

п-799

В.53

4.3

Т Р У Д Ы
ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

ВЫПУСК 53

КРАТКИЙ ОБЗОР
НАУЧНЫХ РАБОТ ИНСТИТУТА
за 1989 год

13/53

6

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

ВЫПУСК 53

КРАТКИЙ ОБЗОР
НАУЧНЫХ РАБОТ ИНСТИТУТА
за 1939 г.

*Под общей редакцией директора Института
Геологических Наук АН СССР
акад. А. Н. ЗАВАРИЦКОГО*

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

МОСКВА

1940

ЛЕНИНГРАД

Ответственный редактор *А. Г. Бетехтин*

Редактор издательства *Г. Х. Ванецян*

Технич. редакторы *И. П. Пошешулия* и *Л. И. Шишкова* Корректор *В. Г. Богословский*
Сдано в набор 14/X 1940 г. Подписано к печати 2/XI 1940 г. АНИ № 628. РИСО № 1491.
А32331 Формат 70×108²/₁₆. Объем 18 печ. л. 24,73 уч.-изд. л. В печ. листе 59000 тип. зн. Тираж 1500 экз.

1-я Образцовая типография Огиза РСФСР треста „Полиграфкнига“. Москва, Валовая, 28. Заказ 3499.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
--------------------	---

РАЗДЕЛ I

Комплексные территориальные экспедиции	7
Экспедиция на Европейской равнине Союза	7
Кавказская экспедиция	23
- А. Стратиграфо-тектонические работы	23
В. Работы по изучению магматических пород Кавказа	36
С. Работы по изучению рудных месторождений Кавказа	46
Уральская экспедиция	62
А. Работы по изучению немой древней толщи Урала	63
В. Исследование в западной зоне габбро-перидотитовых интрузий	66
С. Исследования в палеозойской вулканогенной толще восточного склона Урала	70
Д. Исследования в зоне гранитных интрузий	83
Е. Другие исследования на восточном склоне Урала	91
Ф. Исследования в Приполярном Урале	104
Центрально-Казахстанская экспедиция	110
- А. Изучение геологического строения окраин Центрального Казахстана	111
В. Изучение подземных вод	120
- С. Работы, связанные с изучением строения Центрального Казахстана и распределением цветных и редких металлов	123
а. Стратиграфические работы	123
б. Структурно-геологические работы	131
с. Петрографические работы	138
д. Рудно-минералогические работы	141

РАЗДЕЛ II

Работы по изучению месторождений олова	149
--	-----

РАЗДЕЛ III

Составление карт прогноза	159
-------------------------------------	-----

РАЗДЕЛ IV

Капитальные сводные работы	170
А. Стратиграфия СССР	170
В. Петрография СССР	174
С. Минералогия СССР	179

РАЗДЕЛ V

Работы по изучению геохимии редких элементов	181
--	-----

РАЗДЕЛ VI

Работы Института геологических наук, не входившие в план комплексных экспедиций	189
А. Минералогические работы	189
В. Исследования по петрографии	201
а. Работы по методологии петрографических исследований и по систематике горных пород	202
б. Работы по изучению петрографии отдельных районов и геологии вулканических образований	205
с. Изучение вулканов Камчатки	209
д. Изучение физико-химических систем, имеющих теоретическое значение для петрографии и минералогии	212
С. Работы по стратиграфии и тектонике	215
а. Стратиграфические работы на территории Европейской части СССР и Западной Сибири	215
б. Геологические работы в Восточной Сибири	229
Д. Работы по геологии четвертичных отложений	239
Е. Работы по гидрогеологии	245
F. Работы по инженерной геологии	250

РАЗДЕЛ VII

Разработка методов лабораторных исследований минеральных образований земной коры	257
А. Методы оптического исследования	257
В. Методы химического исследования	258
С. Спектральный анализ	264
D. Рентгено-спектральный анализ	266
Е. Рентгено-структурный анализ	266

РАЗДЕЛ VIII

Работы, производившиеся в связи с разрешением специальных задач	268
А. Работы, непосредственно связанные со строительством Куйбышевского и Соликамского гидроузлов	268
В. Химико-минералогическое изучение технических продуктов	271
С. Исследования газоносности в угольных месторождениях Донбасса	274
Список работ сотрудников Института геологических наук, вышедших из печати в 1939 г.	277

ВВЕДЕНИЕ

Основные задачи Института геологических наук заключаются в изучении:

- а) вещественного состава Земли,
- б) истории Земли,
- в) процессов, происходящих в земной коре, в особенности процессов образования месторождений полезных ископаемых.

Все многочисленные работы, которые имели своей целью решение указанных задач, могут быть распределены на группы таким образом:

1. Работы в указанных выше областях знания, выдвигаемые народнохозяйственными потребностями страны в настоящее время. Эти работы поглощали наибольшее количество научных сил института и требовали наиболее значительных средств. Основным видом организаций таких работ были экспедиции: а) территориальные и вместе с тем комплексные, б) тематические. Согласно постановлению СНК СССР, в 1939 г. Академия Наук главным образом должна была сосредоточить свои усилия на изучении Европейской равнины Союза, Центрального Кавказа и Урала. Эти области и были изучены крупными комплексными экспедициями.

Кроме того, в отчетном году закончились работы большой академической экспедиции, работавшей несколько лет в Казахстане. Эти четыре территориальные экспедиции (на Европейской равнине, Урале, Кавказе и в Казахстане) и составляют первый и главный раздел работ института.

2. От них отличается по характеру задач тематическая экспедиция по изучению месторождений олова. На институт была возложена задача теоретической разработки оснований для поисков месторождений олова на территории Союза. Работы в этом направлении потребовали изучения ряда наших оловянных месторождений, и для выполнения этой задачи при поддержке соответствующих хозяйственных организаций были поставлены специальные экспедиционные работы.

3. В связи с изучением минеральных ресурсов особо заслуживает быть отмеченной разработка методов составления карт прогнозов, важность которых специально подчеркивалась в постановлениях СНК СССР.

4. Далее институтом было осуществляется, как и предыдущие годы, широкое объединение геологической мысли в стране путем публикации больших сводных монографий и серий работ по отдельным отраслям науки. Для составления этих сводных работ широко привлекались наиболее квалифицированные научные силы страны, помимо штатного персонала института. В этом широком привлечении наиболее выдающихся специалистов и заключается главное значение таких сводных работ, объединяющих крупнейших знатоков данного вопроса.

5. Кроме изучения месторождений олова работниками института разрабатывались вопросы геохимии и других редких элемен-

тов — индия, циркония, ртути и др., но эти исследования не сопровождалось большими экспедиционными работами и по форме их организации приближаются к типу сводных работ по отдельным проблемам науки, о которых было сказано выше.

6. Помимо решения тех научных проблем, которые вытекали из требований развития народного хозяйства, само развитие геологической науки в стране ставило дополнительные задачи, отказаться от решения которых институт не мог. Эти, нередко отдельные, частные вопросы составили содержание тематики, которую удобнее всего классифицировать по разделам геологической науки: минералогии, петрографии, стратиграфии и тектоники, четвертичной геологии, гидрогеологии и инженерной геологии. Организационно такие работы объединялись в секторах и отделах Института.

7. Особый отдел работ института составляют методические работы в области разработки методов исследования вещества минеральных образований земной коры.

8. Наконец, в институте выполнялись работы, имевшие целью решение некоторых научно-технических задач, необходимых или полезных в деле строительства крупных сооружений, как-то: Куйбышевского строительства, строительства Дворца Советов, или связанных с проблемами металлургии и т. д.

РАЗДЕЛ I

КОМПЛЕКСНЫЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ ЭКСПЕДИЦИИ

ЭКСПЕДИЦИЯ НА ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЕ СОЮЗА

Начальник акад. А. Д. Архангельский

(Руководители по геологической части А. А. Блохин и Н. С. Шатский)

Основной задачей всех работ экспедиции на Европейской равнине Союза является выяснение структуры Русской платформы в целях установления закономерностей распределения нефти, угля и железных руд на ее территории. Работа по структуре платформы проводится Институтом геологических наук как силами своих сотрудников (Подмосковная мульда, Поволжье, Пензенско-Алатырский район, Вятско-Камский), так и научными работниками трестов и других исследовательских организаций (Воронежский Сельскохозяйственный Институт — проф. Дубянский, Геологический Институт Академии Наук УССР — проф. Порфирьев, геологи нефтетрестов Второго Баку — Михалев, Трофимук, Мельников, Панаев, Дворкин, Притула и др.). Кроме структурных работ Институтом геологических наук проводились также литолого-стратиграфические исследования по пермским и каменноугольным отложениям восточной части платформы (работы Д. М. Раузер-Черноусовой, В. Н. Крестовникова, М. П. Казакова).

Работы по тектонике платформы заключались в составлении сводок по структурам отдельных районов, основанных на обработке как опубликованных данных, так и чрезвычайно большого рукописного материала и полной сводке разрезов по всем крупным буровым скважинам этой территории. В результате этих работ был составлен ряд структурных карт, дающих точную картину структуры исследованных частей платформы.

В. А. Жуков и А. Э. Константинович занимались в отчетном году изучением структуры западной части Московской синеклизы. Составленные ими структурные карты (масштаб 1 : 420 000, горизонталь через 10 м) вскрыли следующие главнейшие данные, уточняющие наши представления о структуре Московской палеозойской котловины.

По карте рельефа поверхности отложений каменноугольной системы, кроме глубоких размывов современной речной сетью (по долинам рр. Волги и Оки с их притоками), выявлен, по данным разведочных скважин на уголь, значительный размыв, заполненный четвертичными отложениями на северо-западе Калининской области в районе Андриполя — Селище. Из форм древнего (доюрского) рельефа картой значительно уточнена полоса Рязано-Костромского прогиба, где, кроме общего меридионального погружения каменноугольных слоев, существенную роль играли и процессы древней эрозии. Наиболее низкие абсолют-

ные отметки кровли карбона [до —62 м (Борки), —55 м (сел. Аделино), —42 м (сел. Оторма), —50 м (сел. Земетчино)] располагаются у западного подножья Окско-Цнинского вала, протягиваясь вдоль него узкой полосой ложбинообразных западин к юго-восточной части вала. На широте примерно линии железной дороги Москва — Муром к северу от г. Клепиков намечается некоторый подъем в кровле отложений карбона (до +30 м абс. высоты), а от него к северу в сторону г. Владимира идет понижение (до —10 м). К югу от этого как бы широтного водораздела располагается широтная ложбина, установленная еще в 1927 г. Б. М. Данышиным под именем «Главной Московской ложбины». Ее тальвег протягивается через низкие отметки Шатуры (около 40—50 м) — сел. Ванилово (20—30 м) на сел. Перерву (около 50 м); к западу от Перервы ложбина разделяется на две ветви: северную — Мытищинскую (63—78 м) и южную — Очаковскую (56—65 м), огибающие с юга и севера г. Москву (кровля карбона около 120—130 м). Другое значительное понижение кровли каменноугольных отложений обнаружено на основании бурения для канала Москва — Волга к северу от г. Москвы в районе ст. Икши и г. Дмитрова, где кровля карбона с абсолютных отметок более 100 м (к югу от Икши) резко понижается до уровня 40—50 м. Западный борт этого понижения прослеживается далее на северо-запад в бассейне р. Мологи, где поверхность карбона с 116 м (сел. Верхние Пороги) и 67 м (сел. Максатиха) опускается к г. Бежецку до —58 м (ниже уровня моря).

На востоке по восточному крылу Окско-Цнинского вала замечается пониженное залегание кровли карбона (до отметок 32—45 м в районе Выксы и Кулебак) между Окско-Цнинским валом и Алатырским поднятием.

В юго-восточной части вала изогипсы карты довольно ясно оконтуривают его поворот в бассейне р. Выши в сторону восток-юго-востока, где поднятие вала, повидимому, находит свое продолжение в системе Керенско-Чембарских поднятий.

По карте поверхности глин верейского горизонта среднего карбона отчетливо прослеживается общее погружение каменноугольных отложений от южных и западных границ их распространения на северо-восток и восток. На фоне этого в общем плавного погружения отмечается повышенное залегание кровли верейских глин к западу от г. Боровска (до 192 м абс. высоты в скважине сел. Бутовки, против 146 м в скважине больницы сел. Вышгород, 146 м в скважине г. Малого Ярославца и 129 м в скважине дер. Балабановки).

Далее на восток в районе гг. Каширы и Коломны следует отметить более крутое падение кровли верейских глин к северо-востоку с уклоном 3—5 м/км и в районе г. Рязани с уклоном 5 м/км на северо-запад. Аналогичное более крутое падение наблюдается также между гг. Подольском и Москвой и на севере в бассейне р. Мологи между сел. Верхние Пороги, Максатихой и Бежецком.

В области Рязано-Костромского прогиба кровля верейских глин на наиболее низких отметках прослеживается в скважинах сел. Задубровья (—58 м) и г. Шацка (—35 м). Отсюда к полосе Окско-Цнинского вала в бассейне р. Азы верейские глины поднимаются до 117—118 м абс. высоты и более. При близких расстояниях названных пунктов (около 16—17 км) амплитуда изгиба (?) каменноугольных слоев превышает здесь 170 м. Таким образом, крутое падение кровли карбона по западному крылу Окско-Цнинского вала отражает и крутое падение кровли маркирующего горизонта верейских глин, чем подчеркивается асимметрия в залегании слоев по западному и восточному крыльям Окско-Цнинского вала.

По оси Окско-Цнинского вала более резкий наклон кровли верейских глин отмечается в южной части вала к югу от Оки, где кровля верейских глин от отметок 118—137 м в бассейне р. Азы опускается к устью р. Гусь примерно до —45 м. При расстоянии около 110 км имеем уклон около 1.7 м/км. Далее на север к г. Коврову и р. Клязьме кровля верейских глин опускается до отметки около 100 м; при расстоянии около 150 км получаем уклон только около 0.4 м/км.

Картами подошвы угленосной толщи нижнего карбона и мощностей отложений этой толщи отмечается общее крутое падение известнякового фундамента и слоев угленосной толщи на север и северо-восток от линий Тула — Михайлов и Пронск — Скопин. К северу от широты Тула — Михайлов высотные отметки подошвы угленосной толщи быстро снижаются, и уже в районе гг. Алексина и Каширы они опускаются до 40 м. К югу от линии Тула — Михайлов и к западу от направления Пронск — Скопин известняковый фундамент угленосной толщи находится на высотах от 140 до 190 м над ур. м. В бассейнах рр. Упы, Шата и Дона здесь отмечаются лишь сравнительно небольшие по площади западины и поднятия известнякового фундамента, имеющие скорее местное значение.

В районе гг. Калуги, Серпухова, Каширы и Коломны картой отмечается крутое падение слоев C_1^h со средними уклонами от 6 до 9 м/км. Эти перегибы в залегании слоев нижнего карбона в общем совпадают с аналогичными перегибами, отмеченными картой кровли верейских глин, но средние их уклоны примерно в 2 раза превышают средние уклоны слоев верейского горизонта.

На западе в бассейне р. Днепра отложения угленосной толщи поднимаются до 120—150 м абс. высоты и более, отражая высокое залегание здесь слоев девонского фундамента. Между гг. Смоленском и Брянском картой отмечено пониженное (до 80—10 м абс. высоты) залегание угленосной толщи с общим уклоном поверхности ее известнякового фундамента на юго-запад в сторону Южно-Русской мульды, примерно от линии Людиново — Палики. К северу от названного направления поверхность известнякового фундамента имеет уже наклон к Московской палеозойской котловине.

Мощность отложений угленосной толщи увеличивается на западе Подмосковского угленосного бассейна в пределах 44-го листа карты масштаба 1 : 420 000 до 50—60 м, против 30—35 м общей мощности C_1^h между гг. Тулой и Скопином. Далее на север к г. Москве мощность угленосной толщи несколько уменьшается с одновременным уменьшением ее угольных слоев. В сторону Рязано-Костромского прогиба не удается проследить увеличение мощности отложений угленосной толщи, вследствие отсутствия здесь глубоких бурений. На Окско-Цнинском валу в бассейне р. Азы отложения угленосной толщи, представленные преимущественно глинами, резко сокращаются в своей мощности, доходя до 4—8 м (скважины района сел. Зборной и др.); на гребне же южной части вала они совсем выклиниваются (скважины близ сел. Н. Мальцево, Морозово и др.). В общем картой выявляются более значительные мощности угленосных отложений вблизи их западных и южных границ распространения (по периферии Московской палеозойской котловины) и некоторое сокращение в мощности с попутным уменьшением толщины и числа угольных слоев к центральным частям котловины.

На карте подошвы волжских отложений изогипсы в основном повторяют рельеф поверхности каменноугольных отложений, но значительно менее резко. Окско-Цнинский вал является восточным барьером

ером для распространения на восток волжских отложений. По оси Рязано-Костромского прогиба картой отмечаются наиболее низкие отметки подошвы отложений J_3 , опускающиеся до 16—30 м абс. высоты.

В районе Мещерской низменности намечается значительное расширение в площади пониженных отметок. Это расширение в общем совпадает с расширенным участком низкого залегания кровли карбона. Юго-западнее г. Владимира понижение, связанное с Рязано-Костромским прогибом, затухает (район Уршельского стекольного завода, 64 м абс. высоты). В районе г. Владимира небольшой подъем (перегиб) до 100—110 м наблюдается и на север к г. Костроме. Здесь картой выявлены направления двух ложбин: 1) более крутой, имеющей направление г. Александров — г. Ростов и пересекающей р. Волгу выше г. Ярославля; понижение к г. Александрову сказывается и со стороны г. Москвы; 2) более слабой ложбины, пересекающей р. Волгу ниже г. Костромы. В северо-западной части карты изогипсами оконтуриваются небольшие отдельные подьемы: Ярославль (26—80 м), Молога (68—109), Красный Холм (80—135 м). Эти подьемы, повидимому, связаны с неровностями поверхности пермских отложений. На юго-западе в сторону г. Боровска наблюдается общий подъем волжских отложений, вызываемый высоким залеганием карбона в районе этого города. Подъем каменноугольного фундамента г. Боровска, повидимому, является барьером для дальнейшего распространения в эту сторону волжских отложений.

Стратиграфический отряд экспедиции по Русской равнине провел за полевой период изучение по фораминиферам опорных разрезов нижнего карбона (Подмосковный бассейн) и верхнего, воронежского, девона. Обработка полевых и других материалов проводилась по визейскому ярусу Д. М. Раузер-Черноусовой, по турнейскому ярусу и верхнему девону — О. А. Липиной.

Предварительное изучение визейского яруса позволило выделить в тульских известняках новый мелкий тетратаксит, в алексинской и михайловской толщах — новый вид кривоспиры, а в серпуховской свите — специфических архедискуссов и новую *Pseudoendothyra aff. struvei*. Следует отметить, что до сих пор для серпуховской свиты мы не имели характерных руководящих фораминифер.

Вариационно-статистическая обработка более 400 экземпляров эндотир группы *Endothyra crassa*, подтвердив ее стратиграфическое значение, позволила установить следующее: общее направление эволюции всей группы, проходящей на коротком отрезке времени, выразилось в увеличении общих размеров, в изменении формы раковинки от уплощенно-овоидной к шарообразной, в утолщении стенки и развитии эндоскелета, в укорочении апертуры и в увеличении числа септ. Наиболее характерны четыре формы: *Endothyra convexa* в угленосное тульское и алексинское время, *E. crassa compressa* с расцветом в тульском времени, *E. crassa crassa* в михайловском времени и *E. crassa sphaerica* в тарусском времени. Индивидуальная изменчивость отдельных форм по последовательным горизонтам дает трансгрессирующие ряды в направлении общей эволюции всей группы.

Чернышинские известняки, обработанные О. А. Липиной, дали очень богатый по числу особей и своеобразный комплекс фораминифер, состоящий из трех эндотир, двух текстулярий и одной гипераммины. Комплекс резко отличен от комплексов выше и ниже лежащих отложений. С угленосной толщей не имеется общих форм (за исключением, возможно, гипераммины). Наиболее близкий комплекс фораминифер намечается в толще около 25 м мощностью, подстилающей нефтеносные

отложения Сызранского района, которая может быть сопоставлена с чернышинскими отложениями Подмосковского бассейна.

Работа по стратиграфии и изучению фаций нижнекаменноугольных отложений в Восточно-Европейской равнине и на западном склоне Урала носила характер сводки, выполненной В. Н. Крестовниковым во второй половине отчетного года. В результате проведенных исследований получены следующие данные.

В изученных районах на Восточно-Европейской равнине в пробуренных на нефть скважинах (Вожглы, Краснокамск, Самарская Лука, Туймазы, Стерлитамак) и по западному склону Южного и Среднего Урала прослеживается важный в практическом отношении песчано-глинистый горизонт. Он располагается в основании визейского яруса и сопоставляется с угленосной свитой Кизеловского района. Изучение распространения этого горизонта указывает на некоторые изменения его в пределах платформы, в частности на уменьшение его мощности и количества песчаных прослоев в северо-западном и юго-восточном направлениях, причем отмечается почти полное его выклинивание по западному склону Южного Урала от широты г. Стерлитамака до р. Белой и на южном окончании Уфимского плато. Наибольшие мощности этого горизонта отмечены по западному склону Урала в Кизеловском районе и несколько меньше в скважинах в Краснокамске и на Самарской Луке. С песчано-глинистым горизонтом связаны угольные прослой и скопления жидкой нефти.

При изучении стратиграфии и структуры пермских отложений Горьковско-Казанского Поволжья подробное ознакомление с разрезами и кернами буровых скважин позволило М. П. Казакову, в противоположность существовавшему ранее представлению, установить ясную границу между татарским и казанским ярусами в районе Чебоксар. Эта граница устанавливается по горизонту серо-зеленоватого песчанистого мергеля с мелкими гальками доломитов, отделенного от казанских пород слабо выраженной поверхностью размыва. Татарская толща довольно хорошо разбивается на три свиты, отражающие различную физико-географическую обстановку. Между нижней и средней свитами прослеживается прослой, обогащенный растительными остатками, а так как верхняя свита резко отличается петрографически (преобладание плотных глин и слабо сцементированных песков), то тем самым уточняются и понятия о стратиграфическом расчленении. Выделение свит подтверждается также аналитическими данными. Так, верхняя свита характеризуется наименьшей доломитизацией, в составе тяжелой фракции отмечается преобладание эпидота и очень незначительное количество граната, циркона, рутила, турмалина. В двух нижних свитах соответственно наблюдается увеличение книзу доломитизации, существенное уменьшение эпидота и значительное увеличение роли граната, циркона, рутила и турмалина, составляющих в тяжелой фракции руководящую группу минералов. Все эти данные литолого-стратиграфического характера способствуют уточнению тектонической структуры района Чебоксарского гидроузла.

Далее М. П. Казаковым на основании имеющегося литературного и фондового материала, а также полевых работ, установлено, что тектоническая структура Приволжской полосы между Горьким и Казанью довольно сложная. Большая часть исследованной полосы располагается в зоне пологого прогиба (с максимальным погружением в районе Чебоксар — Цыган-Касы), осложненного рядом мелких структур, среди которых наиболее отчетливо выделяются Курочкинская, Водолеевская и Ильинская. Кроме того, в районе ст. Урень — сел. Сидорова выделяет-

ся поднятие (характер которого еще не совсем ясен), сопровождаемое выходом соляного источника, связанного, вероятно, с относительно близким залеганием кунгурских отложений. Зона прогиба оконтуривается на юго-западе и востоке полосами крупных поднятий. Полоса юго-западного поднятия между гг. Павловом и Лукояновом представляет собой северный и юго-восточный склон обширного свода, выделявшегося ранее под названием Алатырского вала. На востоке полоса поднятий, включающая Верхне-Услонскую и Камско-Устьинскую структуры, располагается между рр. Свягой и Волгой. Она смыкается с южным продолжением Вятского вала Приказанского района, описанного Софроничким. К этим полосам обширных поднятий приурочивается фациальное изменение казанских и нижнетатарских пород, характеризующееся здесь более значительным развитием гипсов. Таким образом, выясняется довольно сложная тектоническая структура Приволжской полосы.

В результате полевых наблюдений представилось возможным уточнить стратиграфию пермских пород и сопоставить литературный материал по татарской толще. Прежде всего, по целому ряду обнажений и по буровым скважинам по всему району от г. Горького до г. Казани прослеживается ясная граница между казанскими и татарскими породами, как и в Чебоксарском районе. Эта граница совпадает с существенным изменением состава пород в вертикальном направлении, со смежной доломитовой толщей пестрой по составу и разноцветной серией вышележащих осадков.

На основе изучения разрезов татарской толщи представляется возможным по всей Приволжской полосе между гг. Горьким и Казанью протягивать отдельные свиты. Особенно характерна нижняя свита с тонкослоистыми и ленточными мергелями, легко распознаваемая в обнажениях и отражающая структуру по кровле казанских пород. Мощность ее достигает 45 м. От вышележащих пород она обычно отделяется прослоем (до 0,5 м) темных глин и мергелей, значительно обогащенных растительными остатками.

Следующая свита характерна наибольшей приуроченностью к ней прослоев известняков. Она выделяется, кроме того, более яркой окраской, как правило, не загипсована и в отличие от нижней грубослоиста. Мощность второй свиты достигает 55 м. Верхняя (третья) свита, значительно отличающаяся по составу от двух нижних, сложена песчано-глинистыми породами, содержащими иногда в нижней части крупные линзы конгломерата; мощность ее доходит до 150 м. Залегает она на неровной поверхности второй свиты.

Прямых признаков нефтепроявлений, за исключением Сюкеево-Улеминского района, в Приволжской полосе не имеется. В зоне максимального прогиба, в нижнеказанской толще выделяются только темные известняки, обогащенные растительными остатками, участками слабо пахучие. Известны также сероводородные воды и приток хлористокальциевые. Однако следует обратить внимание на Курочкинскую и Водолеевскую структуры, как близко расположенные к полосе нефтепроявлений, которые могут рассматриваться как перспективные участки на поиски нефти, вероятно, в каменноугольных породах. Заслуживает внимания в этом отношении также Ильинская структура.

Д. К. Зеgebарт летом 1939 г., изучая структуру Вятско-Камского района, сделал ряд маршрутов на территории земель треста «Прикамнефть». Произведенные работы, а также новые геологические данные, полученные в результате работ треста «Прикамнефть» за последние годы, привели к некоторым существенным выводам как в отношении тектонического, так и стратиграфического строения изученной территории.

На востоке, как показывают работы Н. П. Герасимова и позже В. И. Носаль, В. А. Притула и А. А. Трофимук, от Восточно-Русской впадины отделяется крупная Предуральская депрессия, разобшенная Уфимским плато на две самостоятельные геотектонические единицы: на Стерлитамакскую депрессию (находящуюся за пределами земель треста «Прикамнефть») и на Чусово-городковскую; интенсивное прогибание последней началось с момента отложения пород горизонта *Pseudofusulina uralica* Krot. Изучение буровых и литературных материалов и непосредственное знакомство с рядом разрезов, освещающих геологию площади, заключенной между широтами г. Кунгура и ст. Аши-Балашово и меридианом Бирск-Оса и западным краем Уральской складчатой полосы, показало, что контуры южного окончания Чусово-городковской депрессии и Уфимского плато не отвечают установленным представлениям об этой границе. Развивая точку зрения, высказанную в свое время С. С. Осиповым о том, что коралловые известняки *S₃* с *schwagerina* ex gr. *princeps* в пределах бассейна рр. Ая и Юрезани являются фацией артинских отложений, и представление В. Е. Руженцева, который считает, что пермские отложения — сакмарский ярус — начинаются с появлением швагерин, можно прийти к выводу, что «Уфимская глыба» имеет значительно меньшие размеры. Контуры последней в настоящее время нельзя считать установленными. Западным ее склоном безусловно является территория, расположенная к западу от линии, проходящей с севера на юг через следующие пункты: к юго-востоку от сел. Лысьева, между ст. Шамры — ст. Кордон, между ст. Уфимка — ст. Бисертская, несколько западнее Артинского завода (Ар-ти), через дер. Диван и дер. Таймеево.

Отсюда следует, что та часть Уфимского плато, которая лежит к западу от указанной линии, является областью погружения и накопления мощных осадков морской фации в нижнепермское время. Вся эта территория, таким образом, служит естественным продолжением и связующим звеном между Стерлитамакской и Чусово-городковской депрессиями. В виде иллюстрации к вышесказанному можно привести данные глубокого бурения в районе г. Красноуфимска, где горизонтально лежащие карбонатные осадки пермского возраста мощностью 780 м (скв. № 604 у ст. Черная речка¹) к востоку (30 км) полностью замещаются терригенными осадками (скв. № 601, расположенная близ дер. Крылово).

Непосредственно к западу от Предуральской депрессии, до меридиана ст. Зуевки Пермской железной дороги и до широты несколько южнее г. Ижевска, как показало изучение материалов, освещающих геологию Краснокамско-Полазнинского, Нытвинского, Глазовского и других разведочных районов, выделяется область, которая в верхнем палеозое характеризуется накоплением преимущественно континентальных осадков; контуры этой области в настоящее время еще нельзя считать установленными. Предпосылкой для выделения такой области являются: 1) резкое фациальное отличие угленосной толщи *S₁^h* в пределах Вожгальского разведочного участка от синхроничных осадков Самарской Луки, Гуймазов и Краснокамска. Здесь, по данным Е. Н. Ларионовой, П. А. Софроницкого, эта толща представлена чередованием яркокрасных и кирпично-красных глин с серо-зелеными песчаниками, почти без участия углистых сланцев, мощностью всего до 12 м; 2) сплошное развитие в районе г. Глазова (Богатырская струк-

¹ В основании на глубине 890 м обнаружена *Schwagerina* ex gr. *princeps*, а в интервале 110 — 290 м от устья скважины — корненожки *Pseudofusulina lutugini* Schellw.

тура) красноцветных пород для всей толщи осадков пермской системы, примерно с горизонта *Pseudofusulina ex gr. anderssoni*; 3) развитие красноцветных пород в районе Нытвинских разведок, примерно с третьей серии соликамского горизонта (P_2^{kz, sol_3}) (Н. Д. Кованько и др.); 4) наличие, по данным В. В. Селивановского, Е. И. Тихвинской и др., в среднем течении р. Камы выше г. Сарапуля и ниже до ст. Усть-Иж красноцветной фации среди пермских отложений казанского яруса.

Сопоставлением разрезов пермской системы выделяемой области с краевыми зонами Предуральской депрессии (г. Краснокамск) и с восточной краевой зоной Сурско-Ветлужского прогиба (А. Н. Мазарович) отчетливо выявляется, что данная область накопления континентальных осадков испытывала движение обратного направления по сравнению с прилегающими депрессиями.

Приведенные данные позволяют нам говорить о существовании здесь самостоятельной тектонической структуры и о наличии погруженного древнего рельефа, максимальные возвышенности которого располагаются примерно по линии Глазов — Ижевск, с погружением высот с севера на юг.

К западу от выделенной области развития континентальных осадков располагается краевая зона Сурско-Ветлужского прогиба.

Из изложенного следует, что Восточно-Русская впадина в том объеме, как ее понимал акад. А. Д. Архангельский, не представляет собой нечто единое целое, а является сложной структурой, распадающейся на три самостоятельные тектонические единицы.

Сопоставление изменений состава пород палеозоя с распределением и простираем тектонических структур на территории северной половины площади Второго Баку приводит к выводу о наличии между ними тесной связи. Отчетливо намечаются две зоны складчатости (платформенного типа), расходящиеся в районе гг. Ульяновска — Сызрани, полоса Вятских валов и пояс складок района г. Сызрани, р. Сока, г. Белебея, Бугульмы, Туймазов и Краснокамска, Полозны, которые четко приурочены к областям взаимного перехода площадей вздыманий и депрессий.

