

ВКЛАД УЧЕНЫХ ЛЕНИНГРАДСКОГО ГОРНОГО ИНСТИТУТА В РАЗВИТИЕ ПЕТРОЛОГИИ

С. П. Соловьев

В данном кратком обзоре работ по петрологии (петрографии)¹ мы касаемся только основных успехов, достигнутых учеными Горного института. Наш обзор мы начнем с рассмотрения положения курса петрологии в Горном институте и исследований горных пород, проведенных учеными в дореволюционное время, а затем остановимся на разборе работ, выполненных после 1917 г. С года основания Горного института (1773 г.) и до середины девятнадцатого столетия отдельного курса петрографии в Институте не читалось. Обычно те или иные сведения о различных породах давались в общих курсах геологии. Но уже с самого начала деятельности Горного института в Петербурге стала чувствоваться необходимость создания кабинета, где были бы собраны горные породы, составляющие «земной череп». Такой кабинет под названием геогностического был создан в стенах Горного института в 1804 г. В 1830 г. о нем говорилось, что «ныне вмещает он 1233 куска» горных пород и минералов, причем отмечалось, что «особенного внимания заслуживает здесь коллекция лав и других произведений Везувия».²

В 1839 г. вышел в свет «Курс геогнозии» в трех частях Д. И. Соколова. Во второй части дается описание горных пород, а более 100 страниц третьей части этой любопытной книги посвящены «огненным породам», которые автор подразделяет на три ряда или, как он их называет, «почвы»: вулканическую, порфиристую, гранитовую. Вопреки господствовавшим взглядам о первозданном генезисе гранитов, Д. И. Соколов учел новейшие открытия, убеждающие в существовании гранитов не только древних, но и других возрастов, в частности, послеюрских кислых интрузий. Установление разновозрастных (послеюрских и др.) гранитов привело к тому, что «...почва первозданная стала стесняться в пределах своих отнятием от нее формаций и перемещением их в почвы позднейшего происхождения».³

Шестидесятые годы прошлого столетия в русской петрологии ознаменовались введением поляризационного микроскопа, который впервые

¹ Ряд исследователей рассматривает петрографию как синоним петрологии.

² Д. И. Соколов. Историческое и статистическое описание Горного Кадетского корпуса, 1830, стр. 133—134.

³ Д. И. Соколов. Курс геогнозии, ч. III, 1839, стр. 72.

в Горном институте стал использоваться А. П. Карпинским для исследования горных пород.

Микроскопический метод исследования горных пород быстро поднял русскую петрологию на более высокую ступень.

Научная деятельность А. П. Карпинского, как известно, многогранна. Часть его многочисленных работ посвящена изучению горных пород и на протяжении своей долгой жизни он не раз останавливал свое внимание на вопросах петрологии. Первая его работа в этой области касалась авгитовых пород некоторых районов Урала («Авгитовые породы деревни Мулдакаевой и горы Кочканар», 1869 г.) и этот труд был защищен в качестве диссертации на звание адъюнкта.

Среди геологических дисциплин, читаемых А. П. Карпинским в Горном институте, был курс петрографии. В 1885 г. он составил подробную библиографическую сводку «Способы петрографических исследований», в которой излагаются ряд физических свойств пород (удельный вес, теплопроводность, теплоемкость, плавкость, гигроскопичность и т. п.), химизм, жидкие включения, микроскопические реакции и новые микроскопические методы исследования. Конспекты его лекций по петрографии пользовались неизменным успехом и не раз переиздавались (1884, 1892 гг.).

В «Петрографических заметках» (1884 г.) А. П. Карпинский описал способы физического разделения минералов и химического определения в породах свободного кварца.¹

А. П. Карпинский многое сделал и по изучению различных магматических горных пород нашей Родины. Его перу принадлежит описание базальтов (анамезитов) Волыни, щелочных пород Ильменских гор, эффузивных пород Алтая, вулканического пепла Камчатки, грорудитовой горной породы с р. Каинды в Забайкалье и др. Им установлена природа уральских березитов, с которыми связаны золоторудные жилы, дана характеристика ряда других метаморфических пород, например, эпидозитов и листвениитов Кыштыма.

В своих работах А. П. Карпинский рассмотрел также и некоторые общие вопросы петрологии. Он коснулся классификации горных пород² и значения минералогического состава (особенно качественного) для установления границ между естественными группами и решительно возражал против чисто химической классификации: «...нет ничего легче, как на основании того или иного химического признака предложить классификацию горных пород, особенно на основании количественных отношений элементов, но подобная группировка пород не будет соответствовать тому, что мы видим непосредственно в природе при геологических исследованиях на месте».³ На одном общем химическом составе, по указанию А. П. Карпинского, никакая петрографическая классификация невозможна. Минералогический же состав породы, который, конечно, является производной функцией от ее химического состава, так же выражает химические свойства породы, но в виде определенных соединений.

