**С. Е. Апрелков, Б. К. Долматов, Ю. М. Слепов, В. С. Шеймович**
Камчатское геологическое управление

# МИОЦЕНОВЫЕ ИНТРУЗИИ ГРАНИТОИДОВ ЮЖНОЙ КАМЧАТКИ

Нижний миоцен Южной Камчатки является эпохой активной вулканической деятельности, которая завершилась внедрением многочисленных интрузий гранитоидов. Интрузивные образования Южной Камчатки, как и всего полуострова, изучены весьма слабо. Первые сведения о наличии третичных интрузий на Камчатке имеются в работах Б. И. Пийпа (1941) и В. Я. Степанова (1946).

Б. И. Пийп впервые изучил интрузии кварцевых диоритов и диоритов в верховьях р. Средней Авачи, по рекам Китхой и Налычевой, где они прорывают вулканогенные отложения. На контактах интрузий им установлены пироксеновые роговики. Б. И. Пийп указывает, что эти интрузивные образования весьма сходны с гранитоидами, встречающимися в долинах рек Паратунки, Банной и бухты Ахомтен, и имеют, вероятно, третичный возраст. В. Я. Степанов, исследуя Ахомтенский интрузивный массив, обнаружил во вмещающих его вулканогенно-осадочных отложениях фауну третичного возраста, тем самым установив кайнозойский возраст массива. Ранее все интрузии считались меловыми и более древними.

В последние годы специальным изучением некоторых интрузий в районе г. Петропавловска-Камчатского занимался К. В. Прохоров (1964). В этой работе детально рассматривается петрография интрузивных пород бухты Ахомтен, горы Глиняной и других мест, указывается тесная связь интрузивных образований с вулканогенными толщами. Однако ряд выводов автора основан на весьма ограниченном материале, в частности, комагматичность интрузивных пород и вмещающих эффузивов доказывается сравнением нескольких анализов гранитоидов с четырьмя анализами вмещающих эффузивов, взятых из разновозрастных толщ. Сведения по металлогении гранитоидов весьма отрывочны и имеют компилятивный характер, и в связи с этим выводы К. В. Прохорова, касающиеся связи рудопроявлений с третичными гранитоидами, звучат крайне неопределенно.

Материалы, полученные при геологосъемочных работах (1960—1964 гг.), показывают, что миоценовые интрузии гранитоидов пользуются весьма широким распространением в пределах Южной Камчатки и имеют более сложное строение, чем это представляется К. В. Прохоровым. Установлено, что наиболее крупные интрузии гранитоидов формировались в несколько этапов (субфаз). Образования отдельных субфаз характеризуются определенными петрохимическими особенностями. С гранитоидами связана золото-полиметаллическая минерализация, имеющая практическое значение.

Рассмотрению особенностей строения и химизма гранитоидов Южной Камчатки и посвящена настоящая статья.

## ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ, СТРОЕНИЯ И СОСТАВА РАННЕМИОЦЕНОВЫХ ИНТРУЗИЙ

На территории Юго-Восточной Камчатки работами последних лет выявлен крупный пояс раннемиоценовых интрузий протяженностью свыше 300 *км*. Цепь интрузий вытянута согласно простиранию южного окончания Центрально-Камчатского вулканогенного пояса, размещаясь преимущественно в поле развития олигоцен-нижнемиоценовых вулканогенно-осадочных отложений. Лишь в Ганальском хребте, где эти отложения эродированы, отдельные интрузии находятся среди верхнемеловых метаморфизованных пород. Кроме того, часть интрузий закрыта крупными вулканическими постройками четвертичного возраста, о чем свидетельствуют находки интрузивных пород, сходных с раннемиоценовыми, среди современных пирокластических отложений вулканов Ильинского, Желтовского и Ксудача (рис. 1).

Вулканогенно-осадочные отложения Южной Камчатки расчленяются на следующие свиты: вилючинскую ($Pg_3$ — $N_1vl$), паратунскую ($N_1pr$), березовскую ($N_1br$) и алнейскую (Nal). Возраст указанных свит обоснован фаунистическими находками. Отложения вилючинской свиты мощностью свыше 2000 *м* представлены терригенными морскими образованиями: песчаниками, алевролитами, аргиллитами, конгломератами. Верхние горизонты свиты обогащены вулканогенным материалом. На отложениях вилючинской свиты с локальными размывами согласно залегают паратунская свита, сложенная базальтами ($SiO_2$ — 53%), андезитами ($SiO_2$—56%), туфами и игнимбритами. На отдельных участках развиты вулканогенно-осадочные фации свиты, представленные туффитами, туфогенными конгломератами в зонах перехода с прослоями лав. Преобладают в составе свиты породы андезитового состава, изредка отмечаются дациты ($SiO_2$—65%). Мощность свиты 1200—1700 *м*. Раннемиоценовые интрузии прорывают отложения вилючинской и паратунской свиты и перекрыты вулканогенно-осадочными отложениями березовской свиты, в базальных слоях которых отмечается галька кварцевых диоритов и гранодиоритов раннемиоценового возраста. Отдельные интрузии гранодиорит-порфиров и диоритовых порфиритов прорывают отложения березовской свиты, но в пределах Южной Камчатки они развиты довольно слабо. Как видно из вышеизложенного, возраст интрузий определяется весьма четко по взаимоотношениям со стратифицирующимися образованиями. Внедрение интрузий приурочено к началу консолидации Курило-Камчатской складчатой области и связано с курильской фазой складчатости (нижний миоцен).

Формирование гранитоидов и эффузивов паратунской свиты происходило без большого разрыва во времени. Пространственная связь интрузий с указанными эффузивами выражена очень резко; так, например, в южной части Валагинского хребта интрузии наблюдаются лишь Е поле развития вулканитов паратунской свиты. К северо-востоку, там, где развиты одновозрастные с паратунской свитой терригенные отложения, гранитоиды не обнаружены.