Совокупность перечисленных выше данных позволяет автору высказать сомнение в существовании «Рязано-Уфимской глыбы» (Архангельский и др.), так как из изложенного видно, что вследствие неполноты геологической изученности в область «Рязано-Уфимской глыбы» были включены совершенно различные по своему происхождению тектонические структуры.

Несогласное залегание на изученной территории триаса и мезозоя подтверждает существующую точку зрения о том, что области депрессий и вздымания к концу герцинского орогенеза представляли уже единый жесткий массив, на северном и южном склонах которого развились мезозойские прогибы, причем южный мезозойский прогиб территориально совпадает с областью герцинских складчатых платформенных сооружений.

З. М. Старостина, изучая стратиграфию пермских отложений Заволжья, летом 1939 г. производила работы на территории, заключенной между меридианом гг. Бузулук — Бугуруслан на западе, р. Салмыш на востоке, р. Б. Чуран (правый приток р. Самарки) на юге и рр. Б. Кинель и Садак на севере.

По данным бурения в г. Бугуруслане в основании разреза залегает толща пород каменноугольного возраста.

Нижний карбон представлен внизу желто-серыми, вверху светлыми известняками и доломитами с прослоями глин. Здесь выделяются туть-

ские, алексинские, михайловские и серпуховские слои. Мощность C_1 не менее 370 м.

Средний и верхний карбон представлены очень однообразной толщей серых доломитов и известняков с включениями ангидрита и гипса. Отдельные горизонты этой толщи пропитаны нефтью. Мощность около 780 м. Выше залегают: P_1^{art+kg} — комплекс чередования доломитов, ангидритов и пористых, пропитанных нефтью, известняков, общей мощностью 260 м, на котором лежит толща песков и песчаников с прослоями глин, доломитов и мергелей. Мощность этой пачки, относимой к уфимской свите, изменяется в отдельных случаях от 5 до 50 м.

P_1^{kz1} — толща глин и известняков или доломитов с обильной фауной спириферовых слоев. Мощность 30—40 м. P_1^{kz2} — толща химических осадков (ангидрит и каменная соль) мощностью от 20 до 90 м. Уменьшение мощности наблюдается в западном направлении за счет исчезновения каменной соли. По возрасту местными геологами эта толща относится еще к спириферовому подъярису.

$P_1^{kz1/2}$ — переослаивание известняков, глин, доломитов, песчаников и гипса, относящихся уже к конхиферовому горизонту. По литологическому составу эта толща подразделяется на ряд свит, причем, по мнению местных работников, здесь наблюдается определенная, втроекратно повторяющаяся, цикличная закономерность в изменении состава пород. Общая мощность всей этой толщи не менее 160—170 м. Верхняя часть ее, обнажающаяся у г. Бугуруслана над урезом воды р. Б. Кинель и прослеживаемая вверх по реке, обогащается здесь значительным количеством гипса и карбонатных прослоев.

Постепенно поднимаясь к северо-востоку, эта гипсоносная толща вскрывается на р. Садак и прослеживается на р. Дему, где она замещается морскими отложениями — толщей белых глин, белых мучнистых доломитов и известняков с фауной пелеципод. Та же толща пестроцветных глин с частыми прослоями розовых известняков вскрывается и в верховьях р. Тока.

Таким образом, породы, развитые на р. Садак, на р. Деме, близ устья р. Садак, в верховьях р. Б. Кинель и частично в среднем его течении соответствуют верхней половине известняково-доломитово-глинистого комплекса конхиферового горизонта верхов скважины г. Бугуруслана. Эти выводы противоречат точке зрения А. Н. Мазаровича, который считает, что породы, обнажающиеся в г. Бугуруслане над урезом воды, надлежит «сопоставлять с низкими горизонтами цехштейна», верхнюю же часть тех же пород в верховьях Б. Кинеля названный автор считает уржумом, а «садакские» известняки относит к белебеевской свите.

По р. Салмыш породы спириферового возраста представлены толщей глин, известняков с морской фауной и песчаников, общей мощностью около 45 м. Выше располагается мощная толща красноцветных континентальных пород: глин, песчаников, мергелей и доломитов мощностью 130—140 м. Наличие в нижней четверти этой толщи прослоев известняков с морской фауной пелеципод, присутствие в верхах ее гипса и налегание на спириферовые слои позволяют считать эту толщу континентальным аналогом конхиферовых слоев (белебеевская свита). Верхняя часть этой толщи у сел. Успенки хорошо увязывается с разрезом р. Тока и р. Б. Кинеля.

В бассейне р. Каргалок почти вся толща казанских пород выражена в континентальной фации и представлена толщей глин, мергелей и песчаников. В низах разреза (буровая скважина) залегают толща серых мергелей и песчаников с прослоями угля, содержащая пресноводную

фауну. Венчается разрез свитой песчаных пород с меденосными песчаниками, разработавшимися в Каргалинских рудниках.

Выше описанных пород казанского возраста располагается толща красноцветных континентальных отложений, относимая предыдущими исследователями к татарскому ярусу.

Я. С. Никитин при работах по рр. Б. и М. Кинель эту толщу расчленил на четыре литологических комплекса: P_2^{tata} , P_2^{tatab} , P_2^{tatac} и $P_2^{tata d}$.

P_2^{tata} — нижняя глинисто-песчаная пачка, состоящая из толщи красных мергелистых глин с линзами косослоистых песков, мощностью 40—50 м. Эта толща имеет самое широкое распространение, развита по рр. Б. Кинель, Ток и Чуран. В верховьях р. М. Чурана эта толща переходит непосредственно в меденосные песчаники Каргалинских рудников. С севера на юг мощность толщи увеличивается до 90 м. На р. М. Чуран ниже дер. Алдашева в этой толще найдены кости позвоночных, которые, по заключению И. А. Ефремова, предположительно отнесены к II дейноцефаловой зоне, соответствующей казанскому возрасту, почему З. М. Старостиной этой толще и придан индекс $P_2^{kz_2^2}$.

P_2^{tatab} — пачка пестро окрашенных глин и мергелей, состоит из пере-слаивания лиловых, розовых, белых глин, мергелей, доломитов и известняков. Мощность 30—50 м. В силу общего подъема пород на северо-восток эта толща имеет распространение только в западной половине района. При движении на юг количество карбонатных разностей в толще уменьшается. На р. М. Кинель в этих породах, при раскопках Палеонтологического института, обнаружены кости позвоночных (дейноцефалов и лабиринтодонтов), по определению И. А. Ефремова также принадлежащих к II дейноцефаловой зоне.

Эта толща, по А. Н. Мазаровичу, на р. Б. Кинеле относится к садакской фации, на р. Ток объединяется с подстилающими и покрываемыми породами и относится к сарминской свите. Этой свите дан индекс $P_2^{kz_2^3}$.

$P_2^{tatac+d}$ — выше залегает толща красных мергелистых глин, красно-бурых слюдистых мелкозернистых песчаников и тонких прослоев зелено-ватоголубых песчаников. Я. С. Никитин разделяет эту толщу на две пачки «с» и «d». Но отличие их очень невелико и заключается лишь в большем количестве песков вверху. Мощность этих пород около 80—85 м. В бассейне р. Ток у сел. Каменки в песках верхней части этой толщи нами была найдена крупная кость позвоночного парейазавра, типа *scutosaurus* — IV зона И. А. Ефремова, соответствующая татарскому ярусу. В схеме Старостиной толща имеет индекс P_2^{41+2} .

Находки позвоночных II дейноцефаловой зоны: *Melosaurus uralensis*, *Platyops*, *Zygosaurus* (каргалинские рудники), дейноцефалы и стегоцефалы (р. М. Чуран), *Platyops stukenbergi*, *Ulemosaurus?*, *Titanophoneus* (р. М. Кинель) в свитах $P_2^{kz_2^2}$ и $P_2^{kz_2^3}$ (P_2^{tata} и P_2^{tatab} Я. С. Никитина) позволяют сделать вывод о казанском возрасте этих свит — нижней половине «татарских пород», и только верхняя их часть — свита $P_2^{41.2}$ (P_2^{tatac} и $P_2^{tata d}$ Я. С. Никитина), где найдены остатки парейазавра, типа *Scutosaurus* парейазавровой зоны, принадлежит к татарскому ярусу. Залегające выше пески и конгломераты относятся к триасу.

А. А. Богданов, совместно с З. М. Старостиной, изучал тектонику Бугуруслан-Чкаловского района. При этом удалось охватить достаточно обширную территорию, расположенную между меридианами гг. Бугуруслана (на западе) и Чкаловска (на востоке), бассейном р. Б. Кинель и верховьями Демы (на севере) и р. Самарой на

юге. Кроме того, были произведены маршрутные поездки в район междуречий Урала и Самары и Урала и Сакмары.

Общий характер геологического строения этой территории сводится к следующему¹.

Прикаспийская впадина, характеризующаяся мощными накоплениями осадков в мезозойскую эпоху и широким развитием соляных куполов, постепенно меняет свои характерные черты и переходит в районе междуречья Самары и Урала в Восточно-Русскую впадину платформы. Переход совершается постепенно, путем поднятия палеозойского фундамента с соответственным уменьшением мощностей мезозоя. Вдоль р. Урала появляются крупные соляные куполы, выводящие на поверхность пермские образования (Генварцево и др.). Севернее, на Общем Сырте, мезозойский покров еще более уменьшается в мощности и солянокупольные структуры в большей части слагаются бузулукской свитой (Белогорский грабен). При этом они сохраняют все основные черты Эмбенских соляных куполов: размеры, наличие центрального клиновидного грабена, радиальные сбросы и т. д.

К северу от р. Самары мезозойские отложения встречаются лишь изредка небольшими останцами на водоразделах. Отсутствуют здесь и солянокупольные структуры. Последние вдоль южного склона Общего Сырта продолжают на восток и северо-восток, к г. Чкаловску в бассейне р. Салмыш и далее на север в Южную Башкирию к Ишимбаеву.

Таким образом, исследованный район обрамлен как с юга, так и с востока областями, характеризующимися развитием соляной тектоники. Сам он является северным продолжением Прикаспийской впадины. Постепенный подъем татарских и казанских отложений от г. Бузулука непрерывно отмечается как в северном, так и в восточном направлениях. В районе г. Бугуруслана намечается более крутой подъем казанских отложений, соответствующий положению северного борта впадины. Северо-восточный и восточный борты ее располагаются в верховьях р. Демы и на восточной (меридиональной) части Общего Сырта — водораздела между р. Салмыш и притоками р. Самары. Во всех случаях наклон казанских пород от бортов к центральным частям впадины колеблется в пределах 1—3 м/км.

На западе Бузулукская впадина, очевидно, сливается с прогибом, расположенным между Пугачевским валом, который затухает в ее пределах, и поднятием Самарской Луки.

Вдоль северного борта впадины — в бассейне рр. Б. и М. Кинель располагаются достаточно пологие (угол наклона не превышает 3—5°) поднятия, имеющие общую широтную ориентировку. Южные их крылья, как правило, более крутые, чем северные (на последних наклон пород равен 1—3°). Размеры поднятий колеблются в пределах 20—30 км², форма их чрезвычайно неправильная и лишь условно может быть принята брахиантклинальной. К этим поднятиям в г. Бугуруслане приурочены залежи нефти и горючих газов, сосредоточенных в спириферовом горизонте и подстилающих его песчаниках — аналогах уфимской свиты верхнего кунгура Западного Приуралья.

Сопоставление изменения литологического состава и мощностей спириферового горизонта со структурной картой его поверхности, в пределах площади Бугурусланской и Ново-Степановской структур, покрытой достаточно густой сетью буровых скважин, показывает, что формирование поднятия в значительной мере происходило в спириферо-

¹ Сводка по стратиграфии пермских отложений района приведена выше, в отчете о работах З. М. Старостиной.

вый век. На это указывают правильный переход глинистых осадков в глинисто-мергелистые и далее в известковистые — по мере удаления от свода к крыльям и уменьшение их мощностей к своду.

В более высоких горизонтах эта правильность не прослеживается, — здесь видна зависимость от формирования более крупной структуры, на фоне которой Бугурусланское поднятие является осложняющей ее деталью. Таковой в данном случае может явиться только собственно Бузулукская впадина.

В центральных частях впадины поднятия, типа Бугурусланских структур, по имеющимся данным, отсутствуют. Отсюда может быть сделан соответствующий вывод о направлении поисково-разведочных на нефть и газ работ в область широкого валообразного поднятия, обрамляющего с севера и северо-запада Бузулукскую впадину и протягивающегося от Самарской Луки через Сок и структуры левобережья р. Камы к западной части Уфимского плато.

Менее ясными являются соотношения Бузулукской впадины с предгорной впадиной Западного Приуралья; здесь возможны два допущения:

а) если среди красноцветных свит Западного Приуралья действительно широко развиты свиты казанского и татарского яруса или, иначе, если формирование впадины продолжалось в казанское и татарское время, то последняя отделяется от Бузулукской впадины меридиональным валом, проходящим вдоль правобережья рр. Салмыш и Демы. С ним будет совпадать переход западных морских фаций цехштейна в восточные континентальные;

б) если среди красноцветных толщ Западного Приуралья участие отложений казанского и татарского времени ограничено и главная часть их приходится на долю верхнего кунгура, иными словами, если формирование предгорной впадины к казанскому времени закончилось, то можно предположить миграцию впадины в пределах платформы и считать Бузулукскую впадину преемницей Уральской предгорной впадины, возникшей по завершении ее формирования в новых условиях общего развития Русской платформы.

Разбор этих положений имеет определенное практическое значение, если рассматривать вышеочерченное гипотетическое валообразное поднятие как зону возможного развития нефтяных месторождений.

Б. Л. Шнеерсон занимался изучением гравитационных аномалий в Ишимбаевском районе. Были собраны материалы для выяснения связи между геофизическими и геологическими данными. Несмотря на отсутствие данных по всем скважинам, выяснилось, что имеющиеся положительные гравитационные аномалии являются результатом совместного действия известняков и ангидритов, глин, гипсов и песчаников. Это сочетание пород образует в Ишимбаеве пологую гравитационную аномалию, на которой резко выделяются аномалии, связанные с местным утолщением ангидритов и приуроченные к вершинам рифов. Если считать утолщения ангидритов «спутниками» рифов, то для облегчения поисков новых рифов вблизи известных нам в Ишимбаеве полезно поставить гравиметрические частые наблюдения там, где по предположению геологов можно ожидать продолжения ишимбаевских рифовых структур.

В районе Ишимбаевских промыслов значения $\frac{dw}{dz}$ колеблются от $+35 \cdot \frac{1}{10^4}$ мгл до $-20 \cdot \frac{1}{10^4}$ мгл, т. е. интервал равен $55 \cdot 10^{-4}$ мгл. На общем гравитационном фоне резко выделяются 2 положительные и 2 отрицательные аномалии. Первая положительная аномалия находится

в районе скважины 707. Аномалия несколько вытянута в СЗ-ЮВ направлении, размеры ее по изоаномалии $+5$ мгл 1.6×2.5 км². Количество наблюдений в районе этой аномалии достаточное. Интересно поведение векторов. Большие векторы расположены на восточной и юго-восточной стороне аномалии.

Другая положительная аномалия расположена в 3 км к востоку от первой в районе скважин № 716—726. Эта аномалия вытянута в СВС-ЮЗЮ направлении, размеры ее около 1×1.6 км².

Первая отрицательная аномалия находится к югу от скважины № 714. Ее простираение отличается от простираения известняков западного Ишимбаевского промысла: $\left(\frac{dw}{dz}\right)$ мин. — $20 \cdot \frac{1}{10^4}$ мгл. Вторая отрицательная аномалия находится к северу от Ишимбаевских промыслов, между скважинами № 713 и 719.

Поскольку район Ишимбаевских промыслов разбурен и геологически хорошо изучен, сравнение геологических и геофизических данных представляет большой методический интерес. На структурной карте, составленной трестом «Башнефть», изогипсы для артинских известняков Западного Ишимбаева вытянуты в широтном направлении.

Изогипсы известняков Восточного Ишимбаева в центральной части имеют округленную форму.

Уфимские и кунгурские слои сложены глинами, песчаниками, гипсами, солью и ангидритами, плотность которых различна. Плотность известняков должна быть более или менее постоянной.

Первый положительный максимум, расположенный в западной части Западного Ишимбаева, не совпадает в основном с поднятием массива известняков. Геологи и геофизики треста объясняют это несовпадение боковым влиянием более тяжелых ангидритов. Действительно, выше известняков лежат кунгурские и уфимские отложения, представленные преимущественно гипсами, песчаниками и глинами. Эти породы по плотности отличаются друг от друга не более чем на 0.1—0.2, в то время как плотность ангидритов (2.8—2.9) значительно выше. Экцентричное же по отношению к массиву известняков расположение ангидритов иллюстрируется следующим профилем скважин (по данным геологических месячных буровых журналов, в метрах):

№ скважин	22	30	272	7	33	15	4	721
Глубина залегания ангидрита от . . .	(408)	350	285	(?)	190	235	386	(?)
до . . .	(472)	682	561		407	332	471	
Мощность	< 60	332	276	(?)	217	198	85	(?)
Кровля артинских известняков	861	847	622	552	603	567	503	608

Для первой гравитационной аномалии Шнеерсоном были сделаны попытки определить ориентировочно возмущающую гравитационную массу по формуле:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\partial W}{\partial z} dx dy = 2\pi k^2 s d m,$$

$$M = (\sigma - \sigma_0) sh = s d m$$

принято постоянной величиной кровли, равной 0.5.

Интегрирование можно ограничить контуром изоаномалии $+10 \cdot \frac{1}{10^4}$ мгл, т. е. выделяя аномальную площадь, которая резко отмечается на карте. Значение начальной линии принято равным $+5 \cdot \frac{1}{10^4}$ мгл, в виду

того, что влияния возмущающей массы простираются несколько дальше. Мы получим, что

$$v = \frac{0.08}{\sigma - \sigma_0} \text{ км}^3$$

при

$$\sigma - \sigma_0 = 0.5 \quad h\sigma = 0.16 \text{ км}^3,$$

отсюда

s	h
1 км ²	160 м
1 ¹ / ₂ км ²	110 "
2 "	80 "

Эти вычисления ориентировочные, но они показывают, что аномалии можно объяснить возмущающей массой небольшой площади и малой мощности. Порядок полученного объема близок к объему возмущающей массы ангидритов.

Исходя из вышеизложенного, можно вывести заключение, что эти резкие гравитационные аномалии на небольших площадях в основном связаны с ангидритами. Если на основании изучения Западного и Восточного Ишимбаева предположить, что скопления ангидрита возможны и на других вблизи лежащих «рифовых» вздутиях, то целесообразно поставить полевые гравиметрические работы на участках, примыкающих к Ишимбаеву. Съемка должна быть детальная (15—20 точек на 1 км²) и направлена на те участки вблизи ишимбаевских промыслов, где мы можем ожидать новые «рифы», так как скопления ангидритов могут быть и там, где рифовые вздутия отсутствуют.

Изучение причин двух вышеупомянутых отрицательных минимумов представляет также большой теоретический и практический интерес.

Н. А. Архангельская в 1939 г. занималась выяснением структуры Пензенско-Алатырского района, расположенного между р. Цной на западе и р. Сурой на востоке. Для этого района составлены карты рельефа поверхности каменноугольных, юрских и сеноманских отложений. Хотя карты для двух первах горизонтов отражают не только тектоническую структуру но и результаты древней и частично современной эрозии, они все же позволяют судить об основных чертах структуры изучаемого района.

С запада район ограничивается на всем протяжении областью Окско-Цнинского вала. Вдоль восточного склона последнего протягивается прогиб, ясно выраженный на картах поверхностей карбона и юры. В северной части, от Выксы на севере до широты ст. Торбеево, он представляет собой пологую впадину шириной в 50—60 км. Разница в отметках между осевой частью вала и тальвегом прогиба около 70 м. В средней части прогиб имеет северо-западное направление; на севере, близ г. Елатымы, он поворачивает на северо-восток. Ось его здесь испытывает некоторое поднятие, замыкающее прогиб близ г. Кулебаки. К югу от широты ст. Торбеева прогиб начинает довольно быстро углубляться, отметки карбона становятся отрицательными, и у г. Керенска он изменяет свое направление на юго-восточное, близкое к широтному, прослеживаясь далее на восток до г. Пензы, где наблюдается наибольшая в нашем районе глубина залегания карбона в —180 м абс. высоты. В этой части района для карбона почти не имеется отметок, но, судя по скважине у сел. Буртас и по отметкам нижне-меловых отложений, прогиб ограничивается с юга полосой поднятий, идущей в том же направлении и хорошо вырисовывающейся на карте поверхности сеномана. Таким образом, описываемый прогиб имеет форму дуги, обращенной выпуклостью к западу, и ограничивает Пензенско-Алатырский район с запада и юга.

С севера и востока от него располагается область поднятий, которую можно разделить на две более или менее обособленные части — северную и южную.

Наиболее приподнятым участком северного поднятия являются выходы верхнего карбона по р. Алатырю, где отметки поверхности каменноугольных известняков достигают 150 м абс. высоты. На карте поверхности карбона это поднятие имеет вид широкого полого вздутия, несколько вытянутого в юго-восточном направлении.

Пологие склоны спускаются от наиболее приподнятой части во все стороны: на запад к описанному прогибу, на восток, на юг к седловине перед началом южных Иссинских поднятий и на север, где карбон погружается под покров пермских отложений. На северо-западе на карте поверхности карбона намечается соединение этого поднятия с Окско-Цнинским валом через седловину в районе гг. Мурома, Выксы и Кумбак.

Это, повидимому, говорит в пользу предположения А. Д. Архангельского об ответвлении от Окско-Цнинского особого Алатырского вала, но наши работы показывают, что Алатырское поднятие имеет характер не вала, а скорее широкого свода, как это было установлено З. М. Старостиной.

Карта поверхности юрских отложений дает для этой части района несколько иную картину. Западный и южный склоны в основном совпадают с описанными выше, но на севере и востоке вместо погружения наблюдается весьма пологое повышение поверхности юрских отложений, перекрывающих уже пермские породы.

К юго-востоку от описанного поднятия располагается узкая, шириной около 20 км, полоса резких поднятий по рр. Иссе и Шукше, имеющих в общем юго-восточное направление и являющихся как бы продолжением на юг наиболее приподнятой части Алатырского поднятия, от которого она отделяется перегибом — седловиной, расположенной между ст. Рузаевка и г. Инсаром. Здесь среди верхне- и нижнемеловых отложений давно были отмечены выходы на поверхность карбона и юры. На карте поверхности юрских отложений здесь намечаются два куполообразных поднятия, в ядре которых выходит карбон на максимальной для всего района абсолютной высоте в 220 м. Третье южное поднятие с выходами юры на абсолютную высоту 190 м вытянуто в юго-восточном направлении, прослеживаясь на довольно значительное расстояние к востоку от г. Пензы.

Как уже указывалось выше, на карте поверхности сеномана ясно вырисовывается еще одна неширокая полоса поднятий, ограничивающая с юга прогиб и находящаяся на южной границе описываемого района. Полоса эта, известная под именем Керенско-Чембарской, состоит из нескольких антиклиналоподобных поднятий и протягивается в юго-восточном направлении через сс. Пачелма и Троицкое к северу от г. Чембар. Эта полоса, повидимому, является продолжением Окско-Цнинского вала, поворот оси которого к востоку намечается отчетливо на карте поверхности карбона.

Таким образом, структура Пензенско-Алатырского района, согласно составленным структурным картам, складывается из двух основных элементов: прогиба вдоль восточного склона Окско-Цнинского вала и Алатырско-Иссинских поднятий. С запада и юга район ограничивается поднятиями Окско-Цнинского вала и его Керенско-Чембарского продолжения.

С точки зрения возможной нефтеносности по своей структуре несомненно заслуживают внимания Иссинские поднятия, на которых в 1940 г. предполагается разведочное бурение, а также Чембарское поднятие на юге района.

Е. В. Милановский и работавшие под его руководством В. Н. Соболевская, А. Г. Завидонова, Н. В. Кулясова и С. А. Добров изучали структуру Поволжья от широты г. Цивильска до г. Сталинграда и от рр. Хопра и Вороны до Волги.

Для этого был составлен ряд структурных карт по отдельным стратиграфическим горизонтам, дающих предварительное представление о строении района Волжского правобережья, уточнение которого и окончательное подтверждение потребует, впрочем, ряда дополнительных работ в 1940 г.

В результате работы 1939 г. на изучаемой территории наметились основные тектонические линии в виде двух параллельных антиклинальных зон или цепей куполов северо-восточного направления, расположенных между Вольско-Хвалынским прогибом и Симбирско-Саратовской синеклизой. Географическое положение прогибов на основании составленных структурных карт определилось следующим образом.

Вольско-Хвалынский прогиб, протягиваясь примерно от параллели г. Хвалынска на юго-запад вдоль р. Терешки, с приближением к Саратову несколько отклоняется к востоку и, повидимому, продолжается в Заволжье. Примерно то же направление имеет Симбирско-Саратовская синеклиза, ось которой от г. Кузнецка направляется к г. Петровску и г. Аткарку, протягивается вдоль левого берега р. Медведицы и южнее переходит на правый берег р. Медведицы; ее продолжение сказывается, повидимому, в опущенной зоне на Дону между Усть-Хоперском и станицей Распопинской и еще южнее в среднем течении р. Чир.

Между этими двумя синклиналиными зонами расположены, как указывалось выше, две полосы поднятий, на первую из которых, с запада, ложатся поднятия к югу от Жигулевского сброса, между Конадеем и г. Кузнецком, где «Востокнефтью» обнаружены две нефтеносные «структуры» — Варваринская и Сергиевская; южнее на эту же линию попадает Гусихинская складка, Озерско-Полчаниновский купол, повидимому Ленево-Озерский купол Доно-Медведицкого вала и, наконец, Донской купол южного окончания того же вала.

На второй антиклинальной полосе располагаются: поднятие на р. Терешке, Карабулакский купол, Тепловское поднятие, повидимому, ряд Саратовских антиклиналей, а южнее Саратова — поднятие на р. Горючке и Гнилушкинский купол Доно-Медведицкого вала, юго-восточным отрогом которого она, возможно, заканчивается.

Таким образом, мы имеем на территории Волжского правобережья тектонические линии, простирающие от широты Сызрани к югу согласуется с простираем палеозойской оси Заволжья, а в северной, возможно, отклоняется к востоку в район Заволжья.

Связи Саратовских поднятий с Алатырским валом подметить не удается.

Севернее линии Жигулевской дислокации в пределах Симбирска (Ульяновско-Саратовской синеклизы) выявляется ряд прогибов и поднятий с преимущественным северо-восточным простираем. Структура их осложняется несколькими резкими нарушениями, имеющими местами характер резко асимметричных флексуобразных антиклиналей, местами узких, сильно сжатых антиклиналей и местами, повидимому, сбросов. К таким структурным формам принадлежат Борлинская флексура или, точнее, асимметричная антиклиналь, Корсунская дислокация, Шлемасская дислокация, Краснососенская дислокация и ряд других.

КАВКАЗСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ

(Начальник член-корреспондент Академии Наук СССР П. И. Лебедев)

По содержанию кавказские работы можно разделить на три группы, каждая из которых выполнялась несколькими отрядами, объединенными общим руководством: изучение стратиграфии и тектоники производилось под руководством проф. В. П. Ренгартена, изучение магматических пород — под руководством чл.-корр. Д. С. Белянкина и работы по изучению рудных месторождений — под руководством проф. Д. И. Щербакова.

А. Стратиграфо-тектонические работы

Работы стратиграфо-тектонической группы Кавказской комплексной экспедиции в полевом периоде выполнялись 5 отрядами и были направлены на уточнение и детализацию лучших и наиболее типичных разрезов и на дополнительное исследование районов, оставшихся мало освещенными прежними исследователями.

В. Н. Робинсон работал над выяснением геологической истории Большого Кавказа и этапов формирования хребта в палеозойское время. В пределах распространения палеозойских пород в последние годы был обнаружен ряд месторождений полезных ископаемых, часть которых получила большое промышленное значение. Достаточно назвать месторождения молибдена и вольфрама (рр. Тырныауз, Блыб), золота (почти все реки северного склона), железа и никеля (рр. Малка, Лаба), каменного угля (рр. М. и Б. Лаба, Кяфар, Зеленчук), исландского шпата (р. Чалык) и пр. Все они залегают в палеозойских породах, хотя во многих случаях и не связаны с ними генетически.

Исследованиями В. Н. Робинсона в предшествующие годы был установлен в основных чертах общий стратиграфический разрез палеозоя Северного Кавказа. Исследования истекшего года были направлены на разрешение отдельных узловых вопросов стратиграфии палеозоя данной области в связи с его тектоникой и проявлениями вулканизма.

Главная полоса выходов палеозойских пород расположена в пределах тектонической зоны передового хребта на протяжении 280 км от р. Белой до р. Чегем. Кроме того, к северу от этой полосы имеются выходы палеозоя по р. Малке.

Исследованиями 1939 г. была охвачена восточная часть данной области между рр. Тебердой и Баксаном. На этом протяжении развиты преимущественно отложения среднего палеозоя (верхнего силура, девона и нижнего карбона). Отложения нижнего и верхнего палеозоя распространены, главным образом, в более западных районах.

В этих районах к нижнему палеозою могут быть отнесены кварцево-илоритово-серицитовые сланцы, обнажающиеся узкой, тектонически обособленной полоской вдоль южного края зоны передового хребта.

Кроме того, по рр. Малке и Мушту обнажается мощная толща метаморфических сланцев с преобладанием биотитово-кварцитовых сланцев, условно относимая к верхнему докембрию (А. П. Герасимов). По наблюдениям В. Н. Робинсона, эта толща скорее должна быть причислена к нижнему палеозою в виду большого сходства ее с верхней свитой нижнего палеозоя западных районов (рр. Лабы и Урупа), представленной в главной своей части также биотито-кварцитовыми сланцами.

По рр. Малке и Хасауту, к северу от выходов упомянутой выше толщи сланцев выступает свита филлитовых сланцев, кварцитов, песчаников и известняков верхнего силура (по А. П. Герасимову). По на-

блюдениям Робинсона данная свита не имеет своих аналогов среди палеозойских отложений главной полосы их выходов в зоне передового хребта и, повидимому, скрыта там на глубине. В связи с этим весьма ограничиваются наши возможности изучения контактов между нижним и средним палеозоем и тем самым затрудняется разрешение вопроса о каледонских движениях на Кавказе.

В настоящий момент можно считать установленным, что на Северном Кавказе мы имеем почти полный разрез отложений девона и нижнего карбона. Несмотря на то, что для девона палеонтологически доказано присутствие только франского яруса верхнего девона, мы располагаем достаточными данными, позволяющими ныне выделить также отложения среднего и частью нижнего девона. Нижняя часть толщи девонских слоев представлена преимущественно вулканогенными породами кислых эффузивов (рассланцованными кварцевыми порфирами и их туфами), что позволяет сопоставить их с вулканогенными толщами верхов нижнего и низов среднего девона восточного склона Урала и отчасти Казахстана. Выше лежащие слои сложены метаморфизованными конгломератами и сланцами, сменяющимися выше свитой известняков и сланцев, в верхах которой находится фауна франского яруса. Далее вверх преобладают глинистые сланцы с прослоями известняков; отвечающих верхней части девона.

Изучение условий залегания девона между рр. Даутом и Тебердой позволило установить погружение его слоев к западу, что привело к заключению о существовании по р. Теберде более молодых, чем девон, образований среднего палеозоя, именно нижнего карбона. К ним были отнесены известняки у Верхней Теберды и Гидама с фауной кораллов и фораминифер. Определение последних подтвердило этот вывод и позволило даже причислить известняки к самым низам карбона (этренские слои). Лежащие выше горизонты нижнего карбона сложены метаморфизованными (кварцево-серицитовыми) сланцами, включающими пластовые интрузии порфиритов. Более молодые отложения этого комплекса слоев нижнего карбона в районе р. Теберды не сохранились.