¹ В этой работе А. П. Карпинский устанавливает приоритет русского ученого по изучению лейкоксена и его природы. Он указывает на необходимость публикации мелких сообщений и заметок, освещающих новое в науке. «Путем устной передачи такие наблюдения делаются нередко общеизвестными и приобретают иногда некоторое не совсем ничтожное значение. Между тем, имя автора их или совершенно забывается или вместо него выступает новое лицо (обыкновенно уже вне пределов России...» стр. 143.

² А. П. Карпинский. О замечательной так называемой грорудитовой горной породе из Забайкальской области. 1903.

³ А. П. Карпинский. О замечательной так называемой грорудитовой горной породе из Забайкальской области, 1903, стр. 25.

А. П. Карпинский в статье «О петрографических законах» (1870 г.) подверг критике некоторые петрографические законы, в частности, так называемые пять законов Наумана. Он затронул также вопрос о номенклатуре горных пород и изложил свою точку зрения о законах совместного нахождения полевых шпатов. К сказанному добавим, что им рассмотрены возможные причины обогащения фтором известняков некоторых районов средней части Русской платформы.

Почти одновременно с А. П. Карпинским в Горном институте вел педагогическую работу И. В. Мушкетов. Последний не только внес большой вклад в дело изучения геологического строения ряда районов нашей страны, особенно Средней Азии, но много сил отдавал исследованию горных пород. Напомним, что вопросами петрологии он начал глубоко интересоваться еще со студенческих лет и первая его печатная работа («Вольтинит», 1872 г.) была посвящена разбору некоторых горных пород.

И. В. Мушкетов дал характеристику некоторых кислых и основных пород (интрузивного и эффузивного типа) северо-западной части Большого Кавказа, в частности части массивов габбро и выходов различных порфиров. Он установил ультраосновные горные породы и их продукты изменения (серпентиниты) на северном (в долине р. Малки) и южном склонах Главного Кавказского хребта, которые привлекли внимание последующих исследователей.

В работах И. В. Мушкетова приведены данные петрологического характера об уральских горных породах-сиенитах и миаскитах Ильменских гор, диабазах Змеиных гор и др. И. В. Мушкетов один из первых обратил внимание на сходство гранитов Бердяуша с рапакиви.

Он открыл выходы нефелиновых сиенитов и близких к ним пород в Туркестанском хребте (долина Сабых и др.) и дал подробную характеристику их минералогического и химического составов. Позже (1894 г.) в этом же районе были найдены содалитосодержащие сиениты, коллекция которых была обработана И. В. Мушкетовым, а результаты исследований изложены в работе «О содалитовом сиените из долины Сабых в верховьях Зеравшана» (1894 г.). Многочисленные данные о различных горных породах мы находим в его монографическом труде «Туркестан» (1886 г.) и ряде других работ.

В учебнике «Краткий курс петрографии» (1895 г.) И. В. Мушкетов помимо характеристики магматических, осадочных и метаморфических горных пород дал сведения о горных породах как строительных материалах или естественных строительных камнях.

Исключительное значение имели работы Е. С. Федорова, который был не только крупнейшим кристаллографом, но и выдающимся петрографом. В течение ряда лет (вплоть до конца своей жизни, т. е. до 1919 г.) он читал курс петрографии студентам Горного института. Особенно большую роль Е. С. Федоров сыграл в развитии методов петрографических исследований. Достаточно напомнить создание им универсального столика для исследования кристаллических веществ. В статье, излагающей сущность нового метода оптического исследования кристаллических пластинок, Е. С. Федоров пишет: «Я сконструировал новое приспособление к микроскопу, для которого мне кажется наиболее подходящим название «универсальный столик». Он устроен по образцу теодолита и укрепляется на обычном столике микроскопа. Это приспособление дает нам в руки средство подвергать находящуюся под микроскопом кристаллическую пластинку двум новым движениям, именно — вращением около двух осей, из которых одна горизонтальна и неподвижна, а вторая сама вращается вокруг первой, находясь в перпендикулярной

к ней плоскости». ¹ В январе 1892 г. Е. С. Федоров продемонстрировал модель универсального столика перед членами Минералогического Общества (П. В. Еремеевым, А. П. Карпинским, И. В. Мушкетовым, Ф. Н. Чернышевым и др.).

Федоровский метод исследования кристаллических веществ, в частности полевых шпатов, резко повысил точность изучения породообразующих минералов. Универсальный (или теодолитный) метод Е. С. Федорова получил теперь всюду признание и представляет гордость русской науки.

Помимо серии работ, посвященных универсальному методу, Е. С. Федоров опубликовал несколько статей, в которых он рассматривает некоторые разделы кристаллооптики (дисперсию, псевдоабсорбцию и др.).

