

Math-Net.Ru

Общероссийский математический портал

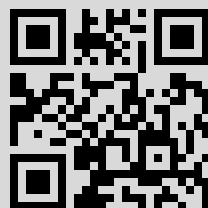
Н. Н. Горностаев, Семейтавский магматический комплекс Восточного Казахстана, *Известия Академии наук СССР. VII серия. Отделение математических и естественных наук*, 1935, выпуск 8-9, 1041–1066

Использование Общероссийского математического портала Math-Net.Ru подразумевает, что вы прочитали и согласны с пользовательским соглашением <http://www.mathnet.ru/rus/agreement>

Параметры загрузки:

IP: 178.91.253.99

6 декабря 2016 г., 13:35:25



СЕМЕЙТАВСКИЙ МАГМАТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

Н. Н. ГОРНОСТАЕВА

(Представлено академиком В. А. Обручевым)

В только что законченной работе (13) я описал некоторые новые и своеобразные экструзивные формы, найденные в горах Семейтау близ Семипалатинска. Дальнейшее изучение вопроса приводит к выводу, что хотя сами по себе эти формы и являются исключительными и редкими, но что в более обычном проявлении магматические породы того же возраста и генезиса пользуются широким распространением в восточном Казахстане и даже за его пределами. Они представляют весьма характерную магматическую и минерогеническую формацию, которой Казахстан и обязан своим богатством цветными металлами.

Вместе с тем произведенное исследование вскрывает несколько характерных особенностей формации, на которые до сих пор не обращалось достаточного внимания, по крайней мере в литературе, но которые являются определяющими важнейшие ее проявления, в том числе и минерогенические. Полученные данные, позволяющие охватить общей точкой зрения обширный комплекс явлений, представляют известный шаг вперед к более глубокому пониманию конкретных процессов.

1. Историческая справка

Один неизвестный автор еще в 1845 г. отметил в весьма обстоятельном очерке (15) сходство учбулакского порфира с его мелкими блестящими кристаллами стекловатого полевого шпата с трахитовыми порфирами Венгрии и вместе с тем резкое отличие его от других порфиров Баянаульского района.

Затем в 1912 г. В. Шумова-Делеано описывает трахиты, андезиты, андезитотрахиты и андезитобазальты из Тарбагатай и Акчатау (59). Конечно эти чисто литологические определения еще ничего не значат сами по себе, но они приобретают некоторое значение в связи с последующими данными.

Независимо от этих авторов мне в 1920 г. удалось установить неожиданый для Казахской степи факт горизонтального залегания частично кенотипных по своему облику эффузивов на непленнированной поверх-

ности палеозоя как-раз в Семейтау (4—6; 8—10). Неожиданность этого факта подчеркивается тем что до настоящего времени существование эффузивов с такими условиями залегания за малыми исключениями еще не констатировано для остальных районов Казахстана, хотя их наличие и представляется вероятным.

К 1925 г. я установил широкое развитие горизонтально залегающих эффузивов в Семипалатинском районе и проследил ряд переходов от эффузивов к гипабиссальным интрузивным формам залегания с соответствующим изменением в характере изверженных пород. Одновременно впервые было показано, что после начала герцинской, точнее тянь-шаньской складчатости, северо-восточный Казахстан по крайней мере дважды перенес вторжение магматических масс, дающих совершенно самостоятельные, независимые и законченные магматические циклы и комплексы изверженных пород. Были даны и критерии разделения и распознавания этих комплексов. Первый из этих комплексов был связан с завершением тянь-шаньской складчатости, которую следует теперь относить скорее всего к саальской фазе Штилле, судя по интенсивнейшему проявлению именно этой фазы и на Урале (11; 49, 387; 76, 104) и в Западной Сибири (54, 18—20)¹.

Тем самым внедрение этого интрузивно-магматического комплекса датируется нижней пермью, а не триасом, как мне казалось в 1925 г. (6, 17). Поэтому должно отпасть и название, данное мной этой интрузии, — «большая нижнемезозойская», — тем более, что последующие исследования показали, что и по грандиозности проявления она сильно уступает интрузивам семейтавского цикла. Я предлагаю теперь назвать ее нижнепермской интрузией.

Поскольку первый магматический цикл условно локализовался на начало мезозоя, казалось, что Семейтавский комплекс пород должен быть верхнемезозойским, а кажущаяся связь его с зооценовыми песчаниками повела к предположению о возможности даже нижнетретичного его возраста (5, 24, 26; 6, 33—34), хотя мной и указывалась условность критериев, положенных, за отсутствием прямых данных, в основу определения возраста нашего цикла. Вместе с тем было высказано мнение, что Семейтавский магматический комплекс должен пользоваться широким развитием в северо-восточном Казахстане (6, 34).

В 1925 г. мной была установлена форма экструзивного лакколита Кыземчик и произведено разделение кислых эффузивов Семейтау на три группы, различающиеся составом, формой залегания и относительным возрастом (8).

1926 г. знаменует новую фазу в изучении Семейтавского комплекса. В докладах на II Всесоюзном съезде геологов в Киеве и в Русском минералогическом обществе была установлена генетическая зависимость главной эпохи оруденения восточной части Казахской степи с гранитами именно Семейтавского комплекса, который действительно оказался широко распространенным в Казахстане (10). Подтвержден резко гипабиссальный характер семейтавских интрузий, которые в большинстве случаев имеют лакколитовую форму залегания. Вместе с тем впервые в северо-восточном Казахстане отмечено широкое развитие щелочных пород², которые считались местными проявлениями дифференциации семейтавской магмы. Установлена эффузивная фаза аплитовой стадии дифференциации, которая в виде лейкократовых липаритов и комендитов дает лавовые купола с подверну-

¹ Однако и судетские и астурийские революции не остались в долгу перед Казахстаном, который повидимому получил от них свою порцию.

² Первое указание на щелочные породы в северо-восточном Казахстане принадлежит В. Н. Лодочникову.

той под себя на их краях флюиальностью типа Quellkurpen Рейера. Указано существование новых видов горных пород среди пород Семейтавского комплекса, в том числе и семейтавитов (кварцевых анортотлазитов). На основании личного осмотра окрестностей Чакчанского пикета и отношений эодена к интрузивам Семейтавского комплекса я пришел к выводу о необходимости более или менее значительного повышения возраста комплекса по сравнению с ранее высказывавшимися предположениями (9 и 37, 88).

В общем уже почти полностью были намечены основные черты Семейтавского комплекса, и может быть только согласно практике Семипалатинского района несколько была переоценена роль эффузивной фации.¹

Как же оправдались и оправдались ли вообще выставленные мной положения? Проверку эту тем уместнее сделать теперь, что, с одной стороны, я с 1926 г. не имел случая выступать с более или менее общими данными по вулканизму Казахстана, и с другой, — мои данные были резко отвергнуты одним из авторитетнейших знатоков Казахстана, правда, без достаточных доказательств (21, 12; 2 и 1233; 23, 42). Такую проверку очень удобно сделать еще и потому, что в последнее время появился ряд окончательных отчетов о геологических исследованиях в северо-восточном Казахстане, раскрывающих перед нами строение последнего несравненно полнее, чем ранее.

2. Возраст Семейтавского магматического комплекса

Остановимся прежде всего на возрасте Семейтавского магматического комплекса. Теперь, когда мы знаем, как быстро происходят складчатые дислокации и горные страны превращаются в пенеплен, нам уже не нужно растягивать промежутки времени между нижнепермской и семейтавской интрузиями на всю мезозойскую эру. В предыдущей работе (13) выяснено, что ряд геоморфологических и сравнительно-литологических признаков мнимой близости семейтавских эффузиев и эоденовых отложений объясняется иначе. Наконец теперь у нас есть и более определенные данные для оценки верхнего возраста Семейтавского комплекса (нижним пределом является момент формирования пенеплена после главной фазы Тяньшаньской складчатости В. А. Обручева, т. е. вероятно саальской фазы Г. Штилле).

Исследования Д. С. Коржинского показали, что граниты Экибастузского района, застывшие после главной фазы варисийской (саальской) складчатости, были уже обнажены на дневной поверхности к моменту отложения майкюбеньской юрской толщи (25, 25), возраст которой колеблется от нижне- до среднеюрского, но скорее всего — нижнеюрский (25, 16—17).

С другой стороны, и тектоно-петрографическая характеристика гранитов, даваемая Д. С. Коржинским, и личное мое знакомство с чакчанскими интрузиями ясно указывают, что варисийские граниты Д. С. Коржинского являются семейтавскими. С другой стороны, работы В. П. Нехорошева в Сауре и В. А. Обручева в Пограничной Джунгарии показали, что и там самые молодые интрузии являются доюрскими (32; 33, 253—254).

Обращаясь теперь к данным Штилле (49; 76) об орогенных фазах, с которыми наиболее естественно связывать появление семейтавских интрузи-

¹ Между прочим на докладе в Минералогическом обществе я отметил нортмармитовый, т. е. щелочной характер причакчанских интрузий, что и было затем подтверждено намеральными работами Д. С. Коржинского (37, 80 и 25, 57).

вов, мы находим или пфальцскую фазу варисийского орогенеза или древнеиммерийскую фазу саксонского (альпийского) горообразования. Учитывая, что к моменту отложения юры интрузивы семейтавского комплекса должны были быть уже обнажены из-под покрова прочных контактовых или эффузивных пород, будет осторожнее наш Семейтавский магматический комплекс связывать с пфальцской фазой орогенеза и относить его к последней стадии варисцид.

3. Распространение Семейтавского комплекса в северо-восточном Казахстане

Мои детальные геологические исследования захватили площадь свыше 30 000 км² к западу от Семипалатинска между параллелями 50° и 51° с. ш. и меридианами 47° (частично даже 46°) и 50° в. д. от Пулкова, т. е. между меридианами хр. Мурджик (частью Кызылтавской каменноугольной копи) и Семипалатинска. На всем этом протяжении Семейтавский магматический комплекс богат представлен самыми различными экструзивными и интрузивными представителями, начиная от основных оливиновых пород и кончая наиболее кислыми разновидностями. Весьма разнообразны также и формы залегания, причем преобладают тонкие интрузивные листы и лакколиты, типа межформационных. Но встречаются и более автономные плутоны, вплоть до хонолитов совершенно неправильной формы. Например из пяти небольших гранитных—вернее анотеритовых (75, 41)—тел, находящихся к северо-западу от Семейтау в планшете XI—10/13—разрезы MN и OP), наибольшее—Кужибергенско-Долонский плутон—является хонолитом с вертикальными боковыми стенками и плоской кровлей. Гранит Чошак-тубе образует повидимому продолжение этого же хонолита, хотя его форма точно не установлена. Интересные массивы Джал-тубе и Кыныр-джал представляют очень мощные и массивные дайки относительно короткого протяжения с вертикальными стенками (установлено для Джал-тубе) и с горизонтальной кровлей. Массивчик же Карагайлы представляет маленький плоский лакколит в плане амебовидной формы всего 30 м мощности, увенчивающий короткий дайкообразный питательный канал.