В литературе (С. П. Соловьев и др.) имелись указания на присутствие метаморфизованных отложений нижнего карбона далее к востоку по Баксану (район Тырны-ауза), представленных двумя свитами: нижней свитой кристаллических известняков (и песчаников) и верхней (тырны-аузской) свитой филлитов, кварцитов и других пород. В. Н. Робинсоном была совершена лишь предварительная поездка на Баксан в район Тырны-ауза. Поэтому окончательного суждения о стратиграфическом разрезе палеозоя этого района у него не имеется. Но все же представляется более вероятным, что тырныаузская свита древнее известняков. Она содержит значительное количество вулканогенного материала (порфиритовые туфы и пр.), который может представлять собой эффузивное проявление порфиритовых извержений нижнего карбона района р. Теберды. С другой стороны, тырныаузская свита по своему составу весьма напоминает свиту подобных же пород нижнего карбона, выступающих в Главном хребте (рр. М. Лаба, Уруштен), где последние подстилают песчаники и известняки с фауной визейского яруса. На основании этого и ряда других соображений свита известняков (и песчаников) района Тырны-ауза может быть условно приравнена к визейскому ярусу.

Наиболее молодым компонентом комплекса отложений нижнего карбона является так называемая карачаевская свита, состоящая в основном из глинистых сланцев с прослоями песчаников и кремнистых пород (с радиоляриями карбона), включающая эффузии порфиритов и их туфов, а сверху сложенная конгломератами с крупными валунами девонских

известняков. Полоса выходов карачаевской свиты протягивается от р. Даут до верховья р. Малки и прилегает с юга по тектоническому контакту к выходам девона и нижнего карбона. Отдельные выходы карачаевской свиты обнаружены были также по р. Теберде у аула Н. Теберда и в районе Баксана. Нормального стратиграфического контакта карачаевской свиты с нижележащими напластованиями нижнего карбона нигде не обнаружено. Отложения среднего карбона, представленные континентальными осадками (песчаники, глинистые сланцы, конгломераты), залегают несогласно на карачаевской свите в районе р. Кубани, но к западу перекрывают более древние образования палеозоя. Все это говорит о значительных тектонических движениях в конце нижнего карбона. Последующие крупные движения произошли уже в самом конце палеозоя. Возможно, что движения были и перед отложением карачаевской свиты, но доказательств значительных проявлений их в течение девона и нижнего карбона, кончая визейским веком, мы пока не имеем.

Возраст интрузий красных и серых гранитов, обнажающихся по рр. Малке и Индышу, еще точно не установлен. Условно они причисляются к каледонским. Бесспорно к варисским и по возрасту ограниченными только пределами нижнего карбона должны быть причислены следующие интрузии: порфириды, залегающие в низах нижнего карбона (р. Теберда), затем габбро-диориты и диориты, прорывающиеся во многих местах порфириды (рр. Гидам, Теберда); сиенито-диориты, вероятно близкие по времени образования к габбро-диоритам; наконец, серпентиниты, соотношения которых с вышеперечисленными интрузиями точно не установлены. Наблюдения большинства петрографов говорят о более молодом возрасте габбро-диоритов и сиенито-диоритов, чем серпентинитов.

Уже ранее В. Н. Робинсоном было установлено, что серпентиниты в районе Кыфара, прорывая девонские отложения, перекрываются несогласно средним карбоном. Ныне обнаружено, что они прорывают также весь нижний карбон и карачаевскую свиту (Нижняя Теберда). К востоку от Теберды серпентиниты выступают небольшими телами, обычно по линиям тектонических контактов карачаевской свиты или более древних толщ с отложениями среднего и верхнего карбона. Это обстоятельство приводило раньше некоторых исследователей к выводу об их более молодом, чем верхний карбон, возрасте.

Стратиграфо-тектонический отряд под руководством И. Г. Кузнецова производил полевые работы на Северном Кавказе в бассейнах рр. Кестанты, Чегем, Черек Безингиевский, Черек Балкарский. Основной задачей работ отряда являлось выяснение вопроса о роли разрывов в структуре Центрального Кавказа и установление возраста разрывов. В связи с наблюдениями по тектонике выполнялись работы и по стратиграфии, особенно нижеюрских отложений, развитых в депрессии к югу от Скалистого хребта и на северном склоне Передового (Балкаро-Дигорского) хребта. Именно здесь имеются наиболее благоприятные геологические условия для установления разрывов и выяснения их возраста, так как на древнем кристаллическом фундаменте, сложенном гранитами и кристаллическими сланцами, залегают нижеюрские песчано-глинистые отложения и всякое замещение легко улавливается и обосновывается по нарушениям нормального контакта между докембрием и юрой. Линии разрывов, особенно нерегионального характера, одинаково трудно, а часто и невозможно наблюдать в однообразных кристаллических породах (особенно гранитах) и в мощных теллах глинистых сланцев юры. По р. Чегему между сел. В. Чегем и Актопрак наблюдения над разрывами

облегчаются проявлением здесь, кроме указанных формаций, также резко различающихся отложений верхнего докембрия, среднего и верхнего палеозоя.

Отложения среднего палеозоя представлены слабо метаморфизованными породами; это слюдистые и слюдисто-хлоритовые кварциты и частично филлиты. Они обнажаются по обоим берегам Чегема между устьями рек Тузулгу-су и Бкмлгы-су.

Верхнепалеозойские отложения представлены красноцветной толщей конгломератов, песчаников и сланцев нижней перми. Эта толща пересекается р. Чегемом у устья р. Бкмлгы-су; к востоку отсюда она скрывается под юрскими отложениями и более не появляется на поверхности; к западу она прослеживается по речкам Джуунгу-су и Кекташ-су и выходит в долину Кестанты.

По упомянутым речкам западнее р. Чегема обнажаются также нижнепалеозойские отложения, представленные свитой метаморфических сланцев.

Юрские отложения расчленяются на три толщи. Две нижние представлены песчано-сланцевыми отложениями; отличительной особенностью самой нижней является присутствие в ней эффузивов — кератофиров и порфиритов, отсутствующих в верхней. Третья свита представлена известняками и относится к верхней юре, тогда как две нижние представляют собой отложения нижней и частью средней юры.

Песчано-сланцевая толща с эффузивами имеет трансгрессивный характер и залегает на докембрии. В ней собрана обширная фауна пластинчатожаберных, отчасти также гастропод; до сих пор они относились к среднему лейасу по стратиграфическим соотношениям; не исключена возможность, что нижние ее горизонты будут представлять отложения нижнего лейаса. Эта толща широко развита по р. Чегему между устьями правых его притоков — Кардан-су и Слых-су, по р. Череку Безингиевскому между сел. Тюбенель и Усхур и по левобережью р. Чайнашки притока Черка Балкарского. К западу от Чегема эта толща нигде не обнажается; равным образом отсутствует она и к востоку от рч. Чайнашки до Уруха.

Верхняя песчано-сланцевая толща также имеет трансгрессивный характер; у южного подножья Скалистого хребта она залегает на докембрии, нижнем, среднем и верхнем палеозое, и только у сел. Хулам ее подстилает среднелейасовая толща с эффузивами.

Верхняя толща охарактеризована фауной аммонитов, белемнитов, пластинчатожаберных и, реже, гастропод; фауна свидетельствует о наличии здесь отложений тоарского и зеленского ярусов, а по рр. Чегему и Баксану также и байоса.

В основании известняковой толщи верхней юры залегают отложения келловея. Они представлены то пачкой перемежающихся зеленовато-серых песчано-глинистых, мергелистых и известняковых слоев общей мощностью до 30 м (правобережье Чегема у сел. В. Чегем), то пачкой краснобурых рыхлых песчаников и конгломератов более 10 м мощностью (район сел. Булунгу по р. Чегему), то слоем от 1 до 2 м красно-бурой песчанистой глины (верховья Джуунгу-су), сменяющейся постепенно к западу пачкой краснобурых (железистых) глинистых песчаников в основании и мергельно-глинисто-известняковыми слоями выше (правые притоки рч. Кестанты в урочище Устур). У сел. В. Чегем и по рч. Кестанты келловой охарактеризован фауной аммонитов, белемнитов, брахиопод, пластинчатожаберных и морских ежей.

Во всех без исключения случаях келловой лежит трансгрессивно на более древних отложениях — на байосе, аалене, тоаре и среднем лейасе по правобережью Чегема, на низах тоара по рч. Кестанты и на

нижнем палеозое по Джуунгу-су. Если одновременно со сказанным учесть трансгрессивное и резко несогласное залегание красноцветной толщи на среднем и нижнем палеозое и на докембрии, резкое различие в степени метаморфизации среднего палеозоя, с одной стороны, и нижнего палеозоя, с другой, и еще более резкие различия между нижним палеозоем и докембрием, то можно заключить, что на данной территории имели место тектонические движения: 1) до нижнего палеозоя, 2) перед средним палеозоем (перед нижним карбоном?), 3) перед нижней пермью, 4) перед нижним или средним лейасом, 5) перед тоаром, 6) перед келловеем, 7) после верхней юры.

Не останавливаясь на складчатости, можно лишь сказать, что в большей или меньшей мере при каждом из перечисленных тектонических движений имело место образование складчатых форм тектоники. В равной мере каждый раз имели место и образование разрывов, и относительные перемещения больших или меньших участков земной коры по этим разрывам. Во всяком случае, только на указанной незначительной площади установлены разрывы донижнепермские, предлейасовые, предтоарские, предкелловейские и послеюрские.

По некоторым разрывам имели место повторные движения.

На правобережье р. Чегема ниже устья рч. Тузулгу-су наблюдается меридиональный сброс, по которому средний палеозой опущенного западного крыла приведен впритык к гранатовым амфиболитам докембрия восточного крыла. Линия сброса упирается на севере в широтную полосу красноцветной толщи нижней перми, не испытывающую соответствующего смещения. Та же линия перекрывается тоарскими отложениями. Указанный сброс, стало быть, не только дотоарский, но и допермский.

Вследствие того, что основание нижней песчаниково-сланцевой толщи (с эффузивами) доступно наблюдению лишь на очень коротком участке к северу от сел. Тюбенель по Черему Безингиевскому, доказать наличие здесь разрывов преднижне- или предсреднелейасовых не представляется возможным. Точный же возраст нижнечегетского сброса по склонам Черема Балкарского, сброса, приводящего в ненормальное соприкосновение кристаллические сланцы и граниты массива Зилги, нельзя установить. Можно лишь сказать, что сброс дотоарский.

По долине рч. Кардан-су (притоку р. Чегема) по разрыву ненормально, впритык соприкасаются свиты среднего и верхнего лейаса южного крыла и верхнего лейаса северного опущенного крыла, чем устанавливается послеверхнелейасовый возраст сброса. Однако сопоставление стратиграфических колонок по обоим сторонам сброса приводит к неизбежному заключению о том, что образование этого сброса имело место перед тоарским веком, когда на северном поднятом крыле эрзией была уничтожена толща с эффузивами, что обусловило последующее отложение здесь тоарских осадков непосредственно на докембрии, тогда как в южном крыле толща с эффузивами сохранилась и служила основанием для тоарских осадков. Особенно наглядно иллюстрируются предтоарские глыбовые движения горизонтом тоарских конгломератов из сферосидеритов и глыб гранита по несколько метров в поперечнике. Проследивание только что охарактеризованного сброса по правобережью Чегема на запад, где обнажаются верхнеюрские известняки, показывает, что упомянутые «послеверхнелейасовые» перемещения имели место перед келловеем, так как отложения последнего не испытывают соответствующих нарушений. Равным образом предкелловейским оказался разрыв широтного простираения по рч. Кестанты, где докембрийские и палеозойские метаморфические формации северного крыла приведены в соприкосновение с верхнелейасовыми осад-

ками южного. И там келловей не испытывает соответствующих нарушений. Имеются и другие случаи предкелловейских разрывов.

По левобережью р. Чайнашки, повидимому, можно установить, что движения по разрывам происходили в келловейское время. Здесь у южного подножья массива Суук-ауз-кая проходит разрыв, по которому глинистые сланцы нижнего и среднего лейаса северного крыла приведены впритык к древним гранитам южного. Движения по этому разрыву сопровождалось проявлением гравитационного тектогенеза в южном поднимавшемся крыле. По образовавшимся здесь зонам разрывов от растяжения в глубь кристаллического массива попадали незатвердевшие келловейские известняковые илы, давшие затем целую систему жил известняка в докембрийских гранитах и гнейсах. По одной из пологих (10—12°) поверхностей разрыва переместились на север под влиянием силы тяжести громадные массы кристаллического фундамента.

Из послеверхнеюрских разрывов особенно эффектно наблюдается поперечный сброс по правобережью р. Чегема у отселка Ачи. Здесь докембрий восточного крыла приведен впритык с лейасом западного крыла, которое как раз и представляет синклиналь Зинки с ядром, сложенным верхнеюрскими известняками. По этому разрыву выходит минеральный источник Ачи.

Во многих случаях можно лишь сказать, что разрывы — послелейасовые, а если они наблюдаются в кристаллических породах, на которых не сохранилось и лейаса, то о возрасте разрывов ничего определенного сказать не удастся: они могут быть и палеозойские, и мезозойские, и кайнозойские.

В нескольких случаях по разрывам установлены признаки гидротермальной деятельности с образованием жил кварца и сульфидным оруденением. Таковы послесреднейасовые (верхний предел неизвестен) поперечные сбросы по левобережью р. Черка у сел. Хулам, а также продольный дотоарский нижнечегетский сброс по Черку Балкарскому.

Проявлений вулканизма, связанных с весьма интенсивными, как это выясняется, предтоарскими и предкелловейскими движениями, непосредственно наблюдать в данном районе не удастся. Но распространение полиметаллического оруденения во всех дотоарских формациях к западу от Чегема представляет большой интерес и свидетельствует, повидимому, о предтоарском вулканическом цикле.

Исследование одного небольшого (4—6 км²) участка на левобережье Черка Безингиевского в пределах горстообразного поднятия шириной около 3 км показало, что помимо ограничивающих это поднятие сбросов здесь имеется сложная система (более 15) продольных и поперечных сбросов, расчленяющих данный участок глыбы на множество глыб второго и более высоких порядков. Это наблюдение в связи с прежними наблюдениями И. Г. Кузнецова приводит к заключению, что древний кристаллический фундамент в доступной наблюдению его части представляет жесткую массу, распадавшуюся при всяких тектонических движениях в палео-, мезо- и кайнозойское время на сложную систему глыб, испытывавших относительные перемещения. Все движения фундамента имеют характер дифференциальных глыбовых движений.

Отряд С. С. Кузнецова занимался изучением стратиграфии и тектоники юрских сланцевых толщ главным образом в бассейне р. Айгамугидона (Восточная Дигория) и в средней части бассейна р. Ардона в полосе между Нузалом и Скалистым хребтом. В охваченной исследованиями широтной зоне северного склона Глав-

ного Кавказа юрские отложения легко подразделяются литологически и по степени дислоцированности и метаморфизованности на три комплекса. В восходящем разделе это комплексы: вулканогенный — до 150—200 м, аспидных сланцев — до 600—700 м и песчаниково-сланцевый — до 800 м.

Первый комплекс условно отнесен к нижнему, частью может быть к среднему лейасу, второй — к среднему лейасу (наличие домерского яруса документировано присутствием *Amaltheus margaritatus*), третий — к верхнему лейасу с разделением на два яруса: тоарский и ааленский. Слои тоарского яруса, от 0 до 70 м мощностью, выражены рыхлыми слюдистыми песчаниками с массой обугленного растительного детритуса и фауной *Pseudogrammoceras* sp., *Dactylioceras* sp., *Astarte* sp., *Pholadomya corrugata*, *Pholadomya woodwardi* Opp., *Phol. ambigua* Sow., *Phol. voltzi* Ag., *Phol. angustata* Sow. (?), *Posidonia buchii*, *Lima galathea d'Orb.*, *Entholium disciformis*, *Enthol. hehlii*, *Ostrea vellata* (?). Аммониты определены Г. Ф. Крымгольцем.

В основании тоара всегда конгломерат и пачка от 3 до 8 м аркозовых коалинизированных песчаников; местами наблюдаются в ней углистые и слегка графитизированные прослойки, корочки гипса, соли эпсомита. Тоар лежит резко трансгрессивно то на кристаллических породах докембрия, то на вулканогенных образованиях нижнего лейаса. Сам тоар подвергается иногда полному размыву ааленской трансгрессией.

Ааленские слои имеют большую мощность, примерно 700—800 м. Они начинаются пачкой от 120 до 180 м грубых плитняковых слюдистых песчаников, иногда с фиолетовым оттенком и с обугленными растительными остатками; выше идет толща многократно чередующихся слоев глинистых сланцев и песчаников, местами с мелкими конкрециями, флишевыми фигурами и с прослоями тугенштейна. Над пачкой базальных песчаников встречен повсеместно горизонт с фауной *Lytocegas* sp., *Leda diana* (?) d'Orb., *Goniomya duboisi* Sow., *Inoceramus dubius* Sow., *Inoc. fuscus*, *Inoc. amygdaloides* Goldf., *Inoc. gryphoides* Schl., *Pentacrinus jurensis*.

Базальная пачка аалена трансгрессивно перекрывает тоар, вулканогенный комплекс нижнего лейаса, аспидные сланцы среднего лейаса.

В ряде разрезов по рр. Уруху и Ардону выше песчаникосланцевой толщи следуют согласно с ней лежащие, терригенные песчано-глинистые накопления, часто с большим количеством сферосидеритовых конкреций, количественно увеличивающихся кверху. Эта песчано-глинистая толща резко выделяется своей рыхлостью и отсутствием самых малых следов метаморфизованности. В ней в бассейне р. Уруха были найдены многочисленные, но плохо определимые обломки *Stephanoceras*(?). Вероятно, из этой же толщи происходят известные находки В. Дервиз *Parkinsonia* в бассейне Ардона к северу от сел. Ход. На указанных основаниях рыхлая песчано-глинистая толща со сферосидеритами отнесена к догеру; граница между ним и ааленом проведена по слоям, содержащим обломки *Stephanoceras* (?).

Выясняется существование длительного предтоарского денудационного режима, во время которого между Передовым и Скалистым хребтами местами нацело были удалены нижний и средний лейас со вскрытием на обширных пространствах пород докембрия. Размыв их питал в дальнейшем тоарскую трансгрессию. Столь энергичная денудация не могла осуществиться без крупных дотоарских движений как складчатых (донецкая фаза), так и глыбовых. Последние в ослабленной форме отчетливо проявились и в предааленский век, способствуя размыву доааленских отложений и прежде всего тоарских, местами удаленных

нацело. Наличие порфиритовой дайки в базальных песчаниках аалена под сел. Ход свидетельствует о некоторых магматических инъекциях в послеааленское время.

Угловое же несогласие между келловеем и ааленом и средней юрой и резко трансгрессивное залегание келловея то на аален, то на доггер, то непосредственно на докембрий (гора Ваза-Хох) указывают на предкелловейские складчатые и глыбовые движения, ко времени которых, вероятно, можно отнести и отмеченную порфиритовую дайку.

Указанные движения земной коры определили своеобразное топографическое распространение нижнеюрских образований на площади северного склона между перевалами Штулу и Кора: нижний и средний лейас занимают южную депрессивную полосу Харвес — Гуляр — Нуза — Архон-Кора, причём вулканогенная пачка здесь часто редуцирована взбросо-надвигами докембрия на лейас; тоар и аален слагают северную депрессивную полосу между Передовым (Балкаро-Суганско-Садонским) и Скалистым хребтами; здесь часто в разрезах участвует вулканогенный комплекс нижнего лейаса и встречено пятно среднего лейаса (у сел. Вакац).

Тектоника двух названных полос различна: 1) южная представляет огромное грабенообразное опускание с сильно дислоцированными аспидными сланцами (до степени изоклиналильного сложения); южная и северная рама, построенная докембрием, тектоническая; 2) северная полоса имеет моноклиналинное строение; здесь на докембрийском субстрате лежит с волнистым залеганием в общем моноклиналинно падающая на север под Скалистый хребет тоарско-ааленская толща. Наблюдаемое в бассейне р. Ардона сближение тектонических элементов и фаций южной полосы с северной должно указывать на значительные горизонтальные перемещения к северу докембрийского субстрата: к югу от сел. Нузала он перекрывает нижний лейас, налегая прямо на аспидные сланцы, уходящие с южным падением под докембрий; к северу от сел. Нузала аспидные сланцы, повидимому, сильно смещены — они перекрывают нижний лейас и непосредственно налегают на докембрий правобережья и западнее левобережья рч. Садок (так называемый южный сброс Садонского месторождения).

Характерной структурной особенностью северной полосы является наличие мульдоподобных залеганий лейаса в докембрийском ложе, очевидно, раздробленном на некрупные глыбы, дифференциально перемещавшиеся в послелейасовое время. Такими мульдами будут: Згидская (к западу от сел. Згид), Ходская (по долине р. Ход), Джимская (у сел. Джими, недалеко от перевала Кора). Вероятно, погружение осевых частей таких мульд в отдельных случаях могло быть значительным, что должно было приводить к глубокому (сравнительно) затягиванию различных горизонтов верхнего лейаса. Садонское месторождение расположено, как нам думается, в одной из подобных структур.

Наконец, необходимо отметить наличие эрозионных останцов тоара на больших пространствах на докембрии и на аспидных сланцах, что всегда подлежит учету при картировании исследуемой территории.

С. В. Левченко в 1939 г. продолжал работы по стратиграфо-литологическому изучению сланцевых толщ приосевой части южного склона Кавказского хребта. В этих работах принимали участие геологи В. Н. Фадеев и М. П. Бархатова,

На основании полевых наблюдений, изучения литературного и фондового материала, а также камеральной обработки ими устанавливаются следующие факты по стратиграфии и литологии указанных толщ:

1. Находкой фауны фораминифер (*Schwagerina* sp.) в толще известняков свиты Хуко, выделенной В. В. Белоусовым в районе Белореченского перевала, устанавливается ее пермский возраст.

2. На ряде разрезов прослежены изменения литологического состава верхнелейасовых отложений и выделены две фации — северная и южная. Северная фация верхнелейасовых отложений протягивается от бассейна р. Головинки вплоть до верховий р. Бзыби и дальше в бассейнах рр. Ингура и Цхенис-Цхали представлена существенно сланцевыми толщами с относительно редкими прослоями и пачками песчаников. В верхних горизонтах ее встречаются прослои и конкреции сидеритов, присутствует также анкерит, а в некоторых местах и значительное количество двуокиси марганца. В ряде мест в верхних горизонтах верхнелейасовых отложений встречаются пачки и прослои туффитов и даже туфобрекчий (Западная Абхазия).

Южная фация распространена, начиная от верховий бассейна р. Гумисты, вплоть до бассейна р. Риона. Сложена она песчано-сланцевыми толщами, в составе которых песчаники часто преобладают, а сланцы становятся резко подчиненными породами. Прослои песчаников доходят до 2—3 м мощности, пачки песчаников достигают 60 м. На плоскостях наложения песчаников очень часто встречаются флишевые скульптуры, много стяжений округлой формы, как пелитовых, так и псаммитовых. В верхней части встречаются стяжения и прослои карбонатных пород. Обломочный материал песчаников сложен, главным образом, кварцем и кислыми плагиоклазами, редко встречаются обломки интрузивных пород, зерна решетчатого микроклина.

Наблюдения, произведенные летом 1939 г., а также обобщение данных, полученных в результате геологических исследований в прошлые годы рядом геологов (Гамкрелидзе, Чичинадзе и др.), позволяют в пределах Верхней и Нижней Сванетии выделить все три отдела лейаса, различающиеся по литологическому составу и по фауне.

Так, в бассейне р. Моргаули (система р. Цхенис-Цхали), среди нижней песчано-сланцевой толщи, с прослоями и пачками конгломератов, Гамкрелидзе удалось обнаружить фауну аммонитов, среди которых были определены такие формы, как *Arietites* aff. *scylla* Regh. и *Arietites* sp., указывающие на несомненно нижнелейасовый возраст этой толщи.

В вышележащей мощной (до 1500 м) свите глинистых сланцев с редкими прослоями зеленовато-серых песчаников, в пределах развития типичных сланцев около сел. Сасаши, Гамкрелидзе обнаружена фауна аммонитов, среди которых оказалась такая типичная среднелейасовая форма, как *Amaltheus margaritus* Month. Здесь же была встречена морская лилия, определенная как *Pentacrinus basaltiformis* Mill., тоже указывающая на среднелейасовую эпоху образования указанных осадков.

Среди сланцев этой свиты, особенно в верхних ее горизонтах, были встречены пачки слюдистых узловатых сланцев, лежащих среди слабо в общем метаморфизованных нормальных черных глинистых сланцев. Происхождение этих сланцев связано, вероятно, с преобразованием туфогенных сланцев.

Выше залегает толща, сложенная сланцами с значительным количеством пачек песчаников. Песчаники слюдистые. В верхних горизонтах преобладают листоватые глинистые сланцы с тонкоплиточными прослоями известковистых песчаников. В этом же горизонте встречаются сидериты.

В бассейне р. Ладлыны был найден обломок аммонита, определенный Г. Ф. Крымгольцем как *Polyplectus* sp. — форма, указывающая на верхнелейасовый возраст формирования этой верхней песчано-сланцевой свиты.

Такой же характер имеет разрез лейасовых отложений, венчаемых песчано-сланцевой свитой южной фации.

Изучение контактов налегания верхнелейасовых отложений на сланцевые свиты среднего лейаса как северной, так и южной фации говорит о непрерывном ходе седиментации. Следовательно, тот обломочный материал, который в таком изобилии встречается в пустотах верхнего лейаса южной фации, поступил из районов вздыманий, располагавшихся предположительно в области Рионской депрессии.

Особо следует отметить лейасовые отложения, развитые в приосевой части главного хребта в верховьях бассейнов рр. Ингура, Цхенис-Цхали и Риона. Начинаются эти отложения базальными конгломератами или аркозовыми песчаниками; в верхней части появляются прослои известковистых песчаников, стяжения, сложенные карбонатным веществом, а также прослои туффитов и эффузивных диабазов.

В различных частях разреза встречены фаунистические остатки. Так, в верхней части его, в верховьях р. Риона, В. Н. Фадеевым был найден обломок аммонита, определенный Г. Ф. Крымгольцем как *Polyplectus* sp.; в средней части А. В. Пейве был найден отпечаток пелециподы, определенной как *Inosegatus* sp. верхнелейасового облика, и, наконец, в районе горы Тетнульд геологом Тварамадзе обнаружен аммонит, определенный А. И. Джанелидзе как *Grammoceras thoursense* d'Orb., т. е. все находки фауны единообразно указывают на верхнелейасовый возраст образования этой свиты.

Таким образом, водораздельная область главного хребта в указанном районе представляла зону поднятий еще в предлейасовую эпоху.

Прослои туффитов, встреченные среди верхних горизонтов верхнего лейаса, свидетельствуют о том, что начало мощного юрского эффузивного цикла, особенно проявившегося в байосскую эпоху, в более южных районах, в приосевой зоне относится к верхам верхнего лейаса.

3. Среди верхнеюрских отложений следует различать комплекс осадков дотитонских и титонский комплекс. Отложения первого комплекса представлены в главной своей массе песчано-сланцевыми и песчано-мергельными осадками с прослоями известняков, а иногда с линзами массивных рифовых известняков большей или меньшей мощности. Песчаники обычно известковистые, дающие переходы к песчаным известнякам. В главной массе эти отложения размыты и сохранились только в депрессиях.

Титонский комплекс представлен тремя фациями: 1) флишевыми толщами, 2) массивными или грубослоистыми известняками и доломитами, 3) красноцветными отложениями. Красноцветные отложения титона развиты в Имеретии и Северной Мингрелии. К западу, в районе Западной Абхазии, они замещаются карбонатными отложениями. Так, в районе курорта Гагры в бассейне р. Бзыби известковый комплекс подстилается небольшой мощности пачкой красноцветных пород, в районе хр. Кацирха массивные известняки титона залегают трансгрессивно на порфиритовых отложениях средней юры, а по северному контакту на отложениях бата.

4. Флишевые отложения прослежены по южному склону Кавказа от бассейна р. Головинки вплоть до водораздела р. Геги с бассейном оз. Рицы; дальше к западу они начинаются от бассейна р. Накры в Верхней Сванетии и прослежены вплоть до верховий р. Ардона в Северной Осетии. Стратиграфические колонки флишевого комплекса как в области Западного Кавказа, так и в области Верхней Рачи литологически крайне близки. Начиная снизу, они сложены следующими породами.

J_3^{Tit} . — в основании флишевого комплекса залегает толща, сложенная чередованием известняков, мергелей и песчанистых известняков. Преобладают известняки. В ряде мест встречаются базальные конгломераты. Галька их состоит из известняков, порфиритов и сланцев. В других местах конгломераты по простиранию замещаются детритусовыми песчанистыми известняками. Мощность всей этой пачки различна, наибольшая мощность ее, достигающая 500 м, отмечена в бассейне р. Шушары и р. Лухуми. Титонский возраст толщи доказывается фауной аммонитов и аптихов.

C_1^{Vig} — выше совершенно согласно эта пачка перекрывается толщей, сложенной чередованием пачек мергелей с толстыми слоями черных глинистых известняков. Мощность от 300 до 350 м. Возраст толщи считается валанжинским на основании фауны аптихов, обнаруженных в Сочинском районе.

C_1^{Ht} — мергельно-известняковая толща прикрывается в Верхней Раче толщей, сложенной чередованием мергелей и известняковистых, часто кривослоистых песчаников, с относительно редкими пластами темных глинистых известняков. В бассейнах рр. Псоу и Мзымты этот горизонт представлен, как и нижележащий, мергелями и темными известковистыми глинистыми сланцами. Возраст принят условно за готеривский. Мощность до 400 м.

$C_1^{Bt+Art?}$ — песчано-мергельная толща перекрыта в Верхней Раче горизонтом тонкого чередования черных сланцев и кривослоистых, часто слюдястых песчаников. Выше залегает горизонт, сложенный внизу тонкоплитняковыми неизвестковистыми песчаниками, выше грубослоистыми (до 4 м) песчаниками. В бассейне р. Мзымты эта толща представлена или чередованием слюдястых песчаников и темных сланцев, причем и здесь встречаются пласты песчаников до 3 м мощности, или же толщей пестроцветных глин с редкими прослоями песчаников. Мощность этой толщи не менее 50 м.

По возрасту она относится С. В. Левченко к отложениям баррема и апта, на основании находок аммонитов и белемнитов в Сочинском районе.

Во всех толщах флишевого комплекса, особенно в двух последних, крайне широко и разнообразно развиты различные *Problematica* и всевозможные флишевые скульптуры.

В некоторых районах, например в бассейне р. Псоу, имеются переходные толщи от типичного флиша к типичным массивным известнякам.

Все указанные наблюдения как авторов, так и других исследователей, приводят к следующим соображениям.

Прежде всего несомненно устанавливается трансгрессивное налегание флишевого комплекса на более древних отложениях. Это заключение заставляет категорически отрицать то значение, которое ранее отводилось региональным разломам. В большинстве мест Верхней Рачи, Нижней и Верхней Сванетии разломы, показываемые на картах по коптации флишевых отложений, должны быть сняты.

С несомненностью устанавливается преобладание тектонических движений в осевой области Главного хребта, приведшая к формированию крупного сложного антиклинория, осложненного рядом разрывов.

Устанавливается возникновение в предтитонские эпохи крупной зоны поднятий в южной части Верхней и Нижней Сванетии, приведших к возникновению ряда крупных антиклинориев в последующие эпохи тектонических движений и разделивших единую ранее область южного склона на ряд тектонических зон.

В свете этого подмечается закономерность в приуроченности интрузий и связанных с ними рудных проявлений к крупным антиклинориям.