В 1897 г. вышел в свет учебник Е. С. Федорова «Основания петрографии», на котором воспитался ряд поколений геологов того времени. В этом руководстве изложены приемы оптического исследования кристаллических веществ, включая и универсальный столик, сжато описаны породообразующие минералы и способы их определения и охарактеризованы три главных группы горных пород: изверженные, осадочные и метаморфические.

Е. С. Федоров (вместе с В. В. Никитиным и частично Е. Д. Стратоновичем) в течение многих лет вел исследования в бассейне р. Сосьвы на Урале. Результаты длительного и разностороннего изучения этого района отражены в монографическом труде «Богословский Горный округ» (1901 г.). Третья часть этой работы посвящена магматическим горным породам (кислого, среднего и основного составов) и метаморфическим образованиям, причем особенно большое внимание уделено породам, в которых были обнаружены рудные скопления. Е. С. Федоров провел также петрографическое изучение некоторых участков южной Украины (между низовьями Днепра и побережьем Азовского моря). Много сил он затратил на исследование разнообразных горных пород (в том числе и нефелиносодержащих) берегов Белого моря. Довольно длительная обработка собранного материала завершилась созданием обстоятельного труда «Минералогическое и петрографическое описание берегов Белого моря» (1904 г.).

В некоторых работах Е. С. Федорова затрагивается также ряд общих вопросов петрологии. Так, в статье «О новой группе изверженных пород» (1896 г.) ² он указывает, что при кристаллизации этих пород замечается последовательное выделение отдельных минералов как поколений, и притом выделение одного минерала от выделения другого было отделено некоторым промежутком времени. В этой работе Е. С. Федоровым намечено последовательное выделение породообразующих минералов: 1) оливина; 2) энстатита; 3) гиперстена; 4) авгита; 5) граната (или зеленой роговой обманки); 6) биотита; 7) плагиоклаза. ³

«Если бы мы приняли эту последовательность за общий закон для этих пород, то пришлось бы сказать, что в отдельных породах некоторые составные части не появляются или же происходит смешение минералов разных поколений — последнее особенно по отношению к энстатиту, гиперстену и авгиту. Если отвлечься от этих частных случаев, то мы действи-

¹ Е. С. Федоров. Новый метод оптического исследования кристаллических пластинок в параллельном свете. 1891, стр. 505.

² Речь идет о группе пород, названной друзьями Е. С. Федоров причисляет их к изверженным породам, хотя некоторые последующие исследователи побережья Белого моря оспаривают их магматическое происхождение.

³ Приводится более поздний вариант из курса «Основания петрографии» (1897 г.). В отличие от варианта 1896 г., где биотит стоял на четвертом месте, здесь он помещен шестым.

тельно приходим к одному общему закону последовательности выделения минеральных составных частей». ¹

Идею последовательного выделения минералов из магмы и отсортировку их по удельному весу Е. С. Федоров развивал и в других работах. В статье «О петрографической номенклатуре» (1899 г.) он отмечал, что если минералы первого выделения резко отличаются по удельному весу от остальной магмы, то они отсортировываются по этому свойству и образуют местные, более или менее густые скопления и даже сплошные толщи.

Значительно позже в статье «Важный шаг научной петрографии» (1916—1917) Е. С. Федоров писал по поводу новых данных, опубликованных в книге Боуэна «Последние стадии эволюции изверженных пород», что они делают понятной «...схему, по которой расщепляется большинство магм, если только раньше образующиеся кристаллы осаждаются по удельному весу и уносятся в другие районы общей магмы, а в этом, по автору, *так же, как задолго раньше и составителем этой заметки* (т. е. Е. С. Федоровым, подчеркнуто нами, С. С.) и проявляется в наибольшей степени дифференциация магмы». ²

Таким образом, Е. С. Федоров был одним из первых исследователей теории дифференциации, которую в настоящее время обычно принято называть гравитационно-кристаллизационной дифференциацией.

Внимание Е. С. Федорова привлек также вопрос о химическом составе горных пород, чему он посвятил серию статей (например, графическому изображению состава). Он также развил геометрический способ представления этих составов, используя барицентрические координаты.

Почти одновременно с Е. С. Федоровым в Горном институте вел научно-исследовательскую деятельность В. В. Никитин. Он многое сделал для усовершенствования и распространения Федоровского метода. В капитальном руководстве «Универсальный метод Федорова» ³ он подробно осветил систематический ход определения оптических констант породообразующих минералов.