Раннемиоценовые интрузии приурочены к горстовым поднятиям и антиклинальным структурам. Большое количество интрузивных тел располагается в пределах Вилючинской горст-антиклинали, протягивающейся от бухты Вилючи на юго-востоке до притоков р. Корякской — на северо-западе. К ним относятся крупные массивы бухты Саранной, р. Паратунки и др. Часто интрузии имеют цепочечное расположение, что указывает на приуроченность их к зонам глубинных разломов. Особенно ярко это проявлено в Авачинском горсте, где ряд сближенных интрузивных тел представляет собой по существу единую крупную трещинную интрузию меридионального простирания. Эта особенность характерна

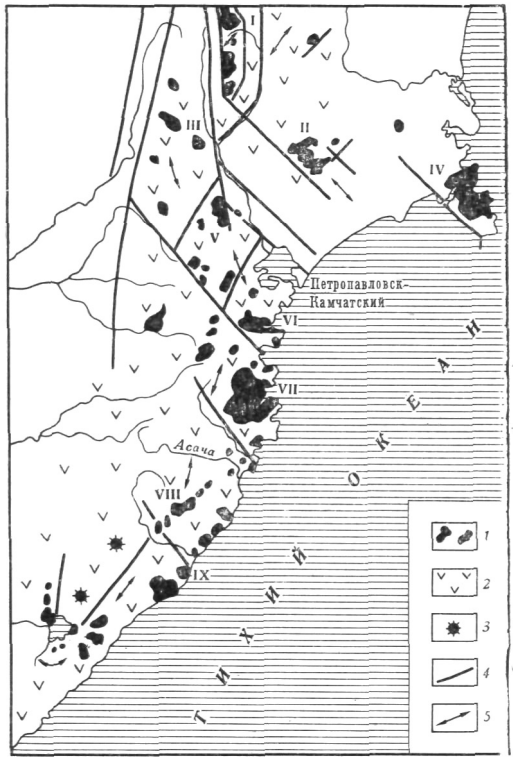


Рис. 1. Схема распространения миоценовых интрузий Южной Камчатки *1* — интрузивные тела: *I* — Авачинского хребта, *II* —р. Китхоя, *III* — ручья Каменистого, *IV*— Шипунского полуострова; *V* — горы Глиняной; *VI* — бухты Сарайной; *VII* — бухты Ахомтен; *VIII* — оз. Чаша; *2* — раннемиоценовая андезитовая формация. *3* — вулканы, в выбросах . которых присутствуют интрузивные породы; *4*—крупные разломы; 5—простирание складчатости

для интрузий оз. Чаша и ряда интрузий тихоокеанского побережья.

Большинство раннемиоценовых интрузий имеет размеры 2—25 *км*. Крупные интрузивные массивы расположены в наиболее высоко поднятых и глубоко эродированных блоках. К ним относятся Ахомтенский, 2 Шипунский (200—250 *км*), Китхойский (70 *км*) массивы и интрузии верховьев р. Авачи, расположенные в горстовом поднятии.

Раннемиоценовые интрузии характеризуются пестротой состава, которая наиболее типична для крупных интрузивных тел. Такая пестрота обусловлена не явлениями гибридизма, как полагает К. В. Прохоров, а многофазовым развитием интрузий. Многофазовое становление выявлено для интрузий верховьев р. Авачи, Шипунского полуострова и бухты Ахомтен. В связи с тем, что формирование интрузий происходило в довольно ограниченный промежуток времени между нижним и средним миоценом, авторы считают удобным применять термин «субфаза». В интрузиях верховьев р. Авачи устанавливаются породы, принадлежащие трем субфазам, в Ахомтенском и Шипунском массивах — двум субфазам.

Оливиновые нориты совместно с лейкократовыми кварцевыми диоритами слагают интрузию ручья Каменистого, которая относится к раннемиоценовым предположительно, поскольку располагается среди верхнемеловых метаморфизованных пород. Породы, представляющие одну из субфаз, нередко образуют самостоятельные тела, в частности, к ним относятся габбро-долериты и долериты бассейна р. Асачи и Ходутки. В связи с этим интересно отметить, что для одновозрастного интрузивного массива о-ва Парамушир К. Ф. Сергеев (1964) также установил многофазовое становление.

Породы субфаз имеют различный состав, а именно: 1-я субфаза — габбро-диориты, габбро-долериты, долериты и оливиновые нориты (?); 2-я субфаза — диоритовые порфириты, диориты, кварцевые диориты, гранодиориты; 3-я субфаза — гранодиориты, граниты, аплиты и аляскиты. Наиболее широко распространенной и главной является 2-я субфаза.

Перечисленные особенности раннемиоценовых интрузий Юго-Восточной Камчатки позволяют отнести их к габбро-гранодиоритовой формации, а вмещающие эффузивные породы — к андезитовой (по Ю. А. Кузнецову).

Интрузии Авачинского хребта (южный отрог Валагинского хребта). Эти интрузии расположены в виде цепочки меридионального простирания, что, вероятно, обусловлено внедрением их по одному глубинному разлому. В пределах горстового поднятия Авачинского хребта выделяются три наиболее крупных интрузии: гор Скалистой и Тимоновской и р. Сырыцин. Общая их протяженность превышает 30 *км*. Состав и структурные особенности интрузивных пород находятся в тесной зависимости от глубины эрозионного расчленения.

Интрузия горы Скалистой расположена северо-восточнее вулкана Бакенинг, по водоразделу рек Кавычи и Средней Авачи. Эта интрузия, расположенная в наиболее высокой поднятой части горста, сложена хорошо раскристаллизованными разностями ряда диорит — гранит. В плане интрузия вытянута в меридиональном направлении, с западной и восточной стороны ограничена сбросами. Площадь ее составляет 35 $км^2$. Вмещающими породами служат вулканогенные образования паратунской свиты, а также песчано-глинистые отложения хозгонской свиты. Интрузия имеет сложное строение и состоит из трех субфаз. К первой, наиболее ранней из них отнесены габбро-диориты, ко второй — диориты, кварцевые диориты, гранодиориты, к третьей — аплитовидные мелкозернистые граниты. Образования второй субфазы наиболее распространены. По существу они почти целиком слагают тело интрузии, причем гранодиориты, являясь наиболее глубинной фацией, приурочены к центральной части массива, диориты и кварцевые диориты расположены ближе к эндоконтактам.

Габбро-диориты были встречены на северо-западном фланге массива, где наблюдались в виде останцов неправильной формы площадью 1,5—2 $км^2$. Выходы гранитов, образующих небольшое штокообразное тело площадью 0,8 $км^2$, наблюдались восточнее оз. Безымянного. Вмещающими породами аплитовидных гранитов здесь являются пироксен-роговообманковые диориты второй субфазы. На контакте с диоритами граниты образуют в них мелкие апофизы. Контакт между ними очень четкий, извилистый, вертикальный. Аплитовидные граниты в зоне эндоконтакта шириной до 1,5 *м* содержат ксенолиты вмещающих диоритов величиной до 8 *см*. Контактового воздействия гранитов на диориты почти не имеется, исключая незначительную пропилитизацию последних. Это позволяет предполагать, что внедрение гранитов происходило с незначительным разрывом во времени после становления диоритов и гранодиоритов.