В течение второй половины 1939 г. А. В. Пейве вместе с А. Д. Смирновым занимались изучением разломов и их роли в структуре южного склона Главного Кавказского хребта в верховьях рр. Риона и Цхенис-Цхали. Здесь изучались северный и южный контакт флишевой зоны, а также «главный разлом», по которому древние кристаллические сланцы и граниты надвинуты к югу на толщу глинистых сланцев лейаса.

В верховьях р. Риона и в районе перевала Шари-вцек видно трансгрессивное налегание на древние граниты песчано-сланцевых отложений юры, протягивающихся непрерывной полосой вдоль южного склона хребта. Базальный горизонт мощностью 5—6 м состоит из песчаников, мелкогалечных конгломератов и крепких кварцитов. Выше залегает серия глинистых сланцев и тонкозернистых песчаников. В сланцах обнаружен горизонт с плохо сохранившимися иноцерамами верхнелейасового облика. Заканчивается разрез толщей черных глинистых сланцев.

Общая мощность разреза в верховьях р. Риона около 500 м. Возраст толщи условно считается верхнелейасовым; не исключена возможность, что верхние горизонты являются доггером.

Выше песчано-сланцевой серии залегает пачка (общей мощностью 70—80 м) рыжеватых и желтоватых мергелей с прослоями серых сланцев. Прослежена она от верховий Нацарулы до верховий р. Риона. В ряде обнажений намечается как бы постепенный переход в ниже лежащие черные сланцы. Эта пачка условно относится к верхней юре.

Вышележащий комплекс флишевых карбонатных осадков залегает трансгрессивно, иногда с мощными базальными конгломератами, присутствующими в большинстве разрезов. Нижняя пачка флишевых образований относится к титону.

Базальные конгломераты титона прослежены и по южному контакту флишевого комплекса от р. Риона до верховий р. Цхенис-Цхали. Однако разрез дотитонских юрских отложений к югу от флишевого комплекса отличается от разреза песчано-сланцевых толщ южного склона тем, что здесь появляется мощная толща пород, стратиграфическое положение и возраст которых не совсем ясны. Нижняя часть толщи слагается черными, местами углистыми сланцами, слюдястыми песчаниками и глинистыми сланцами с редкими прослоями известняков. Наблюдения в бассейне р. Сакауры привели к предварительному заключению о том, что описанные две толщи залегают между порфиритовой серией байоса и конгломератами титона, являясь, возможно, средне- и верхнеюрскими.

Наблюдения над структурами южного склона позволили сделать ряд новых выводов. В зоне антиклинального поднятия Главного хребта имеется несколько крупных структурных элементов. По данным И. Г. Кузнецова и других геологов выделены Балкаро-Дигорский антиклинорий, Штулу-Хересская депрессия и Таймазинско-Казбекский антиклинорий.

Характер этих структурных единиц, так же как и связанных с ними надвигов, понимается А. В. Пейве и А. Д. Смирновым иначе, чем предыдущими исследователями. По их мнению, перечисленные структуры, имея почти широтное простирание, расположены кулисообразно под острым углом к водоразделу и представляют собой удлиненные вздутия доюрского субстрата с резким погружением шарниров, осложненных надвигами.

Таймазинско-Казбекский антиклинорий в западной части является моноклинальным горстом. По направлению к востоку, в связи с погружением древнего субстрата, антиклинорий приобретает веерообразное строение. Южное крыло антиклинория в верховьях Риона разорвано крупным надвигом, затухающим к востоку и западу одновременно с погружением шарнира структуры. Максимальная амплитуда надвига наблюдается в той части, где имеется наибольшее поднятие древнего ядра структуры. В плане надвиг дугообразный, с выпуклостью, обращенной к югу. Такое же строение свойственно и Дигоро-Балкарскому антиклинорию; промежуточная Штулу-Хересская депрессия в поперечном разрезе имеет асимметричное строение с нормальным южным и срезанным северным крылом.

Весь собранный материал позволил А. В. Пейве и А. Д. Смирнову прийти к выводу, что «главный надвиг» не существует как единая непрерывная линия, протягивающаяся вдоль всего южного склона Центрального Кавказа. Имеется в действительности ряд кулисообразно расположенных затухающих по простиранию надвигов, генетически связанных, вероятно, с образованием крупных антиклинориев.

Вдоль южного склона Кавказа, начиная от Эльбрусского горного узла, протягивается крупный синклиний, уходящий в юго-восточный Кавказ и сложенный комплексом флишевых осадков. Строение синклиния южного склона при движении с востока на запад упрощается. В этом направлении вследствие подъема шарнира полоса синклиния становится все более узкой, осложняющие его многочисленные, иногда крупные складки и разрывы затухают, и вся структура флишевого комплекса принимает отчетливое синклинальное строение. Поэтому распространять на весь южный склон чешуйчатый тип строения, наблюдаемый по р. Арагве, не представляется возможным. Уже по р. Риону тектонический профиль принципиально отличается от профиля Военно-Грузинской дороги.

На всем протяжении, однако, сохраняется асимметричный профиль синклиния с осевой плоскостью, наклоненной к югу.

Наблюдения над северным контактом флишевого комплекса показали, что от Мамиссонского перевала до верховий р. Цхенис-Цхали сохраняется нормальный стратиграфический контакт с трансгрессивным залеганием титона на разные горизонты юры. Южный контакт от р. Риона до р. Цхенис-Цхали имеет такой же характер. Следовательно, вдоль южного склона Кавказа нельзя усмотреть крупных непрерывных надвигов, ограничивающих флишевый комплекс с севера и юга.

Синклиний южного склона с юга ограничивается крутым Свано-Рачинским антиклинорием, наиболее поднятая часть которого, сложенная нижним и средним лейасом и палеозоем, находится между рр. Ингуром и Цхенис-Цхали.

Изучение разрывов южного склона Кавказа привело А. В. Пейве и А. Д. Смирнова к тому общему выводу, что роль региональных разрывов в структуре южного склона значительно меньшая, чем это рисовалось до настоящего времени.

Основным результатом работ всех стратиграфо-тектонических отрядов являлось уточнение возраста подразделений палеозойских и юрских отложений и моментов и характера проявлений тектонических движений. Все это позволяет по-новому подойти к определению времени проявления магматической деятельности и моментов металлогении.

В. Работы по изучению магматических пород Кавказа

Вторая группа отрядов Кавказской экспедиции занималась изучением магматических пород Центрального Кавказа. В строении Центрального Кавказа магматические породы играют существенную, а местами и главную роль. Они же являются материнской породой большинства рудных месторождений и определяют собой его металлогению.

Наибольшим распространением на Кавказе пользуются породы интрузивные, обнажающиеся на больших площадях в осевой части хребта; начиная с запада, ими сложены верховья рр. Белой, Сочи и Шахе. Наибольшего своего развития они достигают в верхнем течении рр. Лабь, Урупа, Кефара, Зеленчуков, Теберды и Кубани. Далее к востоку площади, занятые интрузивными породами, уменьшаются, но все же в значительном развитии находим мы их в прихребтовых частях Баксанского, Чегемского и Урухского ущелий. В бассейне р. Ардона интрузивные породы обнажаются уже в среднем течении, слагая берега реки в области так называемой Кассарской теснины. Еще восточнее известны только небольшие изолированные выходы интрузивных пород, большей частью являющиеся тектоническими окнами: в бассейне р. Фиэг-дона, в отрогах горы Тепли, в Дарьяльском ущелье.

Эффузивные породы, в противоположность интрузивным, пользуются здесь весьма ограниченным распространением, значительно меньшим, чем в Закавказье. Кроме молодых лав, излившихся из крупных центральных вулканов Казбека, Эльбруса и лавового поля по р. Баксану, эффузивные породы участвуют в стратиграфическом разрезе местности, слагая несколько горизонтов, преимущественно юрского возраста: на северном склоне это, с одной стороны, диабазы, развитые как в части эффузивной, так и в гипабиссальной жильной их фации, и с другой — так называемый кератофировый горизонт, в особенности четко выраженный в восточной части района, в верховьях Арагвы, по рр. Ардону и Уруху; на южном склоне относятся сюда порфириды байоса, прослеживающиеся от Юго-Осетии до Абхазии.

Среди интрузивных пород Кавказа резко выделяем мы в настоящее время две принципиально различные группы: 1) группу древних палеоинтрузивных пород, образовавшихся до отложения наиболее распространенных на Кавказе осадков, и 2) группу так называемых неоинтрузивных пород, образовавшихся заведомо в послепалеозойское время и дающих явные пирогенные контакты с нормальными, фаунистически охарактеризованными осадками.

В связи с возрастом и степень эрозии обеих групп весьма различна. В случае древних пород мы имеем в обнажениях крупные глубинные абиссальные части интрузии, неясно отграниченные от боковых кристаллических сланцев, интрузируемых и гранитизируемых ими. В случае же неинтрузий ими слагаются мелкие неглубокие гипабиссальные тела, сопровождающиеся небольшим количеством апофиз и четким контактным ореолом. Различны, в связи со сказанным, и металлогения и подход к петрографии этих двух крупных типов пород. Полученные экспедицией результаты рассматриваются здесь отдельно по обоим этим типам интрузий.

Древние интрузивные породы Центрального Кавказа как по петрографической их характеристике, так и по связанной с ними металлогении, естественно, подразделяются на две большие и самостоятельные группы: кислых и основных, или, точнее, ультраосновных глубинных пород. В пределах первой группы работали в 1939 г. из сотрульников экспедиции Н. И. Соустов, В. Ф. Морков-

кина и Г. Д. Афанасьев, В. П. Еремеев, В. П. Петров; в пределах второй — Н. Д. Соболев.

Древние интрузии гранитоидов. Подразделение древних гранитов представляется весьма затруднительным. Более или менее четкую границу можно здесь провести лишь между собственно древними и так называемыми северными гранитами.

Собственно древние граниты залегают среди кристаллических сланцев докембрия и местами непосредственно переходят в эти последние.

Металлогения древних гранитов еще недостаточно изучена. С ними связаны пегматитовые жилы, содержащие берилл, колумбит, танталит, молибденит, касситерит. Родственны пегматитам широко распространенные в кристаллических сланцах кровли гранитов кварцевые жилы, содержащие арсенопирит (Чегетджора и Куспарты в Балкарии, Уллу-Муруджу в Карачае), а иногда арсенопирит и шеелит (Кти-Теберда). С древними гранитами связаны, повидимому, и кварцево-золотоносные жилы рр. Чегема, Баксана, Теберды и Белой.

Несколько особняком стоят вышеназванные «северные граниты», известные в северных предгорьях главного хребта на всем протяжении от р. Баксана и до р. Белой: по рр. Тызылу, Эшкакону, Малке, Подкумку, Кубани (Индыш), Лабе и Белой (Сохраю и Даховской). Граниты эти внедряются в метаморфическую толщу верхнего докембрия и нижнего палеозоя и прикрываются трансгрессивно нижней юрой и, в одном случае (Шибаба), нижним триасом. Они красного или реже серого цвета, биотитовые или роговообманковые, часто сопровождаются пегматитовыми и аплитовыми жилами. По составу и характеру слагающих их минералов «северные граниты» отличаются от «собственно древних гранитов» частично анортоклазовым характером кали-натрового их полевого шпата (Индыш). Слагаются этими гранитами отчасти крупные массивы (например, Даховский, Сохрайский, Малкинский) и отчасти серии крупных жил среди палеозойских сланцев, что имеет место по р. Индышу.

Металлогеническая роль северных гранитов, повидимому, весьма велика. Довольно богатые россыпи золота, известные по рр. Малке, Мушту и Хасауту, происходят от разрушения золотоносных жил, связанных именно с этими гранитами. То же следует сказать и о россыпях по р. Урупу и по смежным рекам. На р. Кубани как будто именно с индышскими гранитами генетически связаны полиметаллические жилы, разведываемые эльбрусской разведочной партией Северо-Кавказского геологического управления, и местные месторождения барита (Джаланкольское). Барит, повидимому, вообще характерен для районов северных гранитов, так как в окрестностях Даховского гранита по р. Белой также известны жилки белого барита по балке Березовой.

Все выделенные только что подразделения древних гранитов Центрального Кавказа естественно стали объектом полевых работ экспедиции. Собственно древними гранитами Главного хребта, их фациями и отчасти металлогенией занимались отряд Г. Д. Афанасьева, обследовавший бассейн рр. Аксаута, Марки и частично Большой Лабы, и отряд Н. И. Соустова, работавший в районе Фаснальского и Урухского ущелий в Дигории и ущелья Хызы-су в Кабардино-Балкарии. Мелкие массивы роговообманковых гранодиоритов и диоритов изучались В. Ф. Морковкиной на примере Цейского интрузива.

Северные граниты в 1939 г. лишь попутно затронуты были работами отряда Н. И. Соустова, обследовавшего эшкаконские, малкинские и другие тяготеющие к ним выходы северных гранитов. Выходы гранитов Индыша посещены были В. П. Петровым, даховские граниты — В. П. Еремеевым и Р. П. Петровым.

Итоги всех этих работ в общем сходятся с теми основными наметками, которые даны выше, значительно их подкрепляют и вносят в них те или иные детали.

Г. Д. Афанасьев в районе Аксаута и Марки отчетливо выделил в порядке повышения относительного возраста три следующих комплекса интрузивных пород: 1) комплекс габбро-диоритов, кварцевых диоритов и грано-диоритовых гнейсов, 2) комплекс грано-диоритов и порфиroidных гранитов с мелкими жилами пегматитов и аплитов и 3) комплекс равномернозернистых светлых двуслюдистых грано-диоритов.

Геологический возраст всех трех перечисленных интрузивных комплексов не определяется сколько-нибудь точно, но ложится в широкие пределы от докембрия до перми. Похоже при этом, что мы имеем здесь не что иное, как отдельные части единого интрузивного цикла формирования грано-диоритовой магмы в течение длительного времени.

В жильных лейкократовых гранитоидах, связанных с относительно наиболее юной формацией по левому берегу р. Кти-Теберда, обнаружены кристаллы берилла длиной до 1,5 см. По левому берегу р. Марки в гранитах встречена зона дробления, сопровождаемая флюоритовыми прожилками до 4—5 см мощностью.

Материалы отряда позволяют генетически связывать вольфрамовое месторождение р. Кти-Теберда с интрузией равномернозернистых лейкократовых грано-диоритов.

В районе р. М. Лабы — горы Ятыргват обнаружена интересная порода — анортклавовый грано-диорит, обогащенный датолитом постериорного генезиса. Крайне характерно, что, несмотря на большую близость этой породы, по общей морфологии ее и по характеру ее полевого штата, к нео-, чем к палеоинтрузиям, галька ее найдена В. Н. Робинсоном и В. А. Затоковенко в отложениях триаса. Границы палео- и неопалеоинтрузии, таким образом, сближаются между собою.

Массивы исследованных Н. И. Соустовым древних гранитов Уруха, Фаснала, Хызны-су и отчасти главного хребта (Караугомского ущелья), согласно его заключению, весьма сходны между собой. С севера они прикрыты сланцевой кровлей, сохранившейся кое-где участками и в самом гранитном массиве. Эта кровля в изобилии пронизана жилами аплитовидных светлых гранитов, серых мелкозернистых гранитов и пегматитов, которые во многих местах, кроме того, включают пачки биотитовых и хлоритовых сланцев в виде ксенолитов, образуя с ними, таким образом, крупные мигматитовые поля. В составе самих гранитов можно выделить несколько фациальных зон, очень выдержанных территориально по определенным направлениям, различающихся между собой отчасти по минералогическому составу, отчасти и главным образом по текстурным признакам.

1. Граниты, непосредственно мигматизирующие сланцевую кровлю, представлены фацией светлых среднезернистых двуслюдистых или только мусковитовых гранитов. В некоторых случаях, как, например, на Хызны-Коме, их место занимают гранулиты.

2. Граниты, залегающие ниже кровли, представлены фацией мелкозернистых серых биотитовых и порфиroidных гранитов.

3. Более глубокие горизонты интрузии представлены фацией крупнопорфиroidных гранитов (аналоги гранитов Кассарского ущелья).

4. Самые глубокие горизонты — фацией среднезернистых и равномернозернистых (редко с наклоном к порфиroidному сложению) гранитов типа гранитов Фаснала и горы Соу-Хох на р. Айгамуги-дон.

То, что все эти различные фации гранитов являются фазами одной и той же интрузии, доказывается рядом незаметных переходов между ними. Однако то обстоятельство, что некоторые фации показывают по отношению к другим явно интрузивные отношения (например, крупнопорфировидные по отношению к мелкозернистым серым гранитам), с несомненностью говорит о существовании определенных интрузивных фаз с некоторыми интервалами во времени между ними.

Приведенное только что расчленение различных фаций гранита по глубине проявляется и в характере металлогении различных фаций. Так, полиметаллическое оруденение (свинец, цинк и медь), как показали наблюдения, находится по преимуществу в мигматитовой зоне над древними гранитами. Оно здесь либо связано с кварцевыми жилами, секущими светлые граниты, либо располагается непосредственно в самих гранитах и их аплитовидных фациях. В противоположность этому мышьяковое оруденение встречается только в тех местах, где появляются равномернозернистые глубинные фации гранитов (Сонгутидон, у Фаснала, Одолы и др.) и нигде не констатировано в более высоких горизонтах гранитного массива.

В пределах цейских гранитов В. Ф. Морковкиной установлено наличие прекрасно сохранившихся, отчасти весьма крупных ксенолитов габбро-диабазов и других горных пород (биотитовых сланцев). В центральных частях ксенолитов эти последние лучше сохраняют свой первоначальный общий облик, минералогический состав и структуру, а на периферии они в той или иной мере гранитизированы и проникнуты сетью аплитовых и пегматитовых жил. Мелкие ксенолиты превращены часто полностью в более или менее однородные кварцевые диориты. Обильное развитие описанных ксенолитов, а равно и большая в остальном однородность цейских гранитов дают повод предполагать их обособленность от соседних ардонских гранитов, но не исключается также и иной, более молодой геологический возраст, по сравнению с докембрийскими гранитами. Вместе с тем для данного района приобретает большой интерес действительная магматическая принадлежность Садонского и Буронского месторождений полиметаллических руд.

Наиболее интересным фактом, констатированным В. П. Еремеевым и В. П. Петровым при полевом обследовании даховского и индышского гранитов, является интенсивное контактное воздействие гранитов на вмещающие их палеозойские отложения. Последние по соседству с интрузиями гранитов или апофизами от них превращены в типичные контактные биотитовые или биотитово-пироксеновые роговики; по мере удаления от массива контактные явления ослабевают. В особенности это хорошо видно на северной окраине Даховского массива. Наблюдается здесь и весьма сильное колчеданное оруденение контактных сланцев с развитием халькопирита, пирита и пирротина как в виде мелких прожилков, так и в виде равномерной вкрапленности в породе.

Отмечено было также и значительное контактное обогащение колчеданами пород, вмещающих гранитные жилы по р. Индышу в Карачае. Так, третья к югу от минерального источника жила, мощностью около 4 м, окаймлена с обеих сторон двухметровой заохрнной зоной, в которой содержание колчедана достигает 15%. По мере удаления от жилы колчедан переходит на степень эпизодической вкрапленности, и, наконец, в четырех-пяти метрах его не больше, чем в окружающих палеозойских сланцах.

В приведенных примерах рудоносность северных гранитов обнаруживается с особенной четкостью.

Древние основные интрузии. Выходы основных и ультраосновных интрузивных пород известны почти по всему Центральному Кавказу, причем повсеместно ассоциируют они с древними гранитами и с выходами докембрия и палеозоя.

Возрастное положение их не вполне ясно: с одной стороны, указывается, что большинство ультраосновных интрузий секут кристаллические сланцы и сами секутся жильными дериватами от древних «гранитов», в связи с чем им можно приписывать также докембрийский возраст. С другой стороны, имеются данные, согласно которым серпентиниты рр. Кубани и Теберды, будучи древнее тоарских отложений, секут нижнепёрмскую красноцветную свиту, являясь, таким образом, верхнепалеозойскими или даже нижнемезозойскими породами.

Согласно Н. Д. Соболеву и другим исследователям многочисленные массивы ультраосновных пород Центрального Кавказа делятся на различные возрастные группы: 1) допалеозойские, пироксенито-перидотитовой формации; б) нижнепалеозойские, габбровой формации; в) среднепалеозойские, перидотито-дунитовой формации — к ним относится главная масса всех выходов ультраосновных горных пород; г) мезозойские, диабазовой формации. Подавляющее большинство выходов этих пород представлено серпентинитами. Представителями среднепалеозойских интрузий являются крупнейшие массивы Кавказа — Малкинский, Кефарский и Лабинский. Крупные массивы ультраосновных горных пород при тектонических нарушениях вели себя как компактные, жесткие глыбы. Сколько-нибудь значительных расщеплений и милонитизации в них не наблюдается. Как правило, эти массивы огибаются зонами тектонических нарушений, но не пересекают их. Мелкие тела серпентинитов, вместе с теми осадочно-метаморфическими породами, в которых они залегают, как правило, сильно смяты, а иногда и расщеплены.

С точки зрения хромникеленосности не все обследованные массивы одинаковы; выделяются: а) массивы, содержащие шлировые выделения и рассеянные зерна хромсодержащих минералов — Малкинское и Лабинское месторождения, б) не содержащие их, например Кефарский массив, в котором хромсодержащие минералы встречаются лишь в виде исключения.

Объектом, заслуживающим постановки поисковых работ на россыпные месторождения платины и других редких элементов, является зона базальных конгломератов, залегающая на массивах серпентинитов в бассейне р. Кубани. Повидимому, с ней связываются многочисленные находки знаков и даже самородков платины и, может быть, россыпные месторождения золота в долинах прилегающих рек.

Неоинтрузии. В противоположность древним интрузиям, неоинтрузии занимают на карте в общей сложности весьма малую площадь. Однако, несмотря на это, роль их в строении Кавказа, а в особенности в металлоносности его, чрезвычайно велика. Контактные поля неоинтрузий являются местами месторождений как жильных, так и рассеянных в контактных породах.

Неоинтрузии как таковые впервые были описаны четверть века назад в Центральном Кавказе. Выходы их здесь весьма часты и многочисленны. В работах последних лет особенно много внимания уделялось тем из них, с которыми генетически связаны месторождения полезных ископаемых, например Тырны-ауз и Эльджурта, Тепли, Танадон, Чегет-джора и др. Для Западного и Восточного Кавказа в литературе до сих пор имеются только краткие и весьма неясные указания на присутствие и здесь выходов неоинтрузий. Сколько-нибудь подробные описания отсутствуют совершенно.

По возрасту все неинтрузии можно разбить на две большие группы. Большинство из них весьма молодые, третичные или даже верхнетретичные. Несомненным представляется, что наиболее молодые, как, например, Калько, не древнее времени активной вулканической деятельности Казбека; возраст лакколлитов Пятигорья не древнее миоцена. Весьма обширная неинтрузивная деятельность Закавказья приурочена, напротив, к верхам нижнетретичного периода. Наличие второй возрастной группы было доказано в Абхазии (Белянкин, Петров и Залесский), где неинтрузии контактно изменяют порфириновый байос и трансгрессивно прикрываются известняками мела.

Большинство неинтрузий Центрального Кавказа выходит вне районов развития молодых осадков, почему судить определенно о их возрасте не представляется возможным; возможны лишь некоторые заключения по аналогии и некоторые косвенные соображения. Так, интрузии Казбекской группы, вероятнее всего, одновременны с Калько. Близки к ним по характеру своего залегания и по своему петрографическому развитию интрузии Теплинской группы. Интрузии Дигории, Рачи и Цены приурочены к линии основных тектонических разрывов Кавказа и контактно изменяют все компоненты, приведенные этими разрывами в соприкосновение.

Интрузии Сванетского хребта резко отличны от вышеописанных и весьма напоминают породы Абхазии, являясь, таким образом, повидимому, представителями более древнего юрского вулканизма.

Состав неинтрузивных пород чрезвычайно пестрый: встречаем мы здесь как кислые, так и основные породы. К первым относятся: 1) настоящие граниты (Абхазия — р. Келасури, Сванетия — гора Кирар); 2) особенно широко, почти повсеместно, развитые грано-диориты, диориты и монцониты; 3) дациты и интродациты (Калько, Тана-дон, Чвешура и т. д.). Ко вторым: пироксениты и габбро (Восточная и Западная Гумисты в Абхазии, Абакур в Сванетии и т. д.), а также тешенитовые и мончикит-камлтонитовые породы, распространенные особенно в Грузии (Нижняя Рача и Имеретия).

Несмотря на такое большое разнообразие петрографических типов неинтрузивных пород, работники Кавказской экспедиции не склонны приписывать такое же разнообразие и магмам, породившим эти породы; более вероятным представляется, что большинству пород (по крайней мере кислым и средним их разностям) дала начало одна и та же магма, менявшая свой состав, вероятно, в результате весьма активной ассимиляции ею боковых горных пород. Характерно в связи с этим, что состав породы находится в прямой связи с размерами интрузии и что крупные и сплошные интрузии, как, например, Келасурская, чисто гранитного состава. Более мелкие, напротив, носят и более разнообразный смешанный характер: диориты Тепли, Казбека и Сонгути-дон, габбро-монцониты Гумисты и Дауча в Абхазии и пр. Любопытно при этом, что интрузии, внедряющиеся в более древние граниты, остаются кислыми даже и при очень малом поперечнике, как, например, жила Киртышо.

Вмещающие неинтрузии породы весьма разнообразны: наблюдаются контакты неинтрузий почти со всеми породами, слагающими Центральный Кавказ. Наиболее интересны контакты неинтрузий с известняками, что приводит к образованию скарновых зон, иногда крайне богатых рудными минералами (Тырны-ауз). Контакты со сланцами менее рудоносны, развиваются биотитовые, биотито-андалузито-кордиеритовые и тому подобные роговики, содержащие обыкновенно массы мелко рассеянных руд (Сонгути-дон, район Тепли, Сванетский хребет). Примерно так же ведут себя боковые порфириты (порфириты юры в

Абхазии и порфириды эоцена в Аджарии). Древние граниты не являются коллекторами руды.

Весьма характерны наблюдавшиеся Белянкиным и Петровым контакты тешенитовых неонинтрузий с мергелями и доломитами Никорцминды в Имеретии. Минералогическая ассоциация, возникающая здесь: гнибит с гранатом, ксонотлит, волластонит и цеолиты, при почти полном отсутствии рудных минералов, повидимому, в связи с особенностями самих интрузий.

Несмотря на то, что неонинтрузиями занимаются в последнее время довольно много специалистов, и по сию пору остается очень много неясного в отношении геологического положения тех или иных из них, а также их петрография и металлогения. На эти слабые участки и были направлены работы неонинтрузивных отрядов в 1939 г.

К. С. Гоциридзе исследовал наименее изученную группу казбекской неонинтрузии. Р. П. Петров и В. П. Еремеев, при участии Д. С. Белянкина, детально картировали Теплинские неонинтрузии.

Д. С. Белянкин и В. П. Петров произвели некоторые дополнительные наблюдения на р. Сонгути-доне.

В. П. Петров, Р. П. Петров и В. П. Еремеев предприняли ряд рекогносцировочных поездок в западную часть Кавказа для ревизии имеющихся указаний на неонинтрузии.

М. А. Фаворская занималась специальным исследованием в области дисских неонинтрузий в Сванетии.

В Казбекской группе К. С. Гоциридзе была составлена геологическая карта неонинтрузий западных отрогов Казбека, расположенных в ледниковых областях гор Майли-хох, Колка-хох и Гимарай-хох. Полевые наблюдения и обработка собранных материалов привели Гоциридзе к представлению, что все отдельные выходы неонинтрузий должны принадлежать здесь, подобно тому как и на Тепли, одной большой интрузии. В этом утверждает его, во-первых, взаимная близость пород всех выходов и, во-вторых, непосредственно наблюдаемая в некоторых местах (например гребень между ледниками Шавцеты и Дзуарком, верховья ледника Дзуарком) еще не смытая мощная кровля сланцев. В южном борту ледника Колка обнаружены кератофиры, сильно осложняющие геологическое понимание района. Наблюдалась мощная толща диабазов, тянущаяся от северо-западных районов горы Чач-хох на востоке до южных склонов горы Урч-хох на западе.

Намечается вывод о довольно длительном периоде неонинтрузивной деятельности в Казбекском районе. Так, выход интрузии на горе Урч-хох, на западной ее окраине, прорезается, несомненно, более молодой интрузией крупнозернистого кварцпорфира, а эта последняя в свою очередь сечется теми же кварцпорфирами, но еще более позднего внедрения. Характерна для них большая плотность и мелкозернистость основной массы породы.

Из рудопроявлений, наблюдавшихся здесь, наибольшее внимание привлекает густая сеть кварцевых жил, обогащенных пиритом, халькопиритом, галенитом, сфалеритом и арсенопиритом в верховьях р. Суатиси-дон. Вблизи интрузии Колка-хох обнаружен арсенопирит. Кроме мелких коренных жилок, были найдены в осыпях штуфы сплошной руды до 0.5 кг весом.

Группа Тепли, изученная Д. С. Белянкиным, В. П. Еремеевым и Р. П. Петровым, складывается из небольших интрузий, наибольшее количество которых находится в ущелье Суар-кома и Лья-дона (гранодиориты, диориты, интродацинты, дациты, иногда аплитовые и пегматитовые жилы). Небольшое тело известно по р. Архону — гранодиорит с аплитовыми жилами, а в верховьях р. Бад имеются интродацинты.

Все это изучалось в свое время рядом исследователей, начиная с Д. С. Белянкина и Л. А. Варданянца и кончая И. Д. Стороженко. Рудные месторождения Тепли также служили неоднократно предметом разведок.

В 1939 г. специально исследовались контактные образования: роговики, инъекционные сланцы и ксенолиты, причем удалось установить, что в непосредственной близости к интрузии развиты в ряде мест анортоклаз-биотитовые роговики с весьма крупными порфиробластами анортоклаза. Местами в этих же породах отмечаются кордиериты. По мере удаления от контакта количество анортоклаза уменьшается. Биотит замещается серицитом и нарастает содержание кварца; кварцево-серицитовые породы постепенно переходят затем в нормальные неизменные сланцы. В биотитовых роговиках и в апикальных частях интрузии часто появляется молибденовый блеск. Непосредственно в самой интрузии на Суар-коме на контакте с секущей ее аплитовой дайкой, в так называемом аплитовом ущелье, констатирована обильная вкрапленность оловосодержащих медистого пирита и халькопирита (0.35% олова в одном штуфе). Жилы арсенопирита секут как контактные породы, так и грано-диориты.

В ущелье Малый Лья-дон, в контактной зоне между грано-диоритом и роговиками, встречены в каменной осыпи многочисленные обломки жильной кварцевой породы с обильным молибденитом.

Неоинтрузивные породы и рудные месторождения Дигории и в частности р. Сонгути-дона еще в большей степени, чем Теплинские, привлекали и привлекают к себе внимание специалистов. В 1938 г. неоинтрузиям Дигории посвящено специальное петрографическое исследование Д. С. Белянкина, В. П. Петрова и В. П. Еремеева. Дополнения 1939 г. относятся к недостаточно освещенным ранее контактным породам и рудопроявлениям Сонгути. Весьма интересными оказались при этом пневматолитово-измененные брекчии и конгломераты, развитые на левом берегу р. Сонгути-дона, по дороге на месторождение молибденита Нижний Карзон. Наблюдались здесь два типа брекчий: 1) брекчии, обломки которых состоят из интрузивных пород, слагающих местность, а цементом служат более поздние интрузивные породы или пневматолитовые продукты (кварц, турмалин); 2) контактно-метаморфизованные кератофировые брекчии типа фаснальских. Подобные же породы встречены и по р. Кайсара-дон в том же примерно стратиграфическом положении. Что касается рудных месторождений р. Сонгути-дона, то они, по всей видимости, недостаточно благонадежны. Карзон — небольшое гнездо молибденита пневматолитического характера среди кварцевых диоритов, Стыр-Цассуатские жилы с арсенопиритом — недостаточной мощности и т. д. Из наиболее западных неоинтрузий был осмотрен Д. С. Белянкиным и Р. П. Петровым еще в 1938 г. Тырны-ауз. Констатировано было при этом, в согласии с работой С. П. Соловьева, несколько неоинтрузивных фаций, сильное развитие гибридизма и магматическая приуроченность месторождения молибдена к наиболее молодым кварцево-андезиновым порфирам, повидимому, обогащенным извостью за счет соседних известняков. Детальным изучением тырнаузского интрузивного комплекса занимается ныне Л. А. Варданянц.