В. В. Никитин написал также ряд работ по методам исследования породообразующих минералов: по определению величины двупреломления минералов («Определение величины двупреломления», 1908 г.), приближенному определению коэффициента преломления, основанного на наблюдении явления полного внутреннего отражения в трещинах препарата и др. Он создал крайне важные для работы петрографа диаграммы для определения полевых шпатов (несколько изданий). Как известно, точное установление полевых шпатов, прежде всего состава плагиоклаза, имеет исключительную роль для определения горной породы (особенно магматического происхождения) и отнесения ее к той или иной группе.

Преемником Е. С. Федорова по курсу петрографии был его выдающийся ученик профессор А. Н. Заварицкий (впоследствии академик). Он руководил кафедрой петрографии в Ленинградском горном институте до 1938 г. Позже А. Н. Заварицкий, работая в Академии наук СССР в Москве, постоянно сохранял тесную связь с коллективом кафедры петрографии и живо интересовался ее работой.

С 1938 по 1942 г. кафедрой петрографии заведывал профессор Д. В. Никитин. В период Великой Отечественной войны и после нее, вплоть до половины 1947 г., руководство кафедрой петрографии осуществлял профессор Н. А. Елисеев.

¹ Е. С. Федоров. О новой группе изверженных пород. 1896, стр. 181.

² Е. С. Федоров. Важный шаг научной петрографии. 1916—1917, стр. 70.

³ По словам автора, руководство было начато в 1910 г. Третий (последний) выпуск вышел в свет (в литографированном издании) в 1923 г.

С половины 1947 г. по настоящее время кафедрой петрографии Горного института заведует член-корреспондент Академии наук СССР В. А. Николаев.

Помимо указанных лиц, в научно-исследовательской работе кафедры за последние сорок лет (в тот или иной отрезок времени) принимали участие: профессор Д. С. Коржинский, профессор В. Н. Лодочников, профессор В. С. Соболев, профессор С. П. Соловьев, доцент Е. Н. Егорова-Фурсенко, доцент В. А. Заварицкий, доцент И. К. Никитин, доцент Э. Е. Федоров, ассистент В. В. Доливо-Добровольский, ассистент Т. В. Кирова и некоторые другие.

Сотрудниками кафедры достигнуты большие успехи в области петрологии, в частности региональной, т. е. того раздела петрологии, который дает не только характеристику различных групп горных пород, но и расшифровывает историю магматической деятельности того или иного района Советского Союза. Как известно, расчленение магматической жизни на этапы в связи с геологической историей определенной структурно-геологической области имеет большое теоретическое и практическое (поиски полезных ископаемых) значение. Важной работой в этом направлении является труд А. Н. Заварицкого «Главные черты в развитии вулканического цикла на Урале» (1924 г.).

В. А. Николаев дал анализ истории магматических явлений части Средней Азии (например, Тянь-Шаня), Д. С. Коржинский — части Восточной Сибири, Н. А. Елисеев — Рудного Алтая, Д. В. Никитин — Кузнецкого Алатау, В. С. Соболев — Сибирской платформы и части Карпат, С. П. Соловьев — Северного Кавказа и южной части Дальнего Востока, И. К. Никитин — части Таджикистана и Э. Е. Федоров — части Красноярского края.

Различные группы магматических пород разных участков СССР были предметом изучения всех членов кафедры петрографии. Кислые (частично средние) магматические породы, прежде всего граниты и близкие к ним породы, изучал на Урале А. Н. Заварицкий, обращая особое внимание на рапакиви района Бердяуш. При этом он пришел к заключению, что округлость формы полевошпатовых выделений и овоидов скорее следует объяснить, как результат округления или коррозии кристаллов, а появление олигоклазовых кайм вокруг овоидов существенно калиевого полевого шпата — следствием метасоматического замещения калиевого полевого шпата олигоклазом на некоторой стадии кристаллизации магмы до ее полного затвердевания. Вообще же происхождение бердяушского рапакиви он объясняет в основном явлениями гибринизма.

Примерно такой же взгляд на генезис рапакивиобразных пород высказал В. Н. Лодочников в монографии «К петрологии Воронежской кристаллической глыбы Русской платформы» (1926 г.). Несколько иное мнение у В. С. Соболева, который считает, что при образовании рапакиви, по крайней мере в районе Коростеня на Украине, явления гибринизма имеют лишь подчиненный характер. Он объясняет генезис коростеньского рапакиви процессом переплавления или, вернее, частичного выплавления пород, сопровождаемым кристаллизационной дифференциацией.

Гранитоиды Средней Азии, в частности гранитоиды Памира, обстоятельно изучались В. А. Николаевым.

Кроме того, членами кафедры петрографии исследовались кислые интрузии некоторых участков Таджикистана, Казахстана, Рудного Алтая, Восточной Сибири, Дальнего Востока и Северного Кавказа.