Взаимоотношения диоритов и пород первой субфазы непосредственно в обнажениях не наблюдалось, однако в габбро-диоритах ясно выражены явления контаминации и гибридизма в контактовой зоне с диоритами. Кроме того, в диоритах встречаются ксенолиты габбро-диоритов.

Интрузивный массив горы Тимоновской и р. Сырыцин также вытянут в меридиональном направлении и с западной стороны ограничен крупным сбросом. Площадь массива составляет 50 $км^2$. В центральной части массива отмечаются небольшие остатки кровли, разбитые многочисленными нарушениями северо-восточного и субширотного простирания. На линии одного из сбросов, пересекающих интрузию, расположено несколько современных шлаковых конусов и лавовых потоков. Интрузия имеет сложный состав и в своем строении обнаруживает много общего с массивом горы Скалистой. На правобережье рек Тимоновская и Сырыцин отмечаются небольшие выходы габбро-диоритов первой субфазы, довольно интенсивно метаморфизованных породами второй субфазы. В них отмечаются новообразования биотита, актинолита, бла-

стического кварца, хлорита и эпидота. Нередко они имеют лепидогранобластовую структуру.

Два штока аплитовидных гранитов незначительных размеров расположены на правобережье р. Тимоновской. Граниты имеют четкие рвущие контакты с диоритами второй субфазы и содержат ксенолиты диоритов и габбро-диоритов.

Китхойская интрузия площадью 70 *км*$^2$ находится в верховьях р. Китхой, левого притока р. Левой Авачи, и имеет неправильную форму. Центральная часть интрузии перекрыта лавами четвертичного вулкана Купол.

Интрузия сложена главным образом породами второй субфазы: диоритовыми порфиритами, диоритами и кварцевыми диоритами. На северном фланге интрузии (верховья рек Желтой и Вертинской) имеются выходы меланократовых габбро-диоритов площадью 1,5 *км*. Взаимоотношения между ними аналогичны описанным для интрузий Авачинского хребта. Остальные мелкие выходы интрузивных пород в бассейне р. Авачи представлены породами второй субфазы.

Интрузия бухты Ахомтен. Наиболее крупным и изученным среди интрузивных образований раннемиоценового возраста в пределах Юго-Восточной Камчатки является Ахомтенский массив. Он расположен в районе бухт Тихирка, Ахомтен и Лиственичная, обнажаясь на площади около 250 *км*. Форма массива в плане близка к изометричной. Контакты его с вмещающими эффузивно-пирокластическими отложениями паратунской свиты преимущественно крутые, а иногда вертикальные. Пологие контакты зафиксированы с участками сохранившейся кровли, площадь которых достигает 6—8 *км*. Все это показывает, что по морфологии вскрытая часть массива представляет собой куполовидное тело с крутыми внешними границами. Массив имеет сложное строение и образовался в две субфазы. Первая субфаза представлена пироксеновыми пироксен-роговообманковыми и роговообманковыми диоритами, которые соответствуют образованиям второй субфазы интрузий бассейна р. Авачи. Ко второй субфазе относятся биотит-роговообманковые и биотитовые гранодиориты, а также широко развитые здесь граниты и аляскиты. Контакты между образованиями двух субфаз весьма четкие, рвущие. Породы первой субфазы (диориты) размещаются по периферии, слагая береговые обрывы между бухтами Лиственичная и Тихирка, в верховьях рек Ахомтен и Фальшивая. На западе они перекрыты отложениями вулкана Мутнозского. На юго-западном фланге массива породы первой субфазы отсутствуют.

Преобладающей разновидностью пород первой субфазы являются роговообманковые кварцевые и нормальные диориты. Пироксеновые и пироксен-роговообманковые диориты встречаются в эндоконтактовых зонах массива. Непосредственно у контакта диориты становятся меланократовыми, приобретают порфировидную структуру и содержат значительное количество ксенолитов вмещающих эффузивов. Контакт между диоритами и вмещающими породами четкий. Во вмещающих породах диориты нередко образуют апофизы и заливы. Наблюдались также и довольно «размытые» контакты, когда диориты по мере приближения к контакту переходят в диоритовые порфирита, а последние в темно-серые мелкозернистые роговики.

Среди пород второй субфазы доминируют граниты. Гранодиориты обычно отмечаются в апикальных частях вблизи кровли или у контакта с диоритами, где у них появляется порфировидная структура. Гранодиориты и граниты имеют между собой постепенные переходы.

Положение аляскитов в массиве неясно. Они наблюдались как в центральных частях, так и в эндоконтакте, где зафиксированы в виде небольших тел (до 800 *м* в поперечнике) неправильной формы с отходящими

апофизами. С гранитами аляскиты иногда имеют интрузивный контакт, но чаще отмечались постепенные переходы.

Породы второй субфазы содержат большое количество ксенолитов вмещающих андезитов, а также диоритов первой субфазы. Наибольшее скопление ксенолитов приурочено к зонам эндоконтактов, т. е. в основном они содержатся в биотит-роговообманковых гранодиоритах.

Контактовые изменения во вмещающих породах выражаются в образовании амфибол-плагиоклазовых, пироксен-кварц-плагиоклазовых, биотит-пироксеновых и кварц-плагиоклазовых роговиков. Мощность контактовоизмененных пород варьирует от 20 до 150 *м*. Роговики, по мере удаления от контакта, сменяются пропилитизированными породами, в которых часто наблюдаются прожилки и овальные выделения эпидота.

Южнее Ахомтенского массива прослеживается ряд мелких интрузий, которые сложены диоритами и диоритовыми порфиритами. Реже встречаются тела основного состава. Интрузии габбро-долеритов и долеритов, выявленные по ручью Лебединому, правому притоку р. Асачи, на мысе Крестовом, представляют собой межпластовые тела, внедрившиеся в нижние горизонты отложений паратунской свиты. Интрузия ручья Лебединого имеет неправильные очертания, вытянута вдоль долины ручья и занимает площадь не более 6 *км*. Их можно считать аналогами габброидов, встречающихся в бассейне р. Авачи.

## ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАННЕМИОЦЕНОВЫХ ИНТРУЗИВНЫХ И ЭФФУЗИВНЫХ ПОРОД

В ряде работ (Кузнецов, 1964; Устиев, 1959, Сперанская, 1963; Гельман, 1963) отмечалась специфичность петрохимического состава изверженных пород крупных вулканогенных поясов. Интрузии Южной Камчатки, размещенные на южном окончании Центрально-Камчатского вулканогенного пояса, являются типичными представителями ряда вулканогенных интрузивных формаций, в частности, габбро-диорит-гранодиоритовой формации. Связь их с миоценовой андезитовой формацией по геологическим и структурным особенностям настолько очевидна, что не нуждается в сложных доказательствах генетического родства.

При характеристике химизма пород мы использовали данные 49 химических анализов (табл. 1—4), из которых 11 сделано из пород вмещающей андезитовой формации, а остальные характеризуют породы трех интрузивных субфаз.

При нанесении числовых характеристик на диаграмму А. Н. Заварицкого выявляется принадлежность эффузивных и интрузивных пород к одному петрохимическому ряду (рис. 2). Все раннемиоценовые породы Южной Камчатки отличаются от средних типов серии габбро-гранит повышенным значением характеристики «с» и в общем пониженной щелочностью, что особенно характерно для пород среднего и кислого состава (2-я и 3-я субфазы). Векторы образуют единый рой, особенно хорошо выраженный на плоскости *«csb»*. Кроме того, на диаграмме четко видна общность составов вмещающих эффузивов и пород первой и, частично, 2-й субфаз. Из диаграммы видны некоторые особенности, свойственные каждому этапу раннемиоценового магматизма: для вмещающей толщи и гранитов 3-й субфазы характерна в большинстве случаев пересыщенность алюминием, а породам 1-й субфазы свойственны постоянные значения щелочности.

Тем не менее на диаграмме более четко отражаются только общие закономерности для всего комплекса пород. Особенности химического состава образований различных субфаз хорошо выявляются при вычислении соотношений атомных количеств кальция-натрия-калия и нанесении соответствующих точек на диаграмму (рис. 3). Раннемиоценовые

Таблица 1

**Химические анализы пород раинемиоценовой андезитовой формации**

| Компоненты | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 55,66 | 57,65 | 60,88 | 53,46 | 56,18 | 56,12 | 56,54 | 54,68 | 65,66 | 49,60 | 53,56 |
| $TiO_2$ | 0,82 | 0,69 | 0,44 | 0,42 | 0,45 | 0,37 | 0,60 | 0,40 | 0,69 | 0,59 | 0,84 |
| $Al_2O_2$ | 16,54 | 20,13 | 17,58 | 18,85 | 18,12 | 19,48 | 20,08 | 20,89 | 17,13 | 22,07 | 18,83 |
| $Fe_2O_3$ | 3,46 | 0,59 | 2,40 | 3,82 | 5,06 | 1,25 | 2,62 | 2,70 | 2,69 | 3,41 | 4,00 |
| FeO | 3,48 | 2,99 | 2,81 | 3,52 | 2,67 | 4,12 | 3,82 | 4,22 | 1,92 | 4,07 | 4,61 |
| MnO | 0,09 | 0,07 | 0,23 | 0,15 | 0,10 | 0,05 | 0,07 | 0,15 | 0,09 | 0,10 | 0,24 |
| VgO | 6,47 | 4,71 | 3,37 | 5,66 | 4,43 | 4,78 | 2,43 | 2,68 | 0,92 | 3,10 | 3,96 |
| CaO | 7,65 | 7,01 | 4,57 | 7,41 | 3,63 | 6,98 | 6,80 | 7,63 | 2,61 | 8,61 | 9,26 |
| $Na_2O$ | 1,95 | 2,61 | 3,17 | 3,31 | 4,37 | 3,15 | 3,01 | 2,35 | 3,34 | 2,46 | 3,25 |
| $K_2O$ | 0,86 | 0,86 | 2,56 | 1,09 | 1,43 | 1,22 | 1,90 | 1,84 | 4,42 | 1,15 | 0,38 |
| $P_2O_5$ | 0,16 | 0,15 | 0,13 | 3,08 | 0,19 | 0,19 | 0,27 | 0,31 | 0,27 | 0,16 | – |
| $SO_3$ | — | — | — | 0,01 | — | — | — | — | — | — | – |
| $H_2O+$ | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0,07 |
| $H_2O-$ | — | — | 0,48 | 0,72 | 1,16 | 0,96 | — | 0,47 | 0,35 | 1,26 | 0,67 |
| П.п.п. | 2,71 | 2,50 | 1,87 | 1,93 | 3,10 | 1,76 | 1,11 | 1,85 | 0,67 | 4,05 | — |
| Сумма | 99,85 | 99,96 | 99,81 | 99,76 | 99,73 | 99,47 | 99,25 | 99,70 | 100,41 | 99,28 | 100,00 |
| Числовые характеристики по А. Н. Заварицкому | | | | | | | | | | | |
| *a* | 5,8 | 7,3 | 11,0 | 9,4 | 11,8 | 9,3 | 9,9 | 8,5 | 13,6 | 8,1 | 8,1 |
| *c* | 8,6 | 8,8 | 5,6 | 8,7 | 4,4 | 9,0 | 8,8 | 10,1 | 3,1 | 11,9 | 9,17 |
| *b* | 19,2 | 16,0 | 12,5 | 17,9 | 18,5 | 14,0 | 11,8 | 13,7 | 8,6 | 15,5 | 18,0 |
| *s* | 66,4 | 67,9 | 70,9 | 64,0 | 65,3 | 67,7 | 69,40 | 67,7 | 74,6 | 64,5 | 64,4 |
| *Q* | 12,6 | 12,4 | 14,2 | 0,5 | 2,2 | 7,8 | 10,30 | 8,3 | 19,1 | 10,9 | 4,1 |
| *a'* | — | 26,0 | 13,4 | — | 21,6 | 2,1 | 10,0 | 13,0 | 34,1 | 11,8 | — |
| f' | 34,0 | 22,0 | 40,3 | 39,5 | 37,6 | 37,1 | 53,7 | 50,8 | 48,4 | 49,8 | 76,5 |
| *m'* | 59,0 | 51,0 | 46,3 | 55,70 | 40,8 | 60,8 | 36,40 | 36,2 | 17,5 | 38,4 | 39,0 |
| *c'* | 6,0 | | | 4,8 | | | | | | | 14,6 |
| *n* | 62,0 | 81,0 | 65,2 | 79,3 | 81,8 | 79,6 | 70,6 | 66,7 | 53,4 | 76,0 | 90,0 |
| *a/c* | 0,7 | 0,8 | 1,9 | 1,1 | 2,7 | 1,0 | 1,1 | 0,8 | 4,4 | 0,7 | 0,9 |
| φ | 16,0 | 4,0 | 16,7 | 19,1 | 23,5 | 7,7 | 19,8 | 18,4 | 27,0 | 21,0 | 19,8 |
| *t* | — | — | 0,5 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,8 | 0,6 | 0,8 | 0,7 | 1,1 |