В этих, казалось бы, неправильных и совершенно дискордантных формах хорошо сказывается их общая зависимость от предшествующей тектоники континента: наши плутоны или вернее плутончики совершенно очевидным образом вытягиваются или с ЮВ на СЗ или с ЮВ на СВ, т. е. параллельно или, наоборот, перпендикулярно простиранию складок, при некотором преобладании первого направления. Та же закономерность лежит и в плане построения вулканов Семейтау и вообще характерна для Семейтавского (13) магматического комплекса, по крайней мере в пределах Семипалатинского района. Поэтому эти плутоны следует считать скрытоконкордантными, как можно обозначить такой тип отношения пост тектонического, конечно конформного и потому дисгармоничного плутона к континенту (68, 7).

Неудивительно поэтому, что наибольшее количество плутонов Семейтавского комплекса должно относиться к типу лакколитообразных тел, кроме может быть наиболее глубоко денудированных массивов—плутонов первого или второго порядка. Легко видеть, что такое строение наших плутонов обусловлено глубокими закономерностями их формообразования в конкретной геологической обстановке. Однако выяснение этой закономерности приходится отложить до более удобного момента.

* На всей известной мне площади Семипалатинского района Семейтавский комплекс повсюду сохраняет слабо щелочной характер. Правда, он

выражен достаточно слабо, но повсюду плагиоклазы гранитов или вернее анотеритов (50; 26, 29; 75) приближаются к альбитам, что при обычной сильной лейкократовости анотеритов придает им определенный щелочной характер; здесь и там, особенно в жильных и эффузивных анотерит-порфирах и комендитах, появляются щелочные пироксены и амфиболы, сохраняющиеся хорошо только в нетронутых выветриванием и особенно аутометаморфизмом породах; основные породы очень часто имеют характер трахандезитов, трахидолеритов, «конгадиабазов» или габбросиенитов и габброноритов с красным биотитом и частым присутствием кали-натрового полевого шпата.

Откладывая несколько более подробное рассмотрение свойств Семейтавского комплекса в Семипалатинском районе, перейдем к смежным площадям, разбирая их в концентрическом порядке с постепенным удалением от Семипалатинска.

В 1926 г. Д. С. Белянкин, изучая горные породы, собранные А. А. Стояновым в южной части Калбинского хребта, отмечает ряд интрузивных и эффузивных пород своеобразного облика. Интрузивы отличаются свежестью (кроме случаев аутометасоматизма), переменчивостью состава, резкой зональностью полевых шпатов, в том числе даже отчасти и калиевых, причем свойства последних порою приближаются к анортклазу или сангидину ($2V = -59^\circ$ в обр. № 379а—2)—(2, 1154—1150, особ. 1158). В одном случае, на горе Керегетас, был встречен даже (щелочной) кварцевый фельдшпатолит (№ 396, стр. 1160). Вся интрузивная формация носит резко гипабиссальный характер и, судя по описанию, явно посттектонична.

Весьма интересны данные Д. С. Белянкина об эффузивах, среди которых он ясно отличает разновидности, выделяющиеся свежестью, микротинным видом вкрапленных плагиоклазов и т. д. Соответственно с этим им отмечены: трахитовый и андезитодацитовый туф (op. cit., 1137) и разного рода дациты (ibid., 1153—54). Ряд не выделенных особо пород вероятно относится к этим же экструзиям: практика Семипалатинского района показывает, что среди семейтавских кислых эффузивов находятся разновидности, испытавшие вследствие аутометасоматизма настолько серьезное превращение, что они уже не отличимы от других диагенетизированных эффузивов палеозоя иначе, как по условиям залегания.

С другой стороны, основные эффузивы (трахиандезиты и трахидолериты) испытали от следовавших за ними кислых интрузий столь значительные метасоматические изменения, что обычно приобрели даже ложнозеленокаменный вид, легко впрочем отличный от настоящего зеленокаменного изменения своей неравномерностью, избирательным характером и атектоничностью (ср. 51). Мне кажется, что по крайней мере часть порфиритов Д. С. Белянкина со свежим, несмотря на общую более или менее сильную метаморфизацию породы, пироксеном может относиться к Семейтавскому комплексу.

Итак, в южной части Калбинского хребта имеются посттектонические свежие, резко гипабиссальные интрузивы «габбросиенитодиоритовой формации», которые почти наверняка относятся к Семейтавскому магматическому комплексу. Почти несомненна принадлежность к этому комплексу и ряда экструзивов, особенно отличающихся кенотипным обликом. В самом деле, если еще древние эффузивы, лежащие на жесткой платформе, могут удерживать кенотипный облик в течение очень долгого времени, как это имеет место например в отношении эффузивов «оторочки» Минусинского бассейна, то лавовые излияния, подвергавшиеся интенсивной складчатости, а затем и неоднократным воздействиям интрузии, ке-

нотипного вида удержать не могут или это должно быть исключительно редким случаем.

Очень неясны указания В. П. Нехорошева относительно наблюдавшегося на р. Букони покрова порфиров и туфов на г о л о в а х¹ сланцев, причем возраст последних по флористическим остаткам определяется как среднекаменноугольный (31, 957—961 и 965). Поэтому хотя семейтавский возраст этих порфиров и очень вероятен, он все же остается недоказанным.

Южнее Д. С. Коржинский описывает небольшие постпликативные интрузии пестрого, но преобладающе гранитного состава (24, 28—46 и 48); с гранитами неразрывно связаны как фациальная разновидность рибекитовые граниты (*ibid.*, 32—35) и гранофиры, тоже щелочные. В гранодиоритах Сирек-таса встречен анортитоклаз (?) с $2V = (-) 32^\circ - (-) 62^\circ$. Петрографическая пестрота комплекса и обычное сопровождение его дайками гранито-порфировых пород, а также и кварцевых и фельзитовых порфиров и фельзитов² отмечают гипабиссальный характер плутонов.

Мы видим достаточно яркое проявление Семейтавского комплекса с той разницей, что автором не отмечается эффузивных его представителей.

Восточнее В. Н. Лодочников изучил комплекс чисто гипабиссальных интрузий, только некоторые из которых испытали катаклиз (28, 191), причем габбровые породы оказываются не совсем нормальными габбро, содержа между прочим бурый амфибол и особенно красновато-бурый биотит (*ibid.*, 193). Часть этих пород оказалась щелочными (*ibid.*, 205—207), причем щелочной характер, судя по описанию В. Н. Лодочникова, распространен даже шире, чем отмечает сам автор. Так, габбро и сиениты, часть микрогранитов и сиенито-порфиров, не содержащих плагиоклаза (*ibid.*, 194—195), можно с успехом считать щелочными. И здесь, в Тарбагатае, не отмечено эффузивов, связанных с данными интрузиями, которые намеренно относятся к Семейтавскому комплексу. Вместе с тем часть описанных пород, особенно гранодиоритов и диоритов, имеет вероятно более древний возраст, часто обнаруживая резкий катаклиз и ороговикование (*ibid.*, 192).

Еще далее к востоку—из Пограничной Джунгарии М. А. Усовым (55) описан сложный комплекс частью ясно гипабиссальных пород. Часть этих пород внедрялась после завершения складчатости палеозоя и имеет ясный щелочной характер [например граниты в хребтах Семистай и Хара-адыр и в массиве Бота-мойнак или щелочные габбро (тералиты) Тактаа]. Некоторые мангериты тесно связаны с эффузивными образованиями (*op. cit.*, 403—405). Среди этих последних выделяются верхнепалеозойские порфиры с санидиноподобным натрон-ортотоклазом. Принятый порядок описания по отдельным петрографическим видам, а не по петрографическим формациям лишает нас возможности провести обоснованное выделение формаций разного возраста до появления полного описания. Между тем вне всякого сомнения существуют и более древние интрузии с гнейсовой текстурой, хотя сравнительно редкие (*ibid.*, 409).³

¹ Разрядка моя.—Н. Г.

² Разрядка моя.—Н. Г.

³ Следует пожелать, чтобы петрографические описания велись по петрографическим формациям, а не прямо по петрографическим разновидностям, которые именуют собою только те или иные стадии дифференционного процесса и при общей конвергентности признаков могут не отличаться друг от друга в разных формациях. Так, средние породы, например кварцевые диориты разных формаций, могут быть тождественными, тогда как другие дифференциаты, более характерные, могут уже заметно отличаться.

Как ни неопределенны данные о петрографических формациях Пограничной Джунгарии, все же широкое развитие на ее территории Семейтавского комплекса, наиболее позднего из варисцидских магматических циклов, отличающегося гипабиссальностью и вероятно связью с эффузивными формами, а также и слабым щелочным характером, представляется весьма вероятным.

К югу от изучавшегося мной района маршрутные исследования производил А. К. Мейстер, и один маршрут был пройден в 1921 г. М. А. Усовым. М. А. Усов установил кроме древней (не моложе каледонской) интрузии две разновозрастные интрузии, связанные с варисцидами (52, 32—33), причем первая сложена абиссальной породой гранодиоритового типа или сиенитодиоритом, с большим количеством диашистовых даек, будучи поражена еще зонами смятия. Вторая интрузия—Орда-тау—сложена свежим анотеритом с гранито-порфировыми или даже кварцево-порфировыми и фельзитовыми краевыми фациями со сферолитовой и ленточной текстурой. А. К. Мейстер тоже склоняется к мнению о двух варисцидских гранитных интрузиях и кроме того указывает, что почти сплошной эффузивный покров исследованного района образовался после варисцидской складчатости (29, 45).

Таким образом А. К. Мейстер становится на мою точку зрения с той разницей, что считает, что в момент излияния данных экструзий пенеплен далеко не был сформирован, так как среди сплошного покрова эффузивов осадочные породы выступают отдельными хребтами и грядами, в качестве которых они выдавались и во время излияния (1. с.).

Я вполне присоединяюсь к последнему положению и сам имел случаи изучать такого рода отношения, когда хребтики из палеозойских пород выдаются из-под лавового покрова, перекрывающего сплошь все депрессии палеозоя. Но только должен заметить, что хотя в момент излияния семейтавских эффузивов рельеф глубоко денудированных палеозойских складок и отличался от идеально плоской равнины, все же он был весьма близок к пенеплену, гораздо ближе, чем к исходному рельефу собранной в складки горной страны. Уже однообразие гипсометрических отметок эффузивов доказывает это.