Жильные породы, особенно пегматиты, были предметом изучения ряда ученых Горного института. Оригинальная трактовка генезиса пег-

матитов высказана А. Н. Заварицким, который рассматривает их как образования, промежуточные между изверженными горными породами и рудными жилами. А. Н. Заварицкий приходит к выводу, что пегматитовой магмы или особого пегматитового расплава не существует и что не всякий остаточный раствор и получавшиеся из него минеральные агрегаты являются пегматитами. Исходя из признака сходства пегматита с материнской горной породой, он считает, что пегматит представляет в своей основной массе материнскую горную породу (например, гранит), перекристаллизованную оставшимися после застывания магмы «пневматолитическими газовыми растворами». Сам процесс минералообразования происходил в пегматитах в несколько стадий, при этом в первую стадию имеет место главным образом перекристаллизация (вызванная тем, что остаточный после застывания магмы раствор является насыщенным по отношению к главным минералам возникшей горной породы), а в последующие стадии возникают минералы (альбит и др.) преимущественно путем замещения.

В. А. Николаев, считает, что пегматиты вообще характеризуют относительно замкнутые магматические системы и не встречаются в условиях относительно открытых систем. Сложные же пегматиты, т. е. расслоенные или дифференцированные, естественнее, по мнению В. А. Николаева, объяснить тем, что магматическая камера в целом может сохранять особенности относительно замкнутой системы, но пути движения более поздних растворов с глубины могут совпадать с линзами и жилами простых пегматитов. В условиях смешанных систем такое совпадение путей движения растворов обеспечит широкое развитие явлений гидротермального метасоматоза пегматитового агрегата, резкое усложнение его минералогического состава.

Изучением пегматитов занимаются также сотрудники других кафедр института — П. К. Григорьев и В. Д. Никитин.

Группы ультраосновных горных пород привлекли особое внимание А. Н. Заварицкого и В. Н. Лодочникова. Кроме того, успешное исследование этих относительно бедных кремнеземом горных пород в связи с изучением некоторых полезных ископаемых вели А. Г. Бетехтин, П. М. Татаринев и др.

В капитальном труде В. Н. Лодочникова «Серпентины и серпентиниты ильчирские и др.» (1936 г.) рассматриваются не только ультраосновные и некоторые другие породы, но и разбирается ряд общих вопросов петрологии: классификация и терминология минералов, относящихся к группе серпентина, генезис серпентина и др. В результате проработки колоссального материала В. Н. Лодочников сформулировал важное в петрологии правило полярности, по которому поствулканические процессы несут с собой те элементы или окислы, которыми бедна сама порода, обусловившая эти процессы. В этой работе В. Н. Лодочников высказал свою точку зрения на дифференциацию, в частности гравитационно-кристаллизационную, и десилификационную гипотезу. Можно соглашаться или не соглашаться с этими взглядами, но нельзя не признать прогрессивного значения для науки всей той обширной и оригинальной полемики, которую он мастерски, с глубоким знанием вопроса, вел с рядом авторов иных гипотез. Монография В. Н. Лодочникова должна быть отнесена к разряду настольных книг петролога.

А. Н. Заварицкий в своих работах и прежде всего в труде «Перидотитовый массив Рай-Из в Полярном Урале» (1932 г.) дал обстоятельную характеристику различных представителей ультраосновного комплекса (и находящихся с ними в ассоциации горных пород), а также нарисовал историю формирования ультраосновных массивов Урала. Он

во многом помог выяснению отличительных особенностей ультраосновных (и основных) интрузивных тел,¹ с которыми связаны существенно различные полезные ископаемые (например, одни из них являются платиносыми, тогда как для других месторождений платина не характерна, а с ними связаны иные полезные ископаемые).

Для ряда северных ультраосновных массивов Урала, в частности перидотитов Рай-Из, А. Н. Заварицкий отметил, что они отличаются от некоторых подобных же комплексов относительно более южных районов Урала рядом специфических черт (например, широким распространением перидотитов с ромбическим пироксеном, т. е. саксонитов и др.).

Сотрудниками кафедры исследовались разновозрастные эффузивные породы кислого и особенно основного характера, а также различные вулканические породы ряда участков Урала, Средней Азии (Кетменский Хребет и др.), Рудного Алтая, Восточной Сибири (районы Торейских и Барзинских озер), Дальнего Востока (Сихотэ-Алинь, Камчатка), в Европейской части СССР — Онего-Беломорском водоразделе, Карпат и Кавказа.

Изучая эффузивы озера Зайсан (Казахстан) В. Н. Лодочников пришел к выводу, что наибольшее разнообразие двойниковых законов плагиоклазов наблюдается в порфириновых породах, что обусловлено внешними и внутренними воздействиями при передвижении магмы с момента кристаллизации до окончательного превращения в горную породу. Он пытается увязать двойниковые законы с условиями образования самой породы.