Литературные указания на неоинтрузии в северо-западных отрогах Эльбруса, в верховьях р. Чучур, а также в окрестностях сел. Карт-Джурт не были подтверждены Р. П. Петровым.

В бассейне р. Кефара неясным представлялось положение гранитов горы Чалык и соседних мест, описанных весьма кратко Пилоченко и Краусом. На предварительной сводной карте экспедиции граниты

эти были показаны в виде неинтрузии со знаком вопроса. Детальные исследования Р. П. Петрова в 1939 г. показали, что массив этот имеет весьма пестрый состав, меняющийся от диорита до гранита. Очень часты в породе крупные ксенолиты кристаллических сланцев (палеозоя). Возраст массива, однако же, докарбонатовый, так как сланцы карбона налегают на массив трансгрессивно. Развитые в районе золотоносные россыпи связаны, видимо, именно с этими гранитами.

Неинтрузиями на территории Кавказского государственного заповедника (бассейн рр. Б. и М. Лабы и Белой) занимались в 1939 г. предварительно В. П. Петров и В. П. Еремеев. Специальную статью по вопросу о неинтрузиях в этой местности опубликовал в свое время Л. А. Варданянц, обработавший петрографические материалы В. Н. Робинсона. В результате он пришел к заключению о нахождении неинтрузивных пород на горе Дженту, по ручью Холодному, в верховьях и в среднем течении (поляна Сенная) р. Киши и на горе Пшекиш.

Рекогносцировочный осмотр всех этих мест показал, что все эти породы образуют здесь весьма мелкие жилоподобные тела, не действующие заметно на окружающие осадки и весьма близкие к диабазам. Исключение составляет район ручья Холодного, где на склонах горы Псеашхо, под ледником Псеашхо, а также на перевале того же названия, среди юрских сланцев, конгломератов перми и сланцев карбона проходят многочисленные молодые жилы, весьма интенсивно изменяющие упомянутые осадки и превращающие их в биотитовые роговики, местами весьма обогащенные рудными минералами (пирротин). Представляется несомненным, что породы ручья Холодного генетически связаны с южными более крупными выходами неинтрузии у оз. Кардывач.

Кардывачская неинтрузия изучалась ранее Л. В. Хмелевской (1926) и Л. А. Варданянцем (1938). Последним обрабатывались сборы В. Н. Робинсона, насчитывающие несколько десятков образцов. Помимо гранита, указываются им габбро-диоритовые породы; характерно указание на присутствие в составе последних пород структурного микропегматита.

Работы 1939 г. показали, что именно диоритовые и габбровые разности являются характерными для всей интрузии; граниты, напротив, крайне редки. Весьма типичной для массива является широко развитая ассимиляция окружающих сланцев. Довольно часты ксенолиты контактных пород. Как петрографический состав, так и условия залегания Кардывачской интрузии весьма напоминают таковые же интрузии Бака в Сванетии, Аданге и Санчар в Абхазии.

М. А. Фаворская продолжала в 1939 г. в Верхней Сванетии академические работы 1935—1936 гг., причем она изучила детально неинтрузивные тела: 1) на участке по шоссе в районе сел. Дизи, 2) в 2 км ниже по р. Ингуру от пос. Джорквали, 3) горы Кирар и 4) горы Абакур.

На шоссе, от устья р. Хумпрери до Прохоровских скал, т. е. на протяжении около 4 км, ею исследованы три относительно изолированные группы неинтрузивных тел: а) против устья р. Хумпрери, б) над сел. Дизи, в) несколько выше по р. Ингуру у Прохоровских скал. Наиболее крупная из них достигает 700 м в поперечнике. Интрузии сложены кварцевыми сиенит-диоритами и содержат ксенолиты основной породы. Помимо этих крупных интрузий, на участке между поселком Дизи и Прохоровскими скалами зарегистрирован ряд более мелких тел, имеющих форму жил. Установлено, что в контакте интрузии обогащаются биотитом и содержат многочисленные ксенолиты

роговиков. Для контактов неонинтрузий с роговиками характерно также значительное обогащение пиритом как эндо-, так и экзоконтактной зоны; пирит сопровождается обычно молибденитом.

Неонинтрузия Джорквали представляет собой жилу широтного простираения, прорывающую песчано-сланцевую свиту верхнего лейаса. Мощность ее в среднем 250 м; по длине она до конца не прослежена. Жила сложена пироксенитом, обычно сильно измененным. В непосредственной близости от контакта пироксенит сменяется габбро. Контактное воздействие интрузии на песчаники выражается в окварцевании цемента этих последних.

Интрузия горы Кирап представляет собой массив, обнажающийся на площади около 6 км². Восточная часть этого массива сложена порфиридным розовым гранитом, занимающим несколько больше половины массива, а западная — средне- и крупнозернистым габбро. На границе кислых и основных пород развиты кварцевые сениит-диориты, повидимому совершенно тождественные интрузиям Дзинского шоссе и содержащие ксенолиты основных горных пород. В контакте с интрузией породы дисской свиты превращены в биотитовые роговики и скарны с волластонитом и пирротинитом. В зоне контакта встречены прожилки арсенопирита с халькопиритом и пиритом.

Интрузия горы Абакур слагает гребень водораздельного хребта между рр. Ингур и Хумпрери. Размеры обнаженной части интрузии до 3 км²; сложена она в основном крупнозернистым габбро, в отдельных участках принимающим пегматитовый характер. Встречается также пироксенит джорквальского типа. В южном конце интрузии, несколько выше хумпрерской тропы, габбро прорывается кислой интрузией и кварцевыми жилами, вызывающими лиственнитизацию основных пород.

Из сопоставления данных по исследованию шлихов, выполненных Бенделиани и Гамкрелидзе, с данными, полученными Фаворской по неонинтрузиям Сванетии, отчетливо видно, что шеелитоносность шлихов в западной части Сванетии обусловлена именно неонинтрузиями.

Эффузивные и жильные породы. Четвертичные эффузивные породы не изучались Кавказской экспедицией 1939 г., так как с ними не связана непосредственно кавказская металлогения, а также и потому, что о них имеется довольно обширная и исчерпывающая литература. Исключение составляет, быть может, только четвертичная Чегемско-Баксанская вулканическая группа, которая изучена недостаточно. Но, как сказано, подобная тема выходила бы уже за пределы задач экспедиции.

Последняя ограничивалась изучением пород диабазовой и кератофировой группы нижней юры, металлогеническая роль которых хотя и не выяснена еще окончательно, но отнюдь не может считаться вполне исключенной. Этими породами в свое время много занимались Ф. Ю. Левинсон-Лессинг, Д. С. Белянкин и Л. А. Варданянц. В 1939 г. исследование их продолжил А. П. Лебедев, сосредоточивший свое внимание на двух районах: 1) Чимги-Клде — Чаухи и 2) Дигорско-Садонском. Вмещающими породами в первом районе является свита черных глинистых и аспидных сланцев лейаса (гудошаурская свита В. П. Ренгартена) и в более южной его части песчанико-сланцевая флишевая толща средней юры (бусарчильская свита).

Более древним по возрасту изверженным образованием является порфирито-мандельштейновая свита гор Чаухи и Рошка. Породы этой группы образуют массивы или, возможно, экструзию, прорывающую нижне- и среднеплейстовые сланцы. Мандельштейны и спилиты, слагающие главную массу экструзии, характеризуются чрезвычайно ин-

тенсивным развитием гидротермальных и пневматолитических продуктов, своеобразной сульфидной металлогенией и связаны с двумя или тремя этапами внедрения, на что указывает большое развитие брекчий.

К несколько более молодой возрастной группе относятся диабазы, образующие дайкообразные и пластообразные тела, приуроченные по преимуществу к широтным и близким к ним направлениям разломов. Петрографически диабазы довольно однообразны. Широко распространена в них вкрапленность пирита, пирротина и отчасти халькопирита. К производным диабазовой магмы относятся жилки и шпирсы диабазопегматитового состава (Рошка) и кислые отщепления типа альбититов (лейкократовые альбитовые диабазы), с одной стороны и кератофиоров, с другой. С последними, повидимому, связаны признаки пирротинно-гематитового оруденения по р. Калотанис-Цхали (бассейн р. Ассы). Некоторым своеобразием отличается юго-восточный склон горы Чаухи, где обнаружены, в неясных пока условиях, выходы перидотитов и змеевиков.

В Дигорско-Садонском районе была подвергнута изучению область развития так называемой «нижнеюрской» вулканогенной толщи. Удалось обнаружить значительную фациальную изменчивость пород вулканогенной серии и установить основные их типы.

На участке Махческ — Камунта (Дигория) разрез характеризуется значительным развитием обломочных и кластических разностей, охватывающих разнообразные типы брекчий, туфобрекчий, туфопесчаников, с постепенными переходами в осадочные прибрежные отложения. Здесь имеется выдержанный по мощности и последовательности разрез, повторяющийся с небольшими вариациями почти на всех участках.

В разрезе вулканогенной толщи к востоку от сел. Камунта, в области горы Арганат-хох, на ряду с обломочными разностями начинают приобретать значение массивные плотные разности кератофиоров. По своему характеру это, вероятно, не подводные сингенетические излияния, как лавы Дигории, а скорее мощные покровы или экструзивные образования, использовавшие для проникновения своего в верхние зоны земной коры ослабленные участки по линии соприкосновения сланцев лейаса и древних гранитов.

В районе Згид — Садон — Мизур фациальный характер комплекса вулканогенных пород определяется сочетанием подводных излияний, сопровождаемых туфовыми и туфобрекчиевыми образованиями, с гипабиссальными разностями кератофиоров, образующих согласные пластовые залежи, а в ряде случаев и секущие жилы (жилыные кератофиры Садона).

Тесная ассоциация покровных и гипабиссальных разностей кератофиоров указывает на их генетическую связь и близость образования по времени.

С. Работы по изучению рудных месторождений Кавказа

Группа, изучавшая закономерности распределения рудных месторождений в пределах Центрального Кавказа, состояла из нескольких отрядов, в задачу которых входило: освещение металлогении центральной части Главного хребта, а на ее фоне — вольфрамового, молибденового и мышьякового оруденения; изучение структуры Тырнеаузского месторождения, структуры рудных полей Садонского узла и его минеральных ассоциаций; исследование сурьмяного и ртутного оруденения; исследование оловянного оруденения.

Научные сотрудники вольфрамово-молибденового отряда Д. И. Щербаков, В. С. Мясников, К. И. Чичинадзе и Г. Р. Шушания занимались сравнительным минералогическим и геохимическим изучением вольфрамовых и молибденовых месторождений Главного хребта. Ими был посещен ряд месторождений северного и южного склонов в центральной части Главного хребта. Кроме того, были осмотрены рудные проявления в гранитном массиве Келасури около г. Сухуми.

Исследователи пришли к выводам, что практически наиболее важные месторождения цветных и редких металлов Центрального Кавказа связаны с двумя металлогеническими эпохами — позднегеретичной и юрской. Эти эпохи характеризуются интенсивным проявлением магматической деятельности.

Молодые, «неинтрузивные» породы, с которыми по преимуществу связаны редкие и малые металлы, в основном локализованы в зонах разломов, простирающихся приблизительно параллельно орографической линии Главного хребта и в сопряженных с ними поперечных дислокациях значительно меньшего протяжения.

Позднегеретичные гранодиоритовые магмы представлены как гипабиссальными интрузиями, жилами дацитов и андезитов-дацитов, так и эффузивными фациями. Они преимущественно развиты в приосевой части Главного хребта с обеих сторон от водораздельной линии. Поэтому и ряд месторождений редких и малых металлов: молибдена, вольфрама, олова, висмута, мышьяка, сурьмы и ртути, отчасти сопровождаемых полиметаллами, также приурочены к Кавказскому хребту, образуя «редкометалльно-мышьяковый» пояс Главного хребта. Для месторождений этого пояса типична связь с неглубоко залегающими магматическими очагами, относящимися к группе экструзивно-магматических, а по Усову — к гипабиссальным. Как правило, они характеризуются своей многометаллностью, очень сближенными рудными концентратами и резко выраженными явлениями телескопирования. К числу наиболее ярких представителей этого типа относятся месторождения группы Таймази (мышьяк, висмут), рудные проявления Сангути-дона (мышьяк, вольфрам, молибден, висмут); месторождения Цены и Чорохи (мышьяк, вольфрам, следы олова, цинк, свинец), Зопхито (сурьма, немного вольфрама), Сагеби (вольфрам, немного сурьмы и ртути), Кароби (молибден, мышьяк, сурьма), Ноцара (вольфрам, сурьма).

Локализация неинтрузий и рудных проявлений в области Главного хребта объясняется особенностями геологического строения сравнительно узкой приосевой его полосы, сложенной древним комплексом (граниты, кристаллические сланцы) и сланцевыми толщами юры. Указанная полоса обильно интродирована пластовыми и секущими жилами диабазов и пересечена рядом более поздних тектонических трещин. В силу этих специфических особенностей, в ее же пределах расположены внедрения неинтрузий, вокруг которых в свою очередь группируются рудные проявления. Намечается существование нескольких «рудных узлов», отвечающих отдельным неинтрузивным очагам. На ряду с общими для всего района признаками такие рудные узлы характеризуются специфическими парагенетическими соотношениями минералов и преобладанием того или иного металла. Кроме того, в тех местах, где устанавливается их существование, можно говорить о «сопряженности» рудопроявлений обоих склонов: если есть признаки руд на одном из склонов, то с большой долей вероятности можно ожидать их проявления и на другом склоне. Это положение помогает правильно ориентировать поиски новых рудных проявлений.

Можно выделить следующие наиболее крупные узлы: на северном

склоне — Тырнаузский, Таймази, Сангутидонской, Теплинский; на южном склоне — Ценский, Зопхито, Каробский, Лухумский.

Однако не только третичные неинтрузии являлись носителями редких и малых металлов. Повидимому, магматическая деятельность различных геологических эпох сопровождалась на Кавказе рудообразованием со сходным комплексом металлов. Но по всей вероятности и интенсивность рудных процессов в разные эпохи была различна, а главное — степень сохранности рудных скоплений определенных глубинных горизонтов для разных эпох совершенно неодинакова.

В области развития заведомо верхнеюрских магматических пород, например, в Западной Сванетии, в Мингрелии и Абхазии, также известны проявления мышьякового и вольфрамового оруденения. Но здесь как самые магматические породы отличаются несколько большей своей основностью, так и сопровождающие их рудные проявления слагаются обычно иным комплексом металлов. Преобладают ассоциации сернистых соединений свинца, цинка, иногда меди, сопутствуемые пиритом, пирротинном. Эти рудные проявления более однородны по своему минералогическому составу, выдерживающемуся на значительные глубины.

Большой практический интерес, вероятно, представит ясно намечающаяся, но мало еще исследованная цепь полиметаллических проявлений, сопровождающих юрские массивы грано-диоритов и более основных пород, которые протягиваются, начиная от Келасурской группы на северо-западе, вдоль Сванетского хребта, в юго-восточном направлении. Полиметаллические руды залегают то в известняках, то в грано-диоритах, то в туфогенных образованиях байосского возраста. Все эти проявления образуют Закавказский или «Абхазско-сванетский полиметаллический пояс».

Среди более детально изученных вольфрамовых месторождений Горной Рачи и Сванетии можно выделить три типа: 1) золотошеелитовый, 2) сульфидно-вольфрамовый и 3) ферберито-антимонитовый. Из них первый генетически связывается с крупными юрскими гранитоидными интрузиями Западной Сванетии, а два последних — с грано-диоритовым (дацитовым) третичным комплексом. При этом вольфрамовые месторождения занимают вполне определенное место среди различных типов рудных проявлений неинтрузивного цикла, которые могут быть сведены к следующему ряду: а) кварц-молибденитовое оруденение, б) кварц-вольфрамитовое, в) арсенопирито-полиметаллическое, местами с вольфрамитом, г) ферберито-антимонитовое, д) антимонитовое, местами с ферберитом, е) ртутное, местами с антимонитом и ферберитом, ж) реальгаро-антимонитовое.

Арсенопиритовый тип с полиметаллами и вольфрамитом развит в районе Ценского рудного узла (отчасти в районе Сангуди-дона). Месторождения этого типа до известной степени соответствуют сульфидно-касситеритовым рудным жилам.

Ферберито-антимонитовый комплекс является пока единственным объектом эксплуатации. Рудные жилы этого комплекса, тяготеющие к Каробскому рудному узлу, относятся к ксенотермальному типу месторождений, с телескопированием сурьмяной фазы на вольфрамовую. Более низкотемпературные фазы представлены системой кварцевых жил с сурьмяным блеском и шеелитом (Зопхито), переходящих в ртутно-сурьмяные жилы (Талахиани и др.).

Таким образом, для месторождений Горной Рачи устанавливается определенная последовательность выделения вольфрамовых минералов в порядке убывания температур: вольфрамит — ферберит — шеелит. В процессе предварительной обработки материала из Ноцарского ме-

сторождения установлено, что кристаллографической особенностью ферберита является: 1) преимущественное развитие простых форм (001), (010) и призматической зоны, представленной множеством форм с близкими индексами, обуславливающих появление грубой штриховатости; 2) вытянутость кристаллов по оси *b*.

Сравнение ферберито-антимонитовых месторождений Рачи с другими мировыми месторождениями показывает, что к ним близки по парагенезису минералов, морфологии кристаллов ферберита, по геологическому возрасту ферберитовые месторождения Калифорнии.

Менее ясны пока генетические особенности молибденитовых проявлений того же района. Молибденит в них всегда связан с кварцевым процессом. В силу отсутствия благоприятных структурных предпосылок, до сих пор известны лишь незначительные скопления молибденита, среди которых наиболее крупным является Каробское. Намечаются довольно широкие температурные интервалы, характерные для выпадения молибденита, обнимающие следующий ряд жильных образований: пегматитовые жилы (Сангути-дон); метасоматические замещения дацита кварцем (Кароби); кварц-молибденитовые прожилки; кварц-пирито-молибденитовые прожилки с небольшим количеством цинковой обманки и других сульфидов.

Высказанные положения позволяют рекомендовать расширение поисковой площади на вольфрам: 1) за счет районов развития юрских гранитоидных интрузий; 2) за счет площадей с признаками сурьмяно-ртутного оруденения; 3) за счет северных склонов Главного хребта в местах, тяготеющих к уже известным рудным узлам; 4) к востоку от Ноцары, по простиранию линий главного надвига, в сторону к Халайдойскому сурьмяно-ферберитовому месторождению (Чеченская обл.) — крайнему на востоке представителю этого типа.

Мышьяковский отряд в составе А. Д. Ершова и Л. С. Зайцева изучил мышьяковое оруденение южного и северного склонов Главного хребта.

А. Д. Ершов установил, что по типу мышьяковых месторождений район Рачи и Сванетии делится на две части: северную, принадлежавшую — с резко выраженным арсенопиритовым типом оруденения и южную — с реальгаро-аурипигментовым типом руд. Геологическое положение их различно. Северная группа арсенопиритовых месторождений расположена в южном крыле главной Кавказской антиклинали, разорванной здесь крупным надвигом и многочисленными трещинами сколов и разрывов, сопряженных со складчатостью. Южная группа реальгаровых месторождений располагается по северному и южному крыльям ядра главной синклинали южной зоны, в приконтактных частях сланцевой карбонатной и туфогенной толщ.

Соответственно общей тектонической структуре наблюдается более интенсивное проявление неинтрузивной деятельности в районе северной группы месторождений и лишь единичные интрузии гранитоидов и жильных схизолитов — в южной. Почти все известные проявления мышьякового оруденения связываются генетически с третичной фазой интрузивной деятельности. Связь северной группы месторождений с неинтрузиями устанавливается наблюдениями территориальной приуроченности арсенопиритовых месторождений к выходам неинтрузий. Для южной, реальгаровой группы эта связь устанавливается, во-первых, нахождением жильных неинтрузивных пород непосредственно близ месторождений (Хидиш-леби) и, во-вторых, тем, что вмещающими породами некоторых месторождений (Кодис-цзири, Сакао, Лухуми) являются породы карбонатной толщи верхней юры и нижнего мела. Проявления же магматической деятельности в проме-

жутке между нижним мелом и третичным периодом в районе пока неизвестны. Верхняя граница оруденения, возможно, переходит и в четвертичный период, если будет доказана единовозрастность кодисдзирских оруденелых трахитов с четвертичными андезитами Цителимта.

Наблюдения показывают, что в общем случае нет прямой зависимости между концентрацией руд и литологическим составом вмещающих пород. Связь здесь скорее производная, а именно: разнородность механических свойств пород в областях контактов сланцевой, карбонатной и песчаных толщ, а также увеличение хрупкости пород в приконтактовых с неинтрузиями зонах обусловили более интенсивное проявление трещинной тектоники, т. е. образование структур, более благоприятных для внедрения интрузий и проникновения рудных растворов. Более тесна непосредственная зависимость морфологических особенностей жил от литологического состава вмещающих пород. В массивных песчаниках, гранитах и метаморфизованных плотных сланцах рудовмещающие трещины более правильные. Наоборот, в глинистых сланцах, в мергелях и мелкоплитчатых песчаниках формы рудных тел крайне капризны; линзовидны, перемежающиеся, ветвящиеся и т. д.

По структурно-морфологическим особенностям все разнообразные формы тел могут быть сведены в три группы: 1) типичные жилы выполнения трещин, 2) выполнение сложной трещиноватости в зонах смятий и 3) оруденение штокверкового типа.

Почти все арсенопиритовые месторождения принадвиговой зоны относятся к первой группе, т. е. являются жильными выполнениями трещин, имеющих следующие основные направления залеганий: 1) простираения $300\text{--}320^\circ$ с пологими падениями на северо-восток и редко на юго-запад (Кароби, Чорохи, Шабани, турмалино-арсенопиритовые жилы Цены), 2) простираение $50\text{--}80^\circ$ с пологими встречными падениями (Цена, Чорохи), 3) простираение $330\text{--}350^\circ$ с крутыми северо-восточными падениями (Киртышо). Формы жил плоскопараллельные и линзовидно пережимающиеся.

Реальгаровые месторождения Рачи приурочены к зонам смятий и дроблений. Рудой выполняются отдельные, более интенсивно раздробленные части зоны и мелкие трещинки в ней. Соответственно этому, формы рудных тел варьируют от типичных пережимающихся жил и линз и до зон мелких сетчатых прожилков. Перемятые и раздробленные зоны почти всегда ориентированы параллельно господствующей сланцеватости, т. е. имеют простираение $290\text{--}320^\circ$ и северо-восточное падение. Реже простираения переходят в юго-западные близширотные, а падения в южные румбы.

Мышьяковое оруденение штокверкового типа обычно приурочено к дайкам схизолитов неинтрузий и идет по сложной сети тонких трещин с выполнением их кварцево-арсенопиритовой жильной массой, замещением минералов боковых пород и образованием, в связи с этим, вкрапленных руд.

Основные общие рудно-минералогические черты оруденения следующие. Мышьяк занимает первое место в районе по распространенности и концентрациям, проходя через весь рудный процесс. В гипотермальную фазу он идет в форме арсенопирита, в мезотермальную — в блеклых рудах и в эпитермальную — в форме реальгара и аурипигмента. Промышленные месторождения образуют арсенопиритовый и реальгаровый тип оруденения. Арсенопирит в качестве второстепенного минерала встречен почти во всех типах жил, начиная с высокотемпературных ферберит-вольфрамитовых и молибденовых жил и кончая низко-

температурными сурьмяными и реальгаровыми месторождениями. Самостоятельное промышленное значение имеют собственно арсенипиритовые жилы, формирующиеся в гипотермальной фазе оруденения и, реже, в начале мезотермальной.

В северную группу мышьяковых месторождений, начиная с востока, входят следующие арсенипиритовые месторождения и жилы: Киртышо, Кароби, Засхо, Шхабани, Цена, группа жил Халде. К этой же группе относятся признаки арсенипиритового оруденения Сванетского хребта.

Соотношения арсенипиритовых жил с другими рудными жилами Ценского месторождения, устанавливаемые по их взаимным пересечениям, текстурам и структурам руд, определяют место главной фазы выделения арсенипирита после молибденита, вольфрамита и турмалина и до пирротина, сфалерита и других минералов мезотермального ряда. Процесс же заполнения арсенипиритовых жил проходил в значительно более широкий период, захватывающий конец вольфрамовой и турмалиновой фаз и продолжающийся вплоть до сурьмяной фазы. Несмотря на это, общий облик руды определяется главной арсенипиритовой фазой оруденения, несущей кварц и арсенипирит; другие три десятка изученных минералов встречаются спорадически.

Все другие арсенипиритовые месторождения района имеют принципиально такую же схему парагенезиса минералов, однако с иными количественными соотношениями минералов и, часто, с выпадением того или иного этапа оруденения. Так, например, месторождение Киртышо (верховье р. Риона) на ряду с кварцем и арсенипиритом в заметных количествах несет сфалерит, галенит, пирит и халькопирит. На Чорохском месторождении (верховье р. Цхенис-Цхали) много сфалерита и пирротина и в заметных количествах присутствуют вольфрамит и касситерит. И в Киртышо и на Чорохе сравнительно редок турмалин. Некоторые жилы Шхабани содержат висмутин.

На Сванетском хребте проявления арсенипиритового оруденения, в виде обломков руды и минералов в шлихах, встречены на северном склоне хребта (Ласиль) и южном (местность Дабиери). Судя по единичным обломкам, здесь встречаются интенсивно оруденелые, штучные разности руд, несущие заметные количества золота, иногда видимого простым глазом. В числе второстепенных рудных минералов, выделяющихся иногда в тонких секущих руду прожилках, присутствуют сфалерит, галенит, пирит, халькопирит, которые, очевидно, идут после главной арсенипиритовой фазы оруденения.

Рассматривая в целом северную полосу района, мы устанавливаем максимальные концентрации мышьякового (арсенипиритового) оруденения в верховьях правых притоков р. Цхенис-Цхали (в Ценском районе) и падение интенсивности оруденения, причем прерывистое, в обоих широтных направлениях. На Сванетском хребте, уже в пределах второй южной антиклинали, появляется новое пятно арсенипиритового оруденения невыясненных еще масштабов и интенсивности. Общий облик руды всюду кварц-арсенипиритовый со значительными колебаниями содержания второстепенных минералов. Из числа рассеянных элементов, судя по данным исследований Ценского месторождения, заслуживают внимания золото и серебро, селен и теллур.

В южную группу входят реальгаровые месторождения Кодис-цири, Уцера, Хишдшимби, Лухуми, Сакаура, Урави. Реальгар — главный мышьяковый минерал — идет обычно после антимонита и до аурипигмента. Период формирования рудных тел значительно более широкий, захватывающий мезотермальную фазу (арсенипирит, пирит, халькопирит) и продолжающийся до выпадения халцедона.

Различные реальгаро-аурипигментовые месторождения Рачи имеют сходную схему парагенезиса минералов, но с иными количественными соотношениями главных минералов: реальгара, аурипигмента, антимонита, кварца и кальцита, а также с полным отсутствием некоторых из них или появлением новых. Так, например, в Кодис-цзири в числе второстепенных минералов в заметных количествах присутствует киноварь.

Ближайшими задачами по исследованию мышьяконосности Рачи и Сванетии, на ряду с разведками и изучением условий залегания и поведения жил на глубину уже известных месторождений, следует считать, во-первых, поиски новых месторождений в районе Сванетского хребта и на продолжениях Лухумской группы реальгаровых месторождений в широтных направлениях и, во-вторых, детальные исследования вещественного состава руд с целью выяснения содержания и путей извлечения второстепенных и рассеянных элементов: золота, серебра, олова, селена, теллура, вольфрама и др.

Отряд по изучению структуры месторождений, работавший в составе руководителя — А. В. Пэк и Л. И. Лукина и И. П. Кушнарева, занимался в основном Тырны-аузом и Буроном.

Как известно, рудоносные скарны Тырны-ауза приурочены к контакту мраморизованных известняков и пород песчано-сланцевой свиты, превращенных в роговики и представляющих собой как бы стратиграфический горизонт. На геологической карте контуры скарнов образуют выпуклую к востоку дугу, указывающую на общее антиклинальное строение скарного тела. В ядре этого антиклинала залегают мраморы, внешней оболочкой скарнов являются роговики. Антиклинал имел ЗСЗ простирание, крутое, почти симметричное падение крыльев и погружение шарнира на юго-восток под углом около 50° . В шарнирной части складки мощность скарнов сильно возрастает, а контакт их с известняками образует дополнительно небольшую дугу, обращенную выпуклостью на запад, позволяющую говорить о синклинальном осложнении антиклинала.

В связи с таким толкованием структуры, образование скарнов в контакте известняков с породами песчано-сланцевой свиты связывались непроницаемостью последних для поднимающихся из глубины гидротермальных растворов. В результате известняки, залегающие под покровом песчаников и сланцев, были превращены в скарны, в которых сосредоточились главные массы шеелита и молибденита, вынесенных этими растворами. Шеелит содержится почти исключительно в скарнах в виде неравномерной вкрапленности, быть может, сингенетичной с процессом скарнирования; молибденит приурочен к многочисленным трещинкам, пересекающим скарны, а также в некоторых местах роговики и лейкократовые граниты. Последние прорывают в западной части эту антиклинальную складку, а далее к востоку граниты, видимо, составляют ядро антиклинала, залегая среди известняков (под ними).

В результате исследований отряда процессы образования этой структуры и скарнов, а в связи с этим и прогноз поведения рудного тела на глубину, получили совершенно иное освещение. При анализе описанной выше антиклинальной структуры прежде всего бросается в глаза чрезвычайно крутое погружение шарнира, не свойственное нормальным складчатым структурам.

Так называемое «синклинальное осложнение антиклинала» представляется весьма резким и глубоким прогибом, так как соответствующий ему выход скарнов среди известняков был установлен также на большой глубине. Однако, тогда как в южном крыле антиклинала контакт известняка со скарнами характеризуется постепенным переходом между этими породами, известняки северного склона отделены от скар-

нов, отвечающих «синклинальному осложнению», резким контактом, к которому, кроме того, приурочена зона своеобразных гранатовых скарнов с сульфидами (пирротином, халькопиритом, сфалеритом и следами олова). Микроскопическое изучение последних показало, что они представляют собой зоны многократного дробления, возникшие на более поздних (по сравнению с главной массой скарнов) стадиях минерализации, т. е. представляют собой внутриминерализационные тектонические контакты. Аналогичный характер имеет и северный контакт со скарнами этого блока (северного) известняков.

На геологической карте «синклинальное осложнение» хорошо проявляется при прослеживании границы скарнов с известняками, но контакт скарнов с роговиками, а также внутренняя структура толщи роговиков не обнаруживают признаков соответствующего изгиба. Больше того, в толще роговиков в шарнирной части антиклинала вообще не наблюдается изменения простиранья пород, указывающего на наличие здесь «замыкания складки».

Таким образом, не только представление о «синклинальном осложнении» антиклинала, но и о существовании самого антиклинала как результата изгиба слоев, т. е. складчатости, должно быть отброшено. Положение в пространстве различных систем трещин в роговиках и скарнах в разных местах «антиклинала» обнаруживает в общем большое сходство и, следовательно, происхождение их нельзя связывать с изгибом слоев при складчатости. Анализ диаграмм трещин скорее указывает на генетическую связь трещиноватости пород с почти вертикальными движениями.

