....	7
Ченча.....	8
Чикой.....	7
Шергино.....	9
Шуринда.....	7

Читинская область

Неляты.....	8
Нечатка.....	7
Средний Калар.....	8
Чара.....	8

Якутская АССР

Алысардах.....	7
Аллах-Юнь.....	7
Няйба.....	7
Светлый.....	7
Тас-Тумус.....	7
Хараулах.....	7
Янсатай.....	7