Примечание: 1—2—андезито-базальты, р. Китхой. Пийп, 1941; 3—туфовая, 4— 6—андезиты, р. Китхой. Апрелков, 1964; Аналитик Г. И. Гузиева; 7—игнимбрит, верховья р. Средней Авачи. Долматов, 1964. Аналитик В. Котова; 8—10—андезиты; р. Асача. Слепов, 1964. Аналитик Г. И. Гузиева; 11—андезито-базальт, бухта Ахомтен. Прохоров, 1960.

интрузивные и эффузивные породы образуют единую линейную полосу точек, протягивающуюся от зоны пород, богатых кальцием и бедных калием, к зоне с высоким содержанием щелочей и низким — кальция. Это также подтверждает единство ряда эффузивных и интрузивных пород. При детальном рассмотрении положения точек выясняется, что в пределах полосы выделяются четыре зоны: крайняя правая зона соответствует вмещающей андезитовой формации (средние значения: Ca — *57,* Na — 34, K — 9). В границах первой зоны отмечаются породы 1-й и 2-й субфаз. Переход от первой ко второй зоне постепенный, обусловленный общностью химического состава. Во второй зоне находятся породы

Таблица 2

**Химические анализы габбро-диоритов (первая субфаза)**

| Компоненты | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 57,36 | 55,84 | 53,46 | 56,82 |
| $TiO_2$ | 0,45 | 0,41 | 0,48 | 0,45 |
| $Al_2O_3$ | 18,99 | 17,32 | 20,73 | 16,86 |
| $Fe_2O_3$ | 2,03 | 2,77 | 2,58 | 2,94 |
| $FeO$ | 4,50 | 4,48 | 4,42 | 4,62 |
| $MnO$ | 0,09 | 0,05 | 0,06 | 0,06 |
| $MgO$ | 2,89 | 4,79 | 4,49 | 5,01 |
| $CaO$ | 6,74 | 6,54 | 7,97 | 6,20 |
| $Na_2O$ | 2,71 | 2,75 | 2,85 | 3,13 |
| $K_2O$ | 2,37 | 2,79 | 2,01 | 2,16 |
| $P_2O_5$ | 0,22 | 0,26 | 0,26 | 0,26 |
| $SO_3$ | — | — | — | — |
| $H_2O+$ | — | — | — | — |
| $H_2O-$ | — | — | — | — |
| П..п.п. | 0,24 | 0,45 | 0,24 | 0,24 |
| Сумма: . . | 98,59 | 98,45 | 99,55 | 98,75 |
| Числовые характеристики по А. Н. Заварицкому | | | | |
| *a* | 9,93 | 10,50 | 9,7 | 10,20 |
| *c* | 8,50 | 3,20 | 9,9 | 6,40 |
| *b* | 11,84 | 19,70 | 15,40 | 17,0 |
| *s* | 69,71 | 66,0 | 65,0 | 66,4 |
| *Q* | 11,08 | 10,4 | 0,7 | 6,0 |
| *a'* | | 33,7 | | |
| *f'* | 44,17 | 41,3 | 44,1 | 41,4 |
| *m'* | 53,98 | 25,0 | 52,6 | 50,8 |
| *c'* | 1,85 | 59,8 | 3,3 | 7,8 |
| *n* | 64,23 | 3,28 | 68,7 | 69,2 |
| *a/c* | 1,16 | 11,80 | 0,98 | 1,59 |
| φ | 1,74 | 0,53 | 15,0 | 14,8 |
| *t* | 0,5 | | 0,7 | 0,5 |

Примечания: 1—габбро-диорит, р. Тимоновская; 2—3—габбро-диориты, верховья р. Средней Авачи; 4— габбро-диорит, р. Сырыцин. Долматов, 1964. Аналитики В. Котова и Г. И. Гузиева.

первой и частично второй интрузивных субфаз (средние значения: Ca — 45, Na — 37, K —28). Третья зона почти полностью представлена породами второй субфазы (средние значения для зоны: Ca — 35, Na — 44, K — 21). Четвертая зона соответствует гранитам 3-й субфазы (средние значения: Ca — 20, Na — 51, K — 29). Таким образом, из диаграммы совершенно определенно следует, что химизм раннемиоценовых изверженных пород изменяется с течением времени в сторону увеличения щелочности и кислотности.

Эволюцию изверженных пород (андезитов — габбро-диоритов — грано-диоритов — гранитов) весьма наглядно характеризует диаграмма изменений содержания окислов во времени (рис. 4). Кривые кремнезема и щелочей (калия и натрия отдельно, а также их суммы) в общем подобны и указывают на повышение этих компонентов; поведение кривых