Наконец, изучение скарнов показало, что главная масса их представляет собой продукт изменения роговиков, а не известняков, причем скарнирование происходило на фоне многократного дробления пород на разных стадиях их изменения. Следовательно, с точки зрения структурной скарны южного и северного крыльев антиклинала фиксируют зоны дробления, отделяющие известняки от толщи роговиков. При этом дроблению подвергались, главным образом, более хрупкие роговики, а впоследствии последовательно все более измененные (скарнированные) породы. Известняки, как породы более пластичные, при высоких температурах подверглись дроблению в значительно меньшей степени.

На основании этих данных своеобразная псевдоантиклинальная структура скарнов главного рудного тела Тырны-ауза может быть истолкована как результат сопряжения двух зон дробления, возникших по границе горстообразно поднятого блока известняков с окружающими их и залегающими стратиграфически выше роговиками. Имея несколько различные простиранья, эти зоны дробления сходятся на востоке под острым углом, и линия их пересечения, погружающаяся круто на восток, соответствует шарниру «антиклинала». Движения эти происходили на фоне магматической деятельности (и, может быть, в значительной мере обусловлены внедрением интрузии), а проникавшие в эти зоны дробления гидротермальные растворы привели к превращению их в скарны. Естественно, что в месте пересечения этих зон дробления мощность скарнов значительно возрастает.

Новое генетическое толкование структуры главного рудного тела Тырны-ауза приводит к необходимости пересмотреть с этой точки зрения структуру всего рудного поля, при объяснении которой до сих пор исходили из тангенциальных движений, т. е. видели в ней проявление складчатости.

Большой интерес представляют также закономерности распределения молибденового и вольфрамового оруденения в пределах главного

рудного тела. Установлено, что участки более богатого молибденового оруденения приурочены к северному крылу «антиклинала». В то же время при большом сходстве в характере трещиноватости пород северного и южного крыльев «антиклинала» в породах северного крыла появляется одна очень резко выраженная система трещин, практически отсутствующая в других местах. По своему положению в пространстве эта система трещин параллельна зоне гранат-сульфидных скарнов, отмеченной в северном крыле. Эти данные наводят на мысль о генетической связи зоны гранат-сульфидных скарнов, отмеченной системы трещин и большей концентрации молибденового оруденения. Вопрос требует дальнейшей разработки на основе материалов, собранных в 1939 г.

По представлению местных работников, рудное тело месторождения Бурон состоит из двух параллельных линз широтного простирания с крутым падением к югу. Обе линзы (восточная и западная) залегают в основном согласно с вмещающими сланцами. Восточная линза на средних горизонтах образует перегиб, пересекая сланцы под пологим углом. Линзы разбиты рядом крупных широтных и более мелких продольных и поперечных сбросов на целый ряд отдельных глыб. Таким образом, считалось, что рудное тело месторождения Бурон имеет резко выраженную боковую структуру.

Работы отряда показали, что в большинстве случаев контакты руды с вмещающими породами, трактовавшиеся как тектонические, являются по существу нормальными и могут быть разделены на:

- 1) контакты, параллельные сланцам,
- 2) контакты, определяющиеся дорудными зонами скольжения.

Контакты по сланцеватости характеризуются более или менее постепенным переходом от сплошной руды к безрудным сланцам, выраженный наличием переходной зоны вкрапленника.

Контакты по дорудным зонам скольжения часто характеризуются резким прилеганием сплошной руды к дорудной зоне скольжения, представленной сильно смятыми и каолинизированными сланцами. Руда как бы припаяна к дорудным зеркалам скольжения или к глинке. Однако нередко дорудная зона скольжения, определяющая контакт рудного тела, далее по простиранию теряется, и контакт руды с породой характеризуется многочисленными включениями в ней обломков сланца, количество которых постепенно убывает в направлении к средней части жилы. Характерно также наличие сложных апофиз руды в боковых породах.

Микроскопическое изучение показывает, что хотя эти зоны скольжения являются в основном дорудными, но в процессе локализации рудного тела по контактам руды с породой и, вероятно, также в пределах самого рудного тела происходили интраминерализационные подвижки. Они проявляются в дроблении пирита первой генерации, а также магнетита и арсенопирита, с последующей цементацией их пирротинном, сфалеритом и халькопиритом. Последние в подавляющем большинстве случаев не несут следов дробления. Существование интрарудных подвижек объясняет неоднородность вещественного состава и локализацию различных типов руд (существенно пиритовых и существенно пирротинных) в разных участках рудного тела.

Дорудные зоны скольжения имеют, как правило, простирание, параллельное простиранию сланцев. Падение их нередко почти согласное со сланцами, но часто также более крутое или более пологое. Сочетание этих зон скольжения и определяет в основном условия залегания рудного тела и наличия пологого перегиба его в средней части.

Однако, кроме таких «нормальных» контактов в некоторых местах (преимущественно на верхних горизонтах и в западной части месторождения) наблюдаются и послерудные нарушения, которые только и заслуживают названия собственно тектонических контактов. Амплитуда смещений по большинству из них, видимо, незначительная.

На ряду с этим некоторые контакты (преимущественно почти горизонтальные) приводят к образованию зон милонитизированной руды. По ним произошли смещения порядка нескольких метров (редко свыше десяти), создающие местами блоковую структуру. Для общего понимания рудного тела эти смещения имеют гораздо меньшее значение, чем им приписывалось до сих пор.

Изменилось также представление и о первичной форме рудного тела. При проходке одной из выработок, заданной по предложению отряда, выяснилось, что восточная и западная линзы не являются самостоятельными, а представляют собой разветвления одного рудного тела.

Месторождение Кургашин-чат было посещено отрядом по просьбе Северо-Кавказского геологического управления. Месторождение представлено двумя зонами параллельных шеелитоносных кварцевых жил, пересекающих вкрест простирания толщу кристаллических сланцев. Несмотря на кажущуюся простоту структуры месторождения, на этом участке необходима постановка детальной съемки с выяснением стратиграфии внутренней структуры толщ кристаллических сланцев по следующим соображениям:

1) Имеющиеся две зоны (восточная и западная) кварцевых жил пересечены тектонической линией, значение которой точно не выяснено. Возможно, что эти две зоны являются двумя смещенными друг относительно друга отрезками одной зоны. От решения этого вопроса существенно зависят перспективы месторождения.

2) На фоне общей неравномерности степени оруденения жил, на северном склоне отмечен участок с заметно более богатым оруденением. Было установлено, что в данном случае имеет место случай резко выраженного «литологического контроля» оруденения, т. е. зависимости степени оруденения от литологического состава вмещающих кварцевые жилы пород. Толща кристаллических сланцев представлена в основном различными кварц-слюдистыми сланцами, но на северном склоне, на участке богатого оруденения, кварцевые жилки пересекают прослой амфиболита.

При переходе кварцевых жил из слюдястых сланцев в амфиболиты наблюдается резкое увеличение в жилах содержания шеелита и значительное экзоконтактное изменение амфиболитов с обогащением экзоконтактной оторочки арсенопиритом. В измененных амфиболитах встречается также и шеелит, что нигде не констатировано в кварц-слюдистых сланцах.

Изучение структуры полиметаллических месторождений садонской группы проводилось Г. Д. Аджирей и А. И. Тугариновым. Целью работ являлось исследование генетических особенностей и закономерностей локализации оруденения, связи оруденения с распространенными типами структур и с магматическими породами различных вулканических циклов, для общей оценки перспектив рудной базы и для обоснования направления и методов разведки полиметаллических месторождений района.

Для изучения структур месторождений была уточнена стратиграфическая колонка района, причем в основу положены данные С. С. Кузнецова, относящего сланцы, развитые южнее садонских гранитов, к среднему лейасу, а песчаники и сланцы, развитые к северу от тех же гранитов, к тоару и аалену. Конгломератовый и графитовый горизонт,

до сих пор обычно принимавшийся за разновозрастное образование, при проверке оказался залегающим в основании в одних случаях пород нижнего лейаса, в других — среднего лейаса и, наконец, в основании тоара. Особенно мощные базальные конгломераты, светлые в низах пачки и темные в верхних частях, свойственны нижнему лейасу. Важно, что обычно эти конгломераты не непосредственно налегают на древние граниты, а имеют в основании маломощные покровы кератофира.

В целях выяснения генетической и локальной связи оруденения с главными структурами района, были обследованы важнейшие тектонические нарушения и в числе их так называемый южный сброс, ограничивающий, по мнению ряда исследователей, садонские граниты на юге.

Полевые наблюдения показали, что южный сброс как целостный региональный структурный элемент не существует. По южному краю гранитов имеются отдельные местные нарушения, прослеживаемые непрерывно. В районе Архона и Кусойты, южнее Садонского месторождения, в районе Згида, в общем всюду, где констатируются разрывы по южной границе гранитов, они представлены совершенно отчетливыми взбросами. Взбросы круто наклонены к югу и характеризуются относительным поднятием южных крыльев. Простираение их не совпадает с общим простираением границы гранитов со сланцами, которую они косо пересекают, теряясь в гранитах. Амплитуда взбросов невелика. Во всех же прочих участках вдоль южной границы наблюдается нормальное трансгрессивное залегание сланцев среднего лейаса на размытых гранитах. В далеко отстоящих обнажениях, расположенных по Арганьяк-дону, по дороге на Кионский перевал на северных склонах горы Цах-царихох, у Кора и Цса, где наблюдается непосредственный контакт гранитов и сланцев, нет никаких признаков нарушений вдоль контакта. Напротив, всюду сланцевая толща начинается маломощным пропластком вулканогенного материала, который является базальным, хорошо выдерживающимся по простираению слоem.

Таким образом, «южный сброс» распался на серию сравнительно незначительных, кулисообразно расположенных нарушений. Очевидно, граниты, являющиеся благоприятной средой, вмещающей оруденение, на небольшой глубине под покровом сланцев распространяются далее к югу. Следовательно, установление отсутствия большого южного сброса увеличивает перспективы месторождений Садонского района и особенно самого Садона в южном направлении.

Зона южной границы садоно-унальских и дигорских гранитов со сланцами хотя и не сопровождается региональным сбросом, в силу нарушения серией второстепенных тектонических линий, является контролирующей структурой для всей группы месторождений Садонно-Фаснальского рудного поля. Это дает основание рекомендовать детальную съемку на всем протяжении зоны, с широким применением расчисток и легких разведок на выявленных рудных объектах.

Значительное внимание было уделено изучению структуры Садона. Полученные выводы имеют непосредственный прикладной интерес. Предполагавшееся нарушение месторождения поперечными сбросами пока не подтвердилось. О южном поперечном нарушении уже сказано. Так называемый средний поперечный сброс при проверке его на 6—7 горизонтах шахты Кирова, где он был указан В. Н. Рудневым, не подтвердился. Оказалось, что за поперечный сброс из-за дефектов документации было принято обычное для Садона продольное нарушение.

Северное нарушение существует, но его взаимоотношения с рудной зоной еще не установлены, и он проходит вне пределов известной части Садонского месторождения.

Практические выводы, делаемые В. Н. Рудневым на основании предположения о существовании поперечных сбросов, надо считать недостаточно обоснованными.

Изучение пострудных тектонических сместителей, произведенное на месте, в выработках, а также путем обработки документационного материала за последние 14 лет, выявило общие закономерности смещения рудных тел Садонского месторождения. Оказалось, что в 80 случаях на 100 смещения жил в вертикальной плоскости происходят по типу взброса. В горизонтальной плоскости в 75 случаях из 100 смещения жил происходят в направлении, соответствующем растягивающим усилиям, действовавшим по азимутам 40—220°. Эти нарушения в плане соответствуют типу нормальных сбросов. В основу настоящего заключения положено около тысячи наблюдений. Установленные особенности пострудной тектоники должны оказать помощь при поисках сброшенных рудных тел при разведке и эксплуатации.

Произведенная ревизия многочисленных данных опробования позволяет утверждать, что те изменения в мощности и содержаниях на глубоких горизонтах Садона, на которые ссылаются более ранние исследователи, в действительности отражают изменения характера оруденения по простиранию месторождения. Если же рассматривать данные только по вертикали в пределах любого поперечного сечения, закономерного изменения мощностей и содержаний почти не наблюдается.

Основные выводы из изучения Садонского месторождения сводятся, таким образом, к двум положениям: месторождение имеет крупные перспективы по простиранию в южном направлении и особенно на глубину, на нижних горизонтах. В свете этих выводов объем и темпы геолого-разведочных работ, ведущихся в последние годы, представляются совершенно недостаточными. Обследование других полиметаллических месторождений дает основание выдвигать в качестве наиболее перспективных объектов для разведки, кроме основных точек — Садона и Бурона, еще Згидское и Фаснальское месторождения, представленные системами жил северно-восточного простирания, залегающих в гранитах. По характеру и качеству эти руды близки к садонским. Структурная обстановка также во многом сходна с обстановкой на Садоне, что дает веские основания для благоприятного прогноза. Оба месторождения недоразведаны и заслуживают самого энергичного изучения, в первую очередь Згид.

Минералого-геохимический отряд, работавший под руководством Н. М. Прокопенко, занимался изучением изменения характера минеральных ассоциаций на разных горизонтах Садонского месторождения. У рудничных геологов Садона сложилось мнение, что по мере углубления выработок изменяются типичные особенности минералов и в известной мере меняется также характер минеральных ассоциаций. Минеральные ассоциации и типоморфные особенности сульфидов, наряду с другими геологическими данными, могут служить некоторым критерием для оценки возможного поведения оруденения на глубине.

Задачей минералого-геохимического отряда являлось изучение фаз оруденения и закономерностей в распределении редких и рассеянных элементов в главнейших сульфидах Садонского рудника и месторождений Садонского рудного района с целью прогноза поведения различных типов оруденения и освещения вопросов о комплексном использовании полиметаллических руд, с извлечением из них редких и рассеянных элементов. Основное внимание было уделено Садонскому месторождению, которое, как выяснилось, характеризруется по существу одной фазой минерализации, но с последовательным отложением минеральных ассоциаций. Наблюдаются лишь местные осложнения в строе-

нии жил, характеризующиеся дроблением рудной массы и последующим выполнением пустот более поздними минеральными ассоциациями.

Кварц, развитый на Садоне в качестве главного жильного минерала, имеет гребенчатое и плотное строение. С глубиной гребенчатость кварца постепенно теряется и он приобретает более плотный характер. Кварц-сульфидная стадия отложения имеет для Садонского месторождения исключительно важное значение, и именно с ней в основном связано образование этого месторождения. Весьма возможно, что рудные жилы, в которых роль жильного минерала играет серый кальцит, также образовались в раннюю стадию рудоотложения (5-й горизонт шахты Артем).

После механического дробления, которому местами подверглась на Садоне полиметаллическая жила, наблюдается цементирование рудных обломков кварцевым, кварц-кальцитовым и кальцитовым веществом. При этом местами произошло обособление в одних случаях чисто кварцевых, в других — кальцитовых жил. Более поздний кальцит отличается своей молочнобелой окраской и сопровождается сульфидами (черным сфалеритом, пиритом и галенитом).

Во время наиболее поздней стадии отложения на Садоне образовались прожилки розового кальцита, обычно безрудные и лишь в очень редких случаях несущие слабое оруденение (желто-бурый довольно светлый сфалерит, близкий по типу к клейофану, арсенипирит и незначительное количество галенита).

Садонское месторождение представляет несомненный интерес с точки зрения изменения типоморфных особенностей минералов с глубиной (месторождение вскрыто по вертикали на 750 м). Предварительно могут быть отмечены следующие закономерности:

1) В более глубоких горизонтах месторождения развиты преимущественно более темно окрашенные цинковые обманки, тогда как в верхних горизонтах окраска сфалеритов значительно варьирует при распространении как коричневых, так и светлых их разновидностей.

2) Верхние горизонты Садонского месторождения характеризуются крупнокристаллическими разновидностями галенитов, в более низких горизонтах преобладает средне- и мелкозернистый галенит. Создается впечатление, что по мере перехода в более глубокие горизонты количество галенита несколько уменьшается.

3) В общем намечается увеличение содержания пирротина с глубиной.

4) Кварц на Садоне представлен преимущественно гребенчатой разновидностью. В более глубоких горизонтах месторождения кварц в большей или меньшей степени приобретает более плотное строение. Гребенчатое же строение кварца на этих горизонтах сохраняется главным образом в более тонких кварцевых прожилках.

5) Хлорит развит на всех горизонтах месторождения, но наиболее типичен для Ходского участка.

Таким образом, намечается некоторая закономерность в распространении минералов в Садонском месторождении. По мере перехода от верхних горизонтов к нижним в общем увеличивается окраска сфалеритов, галенит переходит из крупнокристаллических в средне- и мелкозернистые разновидности, увеличивается количество пирротина, несколько меняется тип кварца. Характер минеральных ассоциаций не дает оснований для заключения о быстром выклинивании оруденения с глубиной.

Как установили спектроскопические исследования собранных образцов, в Садонском месторождении распространены следующие редкие металлы: золото, серебро, кадмий, кобальт, висмут и индий. С цинковыми обманками связаны кадмий, кобальт и индий, со свинцовым

блеском — серебро и висмут. Кобальт концентрируется в цинковых обманках в низких и повышенных концентрациях. Индий присутствует в сфалеритах в малых количествах. Для кобальта и индия намечается ясно выраженная тенденция к концентрации в темных цинковых обманках.

В настоящее время при переработке садонских руд на заводе Электроцинк в г. Орджоникидзе извлекаются золото, серебро и кадмий. Необходимо организовать извлечение также кобальта, висмута и индия. Особенно большое значение имеет скорейшая организация работ по извлечению кобальта и индия.

Отрядом отмечено, что хвосты Мизурской обогатительной фабрики, перерабатывающей садонские руды, не используются, а спускаются в р. Ардон, совершенно утрачиваясь для промышленности, хотя они заключают в себе весь находящийся в рудах медный колчедан, а также пирит и пирротин.

Сотрудники сурьмяно-ртутного отряда А. А. Сауков и Д. В. Титов занимались геолого-геохимическим изучением ртутных месторождений Дагестана (Хпек, Казардикам, Гапца (Рачи), Талахиани) и сурьмяных месторождений Северного Кавказа (Тырныаузского и Хуландойского) с целью, в конечном счете, оценки их перспектив как возможных промышленных объектов и направления дальнейших поисковых и научно-исследовательских работ на ртуть и сурьму.

Хпекское ртутное месторождение, приуроченное к трещине сброса, пересекающей песчано-сланцевую толщу ааленского яруса, было изучено наиболее детально. В толще насчитывается 14 пластов песчаника мощностью от 0.6 до 12.5 м, моноклинально залегающих с пологим падением ($10-25^\circ$) на север. На западе эта свита подстилается толщей зеленовато-бурых песчаников, так называемой угленосной свитой, относящейся уже к тоарскому ярусу, на востоке же согласно перекрывается сидеритовой свитой глинистых сланцев и песчаников с многочисленными конкрециями сферосидерита. Для процесса рудоотложения наибольшее значение имеет мощная зона разлома, прослеживающаяся на расстоянии около 7 км, сохраняя северо-восточное простирание. Именно к этой зоне как на участке Латан-хор, так и на собственно Хпекском месторождении приурочены наиболее богатые руды. Амплитуда этого мощного разрыва, имеющего характер сбрососдвига, не превышает нескольких метров. Изучение окружающих пород района Хпека на содержание ртути показало, что они сильно и на значительном расстоянии (3 км от месторождения) «заражены» ртутью. Поэтому высказано предположение, что содержание ртути в породах того или иного района может вообще служить одним из поисковых методов, т. е. что повышенный кларк ртути района служит указанием на возможность находок и ртутных месторождений; их масштаб и содержание металла в руде будут определяться, однако, в основном геологическими условиями (главным образом структурой).

На основе изучения геологии и геохимии района, знакомства с материалами шлихового опробования разведочной партии Северо-Кавказского геологического управления и аналогий с другими известными месторождениями ртути отряд сделал предварительный вывод о большой вероятности нахождения в этом районе новых рудных зон, связанных с глубокими разломами.

Нахождение этих зон — задача дальнейших поисковых работ. Известная и разведываемая сейчас зона (Галайвац — Латан-хор) в наиболее доступной своей части (на левом берегу Галайваца) выработана. Разведка оставшейся части трудна и дорога из-за больших нано-

сов и оползней, а также значительного притока воды в нижних горизонтах.

В минералогическом отношении Хпекское месторождение отличается исключительно простым вещественным составом (кварц, киноварь) и наличием значительных скоплений самородной ртуты. Анализ ртуты показал ее высокую чистоту. Месторождение является типичным эпитермальным, криптобатолитовым.

Менее подробно изучались отрядом Гапцинское и Казардикамское месторождения на р. Самур, которые в свое время немного разведывались. Выяснилось, что на Гапце старые горные работы в основном пройдены были в участках, смещенных оползнями, почему, естественно, привели к отрицательным результатам. В отвалах канав, пройденных в свое время на Казардикамском месторождении, несмотря на тщательный осмотр их, видимой киновари обнаружено не было.

Оба месторождения промышленного интереса не представляют и дальнейшей разведки не заслуживают. Геологическая обстановка их для концентрации киновари неблагоприятна.

Однако наличие трех известных месторождений, достаточно удаленных друг от друга, заставляет считать, что процессы привноса ртуты протекали на широкой территории Горного Дагестана и что поэтому на ряду с известными месторождениями, весьма возможно, будут найдены и другие, быть может и более крупные. Поэтому отряд рекомендует систематические поисковые работы в Горном Дагестане с применением шлихового метода.

Талахианское ртутное месторождение было обнаружено грузинскими геологами на водоразделе между рр. Цихваргой и Ноцарулой среди толщ нижнеюрских глинистых сланцев с прослоями песчаника. Здесь наблюдается значительная зона разлома, которая служила путем для проникновения рудоносных растворов. В пределах ее породы обнаруживают интенсивную раздробленность и пропитаны многочисленными кварцевыми и карбонатными прожилками. Из рудных минералов встречается только киноварь. Интенсивная смятость и дробленность сланцев, к которым приурочено оруденение, не создала предпосылок для концентрации руд, и поэтому месторождение характеризуется рассеянным оруденением.

Значительная площадь оруденения и сравнительно легкая доступность месторождения являются благоприятными факторами.

Тырныаузское месторождение антимонита, на котором несколько лет назад было добыто значительное количество концентрата (по преимуществу с участка № 1), в 1939 г. разведывалось и изучалось. Отряд отмечает, что отдельные участки месторождения жильного характера невелики и неправильны. Распределение антимонита в них чрезвычайно неравномерно. В этом отношении они напоминают целый ряд других известных жильных месторождений антимонита, особенно месторождения Запхито и Сагеби в Грузии.

Хуландойское месторождение, находящееся в Чечне, в 115 км к югу от г. Грозного, приурочено к мощной тектонической зоне в толще нижнеюрских глинистых сланцев с прослоями и пачками песчинок. Оно представляет собой ряд разрозненных рудных жил небольшой мощности, разбросанных на площади около 6 км².

Часто наблюдаются гнездообразные раздувы жил, а также отдельные гнезда руды. Жилы прослеживаются на десятки, иногда сотни метров, но по простиранию часто переходят в безрудные, чисто кварцевые участки. Из рудных минералов встречены главным образом антимонит и сурьмяные охры. В штольне № 2, как указывается в литературе, были обнаружены кристаллы и небольшие прожилочки фер-

берита. Из жильных минералов преобладает кварц, присутствуют также кальцит и железистые карбонаты.

Месторождение очень сходно с сурьмяно-ферберитовыми месторождениями Горной Рачи.

Сравнительным изучением проявлений оловянного оруденения занимался Г. П. Барсанов, которым отмечается, что в геологическом отношении коренные месторождения олова приурочены к высокогорной части Кавказского хребта и связаны геологически с региональными структурами крупных широтных зон дробления, сопровождавшихся внедрениями магм различного возраста. Анализ геологических данных по месторождениям показывает, что все проявления олова по возрасту связаны 1) с древним металлогенезом — в пегматитах докембрийских гранитов Главного хребта, 2) с молодым металлогенезом — в рудных образованиях, сопровождающих неинтрузии гипабисального типа, или — жильными неинтрузиями дацитов, дающих характерный сульфидно-оловоносный тип месторождений.

Древний пегматитовый тип в геологическом отношении приурочен к размытой кровле апикальных частей допалеозойских (?) гранитных интрузий, представленной кристаллическими сланцами докембрия, которые обычно и являются вмещающими породами пегматитовых жил на ряду с самими гранитами.

Сульфидные месторождения, связанные с неинтрузиями, явно приурочены к крупным широтным послеюрским разломам. Вмещающие породы разнообразны и в некоторых типах месторождений изменены вплоть до образования скарнов.

В сульфидно-оловоносной группе месторождений, связанной с неинтрузиями (в широком смысле слова) по минералогическому составу оруденения, можно выделить следующие типы:

а) тип Мукулана — сульфидно-скарновый тип с преимущественным развитием в составе руд пирротина и сфалерита, иногда усложняющийся наложением арсенопирито-висмутовой фазы рудообразования;

б) тип Бурона — сульфидные месторождения медно-пирротинового типа; изменение боковых пород выражается в серицитизации и появлении турмалина; сфалерит, галенит и другие сульфиды мало распространены и относятся к более поздней фазе рудообразования.

Характерными представителями оловянного оруденения, связанного с древними гранитами Центрального хребта, являются Беляги-дон и Чегем. Они представлены очень однотипными по минералогическому составу и форме залегания пегматитовыми жилами. Тип пегматитов мусковит-микроклиновый с характерной наложившейся альбитизацией. Главные минералы — микроклин, кварц двух генераций, мусковит двух генераций, альбит; редкие минералы — гранат, апатит, колумбит, берилл, касситерит, образующий темнокоричневые, иногда до 3—4 мм, зерна. Вынос касситерита связан с поздней фазой альбитизации пегматита. В неальбитизированном пегматите касситерита нет.

Более перспективным является Мукуланское месторождение, геологически связанное с грядой среднепалеозойских скарнированных известняков, надвинутых на массив алджуртинского неогранита, прорванного деленитом, липаритом. Надвиг моложе оруденения и срезает на незначительной глубине рудные тела, не прослеживающиеся в гранитах. Рудные массы метасоматически отложились в более ранних зонах дробления в скарнированном известняке, образуя ряд коротких, но иногда мощных жилообразных залежей широтного простирания. Руда представлена скарном, пронизанным жилками и вкраплениями магнетита и сульфидов. Намечаются две сульфидные фазы: пирротино-сфалеритовая, связанная с силикатным метасоматозом и магнетитом, и

более поздняя арсенипирито-висмутовая, с кварцем и кальцитом. Минералы первой фазы — гранат, диопсид, актинолит, хлорит, эпидот, волластонит (?), ливерит, редкие — кварц, гастингсит и рудные минералы — пирротин, сфалерит (марматит), пирит, халькопирит, арсенипирит, леллингит, пирротин, самородный висмут. Олово выносилось в первую фазу рудообразования, главным образом в виде касситерита.

Интересным является установление в ливерите, одном из распространенных скарновых минералов, некоторого количества олова.

Близкое по типу месторождение Тырны-ауз-су представляет собой ряд сульфидных тел, образовавшихся в трещинах северного крыла так называемой «центральной» зоны разлома месторождения Тырны-ауз. Рудные тела, представленные небольшими линзообразными жилами или неправильными метасоматическими прожилками, залегают в скарпах или в слабо измененных скарнированных палеозойских известняках. Наибольший интерес представляют пирротиновые жилы с редким пиритом, халькопиритом и сфалеритом. Жильные минералы — гранат, актинолит, хлорит, флюорит, ливерит.

Аналогичные сульфидные жилы были обнаружены и в самом месторождении Тырны-ауз, заполняющими более поздние, чем скарны Тырны-ауза, разломы. Оловоносность связана с сульфидной полиметаллической фазой, а также с силикатными минералами скарна.

Месторождение Тютю-су по типу рудообразования является полным аналогом Мукулана. Раздробленная зона в мигматитах древнего гранитного комплекса превращена гидротермальным процессом в сульфидные скарны. Состав скарнов — гранат, хлорит, актинолит, диопсид — почти совершенно аналогичен Мукулану. Рудопроявление значительно более слабое и представлено в основном импрегнациями пирротина, пирита и, реже, халькопирита, сфалерита и арсенипирита. Характер концентрации олова тот же, что и в Мукулане.

Тип Бурона (сульфидно-оловоносные месторождения), вероятно, связан с наиболее ранними, мезозойскими неогинтрузиями. Характеризуется сплошными тонкозернистыми пирротин-халькопиритовыми рудами, образующими мощные линзы. Полиметаллическая и арсенипиритовые фазы оруденения выражены слабо. Главные рудные минералы — пирротин, халькопирит, магнетит, пирит; аксессуарные рудные минералы — арсенипирит, сфалерит, галенит, блеклая руда, висмутин, касситерит. Касситерит в виде мельчайших зерен связан со сплошными пирротиновыми участками, особенно в зальбандах тел, где наблюдается турмалинизация. Помимо касситерита, незначительные количества олова содержатся и в сульфидах. Месторождения этого типа не дают крупных концентраций олова, тем не менее их надо признать интересными с точки зрения комплексного извлечения металлов, в том числе и олова.

УРАЛЬСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ

(Начальник акад. И. П. Бардин, руководитель по геологической части акад. А. Н. Заварицкий)

Из необычайно разнообразных и многочисленных научных задач, которые могут быть поставлены перед геологами, изучающими Урал, в числе задач экспедиции Академии Наук вошли только очень немногие, именно те, которые выдвигаются третьим пятилетним планом развития народного хозяйства СССР.

Урал является районом черной металлургии. Третья пятилетка — пятилетка специальных сталей; в третьей пятилетке надлежит развер-

нуть выплавку древесноугольных чугунов из чистых от серы и фосфора руд. На Урале давно известно знаменитое Бакальское месторождение, на рудах которого, так же как и на халиловских, намечается строительство нового металлургического завода. Ясно, что экспедиция должна была включить в программу своих работ изучение¹ тех геологических формаций, которым подчинено Бакальское месторождение и, быть может, его аналоги, а также исследование вопроса о природно-легированных железных рудах на Урале вообще.

План третьей пятилетки намечает увеличить производство цветных металлов. На очередь выдвинуто строительство Средне-Уральского и Блявинского комбината. Уральская экспедиция Академии Наук не могла не поставить одной из главных целей своих исследований изучение тех геологических формаций Урала, в которых заключены медные месторождения этой основной области советской медной промышленности, намечая новые пути в отыскании тех закономерностей, которые определяют здесь размещение медных месторождений.

Проблема редких металлов, в особенности входящих как составные части в ферросплавы, а также олова, является естественным развитием двух первых задач, и она поставлена перед Уральской экспедицией специальным постановлением Совнаркома. Работы, направленные на разрешение этой проблемы, составляют третий крупный раздел в программе работ Уральской экспедиции.

Все остальные задачи, поставленные перед экспедицией, являются лишь логическим развитием указанных трех проблем, вытекаая из природных соотношений различных сторон геологической структуры Урала.

Совершенно очевидно, что в течение двух лет работ экспедиции, хотя бы включающей в себе значительный коллектив научных работников, невозможно разрешить все вопросы геологической структуры Урала и его металлогении. Поэтому-то усилия экспедиции и были направлены на выяснение именно тех наиболее острых задач, которые представляют узловые звенья в цепи фактов, на которых должны быть основаны наши представления об истории развития Уральской горной системы и о возникновении и распределении на ней столь многочисленных месторождений полезных ископаемых.

Дальнейшее изложение результатов работ экспедиции расположено в соответствии с основными особенностями Уральской горной системы и прежде всего в порядке тех геологических зон, на которые распадается Урал.