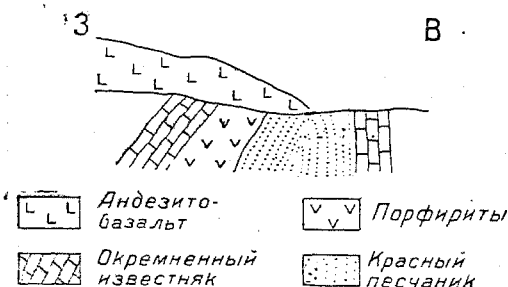
Итак, к северу от Чингиза почти сплошной панцрь семейтавских эффузивов еще и сейчас скрывает глубоко денудированные складки палеозоя. Не в связи ли с этим обстоятельством находится слабое видимое развитие гранитных тел и рудных месторождений в данной части Казахской степи, резко отличающейся в этом отношении от всех остальных ее районов и вместе с тем наверняка скрывающей еще много гранитов под плотной лавовой броней (29, 32)? Исследованный мной Семипалатинский район как раз производит впечатление местности, только освобождающейся от своего броневоего экструзивного покрова, а к северу от Дегелена, на южной границе своего района, я попадал в безбрежное море андезито-базальтов, из-под которых местами поднимались наиболее высокие палеозойские тесноскладчатые возвышенности, да прорывались местами анотериты или их эффузивные дериваты.

Но как ни заманчива эта картина, вытекающая из данных А. К. Мейстера и отчасти М. А. Усова, не приходится забывать о широком распространении эффузивов в палеозое и о маршрутном характере исследований, почему нарисованная картина отвечает скорее идеальному и прошедшему

Поэтому, описывая сначала граниты, затем диориты и т. п., не принимая во внимание формации, мы создаем путаницу, в которой нелегко, а часто и вовсе невозможно разобратся, а самые описания обесцениваются.

состоянию вещей; а сейчас сплошная лавовая броня (если она вообще была сплошной) уже вероятно расчленена денудацией на отдельные обрывки, из-под которых выступают литологически трудно отличимые эффузивы палеозоя, смятые в складки вместе со вмещающими породами. Впрочем М. А. Усов отмечал спокойное залегание порфиритовой формации, имеющей по его мнению послетурнейский возраст.

К З и СЗ от исследованного лично мной района находятся площади, изучавшиеся Н. Г. Кассиным (22) и Д. С. Коржинским (25). Последний, как и в Восточно-Сергиевском районе, устанавливает гипабиссальный и частично щелочной характер варисцийской постпликативной интрузии, которой приписывается гранодиоритовый состав. Она сопровождается многообразным спектром рудных месторождений (ор. cit., 57—58). Автор



Фиг. 1.

не указывает связанных с интрузией экструзивных образований, но обширнейшие и достаточно бесформенные площади эффузивов отнесены к возрасту от S_1 до D_1 , причем ни из карты, ни из сообщенного в тексте материала не видно, не были ли соединены в одно экструзивы совершенно различного возраста. При этом отмечается, что в наиболее высоких гипсометрически частях толщи, в «участках с пологим залеганием встречаются нередко вполне кенотипные разности с водно-прозрачными плагиоклазами и без всяких вторичных минералов» (ор. cit., 38). При этом для одного случая палеобазальта отмечается, что покровное залегание не является доказанным.¹

Чисто литологические характеристики пород, испытывших интенсивный и равномерный метасоматоз, не дают возможности отличать эффузивы семейтавского типа, как мне все же кажется здесь имеющиеся, от древнепалеозойских экструзий; очень трудно отличить например метасоматированный авгитовый порфирит силурийского возраста от такой же девонской или семейтавской породы в случае, когда ни одна из них не рассланцована и все обладают пологим залеганием. Я наблюдал случаи, когда андезитобазальтовый покров, лежащий на горизонтально срезанных палеозойских породах, мог быть отличен от покрова, вслоенного в эти последние, только по слабому изменению окраски на линии раздела двух пород, которые обе, испытав общий контакт (метаморфизм и метасоматоз), почти не отличались даже под микроскопом, и литологические признаки конвергировали почти полностью. Только в поле, внимательно приглядываясь к обнажению, можно было убедиться в геологическом различии пород, условия залегания которых в вертикальном разрезе могут быть изображены схематически так (фиг. 1).²

Сходная картина изображается для варисцийских интрузий Баянаульско-Чидертинского района Н. Г. Кассиным (22, 108—121). Принимая

¹ Этот далеко не всегда правильный термин в новейшей литературе по Казахстану применяется в смысле «связанный с покровами, переслаивающимися с осадочными породами палеозоя, смятыми в складки». При этом частое обилие или преобладание пирокластов указывает на поточковый, а не покровный, характер экструзий, особенно в случае нислых лав. Следовало бы ввести более строгое употребление этого термина.

² Впрочем и при такой трудной обстановке большую пользу приносит установленное М. А. Усовым разделение эффузивов на фазы состояния (51).

возможность существования нескольких интрузий, начало которых относится может быть к эокарбону, он все же заявляет, что главная интрузивная фаза относится к моменту, когда варисцийская складчатость была уже завершена. Граниты и вообще относящиеся к данной интрузии породы, из которых более основные предшествовали кислым, обладают часто мелкозернистыми краевыми фациями и образуют в общем конкордантные интрузии типа лакколитов (*ibid.*, 115—117), причем отдельность имеет структурное значение.

В горах Толпак встречен содалитовый сиенит (*ibid.*, 112), образование которого объясняется частичной ассимиляцией соседних змеевиков. Вообще же щелочной характер магмы установить не удастся.

Граниты центральной части Казахской степи имеют признаки хотя и небольшой, но все же более значительной глубины залегания, чем в перечислявшихся до сих пор районах. Может быть в связи с этим стоит наличие спессартитов, отсутствие эффузивных фаций¹ и наличие большего числа разнообразнейших рудных месторождений, формированию которых благоприятствовала и особая структура континента.

В годовом отчете за 1926 г. (37, 82) Н. Г. Кассин упоминает вероятно синхронные с варисцийской рудоносной интрузией гранито-порфировых пород извержения порфирит-андезитов, широко распространенных в северной части Чидертинского листа. Между тем в окончательном отчете нет упоминаний про подобные образования, и на геологической карте не показано каких-либо экстрезивных формаций такого рода. Не лежат ли эти порфирит-андезиты, очевидно в точности соответствующие нашим семейтавским экстрезиям, еще севернее по Чидерте, за границами геологической карты?

Н. К. Разумовский отмечает в Каркаралинском районе генетически связанные с гранитами и часто образующие краевые фации последних, не участвующие в дислокациях района порфиры, не содержащие заметных выделений. Контактные воздействия гранитов очень слабы (43, 47—49). Все вместе взятое говорит за резкую гипабиссальность варисцийской интрузии и возможность найти здесь и эффузивную фацию.

В Успенском районе И. С. Яговкин констатирует, что варисцийский гранит сечется дайками различных жильных пород, часто имеющих облик кварцевых порфиров (61, 37; 62), трахитовидных порфиров (*ibid.*), диабазовых и авгитлабрадоровых порфиритов, гранитопорфиров, микросиенитов, диоритпорфиритов и спессартитов (*ibid.*, 27—30). Таким образом и здесь проявляется гипабиссальность интрузии и даже слабощелочной ее характер (лейкократовые граниты, сиениты и особенно габбросиениты). Но все же ее уровень подобно баянаульским интрузиям как будто несколько глубже обычного, с чем связано наличие лампрофиров и может быть отсутствие чистых эффузивных фаций, о которых И. С. Яговкин не упоминает.

Аналогичные результаты дают М. П. Русаков, М. И. Ваганов и И. С. Яговкин для всего Успенско-Спаского района, но считают, что большой гранитный массив в центральной части района является громадным батолитом, параллельно с чем стоит редкость эндоконтактных фаций. Ряд гранитных массивов в юго-западной части района представляет отпрыски значительного батолита, а небольшие плутоны юго-восточной части района имеют явно гипабиссальный характер (47, 14).

¹ Однако нахождение эффузивных фаций данного комплекса, хотя и в меньшем количестве, чем в других частях степи, представляется вероятным.

Все-таки характер интрузивных тел еще должен быть установлен (ibid., 19), причем даже и батолитовая форма залегания не исключает резкой гипабиссальности или выхода на земную поверхность. Обилие почти эффузивного характера жильных дериватов; наиболее активных в рудном отношении, говорит скорее за лакколитовую форму залегания в резко гипабиссальных условиях. О том же говорит и слабость проявления контактовых поясов (op. cit., 15).

В высокой степени интересны данные Г. Л. Падалки об анортотеклазовых гранитах, щелочных гранито-порфирах и дайковых щелочных порфирах, пересекающих вкрест простираания осадочную толщу верхнепалеозойского возраста вблизи контактового месторождения Саменбет (39, 656—658). Порфиры литологически неотличимы от эффузивных, а условия их залегания указывают на их постпликативный возраст. Еще более поздними являються автометасоматированные эпидиоритовые порфириты, являющиеся повидимому уже лампрофирами.

Полиметаллическое месторождение Бер-кара связывается генетически с интрузивными щелочными (бесплагноклазовыми) анортотеклазовыми порфирами, литологически сходными с фельзитами, секущими осадочную толщу вкрест простираания (40, 1021—1022).

Близость интрузий порфиров к поверхности подчеркивается их литологическим характером, когда даже довольно значительные массы порфиров (op. cit., геологическая карта) оказываются состоящими из пород эффузивного облика. В такой обстановке следует ожидать появления и эффузивных пород Семейтавского цикла. В отчете об исследованиях Токраунского района Г. Л. Падалка указывает кенотипные авгито-оливиновые и биотито-пироксеновые порфириты, возраст которых моложе осадочной толщи, но древнее кислых порфировых интрузий (41, 31—32). Вероятно их можно считать эффузивными аналогами кварцевого габбро (op. cit., 33), внедрение которого начинает посттектонический вариссийский интрузивный акт. Г. Л. Падалка описывает и порфировые краевые фации даже крупных гранитных массивов, ясно свидетельствующие, что граниты застывали «при довольно быстром изменении температуры и давления» (I. c., 35). Вся картина, рисуемая Г. Л. Падалкой, вместе с характером месторождений, например Бер-кара (40, 1030—1034), отчетливо вырисовывает нам гипабиссальную обстановку становления гранитов. И резким диссонансом звучит противопоставление «глубинных» пород—гранитов, которые правильнее назвать анотеритами, залегающим на той же глубине «гипабиссальным» дайковым производным той же магмы.