Таблица 4

**Химические анализы гранитоидов (третья субфаза)**

| Компоненты | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 63,96 | 60,24 | 59,10 | 56,86 | 59,30 | 59,68 | 59,12 | 58,62 | 57,26 | 66,77 | 60,98 | 55,14 | 60,66 | 61,78 | 57,50 | 59,42 | 59,60 | 61,40 | 56,52 | 55,74 | 55,70 |
| $TiO_2$ | 0,35 | 0,61 | 0,80 | 0,68 | 0,99 | 0,84 | 0,70 | 0,67 | 0,75 | 0,35 | 0,32 | 0,32 | 0,37 | 0,61 | 0,36 | 0,41 | 0,36 | 0,43 | 0,44 | 0,43 | 0,74 |
| $Al_2O_3$ | 17,40 | 17,06 | 16,61 | 17,95 | 17,78 | 14,72 | 15,60 | 17,35 | 17,21 | 13,20 | 18,31 | 17,72 | 17,78 | 16,13 | 20,12 | 19,48 | 18,86 | 17,13 | 19,09 | 19,19 | 18,49 |
| $Fe_2O_3$ | 2,38 | 1,28 | 3,57 | 2,79 | 3,35 | 3,21 | 4,39 | 2,64 | 4,97 | 6,30 | 1,17 | 2,16 | 0,33 | 0,68 | 1,44 | 1,88 | 1,50 | 1,25 | 1,02 | 2,15 | 1.77 |
| $FeO$ | 1,44 | 4,38 | 3,44 | 3,16 | 3,97 | 4,59 | 5,24 | 3,66 | 3,33 | 1,05 | 2,81 | 4,11 | 5,25 | 4,61 | 4,95 | 4,35 | 4,32 | 2,94 | 4,24 | 5,13 | 5,20 |
| $MnO$ | 0,05 | 0,01 | 0,11 | 0,07 | 0,14 | 0,09 | 0,06 | 0,05 | 0,07 | 0,03 | | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,03 | 0,06 | 0,07 | 0,11 | 0,05 |
| $MgO$ | 3,22 | 4,10 | 3,08 | 3,34 | 3,37 | 4,68 | 3,45 | 4,06 | 3,06 | 2,49 | 3,40 | 5,18 | 2,52 | 2,86 | 2,98 | 2,26 | 2,61 | 3,27 | 3,62 | 3,86 | 4,28 |
| $CaO$ | 3,08 | 6,20 | 0,18 | 6,56 | 6,04 | 6,89 | 7,07 | 6,66 | 5,82 | 4,00 | 4,82 | 6,81 | 5,41 | 4.60 | 6,06 | 6.02 | 5,57 | 6,48 | 8,11 | 7,16 | 7,92 |
| $Na_2O$ | 3,09 | 2,76 | 3,10 | 3,07 | 2,83 | 1,94 | 2,80 | 2,13 | 3,96 | 2,58 | 3,23 | 3,00 | 3,83 | 4,05 | 2,93 | 3,58 | 3,77 | 2,55 | 3,76 | 3,03 | 2,07 |
| $K_2O$ | 3,15 | 1,81 | 2,89 | 2,31 | 2,99 | 0,95 | 1,16 | 1,85 | 2,51 | 2,54 | 3,16 | 2,70 | 2,91 | 2,88 | 2,15 | 2,55 | 2,93 | 1,75 | 1,48 | 1,41 | 2,15 |
| $P_2O_5$ | — | — | — | | — | — | — | — | — | — | 1,40 | 0,20 | 0,16 | 0,18 | 0,20 | 0,23 | 0,24 | 0,69 | 0,20 | 0,25 | 0,11 |
| $SO_3$ | — | — | | | | | | | | | 0,15 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| $H_2O+$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 24 | 0 21 | | |
| $H_2O-$ | | | | | | | | – | | | 0,39 | — | — | — | — | — | — | | | 0,23 | 0,36 |
| П.п.п. | | | | | | | | | | | | 0,46 | 0,22 | 1,97 | 0,28 | 0,29 | 0,21 | — | — | — | — |
| Сумма: | 98,22 | 98,45 | 98,88 | 98,79 | 100,76 | 100,52 | 99,89 | 97,69 | 100,59 | 100,39 | 99,75 | 97,86 | 99,57 | 99,42 | 99,04 | 99,53 | 100,00 | 99,80 | 98,86 | 98,69 | 98,84 |
| Числовые характеристики по А. Н. Заварицкому | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *a* | 11,24 | 8,88 | 11,24 | 10,46 | 10,8 | 6,0 | 9,0 | 7,72 | 12,7 | 9,3 | 11,8 | 10,92 | 12,88 | 13,4 | 9,73 | 12,0 | 12,90 | 8,52 | 10,85 | 9,2 | 8,0 |
| *c* | 3,8 | 7,34 | 5,70 | 7,28 | 7,71 | 7,0 | 6,0 | 8,51 | 5,4 | 4,1 | 6,5 | 6,10 | 5,78 | 4,2 | 7,55 | 6,20 | 6,50 | 7,74 | 7,92 | 8,9 | 9,1 |
| *b* | 12,8 | 12,93 | 13,9 | 12,44 | 13,42 | 17,0 | 17,0 | 13,43 | 14,7 | 11,2 | 10,7 | 17,18 | 10,63 | 11,0 | 14,07 | 12,10 | 10,50 | 10,25 | 13,78 | 14,4 | 15,6 |
| *s* | 72,1 | 70,67 | 69,02 | 69,89 | 69,2 | 70,0 | 68,0 | 71,09 | 67,2 | 75,4 | 71,0 | 65,36 | 70,75 | 71,4 | 68,62 | 69,60 | 70,10 | 75,63 | 67,59 | 67,4 | 67,3 |
| *Q* | 17,8 | 16,46 | 22,5 | 11,51' | 7,96 | 21,0 | 12,0 | 17,48 | 3,6 | 28,1 | 13,0 | 13,0 | 9,92 | 11,8 | 10,26 | 9,10 | 7,90 | 22,34 | 5,42 | 76,0 | 9,7 |
| *a'* | 31,6 | | | | | | | | | | 9,8 | | | | 19,40 | 19,10 | | | | | |
| *f'* | 26,8 | 41,62 | 47,0 | 44,89 | 51,54 | 43,2 | 51,6 | 45,16 | 51,9 | 56,0 | 35,0 | 34,0 | 51,0 | 41,0 | 43,78 | 48.50 | 52,0 | 38,4 | 36,79 | 49,7 | 43,7 |
| *m'* | 41,6 | 55,13 | 38,5 | 46,59 | 42,79 | 47,7 | 34,0 | 45,3 | 36,2 | 37,4 | 65,2 | 52,0 | 40,0 | 45,0 | 36,81 | 32,40 | 43,30 | 56,6 | 46,11 | 48,2 | 48,7 |
| *c'* | — | 3,2 | 14,5 | 7.99 | 5,67 | 9,1 | 14,4 | 9,5 | 11,9 | 6,6 | | 14,0 | 8,0 | 13,0 | | 67,80 | 4,70 | 4,9 | 17,09 | 2,0 | 7,3 |
| *n* | 59,5 | 69,6 | 54,9 | 68,1 | 58,9 | 75,0 | 72,0 | 63,55 | 70,3 | 60,0 | 60,0 | 62,0 | 66,0 | 68,0 | 67,62 | 1,93 | 66,29 | 68,8 | 79,6 | 78,0 | 59,0 |
| *a/c* | 2,9 | 1,2 | 1,9 | 1,4 | 1,4 | 0,8 | 1,5 | 0,9 | 2,3 | 2,3 | 1,9 | 1,79 | 2,0 | 3,0 | 1,29 | 13,30 | 1,98 | 1,1 | 1,37 | 1,03 | 0,88 |
| *φ* | 16,1 | 8,88 | 22,4 | 16,9 | 22,5 | 17,1 | 25,7 | 17,0 | | | 9,0 | 11,0 | 3,0 | 5,0 | 8,95 | 0,5 | 12,0 | | | 13,5 | 10,1 |
| *t* | 1 0,37 | 0,7 | 1,0 | 0,8 | 1,3 | 1,0 | 0,9 | 0,8 | | | 0,4 | 0,43 | 0,05 | | 0,5 | | 0,5 | | | 0,5 | 1,0 |