А. Работы по изучению немой древней толщи Урала

Изучение немых свит Урала имеет не только огромное теоретическое значение для понимания геологического строения этой области, но и живой практический интерес, так как эти толщи являютсяместищем многих месторождений железных руд и в числе этих месторождений мы находим, с одной стороны, знаменитые залежи Бакала и, с другой, известные Комарово-Зигазинские месторождения, наиболее перспективные в этой части Урала по величине их запасов. Указания на сходство Бакальских и Зигазинских месторождений почти всегда сопровождаются ссылками на стратиграфическое положение тех и других месторождений, на сходство условий их образования. Однако даже возраст этих свит и общая их стратиграфическая колонка споредливо возбуждали сомнения, и для разрешения этих сомнений в ту часть Урала, которая представлялась наиболее благоприятной для решения этого вопроса, был направлен стратиграфический отряд, со-

стоявший из трех сотрудников: руководитель проф. А. А. Блохин и коллекторы Ф. В. Азлецкий и В. И. Свицерский.

Задачей отряда являлось изучение стратиграфии древних «немых» толщ, широко развитых по западному склону Южного Урала. Согласно заданию, работы производились на участке от тракта Стерлитамак-Белорецк на севере до широтного течения р. Кули (приток р. Нугуша, впадающего в р. Белую) на юге и от хребта Ала-тау на западе до меридионального течения р. Белой на востоке. На всей этой площади развиты отложения, считавшиеся ранее «немыми» и относившиеся частью к нижнему палеозою, а в большей своей массе к протерозою. Так, на последней сводной карте Урала (1 : 500 000) хребет Ала-тау, расположенный на западе изученной отрядом площади, а также находящиеся к востоку от него хребты Калу, Б. Биктемир и Ардакты отнесены к нижнему кембрию (зильмердакская свита).

Все названные выше хребты (Ала-тау, Калу, Б. Биктемир, Ардакты, Бажай, Юрма-тау, горы Малиновые) сложены светлыми, обычно буровато-желтыми, белыми или розоватыми, реже красными кварцевыми песчаниками и кварцитами, часто грубозернистыми, местами гравийными, содержащими прослойки, обогащенные гальками кварца. Отдельные пачки песчаников содержат зерна полевых шпатов. Следует отметить, что в районе работ отчетного года контакт этих пород с выше лежащими отложениями нигде не наблюдался.

Совершенно такие же кварцевые песчаники и кварциты в более южном, ранее изученном районе залегают непосредственно под палеонтологически охарактеризованными породами (известняками) живетского яруса среднего девона. Здесь толща кварцевых песчаников в верхней своей части содержит флору (*Hostimella hostimensis* Pot. V.), позволяющую отнести включающие ее породы к среднему отделу девона. В самой же нижней своей части толща светлых кварцевых песчаников, имеющая в разрезах по р. Белой мощность около 300 м, содержит уже морскую фауну середины нижнего силура. Таким образом, вся толща светлых кварцевых песчаников, относимых здесь к верхней части так называемой ашинской свиты по стратиграфической схеме, принятой при составлении 1 : 500 000 карты Урала, должна иметь возрастной индекс

Кварцевые песчаники и кварциты, слагающие названные выше хребты района исследований нынешнего лета, по внешнему виду и минералогическому составу совершенно идентичны песчаникам верхней части ашинской свиты. Однако исследователи, ранее изучавшие геологическое строение района, как было уже сказано выше, относили кварцевые песчаники и кварциты названных выше хребтов к зильмердакской свите нижнего кембрия и зигальгинской свите протерозоя по стратиграфической схеме, принятой при составлении 1 : 500 000 карты Урала. Участки, расположенные между названными выше хребтами, сложенные песчано-сланцевыми или карбонатными (известняки, мергели, доломиты) породами, показаны на 1 : 500 000 карте Урала относящимися частью к нижнему кембрию, в большей же своей части к протерозою различной древности.

На основании изучения геологического строения района, расположенного непосредственно к югу, по правобережью р. Белой в широтном ее течении, А. А. Блохиным было высказано предположение об ошибочности стратиграфии так называемых древних «немых» свит, слагающих район исследований настоящего года и имеющих широкое развитие по всему западному склону Урала к северу от изученного района. В результате работ лета 1939 г. получен исключительно интересный материал, иллюстрирующий ошибочность стратиграфии

древних «немых» толщ западного склона Урала, принятой при составлении 1 : 500 000 карты Урала. Фауна цистоидей, найденная в кварцитах восточного склона хребта Ала-тау и западного склона хребта Калу, говорит за нижнесилурийский возраст включающих ее пород, относившихся ранее, как было указано выше, к нижнему кембрию (зильмердакская свита). Нижнесилурийская фауна, обнаруженная ранее в светлых кварцевых песчаниках юго-западного склона хребта Базал, позволяет отнести к нижнему силуру также и кварциты хребта Бажай, являющегося северным продолжением хребта Базал, поперечным сдвигом смещенным приблизительно на 4 км к западу. Ранее (на 1 : 500 000 карте Урала) кварциты хребта Бажай относились к зигальгинской свите протерозоя.

Таким образом, находка фауны в породах, считавшихся ранее «немыми», показала, что к нижнему кембрию (зильмердакская свита) и протерозою (зигальгинская свита) ошибочно относят породы, содержащие в ряде пунктов нижнесилурийскую фауну, петрографически же всюду совершенно идентичные типичным породам нормального разреза, установленного там, где стратиграфическое положение и возраст этих пород ($D_2^1 - S_1$) не могут вызывать сомнений.

Нижнесилурийская фауна обнаружена была также к западу от района исследований в светлых кварцитах вблизи Кагинского завода, где выше этих кварцитов залегают палеонтологически охарактеризованные породы верхнего силура и всех отделов девона.

Наиболее древними породами, встреченными при изучении района, следует считать розовые, красно-бурые и зелено-серые мергели и известняки так называемой катавской свиты.

В целом ряде пунктов в названных породах найдены водоросли, пока не определенные; из более ранних сборов из пород катавской свиты определены были водоросли, позволяющие отнести содержащие их породы к кембрию, предположительно к среднему его отделу. Выше их залегают зелено-серые песчаники и сланцы так называемой инзерской свиты, выше которых развита толща доломитов (миньярская свита), обычно серых, кремнистых, реже светлых, также содержащих водоросли, свидетельствующие о кембрийском их возрасте (предположительно $Сm_2$).

Доломиты миньярской свиты покрываются мощной толщей зелено-серых песчаников и сланцев ашинской свиты, в верхней части которой развиты светлые кварцевые песчаники, содержащие на границе с подстилающими их зелеными песчаниками и сланцами морскую фауну нижнего силура, тогда как в самом верху в толще светлых кварцевых песчаников на границе их с живетскими известняками встречена девонская флора. Таким образом, возраст ашинской свиты в полном ее объеме следует считать от D_2 до $S_2 + Cm_3$, принимая во внимание, что ниже светлых кварцевых песчаников, содержащих фауну середины нижнего силура, залегают мощная (до 1000 м) толща зеленых песчаников и сланцев, в которых в Орском районе встречена (Хабаков и Разумовская) морская фауна слоев, переходных от S_1 к $Сm_3$ (кидрясовская свита).

Никаких данных, подтверждающих нижнекембрийский и протерозойский возраст древних «немых» толщ, Блохиным не было обнаружено. Наблюдающееся при движении с запада на восток усиление метаморфизации пород не может служить, конечно, признаком большей древности пород, развитых в восточной части района. Может считаться установленным, что кварцевые песчаники и кварциты, залегающие среди кембрийских пород, не могут рассматриваться как подстилающие их, так как содержат нижнесилурийскую фауну.

Факты залегания этих песчаников среди кембрийских пород находят, по мнению А. А. Блохина, свое объяснение в наличии и весьма широком развитии надвигов, обуславливающих различные сочетания пород, слагающих ашинскую, миньярскую, инзерскую и катавскую свиты, ошибочно принимаемые за новые свиты и относимые к нижнему кембрию и протерозою. Так, например, при детальном картировании участка, прилежащего к хребтам Калу и Б. Буктемир, удалось выяснить, что кварциты, слагающие эти хребты, относившиеся ранее к нижнему кембрию (зильмердакская свита), показаны на 1 : 500 000 карте Урала окруженными со всех сторон породами катавской свиты, из-под которых они якобы выходят в сводовых частях складок. В действительности же, по наблюдениям Блохина, кварциты хребта Калу, содержащие нижнесилурийскую фауну, надвигом приведены в непосредственное соприкосновение с различными свитами, контактируя на различных участках с породами катавской, миньярской и инзерской свит. То же самое наблюдается и при картировании хребта Б. Биктемир.

Несомненно, что ошибочность стратиграфической схемы, принятой при составлении 1 : 500 000 карты Урала, была бы обнаружена значительно раньше, если бы при картировании «немых» свит западного склона Урала не была допущена грубая методическая ошибка, заключающаяся в том, что в одну и ту же свиту включают совершенно различные литологические толщи (кварциты, доломиты, глинистые сланцы и т. д.), из которых каждая имеет значительную мощность и может быть картирована самостоятельно.

Как было уже отмечено, в восточной части изученного района наблюдается разрез от нижнего силура до среднего девона включительно, представленный породами (известняки, доломиты, сланцы), содержащими морскую фауну, тогда как в западной части района между морскими осадками нижнего силура и известняками среднего отдела девона, содержащими морскую фауну, заключена толща кварцевых песчаников, нередко косослоистых, грубо- и разнозернистых, содержащих флору. Эти факты позволяют вывести заключение, что между нижним силуром и средним девоном в западной части изученного района существовал перерыв в отложении морских осадков, вызванный движениями земной коры, в результате которых в западной части района образовалась суша, тогда как на востоке продолжали отлагаться морские осадки.

Практическим выводом из установления нормального разреза «немых» свит западного склона Урала является возможность отбросить как явно неверную, основанную на ошибочном понимании разреза, гипотезу об осадочном происхождении железных руд типа Бакала и Комарово-Зигаинских.

В. Исследования в западной зоне габбро-перидотитовых интрузий

В строении северной половины Урала породы габбро-перидотитовой формации представляют образование совершенно исключительного значения. Уже давно эта формация подвергалась детальному петрографическому изучению в связи с тем, что к наиболее основным членам этого комплекса горных пород приурочены месторождения платины. Однако еще более важная для понимания строения Урала сторона в изучении этой формации, именно геологические соотношения слагающих ее горных пород, внутренняя структура массивов и отношения к окружающим породам остаются очень мало освещенными.

К сожалению, и в работе экспедиции не удалось уделить достаточно внимания этой формации. Исследования геологической структуры Баранчинского габбрового массива производились лишь в связи с изучением Волковского месторождения медных и титано-ванадиевых руд и скорее имели целью выяснение геологической обстановки этого месторождения, чем решение больших вопросов геологии габбро-перидотитовой формации вообще.

Исследования Баранчинского массива были предметом работы О. А. Воробьевой и З. М. Митянок.

При этом изучении массива были прослежены три генетические зоны габбро, обладающие рядом индивидуальных особенностей:

I зона — роговообманковое габбро западной половины плутона с прекрасно выраженной слоистой текстурой. Для данной разновидности габбро характерно широкое развитие роговообманково-полевошпатовых пегматитов. Габбро слагает почти меридионально вытянутую полосу, в центральной части которой расположены крупные пироксенитовые массивы гор Синея, Голой и Толстой. Вокруг последних роговообманковое габбро образует своего рода оторочку, переходящую по периферии в габбро-амфиболиты и амфиболиты, представляющие продукты динамо- и автометаморфического изменения габбро.

II зона — биотито-пироксеновое габбро, иногда с оливином, образует центральную зону, сложенную светлыми равномернозернистыми породами, содержащими только спорадически пироксено-роговообманково-полевошпатовые пегматиты незначительных размеров. На ряду с последними наблюдаются многочисленные дайки плагиоаплитов. Характерно присутствие сульфидов меди и ее окисных соединений.

III зона — пироксеновое и оливиновое габбро, иногда с биотитом, нередко превращенное в уралито-соссюритовое габбро, слагает меридионально вытянутую полосу в восточной половине плутона (Волковское месторождение и его окрестности). В данной разновидности габбро отсутствуют пегматиты, плагиоаплиты пользуются ограниченным распространением, но широко развиты процессы уралитизации, соссюритизации, эпидотизации и карбонатизации.

Развито шпирово-полосчатое строение габбро, обусловленное чередованием отдельных участков варьирующего минералогического состава и структуры.

Для габбро III зоны очень характерно присутствие значительных выделений сульфидов меди и железа, на ряду с богатой вкрапленностью титаномагнетита, концентрация которого сопровождается заметными скоплениями апатита. Все три зоны габбро вытянуты приблизительно в меридиональном направлении и представляют собой пластовые (?) интрузивные тела с относительно крутым (под углом до 35°) падением к западу.

Интересна также значительная региональная полоса пород состава габбро-диорита полосчато-инъекционной текстуры (долина р. Баранчи и район Кушвы), залегающая в центральной части плутона между роговообманковым габбро I зоны и биотито-пироксеновым габбро II зоны. Серые мелкозернистые диориты образуют здесь полосчатый комплекс с габбро и габбро-амфиболитами, пронизанный согласно полосчатости тонкими инъекциями аплитов гранитного состава и прожилками из чистого кварца.

Полосчатый комплекс пород резко выделяется по элементам залегания. Породы комплекса падают обычно очень круто (под углом 45—90°), причем падение то восточное (район Кушвы), то юго-восточное (район к северу от Н. Баранчинского завода). Следовательно, имеет место несколько несогласное залегание полосчатого комплекса по отно-

шению габбро I и II зоны, что усложняет структурные взаимоотношения внутри Баранчинского плутона.

К числу новых данных, полученных в результате работ этого года, следует отнести особый тип рудных пироксенитов, открытых на восточном склоне горы Синеи. Полосчатые магнетитовые пироксениты включают интересные пироксено-роговообманково-полевошпатовые пегматиты с магнетитом, который выделяется последним. Магнетитовые месторождения восточного склона горы Синеи, находящиеся в тесной ассоциации с пегматитами, привлекают к себе внимание не только как важный генетический тип оруденения, но могут представлять и некоторый практический интерес.

Само Волковское месторождение было предметом исследований С. А. Кашина и В. В. Щербины.

По их наблюдениям, пироксеновое габбро (III зоны), включающее Волковское месторождение, является неоднородным и представлено двумя разновидностями: 1) пироксеновое нормальное габбро, 2) пироксеновое меланократовое габбро. Преобладающее распространение имеет пироксеновое нормальное габбро, среди которого неправильными участками («островками») залегают меланократовые и оливиновые габбро.

Пироксеновое нормальное габбро по структуре и характеру оруденения сульфидами подразделяется на две разновидности:

1. Габбро равномернозернистой структуры, характеризующееся одинаковым размером составных компонентов, представлено средне- и крупнозернистыми разновидностями. Сульфиды меди в очень незначительном количестве; встречаются лишь отдельные спорадические зерна халькопирита. Характерно наличие мелких шширообразных выделений меланократовой разновидности, иногда с сульфидами меди.

2. Габбро атакситовой структуры характеризуется наличием неравномернозернистых участков, где наблюдаются как бы переходы, чередование от мелкозернистых участков к более крупнозернистым, затем в неравномернозернистые и, наконец, в пегматоидные участки. Характерно высокое содержание сульфидов меди в виде вкрапленности различных размеров. К этому типу габбро приурочена максимальная концентрация сульфидов меди.

Меланократовое габбро, состоящее в основном из моноклинного пироксена и лабрадора, отличается богатым содержанием титано-магнетита и апатита. К этому типу габбро приурочена максимальная концентрация титаномагнетитового оруденения.

Руды Волковского месторождения представлены вкрапленностью в габбро титаномагнетита, сульфидов меди (халькопирит и борнит) и апатита и содержат, таким образом, следующие компоненты: железо, титан, ванадий, медь и фосфор, кроме того, возможно, в небольшой концентрации более редкие элементы. Затрудняющий извлечение ванадия хром в рудах почти отсутствует, а марганец содержится в незначительном количестве. Никеля почти нет, кобальт иногда обнаруживается в явно непромышленных количествах. Содержание рудных минералов в различных типах различно. «Рудным телом» геолого-разведчики обозначили участок габбро, содержащий более 0.5% меди.

Титаномагнетитовое оруденение представлено: 1) вкрапленностью титаномагнетита в различных типах габбро (преобладающий тип); 2) богатым выделением титаномагнетита в меланократовом габбро и 3) шширами сплошного титаномагнетита.

Сульфидное оруденение (борнит, халькопирит и в подчиненных количествах — ковелин и халькозин) распространено неравномерно,

при колебаниях в руде содержания меди в интервале 0.5—1%, как исключение до 10%. Вкрапленность сульфидов приурочена преимущественно к габбро атакситовой структуры. Формами проявления сульфидного оруденения являются:

1) вкрапленность борнита и халькопирита в неравномернозернистом габбро (преобладающий тип);

2) отдельные сплошные участки выделений борнита в виде мелких шлиров в том же типе габбро, размеры от 2—3 до 15—20 см в диаметре; мелкие прожилки и вкрапленники халькопирита в узких зонах эпидотизировано-хлоритизированного габбро вдоль трещин отдельностей;

4) мелкие вкрапленники халькопирита и реже борнита в мелнократовых шлировых выделениях среди равномернозернистых габбро;

5) выделения халькопирита и борнита по тончайшим трещинам в габбро.

В пределах месторождения сульфидное оруденение в значительной степени налагается на оруденелые титаномагнетитовые участки, но количественной зависимости между обоими типами оруденения не наблюдается и их максимумы не совпадают. Последнее объясняется приуроченностью максимальной концентрации титаномагнетита к мелнократовому габбро, а сульфидного оруденения к неравномернозернистому габбро.

Титаномагнетитовое оруденение распределено более или менее равномерно, тогда как сульфидное оруденение очень неравномерное. Характер их вкрапленных зерен различен. В отличие от титаномагнетита, кроме вкрапленности и реже мелких шлиров, сульфиды выделяются также и в виде прожилков. Вкрапленники сульфидов окаймляются продуктами изменения плагиоклазов (эпидот), чего не наблюдается вокруг вкрапленников титаномагнетита. Последовательность образования рудных минералов следующая: 1) титаномагнетит, 2) титаномагнетит + борнит, 3) борнит, 4) твердый раствор борнит-халькопирит, 5) халькопирит: а) позднемагматический и б) гидротермальный; наконец, вторичные сульфиды — ковелин и халькозин и окисленные минералы — хризоколла и малахит.

Гипогенный характер борнита (равно как и халькопирита) доказываетея тем, что оба минерала часто образуют решетчатую структуру срастания — халькопирит образует вставки по спайности борнита. По-видимому, это структура распада твердого раствора борнита-халькопирита, подобная той, которая была получена американцем Шварцем при нагревании борнита до 500°. Как известно, согласно исследованиям Мервина и Ломбарда, упругость паров борнита ниже даже, чем у халькопирита, что также подтверждает возможность гипогенного происхождения борнита и, согласно исследованиям Е. Кордеса, объясняет более раннее выделение борнита, чем халькопирита.

Эпимагматическое происхождение борнита может быть объяснено общим низким содержанием серы по отношению к количеству меди. Это подтверждается парагенезисом борнит-магнетит. Избыток серы привел бы к превращению борнита и магнетита в халькопирит и к образованию пирита, который в месторождении почти полностью отсутствует.

Выделение из габбрового расплава титаномагнетита, по мнению исследователей, определялось следующими условиями:

1. Силикаты, содержащие закисное железо, подвержены значительной термической диссоциации (в особенности в присутствии кальция), причем в этом состоянии закисное железо легко окисляется до магнетита.

2. Реакция окисления ферросиликата с образованием магнетита и освобождением кремнекислоты сопровождается значительным экзотермическим эффектом.

3. Окисляющими агентами являлись (кроме возможного кислорода) такие соединения, как углекислота и вода, способные при высоких температурах окислять закисное железо до магнетита, причем окислы титана и ванадия в данном случае могли играть роль катализаторов.

4. Процессу образования магматического магнетита, по видимому, противодействуют: высокое содержание кремнекислоты, очень высокое содержание окиси магния, изоморфно растворяющей закисное железо и тем самым препятствующей его окислению, а в щелочных расплавах — большой избыток щелочей, связывающий окисное железо в эгирин.

5. Одной из причин слабой обособленности титанистого магнетита Волковского месторождения является относительно невысокое содержание двуокиси титана (ниже требуемого для эвтектики ильменит-магнетит).

Учитывая промышленное значение содержащихся в рудах металлов — меди, ванадия, титана и железа и сопутствующего им апатита, надо признать, что проблема комплексного промышленного освоения Волковского месторождения представляется актуальной, тем более, что оно находится в одном из крупных промышленных районов Урала (Красноуральский медный комбинат, Тагильский промышленный узел) и близ железной дороги (в 8 км). Комплексное решение этой проблемы требует участия ряда научных и хозяйственных организаций, что и было проведено в этом году. Так, сотрудники Института геологических наук Академии Наук выполняли работы по изучению геологической структуры рудных накоплений и геохимических процессов, Уральское геологическое управление производило промышленную разведку, а Уралмеханобр занимался обогащением руд. Все эти организации работали в тесном контакте.

С. Исследования в палеозойской вулканогенной толще восточного склона Урала

Эта зона Уральской горной системы или, как ее еще называют, зеленокаменная зона Урала представляет особенный интерес по наличию в ней многочисленных и разнообразных месторождений полезных ископаемых. Прежде всего среди них надо отметить медные колчеданные месторождения, изучение которых не только важно с практической стороны, но представляет чрезвычайный теоретический интерес. Дело в том, что происхождение колчеданных месторождений того типа, который мы видим в уральских месторождениях, до сих пор вообще остается далеко еще не выясненным, а между тем с представлением о их происхождении теснейшим образом связаны и все предположения о возможности нахождения новых месторождений этого типа.

Уже очень давно внимание исследователей было обращено на то очевидное обстоятельство, что известные колчеданные месторождения на Урале находятся в зоне развития древних вулканических пород. Вместе с тем в этой же зоне мы видим ряд интрузий глубинных магматических пород и, наконец, вулканические и осадочные породы, слагающие эту зону, подверглись интенсивной дислокации и связанному с этим метаморфизму, следы которого сказываются и на интрузивных породах, внедренных среди толщи пород вулканических и осадочных. Разного рода представления о генезисе колчеданных

месторождений то так, то иначе оценивали эти факты и находили ту или иную связь между ними. В той части Урала, где до последнего времени были известны и изучались, главным образом, колчеданные месторождения, все указанные особенности проявляются достаточно резко; поэтому здесь особенно трудно разобратся в относительной роли указанных геологических факторов.

Огромное значение для понимания уральских колчеданных месторождений имело открытие нового месторождения Блявы, геологическая обстановка которого существенно отличается от той, в которой находятся месторождения Среднего Урала. Месторождения Баймака нашли свое место, которое по ряду признаков может быть определено как промежуточное положение между среднеуральскими месторождениями и месторождением Блява. Возможная роль метаморфизма среднеуральских месторождений стала гораздо более ясной, и остро стал вопрос о роли тектоники в формировании месторождений.

Между тем структура этих месторождений попрежнему оставалась не выясненной. Было совершенно очевидно, что колчеданные залежи залегают в сильно смятой толще наслоенных пород, но, наблюдая повторяемость одних и тех же пластов, исследовавшие месторождения геологи даже не пытались дать объяснения этому факту и связать наблюдавшиеся участки пластов в какие-то складки или отыскать доказательства разобшивших их разрывов. В структурных построениях фигурировали такие мало определенные понятия, как «тектоническая линия», «рассланцованная зона» и т. д. Станным образом эти неопределенные тектонические линии всегда совпадали и с плоскостями наслоения пород там, где последние можно было видеть, но геологов мало интересовал вопрос, находятся ли тут пласты в нормальном или в опрокинутом залегании. Нельзя сказать, чтобы при таком положении дела действительную структуру месторождения можно было считать выясненной, а вместе с тем, чтобы можно было обоснованно говорить и о первоначальных особенностях месторождения, о позднейших происшедших в них изменениях и т. д. и делать предположения относительно условий, благоприятных для образования такого рода месторождений.

Новое месторождение Блява прежде всего отличалось от известных среднеуральских месторождений тектоникой вмещающих его горных масс. Как известно, открытие его было довольно неожиданным. Очевидно, не привычная для геологов, изучавших среднеуральские месторождения, «тектоническая обстановка» была фактором, контролирующим появление месторождений. Роль ее, повидимому была другая, и, чтобы понять ее, надо было по-другому подойти к ее изучению. Надо было по существу разобратся, какие деформации претерпела наслоенная вулканогенно-осадочная толща, вмещающая месторождения.

Путь для решения этой задачи был очевиден. Если в районе самих месторождений невозможно разобратся в последовательности напластования вулканических и осадочных образований и невозможно выяснить тектонические структуры, то необходимо обратиться к ближайшему району, где тектоника отличается меньшей сложностью и где поэтому вопросы стратиграфии и тектоники могут быть решены. На основании данных, полученных в этом районе путем детального геологического картирования, прослеживая по возможности отдельные пласты по простирацию, надо перейти к интересующему нас более сложно построенному участку. В качестве района с менее сложным строением, находящегося на простираии зеленокаменной толщи, вмещающей колчеданное месторождение Красноуральского и Тагиль-

ского районов, был намечен участок между Нижней и Верхней Турой к северу от района колчеданных месторождений. Первым шагом при исследовании этих районов должно было явиться изучение стратиграфии вулканогенной толщи. Это изучение было поручено В. М. Сергиевскому.

В изучавшемся им районе среди эффузивов были уже известны две разновозрастные толщи известняков. Тектоника района не отличалась сложностью и характеризовалась сравнительно пологой складчатой структурой. Среди эффузивов развиты некоторые важные горизонты, далеко прослеженные на Урале, как, например, ортофиры, возраст которых нельзя было считать установленным с достоверностью. Отрицательным моментом являлась довольно слабая обнаженность на водоразделах. Однако, несмотря на это, удалось разобраться в основных вопросах стратиграфии и тектоники, пользуясь разрезами по мелким и крупным речкам.

На основании полевых исследований удалось установить разрез вулканогенной толщи по крайней мере от верхнего уинлока до нижней половины среднего девона. Этот разрез опирается на четыре фаунистически охарактеризованных известняковых горизонта; снизу вверх это будет: средний лудлоу с *Pentamerus vogulicus* и другими формами; верхний лудлоу или даунтон (по предварительному определению); горизонт со *Spirifer superbis* и *Sieberella acutolobata*, относимый сейчас Н. А. Штрейсом к кобленцкому ярусцу, а А. Н. Ходялевым к нижнему эйфелю; горизонт с *Conchidium pseudobaschkiricus* и *Stropheodonta uralensis*, относимый обоими упомянутыми палеонтологами к эйфелю.

Разрез обнаруживает значительные вариации в направлении с запада на восток. Разрезы сходного характера располагаются в меридиональном или, точнее, северо-северо-западном направлении, так что можно выделить несколько меридиональных зон различного строения. Их, по имеющимся сейчас данным, можно проследить и далее на юг и на север. В строении силурийско-девонской толщи можно выделить в изученном районе три отдела: нижний, подстилающий здесь средне-лудлоуские отложения, возраст которого, судя по присутствию нижнего лудлоу в толщах Исковского известнякового массива и по ряду данных по более северным районам, в целом старше нижнего лудлоу, почему дальше мы называем эту толщу уинлокской; средний, отвечающий среднему, а может быть, и нижнему лудлоу, и верхний, отвечающий промежутку времени от верхнего лудлоу до нижнего девона включительно.

Точная датировка верхней границы этого отдела зависит от окончательного установления возраста известняков со *Spirifer superbis*, *Sieberella acutolobata* и другими формами. В дальнейшем эта толща обозначена как верхний лудлоу — нижний девон. Наиболее постоянный состав имеет нижняя, уинлокская (?) толща, но мощность ее сильно варьирует. Эта толща выходит в моноклинальном, падающем на восток крыле, непосредственно примыкающем на западе к плагиигранитам, прослеживающимся на широте р. М. Именной вдоль края габбро-перидотитовой интрузии. Восточнее она выходит в ядрах трех брахиантиклинальных складок: 1) на северном берегу Н. Туринского пруда у окраин сел. Н. Тура, где обнажены лишь самые верхи; 2) в антиклинальном куполе у ст. Выя и 3) в куполе у устья р. Мостовой.

Там, где уинлокская толща представлена полно, она начинается зеленокаменными фельзитовыми альбитофирами, сильно пиритизированными в восточных выходах. Местами в альбитофирах залегают

тонкие прослои туффитов, иногда лишь в несколько сантиметров мощностью, подтверждающих эффузивный характер альбитофиров. Выше обычно следует пачка кремнистых пород и туффитов и над ними авгитовые порфириты и их туфовые и лавовые брекчии. В Мостовском антиклинале они многократно переслаиваются туффитами пелитовой и псаммитовой структуры. Заканчивается уинлокская толща обычно пачкой осадочных пород, туфосланцев и туфопесчанников, с внутрiformационными конгломератами. Общая мощность осадочных пород до 200—250 м. В Исовском массиве, по Штрейсу, верхний уинлок представлен известняками.

На берегу Нижне-Туринского пруда в конгломератах встречена галька розового кварцевого и фельзитового порфира и мелкозернистой розовой породы, макроскопически определенной как сиенит. Мощность эффузивных толщ уинлока резко убывает с запада на восток. Наибольшая мощность получена в пересечении по верховьям р. М. Именной. Значительно редуцированы чисто вулканогенные члены этой толщи в Мостовском куполе. Еще резче это выражено в Выйском куполе. Простираение верхнесилурийских складок северо-северо-западное. Приведенные данные позволяют думать, что это направление отвечает первичной зональности в строении вулканогенного уинлока.

Лудлоуская (точнее ниже- (?) и среднелудлоуская) серия обнаруживает значительно большие фациальные вариации. Она-то целиком представлена известняками, как, например, в Исовском известняковом массиве и в районе дер. Талица, то известняками и эффузивами (в районе р. Савотьки), то почти целиком эффузивами, местами обнаруживающими довольно пестрый состав. Границы разных фаций здесь, видимо, имеют более сложное очертание. Лишь в общем можно сказать, что в западных выходах среднее и нижнее лудлоу представлено целиком известняками, восточнее и особенно, северо-восточнее — эффузивами. В последнем случае лишь в верхах толщи можно наблюдать тонкую пачку туффитов с совершенно незначительными линзами известняка. Такой разрыв наблюдается, например, в районе дер. М. Именной. Наиболее распространенной и характерной эффузивной породой лудлоуской толщи являются плагиоклазовые порфириты, близкие к типу лабрадоровых и реже диабазовых порфиритов. Они в той или иной мере замещаются плагиоклазовыми микропорфиритами, амигдалоидами и спилитами. Спорадически встречаются фельзиты и частью альбитофиры, проявляющиеся то вверх, то вниз толщи. Микропорфириты и спилиты особенно характерны для верхних горизонтов.

Время формирования лудлоуской толщи на Северном Урале вообще, повидимому, характеризуется рядом мелких тектонических подвижек, уже отмечавшихся разными исследователями.