Неправильность такого противопоставления, весьма характерного для значительной части нашей петрологической (и притом новейшей) литературы, с исчерпывающей ясностью показана М. А. Усовым (50), причем им же, а также и Г. Эрдмансдерфером (70, 38—39) даны критерии и общие основания, а М. А. Усовым и конкретные признаки для настоящего разделения абиссальных и гипабиссальных фаций интрузивов.¹

Продолжая дальше наше прослеживание Семейтавского магматиче-

¹ Станным образом предложение М. А. Усова, гораздо более конкретное, чем выраженное в общей форме предложение Эрдмансдерфера, почти не встретило внимания и попыток к дальнейшей разработке. А ведь еще в 1897 г. Седергольм доказал, что «es gibt ebensowohl abyssische, wie hypabyssische Granite» (70, 39; 75), и предложил для гипабиссальных гранитов особый термин «анотерит». Между тем мой личный опыт показал полную плодотворность и полезность критериев, предложенных М. А. Усовым. Следует только помнить, что критерии отличия абиссальных и гипабиссальных пород, даваемые названными исследователями, не следует применять формально и что конкретная геологическая обстановка каждый раз вводит те или иные видоизменения.

ского комплекса, можно упомянуть указание М. П. Русакова, что часть таких интрузий в других местах района проявилась в форме жил «андезитобазальтов, микрогаббро и т. п. (низовья Моинты и др.)» (44, 31).

Изображаемая М. П. Русаковым кольцевая (коническая) дайка фельзитов, с которыми связано гигантское Коунрадское месторождение (45), и с морфологически-генетической стороны и по петрографическому характеру связана с дневной поверхностью литосферы. О том же говорят и генетические особенности месторождения. Соответственное исправление следует внести в даваемый М. П. Русаковым геологический разрез.

Наконец следует вспомнить цитированное И. С. Яговкиным указание Фармера, что в 25 км к С-от медного месторождения Малтак (западная окраина урочища Джаман-айбат) находится группа сопок, сложенных свежими вулканическими породами (38, 195).

М. П. Русаков отчетливо устанавливает на основании данных П. М. Никитина и Г. П. Пашаева, что золотые, медные и полиметаллические, а также вероятно железные и марганцевые руды Джебзакзгано-Улутавского района связаны генетически с нескрытыми еще денудацией гипабиссальными интрузивными телами¹ верхнепалеозойского возраста. Последние хотя и связаны с варисийской дислокацией, но появились не только после складчатости, захватившей верхний карбон или пермокарбон (46, 4), но даже после надвигов, разбивших уже смятые в складки (здесь достаточно пологие) отложения совершенно так же, как наблюдается и по всей Казахской степи.

Н. И. Наконник весьма обстоятельно выяснил, что образование «вторичных кварцитов», играющих столь заметную роль в полиметаллическом оруденении северо-восточного Казахстана, сводится по существу к трем главнейшим процессам—алунитизации, серицитизации и каолинизации, совершающимся на общем фоне пиритизации и окварцевания (op. cit., 238 и др.). Эта комбинация чрезвычайно характерна для резко гипабиссальных условий, отвечая так называемому «эпитермальному» типу, и является одним из лучших доказательств гипабиссальности проявлений нашего магматического комплекса.

Отметим, что М. С. Волкова встретила к З. от Атбасара по правому берегу р. Ишима разнообразный комплекс щелочных пород, среди которых главную роль играют нефелиновые сyenиты и лейцитовые порфиры (57, 259), что после сказанного выше уже не может считаться неожиданностью. Наоборот, можно думать, что восточный Казахстан даст нам еще не одно местонахождение щелочных пород.

В Калбинском хребте Н. А. Елисеев (18) связывает месторождения олова, вольфрама, мышьяка, золота, сурьмы и редких металлов с интрузией калбинских гранитов и малыми интрузиями юго-западной Калбы, относящимися к поздней фазе варисийской складчатости. Они почти наверное параллелизуются с Семейтавским магматическим комплексом. Любопытно, что простирание большинства кварцевых оловянно-вольфрамовых жил является северо-восточным, т. е. идет вкрест простирания почти всех элементов тектоники [простирания складчатости, сланцеватости, общего удлинения гранитного массива и т. д. (18, 247)]. В этом проявляется одна из характернейших черт Семейтавского комплекса.

Своеобразный парагенезис минералов оловянно-вольфрамовых жил Калбы, где наряду с типично пневматолитовой ассоциацией встречаются

¹ Следует отметить и приветствовать употребление термина «гипабиссальный» не для обозначения структурных разновидностей, собственных дайковым породам, но для характеристики фаціальности плутона по глубине залегания в литосфере (46).

разные сульфиды, между прочим борнит, сфалерит и реальгар (орcit., 248), ясно указывает на резкое телескопирование и следовательно гипабиссальность. Эта же особенность выражается и в парагенетическом комплексе золотоносных жил, где наблюдаются разнообразие внешнего облика кварца с нередкими жеодами горного хрусталя и сложные сульфиды (галено-висмутин и блеклые руды) в пестром комплексе различных рудных и жильных, частью низкотемпературных минералов. Наконец гипабиссальность указывается и нахождением обильного стибнита в месторождениях восточной части Калбы (ibid., 252).

Полиметаллические месторождения Рудного Алтая с их материнским интрузивным комплексом повидимому не следует выделять в особую группу, как это делает Н. А. Елисеев (17 и 18). Думаю, что свойства как магматических тел, так и рудных месторождений стоят весьма близко к Семейтавскому комплексу. Различие в петрографическом характере и металлогении можно объяснить тем, что калбинские граниты, вернее анотериты, представляют собой продукт более далеко продвинувшейся глубинной дифференциации, застывшей так же, как и более ранние члены того же комплекса (змеиногорские плутоны) в гипабиссальных условиях¹. Тем же объясняется их несколько более позднее появление и несколько иная, но в общем близкая минерализация.

В заметке Е. Д. Шлыгина подтверждается установленная впервые П. П. Гудковым (71) грубая зональность в распределении месторождений различного характера в северо-восточном Казахстане (57). Выше мы видели причины этого. Следует только отметить, что по развиваемой мною концепции разница в степени денудации и следовательно глубины первичного залегания месторождений является гораздо менее значительной, чем это думает Е. Д. Шлыгин. Именно, все месторождения Семейтавского комплекса не выходят за пределы гипабиссальной зоны. Разница же в характере их проявления создается, во-первых, тем, что материнские для них гипабиссальные плутоны выполнялись не вполне одновременно магмой, испытавшей на некоторой большей глубине ту или иную дифференциацию. Второй причиной, и очень важной для определения физиономии рудного месторождения, является вертикальное расстояние от материнского интрузива до месторождения. В-третьих, следует иметь в виду, что при особо благоприятных текстурных условиях рудоносные растворы могут подниматься прямо из тех значительных глубин, на которых идет главная дифференциация, откладывая руду тем не менее в гипабиссальных условиях (ср. 14, 86—86).

С указанной точки зрения легко мог бы быть объяснен «загадочный» факт нахождения Ефимовского свинцового месторождения. В самом деле, в особой монографии (12) я показал неправильность обычных представлений о «гипо-», «мезо-» и «эпitherмальном» типах месторождений, как о таких, которые образуются при сравнительно однородных условиях в пределах ограниченного ранга температур каждый. Оказывается, что процесс формирования весьма многих месторождений является очень сложным и длительным, начинаясь при температурах достаточно высоких (кроме случаев таких телемагматических месторождений, как например большинство ртутных и им подобных) и заканчиваясь при температурах достаточно низких терм. Поэтому для каждого почти эманационного (в широком смысле, включая сюда и гидротермальные) месторождения можно пытаться устано-

¹ Исследования В. А. Нуднера, произведенные в 1933 г., склоняют его к мысли о единстве Змеиногорского и Колыванского комплексов (устное сообщение, полученное после окончания данной статьи).

вить ряд фаз, аналогичных и параллельных фазам, устанавливаемым для пегматитов акад. А. Е. Ферсманом.

Очень многие месторождения как-раз по наиболее характерному и важному комплексу минералов не могут уместиться не только в рамки подразделений высоких, средних и низких терм (гипо-, мезо- и эпitherмальные типы), но даже в рамки деления их на пневматолитовые и гидротермальные, оказываясь на самом деле пневматолитово-гидротермальными, каковую группу ввел недавно Г. Шнейдерхен (74) и к каковой относится например громадное большинство (если не все) месторождений оловянно-вольфрамо-молибденовой формации, как показала сводка Циссарца (67).

Между прочим оказывается, что в типичных «гипо-» и «мезотермальных» месторождениях золота Енисейской тайги золото везде оказывается низкотемпературным металлом, осаждающимся после меди, цинка и свинца (и ранее только сурьмы и ртути), как и вообще во всех почти золоторудных месторождениях.

Правильность высказанной точки зрения особенно эффектно подтвердилась при исследовании осенью 1933 г. золоторудных месторождений кварцево-турмалиновой полосы северо-восточного Забайкалья. Как предвиделось уже после описаний Н. А. Хрущева (56), эти месторождения оказались вовсе не гипотермальными, куда их обычно относят (56, 48, 261—262), т. е. не месторождениями больших глубин и высоких температур, а месторождениями резко гипабиссальной, почти полуэффузивной фации, опять-таки пневматолитово-гидротермальными, имеющими близкое сходство с кварцево-турмалиновыми месторождениями Боливии и Чили. И здесь золото откладывалось повидимому из низких терм.

Нахождение «гипотермальных» кварцево-золотых жил в Кокчетавском районе отнюдь еще не говорит против возможности их гипабиссальной природы и возможности нахождения здесь свинца, равно как и олова и его спутников. Как-раз наоборот, близкое соседство признаков нахождения олова, молибдена и вольфрама вместе с медными, свинцовыми и золотыми месторождениями указывает вероятно, что и здесь главным рудоносным магматическим комплексом был гипабиссальный Семейтавский. Но фациальность месторождения¹ и расстояние его от материнского интрузива будут определять совместно с текстурой и литологическим составом континента главнейшие свойства того или иного месторождения.

Все же металлогения Кокчетавского района еще неясна [хотя и не расходитесь сильно с представлением о связи главной ее части с Семейтавским комплексом (57, 990, 994—997)], и потому определенные выводы делать пока преждевременно.

4. Общий характер Семейтавского комплекса

Везде на громадном протяжении северо-восточного Казахстана мы встречаем одну и ту же картину. После завершения варисцийской пликтивной-дислокации, главная фаза которой по всей вероятности относится к саальской фазе, к которой прдурочены главные пликтивные фазы Урала и Западной Сибири, протекает сложный магматический цикл.