Примечания: 1—гранодиорит, г. Начикинское зеркальце. Пийп, 1941; 2 —кварцевый диорит, г. Начикинское зеркальце. Бондаренко, 1962. Аналитик А. Ильиных; 3 — кварцевый диорит, г. Кусанак. Соболев, 1940; 4 — кварцевый диорит, г. Кусанак. Бондаренко, 1962. Аналитик А. Ильиных, 5—кварцевый диорит, г. Кусанак, Соболев, 1940; 6—7 — кварцевые диориты, г. Глиняная. Апрелков, 1962. Аналитик А. Ильиных; 8 — кварцевый диорит, р. Тахколоч. Бондаренко, 1962; 9 — диорит, р. Банная. Пийп, 1941; 10—кварцевый диорит, г. Бархатная. Пийп, 1941; 11—кварцевый диорит; р. Китхой. Апрелков, 1964; 12 — диорит, р. Сырыцин; 13 — кварцевый диорит, р. Тимоновская. Апрелков, 1963. Аналитик А. Ильиных; 14—кварцевый диорит, р. Сырыцин. Пийп, 1941; 15—16 — кварцевые диориты, г. Скалистая; 17— гранодиорит, верховья р. Средней Авачи, Долматов, 1964. Аналитик 0. Котова; 18 — гранодиорит; 19 — кварцевый диорит; 20 — диорит, бухта Дхомтен; 21 —диорит, оз. Чаша. Слепов, 1964. Аналитик В. Котова,

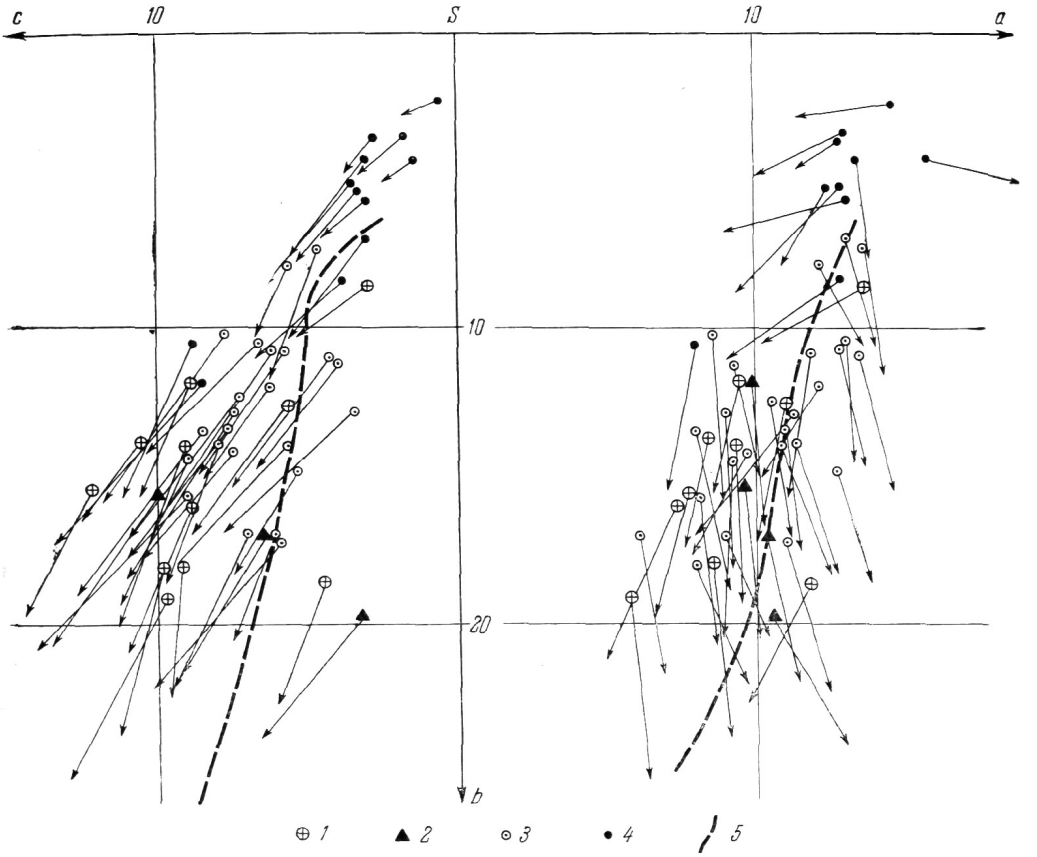


Рис. 2. Векторная диаграмма химизма интрузивных пород

раннемиоценовой андезитовой формации; 2 — породы I субфазы; *3* — породы II субфазы; породы III субфазы; 5 — вариационная кривая средних составов по р. Дэли

окисей алюминия, кальция, магния и железа также очень сходны и фиксируют понижение содержания их во времени. Наиболее существенные изменения в соотношении различных окислов присущи 3-ей субфазе.

Приведенные диаграммы, показывающие изменения химизма пород, и позволяют качественно сравнить ход магматического процесса в нижнемиоценовое время на Южной Камчатке с развитием одновозрастного парамуширского интрузивного комплекса (Сергеев, 1964), относимого Ю. А. Кузнецовым к той же формации. Сравнение диаграмм показывает несомненное сходство поведения компонентов интрузивных пород этих районов. Существенно отличается лишь кривая окиси натрия, остальные отличия незначительны и могут быть объяснены различной детальностью исследования.

## КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ПО МЕТАЛЛОГЕНИИ

Вопросы связи рудопроявлений с миоценовыми интрузиями изучены еще недостаточно. В настоящее время выявлен ряд медных, медно-полиметаллических и золото-полиметаллических рудопроявлений, пространственная приуроченность которых к выходам интрузивных пород не вызывает сомнений. К наиболее интересным относятся золото-полиметаллические рудопроявления верховьев р. Авачи, р. Китхой и мыса Желтого. Геологическое строение указанных рудопроявлений весьма сходно.

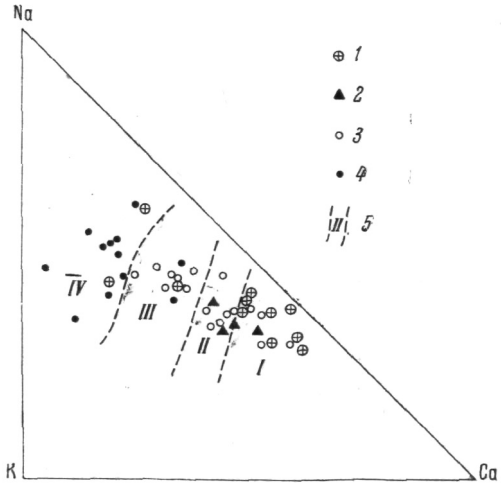


Рис. 3. Диаграмма соотношений Ca — Na — K
*1* — породы андезитовой формации; *2* — габбро-диориты; *3* — породы II субфазы; *4* — граниты; 5 — границы субфаз

Оруденение обычно приурочено к кварцевым, кварц-карбонатным жилам, размещающимся среди пропилитизированных интрузивных и вмещающих их вулканогенных пород. В некоторых рудопроявлениях, кроме золота и полиметаллов, установлено присутствие марганца (реки Вилюча и Мутновская). С рудопроявлениями часто связаны ореолы россыпного золота.

Аналогичные рудопроявления встречены на крайнем юге Камчатки, в районе Курильского озера. Здесь кварцевые жилы и окварцованные породы зон дробления наблюдаются среди пропилитизированных диоритовых порфиритов и вмещающих туфов, андезитов паратунской свиты. Рудные тела приурочены к разрывным нарушениям северо-восточного и субширотного простирания. Оруденение прожилково-вкрапленного типа и представлено халькопиритом, галенитом, сфалеритом и пиритом. Спектральным анализом установлено также присутствие золота. Рудные тела нередко имеют значительную протяженность при переменной мощности (от нескольких сантиметров до нескольких метров).

Приведенные данные свидетельствуют о том, что миоценовые интрузии Камчатки должны и в дальнейшем быть объектом детальных исследований.

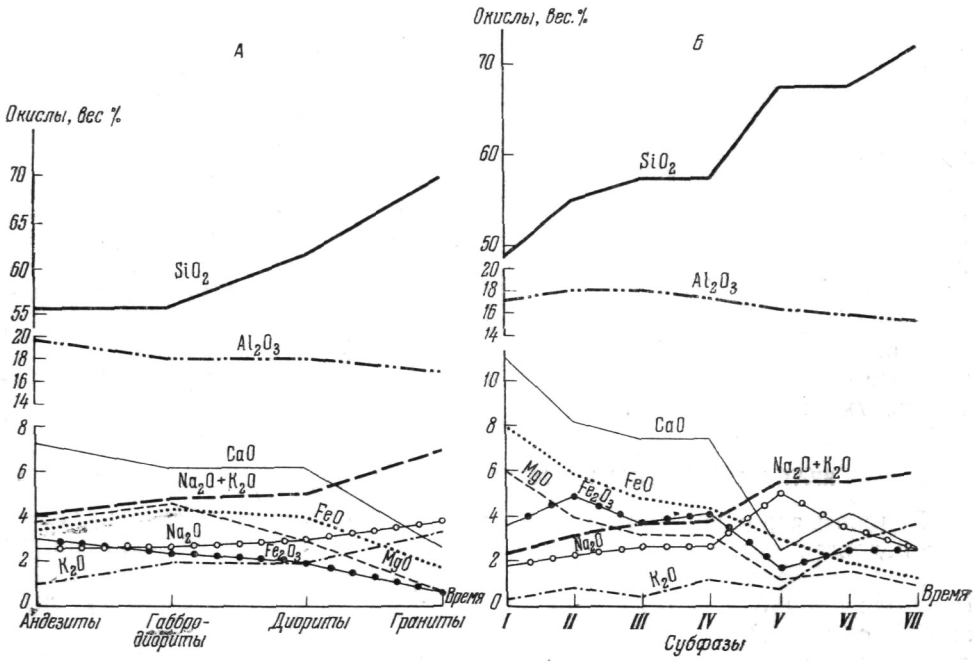


Рис. 4. Диаграмма изменений содержаний окислов во времени
*А* — Южная Камчатка; *Б* — о-в Парамушир (по К. Ф. Сергееву)

## ЛИТЕРАТУРА

Апрелков С. Е., Бондаренко В. Н. Новые данные о геологии Юго-Восточной Камчатки.— Советская геология, 1965, № 3.

Гельман М. Л., Белый В. Ф. Петрохимические особенности меловых и раннепалеогеновых эффузивов северо-западной Чукотки.— В кн.: «Петрохимические особенности молодого вулканизма», Изд-во АН СССР, 1963.

Кузнецов Ю. А. Главные типы магматических формаций. Изд-во «Недра», 1964.

Пийп Б. И. Материалы по геологии и петрографии района рек Авачи, Рассошины, Гаванки и Налычевой на Камчатке.— Труды Камчатской компл. экспедиции СОПС АН СССР, 1936—1937 гг., 1941, вып. 2.

Прохоров К. В. Третичные гранитоиды Камчатки. Изд-во «Недра», 1964.

Сергеев К. Ф. Некоторые вопросы петрологии центрального интрузивного массива хребта Вернадского на о-ве Парамушир (Курильские острова).— Геология и геофизика, 1964, № 2.

Сперанская И. М. Петрохимические типы меловых лав в различных тектонических районах охотского побережья.— В кн.: «Петрохимические особенности молодого вулканизма», Изд-во АН СССР, 1963.

Степанов В. Я. Ахомтенская неоинтрузия на Камчатке.— В кн.: «Академику Д. С Белянкину. К 70-летию со дня рождения и 40-летию научной деятельности», Изд-во АН СССР, 1946.

Устиев Е. К. Охотский тектоно-магматический пояс и некоторые связанные с ним проблемы.— Сов. геология, 1959, № 3.