Сибирским траппам, развитым на огромном пространстве между рр. Енисеем и Леной, посвятил монографию В. С. Соболев («Петрология траппов Сибирской платформы», 1936 г.), который термин «трапп» понимал, как собирательное название ряда пород (долеритов, диабазов, диабазовых порфиритов, базальтов и некоторых других), входящих в формацию континентальных платформ. Он подробно разобрал ход кристаллизационной дифференциации в трапповом комплексе, в частности, указал, что порядок кристаллизации моноклинного и ромбического пироксенов был обратным принятому в обычных схемах. В кристаллизации траппов он выделил несколько стадий (периодов), из которых последняя имеет гидротермальный характер, причем в эту стадию существенно преобразуются (альбитизируются) ранее возникшие породы.

В. А. Заварицкий подробно описал спилиты (спилито-кератофировой формации) из окрестностей месторождения Блява.

Щелочные горные породы всегда были предметом особого внимания исследователей. А. Н. Заварицкий открыл и детально изучил нефелиновые сиениты и ассоциирующиеся с ними горные породы в районе Бердяуш (Урал), характеристике которого посвящена его монография «Петрография Бердяушского плутона» (1937 г.). Всесторонне изучив бердяушские щелочные породы он пришел к заключению, что: а) нефелиновые сиениты Бердяуша возникли в результате эволюционного процесса дифференциации магмы, имевшей раньше, вероятно, гранитовый состав; б) дифференциация эта происходила на некоторой глубине и была обусловлена ассимиляцией гранитной магмой карбонатных пород (кстати говоря, наблюдающихся в указанном районе). Одновременно с реакцией гранитной магмы с известняками шло образование щелочных (натро-

¹ Как известно, многочисленные интрузивные тела ультраосновного и основного составов расположены на Урале в виде двух вытянутых вдоль хребта полос — западной и восточной, отличающихся между собой как в петрографическом, так и в некоторых других отношениях.

вых) соединений, которые выносились в более верхние части магматического резервуара. В результате действия таких щелочных растворов, вероятно, «газовых» или «газоводных» и происходила «десиликация горной породы и увеличение в ней количества щелочей». Такое накопление щелочей в еще не застывших частях магмы могло довести его состав до состава нефелинового сиенита. Попутно отмечается возможная роль в происхождении бердяушских щелочных пород ряда других факторов (тектоники и пр.).

А. Н. Заварицкий изучил также щелочные породы окрестностей Миасс на Урале, исследовал своеобразные эпилейцитовые породы в Ишиме (Западная Сибирь).

Всестороннее исследование комплекса своеобразных щелочных пород (фергуситов, псевдолейцититов, лейцитовых пироксенитов и др.) в бассейне р. Каинды произведено В. А. Николаевым. В монографии «Щелочные породы р. Каинды в Таласском Алатау» (1935 г.), помимо детальной характеристики различных представителей щелочной группы пород, разрешается ряд петрологических вопросов. Одним из факторов образования щелочной магмы в Таласском Алатау В. А. Николаев считает тектонический фактор. Он также придает значение реакции образования псевдолейцита и ассимиляции магмой известняков. Выделяя две серии пород — шонкинитовую и габбро-монцонитовую, он полагает, что комплексы пород (в том числе и щелочные), входящие в каждую из этих серий, возникли в результате дифференциации магмы (относительно бедной кремнеземом и богатой соединениями кальция), которая шла по двум направлениям.

В. А. Николаевым изучены также щелочные породы из бассейна р. Тоюн (Кашгария).

Щелочным породам Кольского полуострова много внимания уделил Н. А. Елисеев. Он (совместно с Э. Е. Федоровым) дал всестороннюю характеристику Ловозерского массива. В изучении своеобразных щелочных пород Хибин участвовала Е. Н. Егорова-Фурсенко. Исследование щелочных пород Корсак-Пая (Казахстан) и некоторых участков Вольни (Украина) вел В. С. Соболев, а ряда районов Средней Азии (например, Тагобы-Собак) — И. К. Никитин.

Трахибазальты и трахидолериты Кузнецкого Алатау изучил Д. В. Никитин, нефелиновые сиениты бассейна р. Олекмы (приток р. Лены) — Е. Н. Егорова-Фурсенко. В последние годы Э. Е. Федоров ведет исследование щелочных пород некоторых районов Красноярского края.

В области вулканологии значительные успехи достигнуты А. Н. Заварицким, изучавшим в течение длительного времени вулканы Камчатки (Авача и др.) и их продукты. Наряду с вулканическими породами подвергались исследованию вулканические газы и продукты возгона. Эти многолетние работы завершились созданием труда «Вулканы Камчатки» (1955 г.) с хорошо выполненными аэрофотоснимками вулканов.¹

По инициативе А. Н. Заварицкого организована Лаборатория вулканологии при АН СССР, которая систематически и всесторонне изучает вулканические аппараты (особенно молодые) и продукты их деятельности. Вулканологический интерес представляют также его работы об илгнимбритах и высокотемпературных плагноклазах.