Это был последний варисцийский цикл, ибо глухие, а иногда и явные указания на варисцийские же, но еще сопровождаемые складчатостью

¹ Совершенно очевидно, что фациальность месторождения может быть двоякого рода: фациальность по глубине формирования месторождения и фациальность по глубине материнского плутона. В общем случае они могут не совпадать.

циклы попадают довольно часто¹. Проявления всех этих более древних (если их было несколько) магматических циклов совершенно исчезают в грандиозном развитии последнего цикла. Он начинается по крайней мере вблизи Семипалатинска огромными экструзиями и довольно частыми, но обычно незначительными еще интрузиями основных магм, быстро, впрочем, проходящих дифференциационный путь через средние до весьма кислых магм гранитоидного состава.²

Вероятно именно этой быстротой и определяется сравнительно малая роль основных интрузивных пород среди твердых остатков от дифференциации и резко подчиненное положение пород средних.

Зато кислые интрузии занимают огромные площади или прямо в виде колоссальных тел гранитного состава или в виде более или менее густо рассыпанных мелких плутонов.

Следует отметить, что в громадном большинстве случаев главный процесс дифференциации магмы происходил не там, где мы встречаем сами плутоны, а на более значительных глубинах литосферы. На тот же уровень литосферы, где мы видим застывшие плутоны, магма поступала в виде дифференцированного в той или иной (обычно значительной) степени остатка.³

Все наблюдаемые нами плутоны являются несмотря на видимые их размеры лишь сравнительно незначительными отпрысками гораздо более грандиозных плутонических масс, может даже одного и того же магматического бассейна.

Возможно, что дифференциация происходила в несколько ступеней на разных уровнях литосферы, о чем может говорить наблюдаемое у наиболее крупных плутонов появление лампрофиров, а также встречаемые местами явления рекурренции дифференциационного цикла.

Сообразно с прохождением большинства дифференциационных явлений на недоступной прямому наблюдению глубине, и ассимиляционные явления, иногда довольно резкие, не играют особо заметной роли в петрографической характеристике видимых плутонов, остающихся в общем удивительно однообразными.

Во многих случаях первичная основная магма имеет слабо щелочной характер, который лучше проявляется у наиболее кислых дифференциатов. Региональное распространение данного явления указывает повидимому, что причина щелочности магмы не зависит от местных условий вроде ассимиляции известняков. Но на уровне дифференциации подобные явления могли иметь место при условии региональности распространения названных пород.⁴ При наклонности магмы к щелочности ассимиляция меевиков в одном случае привела к образованию содалитового сиенита.

Внедрение этих колоссальных количеств магмы имело место после завершения главной фазы варисийской складчатости и даже после того, как образовавшиеся в эту фазу складки были глубоко разрушены денудацией,

¹ В том числе мне принадлежит одно, пожалуй, наиболее полное описание интрузивного цикла, неправильно названного «Большой нижнемезозойской интрузией» (6, 17—26). Теперь его следует назвать нижнепермской интрузией (13).

² Конечно быстрота эта весьма относительна и при прочих равных условиях определяется величиной магматического бассейна.

³ Следует строго различать уровень дифференциации и уровень интрузии, на котором мы наблюдаем видимые проявления дифференциационного процесса, идущего очень часто на недоступных нам глубинах литосферы. Повидимому они совпадают сравнительно редко, что легко объединяет точки зрения Дэли и Клооса на механизм образования гранитных тел. Не так уж трудно указать и критерии для приблизительной сравнительной оценки расстояния между двумя этими уровнями.

⁴ Известняки, довольно часто попадающиеся в казахстанском палеозое, везде занимают резко подчиненное положение.

так что в отдельных значительных районах или даже повсюду рельеф северо-восточного Казахстана приближался к пенеплену. Магматические массы поднимались весьма близко к дневной поверхности, а в отдельных случаях, например в районе между хр. Чингиз и Иртышем, выступали прямо на поверхность в виде обширных экструзий андезитобазальтового или в случае щелочности трахидолеритового состава. Не исключена возможность, что такие обширные покровы заливали значительные площади северо-восточного Казахстана.

Экструзия надолго истощала энергию глубинных магматических бассейнов, и долгое время процесс дифференциации шел на глубине, нередко посылая вверх свои отщепления, которые обычно не доходили до дневной поверхности, частично будучи не в состоянии пробиться через андезитобазальтовую броню, и давали лакколиты, фацилиты и тому подобные чаще, но не всегда, конкордантные формы, наполненные габбросиенитами, кварцевыми диоритами, мангеритами и монцонитами. Наконец, накопившая энергию в виде увеличившегося давления летучих компонентов, а возможно и мобилизованная новым приступом орогенических сил, ставшая кислой магма снова устремляется в поверхности литосферы и пронизывает ее, давая не遠далеке от поверхности громадное количество штоков, хонолитов, фацилитов, лакколитов и тому подобных форм самой различной величины и характера, но в общем конкордантных или криптоконкордантных. В случаях особенно обильных магматических проникновений могли образоваться и аккордантные и даже дискордантные формы, роль которых кажется подчиненной. В Семипалатинском районе изучены тонкие горизонтальные анотеритовые листы, вклинившиеся вдоль поверхности несогласного залегания андезитобазальтовых покровов на головах палеозойских слоев.

По мере приближения к центральным частям Казахской степи количество указанных выше эффузий убывает, что отвечает как будто несколько большей глубине денудации. В юго-западных частях восточной половины степи повидимому опять появляются эффузивы. Кислая гранитная, часто весьма лейкократовая магма, поднявшись почти до дневной поверхности, застывала в образовавшихся плутонах и плутончиках в виде однообразных по общему характеру, но разнообразных по структуре (часто в пределах одного и того же массива) анотеритов. Резко гипабиссальная обстановка придавала краевым фациям анотеритов, не исключая и апикальной, облик мелкозернистых порфиров, а часто даже эффузивных пород.

Наибольшие из анотеритовых плутонов внутри самих себя выделяли аплитопегматитовые шпирты и выпотения, что наблюдалось например по плоскостям пластовой отдельности в баянаульском лакколите. Но в большинстве мелких тел несмотря на то, что повышенная лейкократовость анотеритов уже указывает на приближение к аплитовой стадии, резкая гипабиссальность не давала возможности дальнейшей дифференциации в плутоне, застывавшем в однородную массу. В очагах дифференциации последняя шла своим чередом, и громадное количество аплитовых, в меньшем числе пегматитовых и еще реже лампрофировых даек пробивает наши плутоны в краевых частях. Последнее подчеркивает их лакколитовый или подчиненный более крупным плутонам характер. Действительно, в батолитических телах, образующих собственную аплитопегматитовую фацию, последняя должна концентрироваться в апикальной части батолита (60, рис. 9—11; 69, fig. 9—11). Если отсутствие даек в центре вызывается глубокой денудацией, между пустой центральной частью и насыщен-

ной дайками окраинной должна наблюдаться область зарождения и обособления аплитов-пегматитовых шпир (ibid., рис. 13, корешок дайки слева, рядом с диоритом). Наоборот в случае лакколитообразной залежи с утоняющимися краями дайковая фация будет пробивать их преимущественно с краев, постепенно затухая к центру, без зоны обособления шпиров.

Приуроченность же даек к лакколитах станет понятной, если принять во внимание, что сами лакколиты являются в сущности проекциями глубоких магматических масс на более высокие горизонты литосферы и что дайки можно считать своего рода дополнительными проектирующими лучами.

В некоторых случаях наблюдается, что аплитовая стадия развития магмы и в меньшей степени анотеритовая успевают пробиться на дневную поверхность, образуя настоящие экструзивные формы. Впрочем часто они доходят доверху в вязком состоянии, образуя массивные лавовые купола или короткие вздутые потоки с подвернутой под себя на краях флюидалностью (Quellkuppen Рейера с луковичной текстурой). Иногда мощные дайки, выступая на поверхность, заканчивались массивными набуханиями (Семейтау).

Аналогично диасхистовой стадии развития и прохождении растворов, давших рудные и иные магматогенные месторождения варисийского цикла в северо-восточном Казахстане, следует производить за счет дифференциационных процессов на недоступных пока прямому наблюдению глубинах. Но формирование месторождений происходило в гипабиссальной обстановке; свойства месторождений гораздо ближе согласуются с предположением М. А. Усова (53, 58, 103—105) об их гипабиссальном положении, чем с обычными гипотезами о фации средних глубин (16). Очень ярко сказывается это в Семипалатинском районе, где наблюдается переход от сурьмяного месторождения, связанного с эффузиями Семейтау, к жильно-медным и контактово-метасоматическим медно-железным Придегеленского района, связанным с анотеритами. Температура образования месторождения не должна нас смущать, ибо она не является фактором, определенно связанным с фаціальностью (12).

Уровни залегания плутонов и формирования рудных месторождений не оставались одними и теми же в разных участках степи. В частности центральная ее часть отличается немного большей глубиной залегания, чем ее периферические части, чем может быть и объясняется некоторая грубая зональность, отмеченная в 1932 г. П. П. Гудковым (71). Несомненно однако, что свойства каждого отдельного месторождения более зависят от местной зональности по отношению к материнскому плутону и модифицируются в зависимости от условий конкретной геологической обстановки.

Этот магматический комплекс, имеющий столь важное значение в мигрогенезе северо-восточного Казахстана, наиболее полно раскрыл свои свойства в Семипалатинском районе, где его изучение началось с вулканов Семейтау, которые находятся на среднем меридиане обширнейшей территории, обнимающей северо-восточный Казахстан и Пограничную Джунгарию. Поэтому я предлагаю закрепить за ним собственное имя—Семейтавский магматический комплекс.

Принимая во внимание геологическую обстановку, естественнее всего предположить, что возрастное положение Семейтавского комплекса следует определить, как относящееся к пфальцской фазе Г. Штилле—заключительной фазе варисийского орогенеза (49, 387; 76, 105—107). Менее вероятно, но не вполне исключена возможность датирования комплекса древнекиммерийской фазой.

Механизм интрузии можно представлять следующим образом. Саальская фаза проявилась в восточной части Казахской степи весьма неоднородно. В большей части степи уже имелся консолидированный каледонской складчатостью фундамент со слабым эпиконтинентального типа перекрытием его верхним палеозоем. Благодаря этому саальская фаза проявилась в восточной части Казахской степи существенно германотипным образом (1. с.). Наоборот, по линии Семипалатинск-Кокпекты тянется полоса альпинотипной или по крайней мере сибиретипной (54) складчатости, причем зона между Семипалатинском и Чаганом—Мурджином—Калмак-Кырганом имеет переходное строение.

Каледонский фундамент северо-восточного Казахстана оказался пораженным глыбовой складчатостью, т. е. при сравнительно небольших изгибаниях был расколот на множество отдельных глыб, тогда как перекрывавшая его эпиконтинентальная и маломощная верхнепалеозойская толща дала ряд слабых складок покровного типа, часто не совсем определенных простираций. Эта картина, намеченная мной еще в 1925 г. (6, 14), хорошо изображена в последней работе Н. Г. Кассина (22, 127—134, 108, 101—102, 90—91, 77—78).

Но в переходной зоне отношения были несколько иными, и покров верхнепалеозойских пород, смятый более энергично, по крайней мере сибиретипным образом (54), являлся более мощным, так что структура каледонского цоколя почти не сказывалась на процессах, происходивших внутри этого покрова. Наконец вовсе исчезает влияние этого цоколя в Семипалатинско-Кокпектинской зоне крупных автономных складок верхнего палеозоя, имевшего здесь значительную мощность. Намечившаяся еще в периоде седиментации тенденция данной зоны к опусканию была подчеркнута при складчатости.

Очень важно, что это различие в структуре и определило несколько различное проявление Семейтавского магматического комплекса в разных участках северо-восточного Казахстана.

Семейтавская магма поднималась, когда денудация значительно разрушила верхнепалеозойскую надстройку над каледонским фундаментом, благодаря чему условия проникновения магмы были резко отличными в указанных структурных единицах. С другой стороны, новая дислокационная фаза (пфальцкая?) вероятно еще увеличила контраст, вызвав некоторое новое относительное поднятие центральной части степи и погружение Семипалатинского района. Поэтому первые порции основной магмы, поднимавшиеся вверх, могли иметь в Семипалатинском районе большой изостатический напор и прорвались к дневной поверхности с образованием обширных андезитобазальтовых покровов, создавших панцирь на денудированной поверхности палеозоя. В центральной части степи этого панциря могло не быть или он мог иметь менее значительное развитие. В зависимости от этого в центральных участках степи покров верхнепалеозойских пород играл роль крыши, сдерживавшей и останавливавшей движение магмы вверх и определившей уровень вершук плутонов. Благодаря небольшой разнице в свойствах пород цоколя и надстройки различные горизонты того и другой и разные поверхности несогласия в одинаковой степени могли служить критическими горизонтами для заложения лакколитов и лакколитообразных тел (22, 116—117).

В Семипалатинском районе такими критическими уровнями могли быть существенно два. Первым из них является поверхность несогласия между верхним палеозоем и цоколем, нигде в пределах района не обнажающаяся, за исключением может быть зоны, отмеченной гранитными

(анотеритовыми) плутонами Альджан—Байджан—Джамап—Койтас—Иврей, которые как будто вклиниваются между складками верхнего силура и девонскими формациями. Второй критический уровень—поверхность несогласия между денудированным верхним палеозоем и андезитобазальтовым покровом, отмеченная в Семипалатинском районе большим количеством тонких лакколитообразных интрузивных листов самой различной величины, вплоть почти до 1 000 км² в плане, при мощности от нескольких десятков до сотни-другой метров. Впрочем там и сям анотеритовая магма давала вздутия над этими плоскими листами, образуя более или менее крупные лакколитовые купола.

Одной из характернейших черт Семейтавского комплекса является стремление всех дискордантных форм (хонолитов, даек и пр.) вытягиваться в двух преобладающих направлениях—параллельно простиранию прорываемых плутоническими саммами складок и перпендикулярно к этому простиранию, с преобладанием первого направления. Вытянутость параллельно простиранию понятна, даже имея в виду посттектоничность интрузий. Наличие второго направления объяснить труднее. Может быть оно связано с явлениями растяжения кровли еще более глубоких и обширных лакколитоподобных магматических тел, растяжения, получающегося при вздувании кровли под гидростатическим давлением магмы, наполняющей и образующей эти плутоны. Существование таких обширных магматических бассейнов, значительно превышающих видимые нами плутоны, представляется весьма вероятным.

В характеристике Семейтавского магматического комплекса следует отметить еще одну существенную особенность. Кислая гранитовая и анотеритовая магма комплекса произошла из основной магмы путем нормальной дифференциации, вероятно осложненной примесью ассимиляционных явлений. Она является производным симатической оболочки, а не продуктом какого-либо палингенетического или анатектического процесса превращения части сиалического пояса в магматическое состояние. Может быть этим объясняется и богатство магмы металлами, обеспечивающее разнообразнейший спектр рудных месторождений, окружающих порожденные ею плутоны.

Связь Семейтавского комплекса предположительно с пфальцской тектонической фазой объясняет нам появление расколов, к которым по М. П. Русакову часто приурочивается образование вторичных кварцитов (47) и др. Поражала ли Казахскую степь древнекеммерийская фаза, мы не знаем, хотя некоторые намеки на это имеются (22, 121). Во всяком случае она была очень слабой.

Движения литосферы, связанные с Семипалатинским комплексом и с окончанием варискийских дислокаций, были завершением долгой и бурной тектонической истории данного участка литосферы, начало которой теряется далеко во мгле докембрийских времен. В частности обильные извержения семейтавской магмы способствовали окончательной консолидации северо-восточного Казахстана, и до того уже бывшего довольно жесткой плитой. Прочно спаянный семейтавским вулканизмом массив Казахской степи в дальнейшем превратился в один из стабильнейших участков литосферы, почти не реагировавший на многократные фазы альпийских дислокаций. Все они, разыгрываясь порой очень бурным образом на окраинах казахской плиты, разбивались о ее края и быстро затухали, если направлялись внутрь этого массива—своего рода небольшого материкового щита. Не имеем ли мы в казахской плите с окружающими ее геосинклинальными впадинами Западной Сибири, Тургайского пролива и Чу-Илий-

ской депрессии закладку нового материкового центра, которому суждено будет пережить материк нашего времени?

5. Сравнение с Уралом, Алтаем и Туркестаном

Варисцийские интрузии происходили неоднократно (22, 120). Семейтавский магматический комплекс является последним и наиболее мощным проявлением мобилизации магмы в варисцийский орогенез. Мною было показано, что по крайней мере еще один магматический цикл совершенно самостоятельного порядка связывается непосредственно с окончанием главной фазы складчатости, т. е. в нашей концепции с саальской фазой (6, 17—26). Таким образом констатируется наличие по крайней мере двух магматических интрузивных циклов варисцийской революции.

Интересно отметить, что в последнее время намечаются две разновременных герцинских интрузии в юго-западном Алтае (17; 49а, 1098), с одной из которых (гипабиссального типа) связывается полиметаллическое оруденение, а с другой, представленной биотитовыми гранитами, связаны месторождения вольфрамита. Порядок интрузий, даваемый Н. А. Елисеевым без дальнейших пояснений, вызывает сомнения, причем сомнению был подвергнут даже герцинский (варисцийский) возраст биотитовых гранитов (54). Связь вольфрамитовых месторождений с новыми интрузиями по словам В. П. Нехорошева ни у кого¹ не возбуждает сомнений (32, 253).

В последнее время работами Западносибирского ГРТ установлено, что поздневарисцийские рудоносные интрузии юго-западного Алтая разделяются на несколько фаз. Главная гранитная интрузия, куда относятся змеиногорский плутон, датируется временем, предшествующим появлению мощной дизъюнктивной дислокации, ограничившей грабен Рудного Алтая и даже предшествующие ей надвиги Тигерецко-Чинетинского района, обнаруженные впервые Н. А. Елисеевым. Вещественный состав интрузии представлен гранодиоритами (частью даже габбродиоритами), но также и гранитами и их аплитовыми и пегматитовыми разностями.

Вероятно несколько более поздней является интрузия Тигерецкого хребта с ее месторождениями берилла и т. д., представленная существенно лейкократовыми гранитами с сингенетичными шпировыми, но также и секущими дайковыми аплитами и пегматитами. И эта интрузия еще предшествует надвигам Тигерецко-Чинетинского района и поражается последними.

Колыванский гранитный массив внедряется почти одновременно с упомянутой выше дизъюнктивной линией. Прилежащие к последней (линии) его части подвергаются сильному ката-, а может быть и протоклаузу. Интересно и важно в генетическом отношении, что и в давленных разностях сингенетические аплиты-пегматитовые шпирсы вытягиваются горизонтально и параллельно разлому—в северо-западном направлении. Есть и секущие дайковые аплиты и пегматиты. Наконец, намечается и третья фаза гранитов—лейкократовых, а также сопровождаемых как шпировыми, так и дайковыми аплитами и пегматитами и даже лампрофирами, но уже интрузировавшая позднее отмеченного разлома и лишенная признаков тектонического воздействия. Итак, намечается тройной подъем магмы, проходящей дифференциацию на некоторой глубине, причем каждая интрузия каждой фазы проходила дополнительную дифференциацию уже на том месте, где мы ее сейчас видим. Породы отдельных фаз довольно похожи

¹ Из геологов, работающих на юго-западном Алтае.

друг на друга; впрочем каждая последующая фаза в общем беднее темными минералами по сравнению с предыдущей.

С этими гранитами связываются месторождения берилла, вольфрамита и др. юго-западного Алтая.

Значительно позднее появляется новая резко гипабиссальная интрузия, представленная разнообразными по форме штоками и дайками порфиров, и именно с нею связано полиметаллическое оруденение. Рудные тела пересекаются дайками меланократовых пород, имеющими характер диабазов.

Таким образом на Алтае намечается значительная сложность занимающего нас магматического комплекса. Очень вероятно, что не менее сложен он и в Казахской степи.

А. Н. Заварицкий обратил внимание, что варисийские интрузии Урала относятся к двум магматическим циклам (20). Мне удалось развить это положение в следующем виде (11). С завершением главной фазы складчатости Урала тесно связываются крупные интрузии трондьемитов, гранодиоритов, но главным образом гранитов, переходящих часто в гнейсы и окруженных характерным минерогеническим комплексом. По фациальности интрузии относятся к фации средних глубин. Резко отличным от них является комплекс небольших гипабиссальных интрузий, уже не носящих следов тангенциальных воздействий и представленных пестрым комплексом петрографических видов, имеющих в общем банатит-адамеллитовый характер, причем в составе кислых пород комплекса принимает участие и анортоклаз. Примером может служить интрузивный комплекс г. Магнитной, столь тщательно исследованный А. Н. Заварицким. Интересно отметить близость пород, составляющих мелкие сателлитовые тела, к породам эффузивным, а изображаемая А. Н. Заварицким картина образования атакита с его санидинами довольно близко отвечает образованию наших семейтавитов Кыз-емчикского экстрезивного лакколита, *mutatis mutandis* конечно (19, 271—280, 303—337, 411—414).