Кроме Камчатки, изучение кайнозойских вулканических образований велось А. Н. Заварицким в Закавказье, а С. П. Соловьевым — на Северном Кавказе (вулканы Эльбрус, Кюген-Кая; Чегемская вулканическая область и др.).

¹ Посмертное издание.

Метаморфические породы привлекали большее или меньшее внимание почти каждого члена кафедры петрографии. Капитальный труд А. Н. Заварицкого о горе Магнитной на Урале хорошо известен как петрографам, так и исследователям рудных месторождений. Кроме описания различных метаморфических (и магматических) пород, он рассматривает общие вопросы, касающиеся контактово-метаморфических (метасоматических) процессов, генезиса железных руд и дает всестороннюю характеристику этого важного для промышленности района.

Метаморфические породы Средней Азии исследовал В. А. Николаев. Им также рассмотрены в работе «О некоторых реакциях метаморфизма с участием воды и углекислоты» (1947 г.) особенности реакций метаморфизма с участием воды и углекислоты. В более поздней работе, посвященной применению термодинамики к некоторым петрологическим процессам, он интерпретирует новые данные по реакциям метаморфизма с участием углекислоты.

Д. С. Коржинский, изучая различные метаморфические породы, остановил внимание на скарнах Советского Союза. Он дал физико-химическую трактовку парагенезисов минералов и процессов минералообразования в этих породах. В обобщающем труде «Очерк метасоматических процессов» (1953 г.) о метасоматических процессах им обстоятельно изложены: а) вообще метасоматические явления; б) метаморфизм и метасоматоз магматической стадии; в) послемагматический метасоматоз (предшествующий кислотной стадии); г) послемагматический метасоматический процесс кислотной и последующей поздней щелочной стадии.

Некоторые вопросы метаморфизма затрагиваются также в ряде работ В. С. Соболева. Результаты изучения рудоносных скарнов Северного Кавказа изложены в монографии С. П. Соловьева «Рудоносный район Тырны-ауз» (1940 г.). Им же исследованы скарны Дальнего Востока, рассмотрены некоторые общие вопросы метаморфизма, например, о происхождении и зональности кристаллических сланцев Большого Кавказа (1958 г.), последовательности выделения минералов в скарнах и др.

Е. Н. Егорова-Фурсенко изучила лестивариты, а также роговики из контактовой зоны Хибинского массива, И. К. Никитин — некоторые поля скарнов Таджикистана, В. А. Заварицкий — метаморфизм в районах развития колчеданных месторождений некоторых районов Урала, Т. В. Кирова — вторичные кварциты (алюмокварциты) Алтая. В течение последних лет В. В. Доливо-Добровольский, Е. Н. Егорова-Фурсенко, В. А. Заварицкий и Т. В. Кирова исследовали метаморфические образования Кустанайского района в Северном Казахстане (особенно участков развития железорудных месторождений).

Физико-химическая трактовка тех или иных петрологических процессов нашла отражение в ряде трудов членов кафедры. Применению в петрологии физической химии особенно содействовал А. Н. Заварицкий, который написал уникальный курс «Физико-химические основы петрографии» (1926 г.), а также затронул физико-химические вопросы в ряде других работ (в частности в статьях, разбирающих генезис пегматитов). Одна из работ В. Н. Лодочникова посвящена простейшим способам изображения многокомпонентных систем.

В послевоенные годы В. А. Николаева интересовала проблема, касающаяся этапов глубинного магматического процесса и отделения летучих соединений магмы. На основании разбора некоторых тройных систем он в работе «К вопросу о генезисе гидротермальных растворов и этапов глубинного магматического процесса» (1953 г.) пришел к выводу, что отделение газовой фазы при кристаллизации глубинных магм все

не исключает возможности непрерывного существования жидкой фазы на всем температурном интервале кристаллизации с постепенным переходом ее от расплава к гидротермальному раствору. В. А. Николаев рассмотрел некоторые вопросы теории равновесных процессов, их значение в генезисе магм (и метаморфических пород) и применение термодинамики к некоторым петрологическим вопросам (образование магматических расплавов, давление и энергия на глубине и др.).

Ряд работ Д. С. Коржинского имеет важное значение для развития теоретических вопросов магматизма и особенно метаморфизма. Им предложен парагенетический анализ — метод, который позволяет делать соответствующие прогнозы в отношении минеральных ассоциаций некоторых горных пород; рассмотрен вопрос о подвижности и инертности компонентов при метасоматозе, происхождении скарнов, метасоматической зональности и др.