Можно предполагать, что кроме интрузивной и эффузивная фация соответствующего возраста пользуется на Урале большим распространением, чем это до сих пор казалось. «Необходимо отметить, что на восточном склоне Урала имеются акгитовые порфириты, более молодые, нежели турнейские порфиры, и что их излияние может относиться и к пермскому периоду. С другой стороны, на профилях, которые составлены А. П. Карпинским для восточного склона Урала, указываются дайки диабазов, которые прорезывают не только визейские известняки, но и среднекаменноугольные породы. Это делает существование пермских извержений на восточном склоне хребта весьма вероятным; не знаем мы продуктов излияний вероятно потому, что образовавшиеся породы были уничтожены последующими эрозийными процессами» (1, 163).

Наконец совершенно одинаковую с Семейтавской и относящуюся к тому же возрасту формацию резко гипабиссальных эгирин-рибеккитовых анортитов, сопрягающихся с дайковыми образованиями и с эффузивами, встречаем мы и в Добрудже, причем эти магматические образования сопровождаются и соответствующими рудными месторождениями полиметаллического типа (63; 64; 65; 66; 73).

Возвращаясь ближе к Казахстану, мы должны обратиться к его южному соседу, имеющему с Казахстаном много родственных черт. В Тянь-Шане породы аналогичного семейтавскому характера, облика и возраста очень выпукло охарактеризованы В. А. Николаевым (35; 36; 72). И здесь они обладают определенно выраженным щелочным характером, который

известен еще из работ П. И. Преображенского (42) и Д. С. Белянкина (3), но широкое распространение которого показано именно В. А. Николаевым.

Нужно только помнить, что в условиях денудации Тянь-Шаня мы можем встретить и значительно более глубокие горизонты интрузий.

З а к л ю ч е н и е

При составлении приведенной сводки пришлось пользоваться материалами различной степени точности и достоверности. В большинстве случаев степень последних оставляла желать лучшего, особенно в отношении характеристики формообразования и возраста магматических тел. При таких условиях конечно нельзя утверждать, что все выведенные положения окажутся совершенно правильными. Будущая работа внесет много исправлений и дополнений, даст расчленение нашего комплекса на ряд отдельных фаз, может быть даже перенесет в отдельных районах группы изверженных пород в новые магматические циклы. И все же можно думать, что действительно весьма значительная часть магматических пород восточного Казахстана, определивших металлогеническую характеристику последнего, относится к Семейтавскому магматическому комплексу, характерные особенности которого очерчены выше.

Имея в виду, что эффузивные породы, принадлежащие к этому комплексу, лежат на пенепленированной или почти пенепленированной перед их излиянием поверхности палеозоя, а также порою сохраняют кенотипный облик, я предлагаю называть их терминами, отвечающими кенотипным породам, — липаритами, дацитами, андезитами и т. д., чтобы ясно отличать их от более древних палеозойских эффузивов, принимающих участие в пликативных дислокациях. (Впрочем в горных хребтах, ограничивающих Казахстан с В и Ю, где пликативные фазы повторялись частично и после варисийского орогенезиса, семейтавские породы естественно тоже окажутся смятыми, хотя и слабо.)

Те, кто привык «кенотипную» терминологию эффузивов применять только к лавам кенозойского возраста, могут употреблять сложные термины — «палеолипариты», «палеоандезиты» и т. д.

Следует отметить, что часто семейтавские эффузивы имеют диагенетизированный облик, так что с чисто петрографической точки зрения такие породы можно бы называть и порфирами и порфиритами. Наблюдения над распределением диагенетизированного и первичного облика эффузивов показывают, что первый обусловлен почти всегда существенно аутометасоматическими процессами, степень интенсивности которых пропорциональна степени диагенезиса эффузивов. Кроме того последние, и главным образом их основные разности, оказываются очень часто метасоматированными под влиянием богатых летучими составными частями кислых интрузий.

При таких условиях отличать по внешнему виду семейтавский эффузив от аналогичной породы более древнего возраста нередко очень трудно, а порою и невозможно. Зато геологический метод позволяет выделить Семейтавский комплекс достаточно уверенно.

При рассмотрении Семейтавского магматического комплекса обращает внимание еще одна особенность. Его появление отвечает моменту, когда денудация варисийских цепей значительно приблизила дневную поверхность литосферы к состоянию пенеплена. При таких условиях гипабиссальный уровень большинства интрузий с частичным выходом магмы на поверхность указывает на своеобразное общее свойство магмы дан-

ного комплекса, сохраняющееся на громадных протяжениях. Именно, поднимаясь из глубин литосферы в колоссальных количествах и с достаточно большим запасом энергии, магма Семейтавского комплекса останавливается на одном определенном, почти горизонтальном уровне. В нашем случае этот критический «верхний магматический уровень» комплекса располагался весьма близко к поверхности литосферы, но несколько глубже последней. Как только мы опускаемся ниже этого уровня, сейчас же резко увеличивается как количество, так и величина соответствующих магматических тел. Наоборот, выше данного уровня встречаются только единичные изверженные массы.

Я не могу пока настаивать, что подмеченная закономерность имеет общее значение. Однако ознакомление с литературными данными, а также знакомство с некоторыми другими комплексами говорит за то же самое. Так, в Енисейской тайге гранитные массивы, внедрявшиеся в конце протерозия, представляют вероятно отпрыски громадного плаколита, являющегося плутоном первой величины. И вот, все гранитные массивы, уже обнаженные на современной дневной поверхности, представляющей расчлененный пенепплен, оказываются вскрытыми в своих апикальных частях, сохраняя еще достаточное количество остатков кровли, намечающих плоскую в общем поверхность, почти совпадающую у всех плутонов батолитического характера. Более того, обнаженные ныне плутоны занимают сравнительно незначительную часть всей площади края. Но мы можем утверждать, что стоит только денудационной поверхности спуститься немного, как количество отдельных плутонов и их площади окажутся сильно возросшими. В самом деле, среди глинистых сланцев и флиштов удерейской свиты, слагающей наибольшую часть площади Енисейского края, там и сям, и притом весьма часто, встречаются замкнутые эллиптические площади сильнее метаморфизованных пород. Они представляют собой контактовые ореолы над плутонами, скрытыми еще на некоторой глубине.

Северо-восточное Забайкалье характеризуется огромными монотонными площадями, сложенными однообразными гранитоидами, более или менее гнейсовидными, вероятно варисцийского возраста. Эти гранитоиды несмотря на огромность занимаемых ими площадей на верхней поверхности достаточно часто несут остатки метаморфизованной кровли, так что денудационная их поверхность лежит вероятно лишь немного ниже критического верхнего уровня соответствующей интрузии. Но эта денудационная поверхность, несмотря на испытанную ею альпийскую складчатость, несомненно являлась пенеппленом в момент трансгрессии мезозойского моря. И здесь варисцийская (?) интрузия имела почти горизонтальный верхний критический уровень.

Наконец аналогичная картина наблюдается в ряде местностей Горного Алтая.

Итак, получается впечатление, что каждый магматический комплекс характеризуется определенным верхним критическим уровнем, имеющим вид почти горизонтальной (изогравитационной) поверхности, выше которого магма при данном запасе внутренней энергии подняться не в состоянии. Весьма вероятна возможность, что в случае интрузий, сопряженных с последними фазами какой-либо складчатости, верхний критический уровень имеет форму плоской поверхности, деформированной в пологие складки с простирающим, параллельным простираению главной складчатости. В известные геологические моменты на обширных площадях земной поверхности литосферы появляются экстрезивные формации сходного

состава и сравнимой мощности. Не будут ли это проявления того же самого верхнего критического магматического уровня, выходящего здесь на дневную поверхность? Одним из самых эффектных примеров последнего рода является известный Бешвельдский комплекс Южной Африки.

Но даже если концепция верхнего магматического уровня окажется при ближайшей проверке несостоятельной, несомненно, что ближайшее изучение Семейтавского магматического комплекса откроет перед нами много занимательнейших и вместе имеющих огромное практическое значение свойств магматических образований.

Степень обнаженности Казакской степи. Пограничной Джунгарии и многих частей Тянь-Шаня весьма благоприятствует такому изучению.

Итак, одной из первоочередных задач следует считать постановку сравнительного тектонически-петрологического и геохимически-минерогенического изучения варисцийских магматических циклов. В частности следует поставить специальной задачей выяснение точного возраста интрузий, хотя бы с помощью радиоактивных минералов и точных геотектонических взаимоотношений. Сравнительное их изучение в связи с явлениями рудообразования может сильно обогатить минерогению.

Набросанная выше картина еще очень схематична, мало конкретна и дальнейшие исследования сильно дополнят и видоизменяют ее.

Здесь дана только постановка вопроса, чтобы привлечь общее внимание к вопросам магматической жизни варисцийской революции.

Петрографическая лаборатория
Сибирского горного института.
Томск.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архангельский А. А., Геологическое строение СССР, 1932.
2. Белянкин Д. С., Материалы по описанию горных пород Калбинского хребта, Изв. Г. К., 45, 1926, 1131—1166.
3. — Сиенитовый порфир р. Чу, Изв. Пгр. политехн. ин-та, 27, 1918, 83—100.
4. Горностаев Н. Н., В «Отчете о состоянии деятельности Геол. ком. за 1920 г.», Изв. Г. К., 40, 1921, 195—514 (471—478).
5. — Предварительный отчет о геологических исследованиях в Присемипалатинском районе Киргизской степи в 1920—1921 гг., Изв. СОГК, Томск, т. III, в. 2, 1923.
6. — Градус. $\frac{50^{\circ}-51^{\circ} \text{ с. ш.}}{48^{\circ}-49^{\circ} \text{ в. д.}}$ (от Пулково). (Предварительный отчет). Изв. СОГК, Томск, т. V, в. 2, 1925.
7. — О новых законах кварцево-полевошпатовых прорастаний графитового типа, Изв. Томск. техн. ин-та, Томск, 46, 1925, 1—8.
8. — Семипалатинская партия (Отчет о работе 1925 г.), Отчет о состоянии и деятельности СОГК за 1925 г., Изв. СОГК, Томск, т. V, в. 6, 1926, 22—23.
9. — В Отчете о состоянии и деятельности Геол. ком. в 1925 г., Изв. Г. К., 45, 1927, 241—242.
10. — Молодая магматическая формация Киргизской степи, Зап. Рус. минерал. об-ва, 2 сер., 56, 1927, Журн. засед., стр. 238—239.
11. — Геологические исследования в Полтавском районе на Южном Урале, Тр. ВГРО, в. 27, 1933.
12. — Золоторудное месторождение Советского рудника в Северно-Енисейской тайге, Тр. Золоторазведки, вып. 3 (печатается).

13. — Экструзивный дифференцированный лакколит Кыз-емчик в горах Семейтау близ Семипалатинска. Сборн. по геол. Сибири (юбил. сб. М. А. Услова), Томск, 1933.
14. — О месторождениях полезных ископаемых Горного Алтая, Изв. Зап.-Сиб. ГРТ, II, 1931, 71—90.
15. — Геологические замечания о северной части Баян-Аульского и Каркаралинского округов в Киргизской степи, Горн. журн., т. VIII, 1845, 175.
16. Григорьев И. Ф., Месторождения полиметаллических руд СССР. Тр. III Всесоюз. съезда геол., Ташкент, 1929, 275—288.
17. Елисеев Н. А., О месторождениях вольфрамита в Рудном Алтае, Изв. ВГРО, 51, 1932, 551—563.
18. — К вопросу об изучении металлогении Калбинского хребта в Казахстане, Пробл. сов. геол., 2, 1933, 241—255.
19. Заварицкий А. Н., Гора Магнитная и ее месторождения железных руд, Тр. ГК, нов. сер., 122, 1922—1927.
20. — Главные черты вулканического цикла на Урале, Изв. ГК, 43, 1924, 361—389.
21. Кассин Н. Г., Проявления вулканизма в северном Казахстане, Изв. ГК, 50, 1931, 1225—1241.
22. — Общая геологическая карта Казахстана, Описание Баян-Аульского и Верхне-Чидертинского листов, Тр. гл. геол.-разв. упр., 110, 1931.
23. — Краткий геологический очерк северо-восточного Казахстана, Тр. Всесоюз. геол.-разв. объедин., 165, 1931.
24. Коржинский Д. С., Аягуз-Иртышский водораздел к востоку от хребта Чингиз, Тр. ВГРО, 108, 1932.
25. — Геология и петрология Экибастузского района, Казахская АССР (Граду-солист 45—46° в. д. от Пулкова и 51—52° с. ш.), Тр. ВГРО, 155, 1932.
26. Левинсон-Лессинг Ф. Ю. и Струве Э. А., Петрографический словарь, М.—Л., 1932.
27. Лодочников В. Н., Щелочные изверженные породы в Тарбагатае, Вестн. геол. ком., 1, № 4, 1925, 5—6.
28. — Материалы по петрографии западной части северных склонов Русского Тарбагатая, Изв. ГК, 47, 1928, 189—208.
29. Мейстер А. К., Хребет Чингиз—река Чаган, Тр. ВГРО, 223, 1932.
30. Наковник Н. И., Новые данные о так называемых «вторичных кварцитах» и их рудах, Пробл. сов. геол., 2, 1933, 228—242.
31. Нехорошев В. П., Некоторые полезные ископаемые в Конектинском районе Зайсанского уезда Семипалатинской губ., Изв. ГК, 45, 1926, 955—968.
32. — Тектоника и металлогения юго-западного Алтая, Изв. ВГРО, 51, 1932, 249—268.
33. — Дислоцированные мезозойские отложения в предгорьях Саура, Изв. ГК, 48, 1929, 261—264.
34. Никитин П. М., Пашаев Г. П. и Русаков М. П., Геолого-экономический очерк рудных месторождений Джезказгано-Улутавского района, Тр. ВГРО, 293, 1933.
35. Николаев В. А., Вулканизм в геологической истории Тянь-Шаня, Тр. III Всесоюз. съезда геол., Ташкент, 1, 1930.
36. — Псевдолейцитовая порода (фергусит) из Таласского Алатау в Туркестане, Зап. рос. минерал. об-ва, 2 сер., 59, 1930, 255—268.
37. Отчет о состоянии и деятельности Геол. комит. за 1926/27 г., Л., 1928.
38. Отчет о состоянии и деятельности Геол. комит. за 1925/26 г., Л., 1927.
39. Падалка Г. Л., Контактное месторождение Саменбет в Киргизской степи, Изв. ГК, 45, 1926, 651—678.

40. — Полиметаллическое месторождение Бер-Кара (Богословский рудник) в Киргизской степи, Изв. ГК, **45**, 1926, 1915—1938.
41. — Геологические и петрографические исследования в Верхне-Тонраунском районе Казанской АССР, Тр. ВГРО, **245**, 1932.
42. Преображенский Н. П., Породы Кандык-Таса, Изв. ГК, **29**, 1910.
43. Разумовский Н. К., Геологические исследования в Киргизской степи в 1925 г. (предварительный отчет), Изв. ГК, **47**, 1928, 45—54.
44. Русаков М. П., Гидрогеологический очерк юго-восточной части Казанской степи, Тр. ВГРО, **139**, 1932.
45. — К вопросу о рудной базе Прибалхашья и перспективы ее развития, Пробл. сов. геол., **1**, 1933, 155—166, и Цветные металлы, 1933.
46. — О новом этапе освоения геологии, тектоники и металлогении Джезназган-Улутавского рудоносного района, см. № 34 настоящего списка.
47. Русаков М. П., Ваганов М. И. и Яговкин П. С., Успенско-Спасский район в северо-восточном Казахстане и его минеральные ресурсы, Тр. ВГРО, **236**, 1933.
48. Свистальский Н. П., Курс рудных месторождений, т. I, Месторождения магматические, 1933.
49. Страхов М. В., Закономерности формирования в освещении Н. Stille, Бюлл. Моск. об-ва, испыт. прир., отд. геол., **10**, 1932, 382—412.
- 49а. Трофимов В. С., Некоторые данные металлогенической характеристики Калбинского хребта, Изв. ВГРО, **51**, в. 74, 1932, 1093—1114.
50. Усов М. А., Фации и фазы интрузивов, 1 изд. Изв. СОГК, Томск, т. IV, в. 3, 1924; 2 изд. доп., Томск, 1932.
51. — Фазы эффузивов, 1 изд. Изв. Томск. технол. ин-та, **46**, Томск, 1925, 2 изд., Томск, 1929.
52. — В Отчете о деятельности Сиб. геол. ком. за 1921 г., Изв. СОГК, Томск, т. III, в. 1, 1922, 31—34.
53. — Краткий курс рудных месторождений, 2 изд., знач. испр. и доп., Томск, 1933.
54. — Итоги исследования геологии Зап.-Сиб. края за первую пятилетку, Вестн. Зап.-сиб. геол.-разв. треста, Томск, 1933, в. 2—3, 1—27.
55. — Описание горных пород Пограничной Джунгарии, Пограничная Джунгария В. А. Обручева, с сотр., изд. Томск. техн. ин-та, Томск, в. 1, 1911.
56. Хрущев Н. А., Материалы по изучению полезных ископаемых северо-восточного Забайкалья (район рр. Кары—Амазара), Тр. ГГРУ, в. 90, 1931.
57. Шлыгин Е. Д., Перспективы поисков малых и редких металлов в Кончатавском районе, Пробл. сов. геол., **2**, 1933, 257—259.
58. — Геологическое строение восточной части советского Казахстана (район к З. от оз. Селеты-Денгиз), Изв. ВГРО, **51**, в. 67, 1932, 985—997.
59. Шумова-Делеанов В., Материалы по петрографии Джунгарского Алатау, Тарбагатай и Алчатавских гор, Тр. СПб. об-ва естеств., **36**, 1912, стр. 278.
60. Эммонс В., Изменения первичного оруденения с глубиной, М.—Л., 1933.
61. Яговкин П. С., Успенское медное месторождение Акмолинской губ. Казахской АССР, Тр. Геол. ком., нов. сер., **165**, 1928.
62. — Геологические исследования Успенского района Казахской АССР, Тр. ГГРУ, **42**, 1932.
63. Cădere, D. M.—Nota asupra granitului dela Măcin. Anaurul Inst. Geol. al României, **4**, 1910. 163—173.—Note sur le gneiss de Măcin. Résumé.—Ibid., 173—176.
64. Idem.—Rocile eruptive dela Camena (Dobrogea, Jud. Tulcea).—Ibid., **10**, 1921—1924. 121—240.—Les roches éruptives de Camena. Résumé.—Ibid., 241—299.
65. Idem.—Le granite de Cleurova—Ann. Sci. de L'Univ. de Jassy, **15**, 1927. Pp. 81—88.

66. Cantuniar, St. N.—Massiv eruptive Muntele Carol Piatra Rosie (Jud. Tulcea), *Ib.*, 6, 1912, 1—160. Das Eruptivmassiv Muntele Carol-Piatra Rosie (Distr. Tulcea, Dobrogea). Auszug.—*Ib.*, 6, 1912, 207—253 (№№ 63—66 и 73 цитированы по перепечаткам В. Streckeneisen'a в Neues Jahrbuch, usw.) II, 1929, SS. 47—56.
67. Cissarz A. Übergangslagerstätten innerhalb der intrusivmagmatischen Abfolge, T. I. Zinn.—Wolfram und Molybdänformationen. Neues Jahrb. f. Min. usw. Beil. Bd, LVI, Abt. A 1927. Ss 99—274.
68. Cloos, H.—Zur Terminologie der Plutone.—J. J. Sederholm's Festschrift. Tenna, 50—2, 1928. № 2.
69. Emmons W. H.—Primary Downward Changes in Ore Deposits. Trans. A. J. M. E., 70, 1924, Pp. 964—967.
70. Erdmanskörfer, O. H.—Grundlagen der Petrographie. Stuttgart, 1924.
71. Goudkow, P. New Aspects of the Geology of the Principal Orebearing Provinces of Siberia.—Econ. Geol., 17, 1922, 260—273.
72. Nikolaiev V.—Vulcanism in the Geological History of the Tian-Shan.—Записки Росс. Минерал. Общ., 2 сер., 58, 1929, 118—141.
73. Radu Pasesu. Zăcămintul de minereuri dela Altân—Tepe (Ciamurli de sus, distr. Tulcea, Dobrogea).—Anaurul Inst. Geol. Românici, 8, 1914, 453—484.
74. Schneiderhölm H. Die genetische Einteilung der Gesteine und Minerallagerstätten. Zeitschr. f. prakt. Geologie, 40, 1932, SS. 168—172
75. Sederholm J. J. Über die finländische Rappakiwi-Gesteine.—Tschermak's Miner. und Petrogr. Mitteil. 12, 1891.
76. Stille H. Grundfragen der vergleichenden Tektonik.—Berlin, 1924.