Теоретические вопросы петрологии освещаются также и в трудах В. С. Соболева. В одной из последних его работ (совместно с А. П. Бобривичем) «Эклогитизация пироксеновых кристаллических сланцев архейского комплекса» (1957 г.) рассматривается вопрос о значении сверхвысоких давлений для образования кимберлита и развития эклогитов.

В ряде работ членов кафедры также уделяется внимание разбору некоторых теоретических положений по магматическим и метаморфическим горным породам.

Вопрос о химизме горных пород в течение длительного периода был в поле зрения А. Н. Заварицкого. Предложенный им способ пересчета химических анализов горных пород на числовые характеристики и изображение их на диаграммах получил широкое распространение среди советских петрологов и геологов. Его многолетние работы по изучению химических особенностей разнообразных магматических комплексов завершились созданием крупного труда «Введение в петрохимию» (1940, 1950 г.).

С. П. Соловьев изучил закономерности распространения так называемых элементов-примесей (малых элементов, редких элементов) в различных группах магматических горных пород. Вычислил средний химический состав магматического комплекса Советского Союза, а также средние химические составы магматических комплексов в различные эры. При этом обнаружено, что наиболее основными являются палеозойские комплексы, а наиболее кислыми — докембрийские.

Структурным анализом магматических тел, особенно щелочных масивов Кольского полуострова, много занимался Н. А. Елисеев. Магматической геологии уделил значительное внимание В. А. Николаев.

Материалы, относящиеся к проблеме распределения магматических тел в пространстве и времени, обобщены в монографическом труде С. П. Соловьева «Распределение магматических горных пород в СССР и некоторые вопросы петрологии» (1952 г.). Там же приведены количественные данные об относительной распространенности как интрузивных тел, так и эффузивных пород различного состава и возраста (на континентах), разобран вопрос о последовательности образования магматических пород, петрографических провинциях и др.

Вопросы гибризма развивались в работах А. Н. Заварицкого, В. Н. Лодочникова и др. Первый из них дал расчленение явлений гибризма, считая эти процессы, несомненно, распространенными и имеющими достаточно важное значение в генезисе магматических пород. А. Н. Заварицкий в работе «Петрография Бердяшского плутона» (1937 г.) различает два рода гибризма: 1) родственный — обнимаю-

ший явления усвоения магмой вещества других магматических пород; 2) ксеногибридизм — охватывающий случаи усвоения магмой осадочного материала. Родственный гибридизм подразделяется на: а) паулопостумный (интрузия магмы последовала непосредственно за застыванием породы, на которую она воздействовала); б) мультостумный (интродуцированная магма действовала на магматические породы, образовавшиеся задолго до ее внедрения, может быть даже относящиеся к другому вулканическому циклу).

Понятие гибридизма (по А. Н. Заварицкому), следует ограничить случаями, когда петрографические признаки породы (неоднородность сложения, наличие таких ассоциаций минералов, которые не отвечают обычным равновесиям в магматических расплавах и т. п.) не позволяют поместить ее в ряд пород обычных, нормальных. Если ассимиляция настолько глубока, что уже потерялись объективные следы двойственного происхождения породы, то эти случаи не следует относить к гибридизму, а соответствующие породы к гибридным.

Методы исследования горных пород неуклонно развивались и совершенствовались. Созданный Е. С. Федоровым универсальный метод оптического исследования минералов, и, в первую очередь, породообразующих, получил всеобщее признание не только в СССР, но и во всем мире. Естественно, за прошедший период федоровский столик усовершенствован и круг работ, которые на нем можно производить, значительно расширен благодаря трудам А. Н. Заварицкого, В. Н. Лодочникова, В. А. Николаева, Д. С. Коржинского, В. С. Соболева и др. В последние годы в этой области работает В. В. Доливо-Добровольский. Современный федоровский столик далек от той первой начальной модели. Вместо четырехосных (не говоря уже о более простых моделях) в настоящее время употребляются пятиосные столики, выпуск которых налажен отечественными заводами. Кафедра петрографии Ленинградского горного института одна из первых в СССР ввела их для учебных целей.

Методы петрографических исследований вообще значительно улучшены. Так, например, А. Н. Заварицким введен микрорефрактометр, а В. Н. Лодочниковым внедрен в практику изучения показателей преломления так называемый дисперсионный эффект. В. А. Николаев осветил некоторые вопросы, связанные с применением линейного метода геометрического анализа горных пород.

Вышли в свет и готовятся к печати новые учебники и учебные пособия по петрологии. Переведены на русский язык лучшие иностранные руководства по петрологии.

Все сказанное, несмотря на неполноту и краткость обзора позволяет считать, что ученые Ленинградского горного института своими исследованиями существенно содействовали развитию петрологии и внесли значительный вклад в познание различных горных пород и связанных с ними полезных ископаемых нашей Великой Родины.