Переходя к следующей вверх эффузивной толще, обнимающей верхнее лудлоу — нижний девон, следует указать, что эта толща дает опять два типа разреза. На западе она представлена преимущественно ортофирами, на востоке авгитовыми порфиритами и их лавовыми и туфовыми брекчиями. Выяснение соотношений между авгитовыми порфиритами и ортофирами затрудняется тем, что обе породы в одном разрезе встречены лишь в единственном пункте, на берегу Н. Туринского пруда у Нового завода. Ортофиры занимают здесь среднюю часть синклинальной складки, крылья которой сложены авгитовыми порфиритами. Предполагать здесь ненормальный контакт нет никаких оснований, и ортофиры, очевидно, моложе авгитовых порфиритов. Ортофиры залегают резко трансгрессивно на породах раз-

личного возраста, от среднего лудлоу до авгитовых порфиритов, налегающих на толщу лудлоуских известняков Исовского массива и покрываемых (с размывом) известняками со *Spirifer superbis*. Совершенно такая же толща авгитовых порфиритов на р. Какве налегает на верхнесилурийскую кератофиристо-спилитовую толщу, в прослоях известняка содержащую *Conchidium vogulicus*, и покрывается белыми известняками с крупными *Karpinskia conjugula*. В берегах Н. Туринского пруда между авгитовыми порфиритами и ортофирами залегает тонкий прослой туффитов и светлосерых известняков, содержащих бедную и мелкую фауну еще верхне-силурийского облика. В районе Маломальского прииска, по Н. А. Штрейсу, есть признаки углового несогласия в основании ортофировой толщи. Внутри ортофировой толщи также наблюдался прослой белого или светлосерого известняка с фауной. По полевому определению, это фауна верхов силура или низов девона. Н. А. Штрейс найденную им в совершенно аналогичных условиях фауну относит к даунтону.

Ортофировая толща внизу состоит из однообразных массивных ортофиров; вверху наблюдается переслаивание осадочных и эффузивных пород. В районе р. Известки здесь наблюдается такая последовательность пород (снизу вверх):

- 1) мощная ортофировая толща,
- 2) покров плагиоклазовых порфиритов, выклинивающийся на юг,
- 3) кремнистые сланцы,
- 4) прослой известняка с фауной,
- 5) тонкий покров плагиоклазового порфирита,
- 6) кремнистые и туфовые сланцы,
- 7) ортофиры.

Выше залегают девонские известняки «подокситового» горизонта (см. ниже).

В районе дер. Мостовой покровы плагиоклазовых порфиритов выпадают, и в верхах ортофировой толщи залегает толща туфовых и кремнистых сланцев с линзами известняка, в середине которых залегают покровы ортофиров и их туфы.

В восточной части района ортофиры отсутствуют. Соответственное им положение в разрезе имеют авгитовые порфириты и их лаво-брекчии. Авгитовые порфириты варьируют по составу и структуре, массивные порфириты переслаиваются с лаво-брекчиями, местами наблюдаются пузыристые и шаровые лавы. Характерно отсутствие прослоев осадочных пород, в том числе и туффитов, а также покровов изверженных пород иного состава, чем авгитовые порфириты. При совместном нахождении в одном разрезе авгитовые порфириты, видимо, покрываются ортофирами. Между ними и ортофирами залегают туффиты с линзами известняка, с фауной, повидимому, верхнесилурийской.

Таким образом, авгитовые порфириты следует относить еще к верхнему силуру, точнее к верхнему лудлоу. Значительная часть ортофировой толщи, содержащей в верхней части даунтонскую фауну, на основании этих существенных новых фактов также определяется как верхнесилурийская, и лишь самые верхи ее, характеризующиеся затуханием вулканизма и существенным развитием осадочных пород, могут быть отнесены к нижнему девону. Существенно новыми являются факты, заставляющие и ортофиры отнести еще к силуру-девонскому времени и поместить их в самых верхах верхнего силура.

Насколько характерен описанный выше разрез эффузивных толщ для Урала вообще? Если ограничиться ближайшими районами, то можно сказать, что изученные ранее В. М. Сергиевским такие стра-

тиграфические районы, как Серовский и Ивдельский, дают в общих чертах тот же разрез эффузивного верхнего силура и нижнего девона. Лишь ортофиры в этих северных районах развиты слабо. Для районов более южных мы также получаем указания на сходный характер разреза. Вместе с тем необходимо отметить значительную изменчивость разреза в широтном направлении, почему для получения полной картины строения вулканогенной толщи необходимо продолжать работы на восток и на запад.

Что касается самых верхних частей разреза, относящихся уже целиком к среднему девону или к верхам нижнего и к среднему, то нужно прежде всего отметить, что эти отложения развиты только в синклинальной мульде, прослеженной от дер. Осинный мыс до дер. Мостовой. В основании здесь залегают розовые и светлосерые, часто брекчиевидные известняки со *Sp. superbis*, *Sieberella acutolobata* и другими формами. В западном крыле синклинали они лежат на туфовых и кремнистых сланцах, заканчивающих ортофировую серию, в восточном крыле налегают на авгитовые порфириды. В последнем случае непосредственно под розовыми известняками залегают конгломератовая толща, состоящая из обломков пироксеновых и плагиоклазовых порфиритов, туфитов и светлосерого известняка, и уже ниже залегают массивные пироксеновые порфириды. Можно думать, что в этом случае размыту подвергалась толща, отвечающая по составу верхам ортофировой.

Над розовыми известняками лежат серые битуминозные известняки с *Conchidium pseudobaschkiricus* и *Stropheodonta uralensis*, подстилаемые местами бокситами и обломочными известняками с обломками боксита и розовых известняков. Наконец, середина мульды занята фельзитовыми альбитофирами.

На этом палеозойский разрез заканчивается.

Из интрузивных пород в изученном В. М. Сергиевским районе наблюдались лишь диабазы, сиенит-порфиры и мелкие интрузии габбро.

На водоразделе между рр. Максимовкой и Медведкой известны вскрытые шахтами угленосные породы, вероятно мезозойские.

К дочетвертичным отложениям принадлежат, вероятно, также галечники водоразделов, частично переотложенные в последующее время. В этих галечниках резко преобладают породы, стойкие перед процессами химического выветривания: гальки кварца, кремнистых сланцев и яшм и метаморфических кварцитов западного склона, до которых современные реки уже не достигают. Судя по форме, это преимущественно не речные гальки, а окатанные действием прибоя и происходящие, по видимому, из озерных или морских отложений. Они всегда в изобилии встречаются в золотоносных россыпях района.

Тектоника района характеризуется сравнительно пологой брахискладчатостью. Однако на ограниченном пространстве наблюдается крутое и даже опрокинутое залегание слоев. Складки обычно несколько асимметричны, причем в западной половине наблюдалось опрокидывание складок к востоку, а в восточной части к западу. Немногочисленные отмеченные дизъюнктивные дислокации, видимо, имеют характер надвигов с надвинутым и приподнятым восточным крылом. Главная плоскость надвигания всегда скрыта; судя по второстепенным, вероятно, параллельным ей плоскостям, надвигания происходят под углом от 45° и положе (до $10-12^\circ$). Таким нарушением разорвана, например, Именовская синклиналь среднего девона. Простираение складок в силурийских толщах на ССЗ, в девонских местами изменяется на ССВ. В Мостовском куполе и вообще в восточной части района наблюдалось крутое рассланцевание эффузивных пород, пересекающее истинную слоистость.

В частности у рч. Слюдянки наблюдалась тонкая зона кварц-серицитовых и хлорит-актинолитовых сланцев, несомненно пересекающая складчатую структуру без заметного смещения. Севернее на продолжении этой зоны Мостовский антиклинальный купол имеет резко асимметричное строение; западное его крыло поставлено на голову и даже несколько перевернуто. Южнее упомянутая зона рассланцевания должна пересекать известняки. В этом месте, у разъезда 24 км, известняки превращены в пиритизированные кварциты.

Вместе с В. М. Сергиевским в бассейне рр. Иса и Туры на площади преимущественно известняковых отложений стратиграфические исследования производил Н. А. Штрейс, который, дополняя наблюдения Сергиевского, установил последовательность отложения вскрытых в указанном районе силуро-девонских пород и характер образуемых ими структур.

Произведенные наблюдения позволяют дать следующий разрез силуро-девонских отложений.

1. Самыми древними отложениями являются верхние слои уинлокского яруса готландия, представленные или в известняковой фации (*Samarella turjensis*) или в вулканогенной (пироксен-плагиоклазовые порфириды, их туфы и туфопесчаники). Известняковая фация развита в западной части района, в противоположность вулканогенной, распространенной на востоке. Мощность пород известняковой фации 150—200 м, вулканогенной около 500—600 м.

2. Выше располагаются розовые и белые известняки с *Conchidium bilocularae*, *Joungia uralica* нижних горизонтов лудлоуского яруса. В восточных районах отдельные пачки известняков замещаются порфиритами и их туфами. Мощность этих образований около 300 м.

3. Средние горизонты лудлоуского яруса сложены темными известняками с *Conchidium vogulicus* и *C. pseudokhnighti* мощностью до 150 м.

4. Трансгрессивно и несогласно на известняках нижнего лудлоу или на породах уинлокского яруса располагается свита ортофиров, их туфов, кератофиров, туфогенных песчаников и конгломератов. Верхние горизонты этой свиты содержат линзы известняков с фауной кораллов, строматопор и брахиопод (*Atrypa* типа *kuschvensis*), указывающих на принадлежность их самым верхним слоям готландия, предположительно даунтонскому ярусу. Мощность этих образований колеблется в пределах от 300 до 700 м.

5. Готландские породы сменяются толщей вулканогенных и осадочных пород. На западе она представлена плагиоклазовыми порфиритами, на востоке пироксен-плагиоклазовыми порфиритами, их туфами и яшмами с прослоями известняков, содержащих трилобиты нижнедевонского облика. Мощность примерно 200—400 м.

6. Венчается разрез силуро-девонских отложений известняковыми породами, подразделяющимися на нижнюю свиту белых известняков с *Samcorotochia matericula*, *Sieberella acutolobata* и верхнюю — темных известняков с брахиоподами, кораллами и строматопорами, причем верхняя свита залегает трансгрессивно. Нижнюю свиту, вероятно, следует относить к верхним слоям нижнего девона, а верхнюю — к низам среднего отдела этой системы. Общая мощность свиты известняков около 400—450 м.

Силуро-девонские отложения принимают участие в образовании крупных брахиструктур, вытянутых в меридиональном направлении. Западные структуры характеризуются нормально построенными крыльями с моноклинальным падением слоев, в противоположность восточным, осложненным рядом более мелких складок и опрокинутым в сторону

осевой части Уральского хребта. Н. А. Штрейс при этом отмечает, что для готландия наблюдается приуроченность известняковых фаций к антиклинальным структурам, а вулканогенных к сопряженным с ними мульдами. Справедливо ли это положение для девонской эпохи, достоверно выяснить пока не удалось.

Должно отметить, что указанная фациальная изменчивость в пределах толщ совершается не только в широтном, но и в меридиональном направлении.

Произведенные стратиграфические исследования Н. А. Штрейса, так же как и работы В. М. Сергиевского, показали, что в составе готландских отложений присутствует комплекс ортофигов, кератофигов и связанных с ними пирокластических и осадочных обломочных пород, которые ранее относились к верхнему девону. Так как эти отложения залегают несогласно на более древних, то возможно, что в изученной области имела место каледонская складчатость.

Фациальные изменения, наблюдавшиеся в образованиях готландия и девона, определяются характером доготландских структур и затем унаследованных структур додевонского времени. Если учесть, что в последние годы на восточном склоне Урала было выявлено много брахиструктур, формирование которых, очевидно, следует связывать не с одним этапом складчатости, то станет понятно, насколько осторожно следует подходить к расчленению на карте зоны вулканических пород на отдельные полосы. Во всяком случае принятая до последнего времени методика вытягивания на карте таких полос, согласно простиранию хребта на большие расстояния, в настоящий момент явно недостаточна. Следует иметь в виду возможность изменения характера этих полос в меридиональном направлении, быть может и на сравнительно коротких расстояниях.

Исследования Сергиевского и Штрейса являются только первым необходимым этапом в изучении структуры зеленокаменной полосы. Выяснение стратиграфии в изученном районе должно послужить отправным пунктом для начала систематической детальной геологической съемки в направлении к району колчеданных месторождений. Эта съемка уже не может быть задачей Академии Наук, а должна производиться местными геологическими учреждениями.

Обратимся теперь к южной части Урала, где также производились работы экспедиции, именно: в районе известного месторождения Блявы, на котором в третьей пятилетке должно быть закончено строительство Блявинского комбината.

Открытие месторождения Блявы имело огромное значение не только потому, что, помимо своего практического значения, оно заставляло с определенной точки зрения пересмотреть наши представления о других колчеданных месторождениях Урала и роли тектоники в их формировании, но и потому, что горные породы, вмещающие это месторождение, являются типичными представителями так называемой спилито-кератофировой серии. Не много мест описано в мировой литературе, где эта серия была бы представлена в таком типичном развитии. Между тем почти очевидна связь месторождения с породами этой серии или, точнее, с вулканическими очагами, давшими начало этим породам. Обыкновенно вулканические породы, среди которых находятся колчеданные залежи, настолько изменены метаморфизмом, превращены в порфириды, альбитофиры и зеленокаменные породы, что трудно распознать их первичную природу. Поэтому трудно оценить, насколько характерной и типичной является связь колчеданных залежей со спилито-кератофировой серией вообще и на Урале в частности. Факт существования такой связи в Бляве заставляет и с этой точки зрения

дополнить наши представления об уральских колчеданных месторождениях и в первую очередь подвергнуть детальному геологическому и петрографическому изучению спилито-кератофировую серию окрестностей Блявы.

Пока не было известным месторождение Блявы, вероятность нахождения такого месторождения к югу от других, обнаруженных ранее, многими считалась ничтожной на том основании, что по направлению на юг исчезают характерные для других уральских месторождений признаки изменения боковых пород: зоны серицитовых сланцев, «тектонические линии» и т. п. Те же самые причины до последнего времени считались основанием для заключения, что распространение колчеданных месторождений и к северу от известных исключено. Открытие Блявы должно было серьезно поколебать эти основания.

Факт находки в ближайших окрестностях Блявы новой крупной колчеданной залежи (Яман-Касы), обнаруженной бурением, не выходящей на поверхность и не сопровождающейся привычными для геолого-проспекторов признаками оруденения, проявляющимися на поверхности, показывает, с каким вниманием необходимо относиться ко всей совокупности условий нахождения месторождений, и с этой точки зрения фациальные особенности пород, вмещающих месторождение, никак не могут быть оставлены без внимания. Поэтому одновременно с изучением вулканогенной свиты к северу от района среднеуральских колчеданных месторождений необходимо было выяснить и другую важную черту вулканогенных образований, вмещающих колчеданные месторождения, именно: роль среди этих образований пород спилито-кератофировой серии.

Изучение спилито-кератофировой формации Южного Урала производилось В. А. Заварицким в районе самого Блявинского колчеданного месторождения, где, как уже указано, толща вулканических пород почти не собрана в складки, как в других районах Южного Урала, и поэтому явления дислокационного метаморфизма этих пород отсутствуют. Это благоприятствует изучению древнего вулканизма и выяснению первоначального характера древних лав.

Начало излияний лав спилито-кератофировой формации нужно относить, как показали исследования геологов ЦНИГРИ в 1933 г., к верхнему силуру. Верхний предел еще не ясен. Породы верхнего силура лежат на нижнесилурийских отложениях несогласно. Это стратиграфическое несогласие очевидно из данных полевых наблюдений и этого года. В окрестностях пос. Троицкого (в 8 км к северо-востоку от Блявинского месторождения) нэки и дайки, являющиеся корнями излияний спилитовых лав, секут складчатый комплекс сланцев и туфов нижнего силура. Пологопадающие покровы спилитов в этом же месте лежат на ~~собранных~~ в довольно крутые складки сланцах. Формы залегания пород спилито-кератофировой формации в Блявинском районе видны довольно хорошо. Выяснилось, что мощные покровы и потоки (мощностью свыше десятка метров) сравнительно редки, несмотря на значительную мощность всей толщи вулканических пород, измеряемую сотнями метров. Спилиты почти всегда имеют шаровое сложение (пиллоу-лавы), где каждая «подушка» представляет собой отдельное геологическое тело самых различных размеров. Кератофиры залегают в виде небольших отдельных потоков глыбовых лав, заключенных в обломочно-вулканических отложениях.

В результате полевых наблюдений этого года выяснилось, что обломочные породы среди спилито-кератофировой формации Блявинского района распространены гораздо больше, чем это считалось раньше. Особенно широко распространены грубообломочные породы — аггломе-

раты или туфобрекчии кератофирового и реже несколько более основного состава. Стратиграфическое положение аггломератов в Блявинском районе более или менее определено. Они лежат на спилитах и в большинстве случаев покрыты кератофирами. В них постоянно наблюдаются отдельные слои или потоки кератофиров, спилитов и особенно часто спилитовых порфиритов, т. е. пород промежуточного состава. В разрезе Юмагузина прекрасно видно соотношение всех этих вулканических пород района. Здесь подножье возвышенности слагают шаровые лавы (спилиты). На их неровной поверхности лежит толща аггломерата мощностью в несколько десятков метров. В верхних частях этой толщи находятся отдельные потоки кератофиров мощностью в 2—3 м. На вершине возвышенности на аггломератах лежит мощный (более 5 м) покров спилита, тождественного с нижележащими. Эти спилиты стратиграфически находятся несомненно выше кератофиров. Такие же соотношения хорошо видны и в других местах, например в выемках новой железной дороги у дер. Ракитянки. В ряде пунктов установлен факт чередования спилитов и кератофиров, и о стратиграфическом несогласии в этих двух горизонтах вулканической толщи не может быть и речи.

Обломочно-вулканические породы здесь интересны еще и потому, что они очень сходны с вмещающими само Блявинское колчеданное месторождение так называемыми «тектоническими брекчиями». Ознакомившись с немногими, имеющимися в настоящее время фактическими данными о геологическом строении участка околорудных залежей и с петрографическими особенностями «тектонических брекчий», можно сделать вывод, что нет никаких оснований считать их действительно тектоническими образованиями. Они скорее всего являются теми же обломочно-вулканическими породами, претерпевшими, однако, некоторые изменения (обеление, хлоритизация и слабое расщепление цемента). Эти изменения станут понятными, если иметь в виду, что породы находятся 1) вблизи рудных тел и 2) в нарушенном залегании (пласты брекчий падают под углом 40°).

Поскольку в настоящее время многие геологи склонны считать колчеданные залежи образовавшимися в результате замещения подобных брекчий, то вопрос, являются ли эти брекчии тектоническими или вулканическими, становится особенно важным. Его нужно разрешить не только на Блявинском месторождении, но и на многих других колчеданных месторождениях Урала.

Петрографическое изучение В. А. Заварицким собранного материала привело к таким предварительным заключениям:

1. Частое чередование и обилие различных по внешнему виду петрографических разновидностей спилитов обусловлено небольшими и непостоянными размерами покровов.

Существенные различия между отдельными разновидностями заключаются в степени раскристаллизованности породы. Переходы от довольно крупнозернистых спилитов долеритового или диабазового облика до амигдалоидов, вариолитов и разложенных стекол наблюдались в пределах сравнительно небольших потоков или даже в отдельных подушках шаровых лав.

2. Среди спилитов Блявинского района определенно выделяются два типа, отличительные особенности которых не зависят от степени раскристаллизованности пород.

3. Переход от собственно спилитов (с альбитом) к полеотипным лавам долеритового или базальтового облика (с лабрадором) существует в пределах одного геологического тела.

В некоторых образцах диабазов обнаружена частичная альбитизация лабрадора. В них находятся либо неполностью альбитизированный лабрадор, либо участки породы с альбитом. Последние в отношении структуры и внешнего облика совершенно не отличаются от обычных спилитов.

4. Породы кератофирового облика с фельзитовой основной массой и фенокристаллами бурого амфибола и авгита содержат обычно фенокристаллы неполностью альбитизированного зонального плагиоклаза («пятнистые плагиоклазы»). В участках, где плагиоклаз нацело альбитизирован, цветные минералы не сохраняются. В таких случаях порода почти не отличается от обычных кератофиров. Благодаря альбитизации исчезает различие между кератофирами, отвечающими андезитам или андезито-дацитам, и кератофирами, отвечающими лавам более кислого состава.

Исследование самих колчеданных месторождений Урала производилось Е. Е. Захаровым. Его исследованиями были освещены некоторые важные, но тем не менее пока частные вопросы. Наблюдались факты, подтверждающие относительно древний возраст возникновения колчеданных залежей зеленокаменной полосы до регионального метаморфизма, и, таким образом, эти месторождения должны быть отделены значительным промежутком времени от образования другого рода колчеданных залежей, какие наблюдаются, например, около дер. Непряхиной, где они залегают в сланцах нижнего карбона.

Е. Е. Захаровым более или менее детально в течение лета 1939 г. изучен ряд колчеданных месторождений зеленокаменной полосы. По его наблюдениям, вмещающими колчеданные месторождения горными породами являются как эффузивные, так и осадочные, реже интрузивные. Из осадочных необходимо отметить известняки, туффиты и кремнистые сланцы. Колчеданные рудные залежи непосредственно заключены в известняках в месторождениях: Бакр-Узякском, Сугурском, Сугомакском и Барнинском. В большинстве случаев известняки сильно метаморфизованы, с превращением местами в мраморы. На Бакр-Узякском месторождении известняки подверглись в сильной степени замещению кремнеземом.

Колчеданные залежи образуют большое количество апофиз в виде прожилков, проникающих в толщу известняков (Бакр-Узяк, Сугурское месторождение); наблюдались явления метасоматизма рудой известняков (Бакр-Узяк).

В Левихинском, Карпушинском, месторождении им. III Интернационала и некоторых других, на ряду с эффузивными породами и продуктами их метаморфизма, установлены своеобразные слоистые темноокрашенные горные породы. Исследование этих пород еще не закончено, очень возможно, что в данном случае мы имеем дело с породами осадочного происхождения. Среди этих отложений часто встречаются участки с большим количеством обломков различных размеров, преимущественно порфиритов, причем большая часть обломков окаймляется характерной тонкой корочкой. Возраст всей этой толщи пород, по аналогии с районами, лежащими много севернее, определяется как силурийский. Интересно, что в этих пока проблематически осадочных породах заключена очень мелкозернистая вкрапленность серного колчедана, местами очень густая. Под микроскопом этот серный колчедан обладает колломорфным строением.

При работе этого года в ряде мест наблюдалось присутствие в пределах рудных участков разнообразных магматических жильных горных пород. Особенно широко распространены диоритовые порфириты (Юла-лы, Зюзелька, Левиха и др.), авгитовые и диабазовые порфириты (Ле-

виха, Карпушиха, месторождение им. III Интернационала), реже встречаются гранит-порфиры и сиенит-порфиры. На Левихинском месторождении можно было видеть, что жилы порфиритов имеют не только меридиональное простирание, но даже северо-восточное (около 40°) и почти широтное (около 75°); в последнем случае часто наблюдаются небольшой амплитуды смещения частей этих жил по плоскостям, совпадающим с простиранием сланцеватости в породах, прорванных указанными жилами. В связи с этим важными являются факты отчетливого пересечения жилами порфирита (диоритового и, повидимому, и авгитового) части колчеданных залежей, обычно состоящих из мелкозернистого серного колчедана. Однако наблюдались рудные образования более молодые, чем указанные порфириты; они представлены ассоциацией халькопирита, сфалерита, крупнокристаллического пирита, кварца и других минералов. Судя по данным наблюдений на месторождениях им. III Интернационала и Левихинском содержание меди и цинка в динамометаморфизованных вмещающих породах (вкрапленные руды) резко повышается вблизи контактов с жильными порфиритами.

В других месторождениях замечены несколько иные отношения диоритовых порфиритов и распределения колчеданного оруденения. Так, в Юлалинском месторождении вблизи небольшого тела диоритового порфирита, находящегося к западу от центральной части месторождения, наблюдается минимальная мощность одних рудных тел и полное выклинивание других. К северо-западу и юго-западу от этого места рудные тела, увеличиваясь в мощности, расходятся, как бы охватывая с соответствующих сторон тело порфирита.

Наблюдениями Е. Е. Захарова были освещены также взаимоотношения колчеданного оруденения с кварц-карбонатными жилами. Последние имеют широкое распространение на многих рудниках, особенно многочисленны они на глубоких горизонтах (450—550 м) Ворошиловского и Дзержинского месторождений (Карабаш).

Имеются различные по возрасту и составу жилы: кварцевые безрудные, кварц-анкеритовые с серебросодержащим галенитом, кварцево-кальцитовые жилы с халькопиритом (кальцит содержит до 5% $MnCO_3$), кварцевые жилы с фальэрцем, галенитом, самородным золотом и др. Более ранними по образованию, чем колчеданы, являются почти безрудные кварцевые жилы; они наблюдались по трещинам в больших глыбах массивного порфирита, заключенных в массе колчеданных залежей (Карпушиха, Левиха, месторождение им. III Интернационала). К более молодым принадлежат кварц-кальцитовые жилы с халькопиритом и редким галенитом, которые в большинстве месторождений наблюдаются в окружающих породах, иногда проникают по зальбандам колчеданных залежей, еще реже встречаются в виде тонких апофиз, прорезающих колчеданные залежи. В Ворошиловском и Дзержинском рудниках колчеданная жила под тупым углом пересекается кварцевыми жилами, причем границы кварца и колчедана в деталях очень извилисты; в свою очередь кварцевая, а одновременно и колчеданная жила секутся халькопирито-кальцитовой жилой. Наконец, известны случаи, когда сравнительно мощные (до 10—15 см) жилы халькопирита одновременно секут жилы колчедана, кварца и карбоната.

Наиболее молодыми, образовавшимися после формирования колчеданных залежей, являются кварцевые жилы с фальэрцем, а также минералогические ассоциации горного хрусталя, гипогенного гипса, опала с фальэрцем, самородным золотом, медово-желтой цинковой обманкой, каолинитом и др.

При исследовании наблюдалось наличие в месторождениях колчеданов также пострудных нарушений. Они представлены смещениями как

типа взбросов, так и сбросов. На месторождении им. III Интернационала и на Левихинском месторождении более пологие нарушения типа сбросов являются более молодыми, смещая трещины крутопадающих взбросов.

В Южном Урале из всех изученных и осмотренных месторождений позднейшие тектонические нарушения наиболее сильно проявлены в Сибавском месторождении. Здесь рудное тело срезано полого падающей ($10\text{--}15^\circ$) тектонической трещиной, выполненной прослоем (мощность по вертикали до 30 м) белых глин с большим количеством обломков различных размеров (от 5—10 см до 1 м в диаметре) колчедана и кремнистой породы. Часто обломки обтерты и несколько вытянуты по одному из направлений; в ориентировке этих обломков намечается такая правильность: у подавляющего большинства обломков длинные оси вытянуты в направлении $290\text{--}310^\circ$ и одновременно наклонены под углом 25° к северо-западу, что может указывать на направление перемещения масс при дислокации.

Помимо изучения медных колчеданных месторождений и медного комплексного Волковского месторождения, работы экспедиции производились в давно известных медных Турьинских рудниках, которые в последнее время вновь привлекли внимание промышленности. Работа М. П. Ложечкина в районе Турьинских рудников была непосредственно связана с практическими запросами разработки этих месторождений. В последнее время здесь начали эксплуатировать вкрапленные медные руды, которые теперь уже интенсивно разрабатываются преимущественно в верхних горизонтах. Кроме того, за последние годы все больше и больше получается данных о наличии в месторождениях молибденовых руд.

Перспективы месторождения в отношении богатых медных руд в настоящее время, повидимому, более или менее ограничены. Ближайшей задачей разведочных работ на такие руды является выяснение буровыми скважинами продолжения контактов скарнов с известняками во Фроловском месторождении вглубь и по простиранию.

Данные, полученные в результате рудничного картирования подземных выработок, приводят М. П. Ложечкина к заключению о наличии к северу от шахты «Парижская Коммуна» целого ряда тектонических трещин, параллельных Журавлинскому нарушению и смещающих рудоносный контакт. Последний упирается почти под прямым углом в плоскость Журавлинского сброса и срезается этим нарушением. Непосредственно за ним эффузивные порфиры сильно катаклазированы и перемяты, но совершенно не затронуты процессами контактового метаморфизма. Этот факт указывает на послерудный возраст Журавлинского нарушения. Работы по поискам смещенного Журавлинским сбросом рудоносного контакта приобретают сейчас практическое значение.

Вкрапленные руды в Турьинских месторождениях представляют объект, на который в будущем будет перенесен центр тяжести эксплуатационных работ. Условия залегания этих руд довольно разнообразны: иногда они залегают, как и сплошные руды, на контакте с известняками, причем это имеет место, повидимому, в тех случаях, когда мощность скарновой зоны незначительна и в соприкосновение с известняками приходят непосредственно диориты. В случае значительной мощности скарновой зоны вкрапленные руды находятся обычно в скарновых массах и часто тяготеют к их лежащему боку и периферической части диоритов. Это справедливо, повидимому, не только для Фроловского, но и для других месторождений.

Что касается молибденового оруденения, то подмечено, что молибденит приурочен к жилам скарнов, образовавшихся за счет интрузивных

жил диорит-порфиринов («контактных порфиринов»), залегающих в известняках более или менее параллельно главному контакту. В настоящее время молибденит обнаружен в подобных жилах в очень многих пунктах. Это заставляет высказаться за необходимость пересмотра вопроса о молибденосности Фроловского месторождения и, по мнению Ложечкина, делает желательной постановку разведочных работ и опробования висячем боку главного контакта.

На Турьинских месторождениях работал также Д. С. Коржинский, изучавший парагенезис скарновых минералов этих классических месторождений, а также и других контактных месторождений Урала. Рассмотрение парагенезисов показывает, что при метасоматическом взаимодействии известняков с силикатовыми породами наиболее инертными компонентами были глинозем, кремнезем и известь, что дает возможность построить диаграмму минералогического состава в зависимости от отношений этих компонентов. Далее рассмотрение парагенезисов позволило Коржинскому уточнить последовательность формирования контактных образований.

Изучение процессов контактного метаморфизма было целью работ также и К. А. Власова, который собирал материал для выяснения химизма процессов рудообразования. Интересные наблюдения были им сделаны в руднике горы Атач (на Магнитной), где около даек, пересекающих месторождение, были обнаружены скарновые образования симметричного строения, до того здесь не известные.

Д. Исследования в зоне гранитных интрузий

Как известно, интрузии гранитной магмы вообще сопровождаются часто образованием многочисленных и разнообразных месторождений. На Урале гранитные массивы и генетически с ними связанные образования определяют золотосодержащий восточный склон этой горной страны. С гранитами же связаны здесь вольфрамовые месторождения и признаки нахождения других редких металлов. Но не только практическое значение гранитных интрузий выдвигало задачу их исследования, в особенности подчеркнутую с этой стороны планом третьей пятилетки и постановлением Совнаркома, прямо указывающим на задачу изучения месторождений меди, вольфрама, молибдена и олова на Урале, но и огромное теоретическое значение познания способа интрузии гранитных масс, без чего невозможно выяснение истории формирования уральской горной системы вообще.

Между тем наши сведения о гранитах Урала в особенности скудны. В значительной части причина этому заключается в том, что зона гранитных интрузий, особенно в Южном Урале, очень бедна обнажениями, и, несмотря на то, что она была захвачена наблюдениями многих исследователей, эти наблюдения дают довольно отрывочный материал. Детальных структурных исследований массивов до сих пор почти не было. Нельзя при этом скрывать от себя и то обстоятельство, что вследствие слабой обнаженности гранитов восточного склона Урала не всегда можно рассчитывать, что такого рода структурные исследования смогут дать ответ на все вопросы, которые вообще ставят перед собой эти исследования.

Трудности изучения гранитных массивов, с одной стороны, и желание скорее решить широкие проблемы, связанные с их образованием, с другой, направило некоторых исследователей по не совсем верному пути, состоящему не в отыскании ответа путем детальных исследований шаг за шагом с геологическим молотком в поле, а в поисках этого ответа путем размышления над обзорными геологическими картами и

экстраполяции собственного, сравнительно небольшого опыта на широкие пространства, где выступают гранитные массивы Урала.

В пределах Среднего и Южного Урала по обзорным геологическим картам можно насчитать более сорока отдельных гранитных массивов, из которых всего не найдется и пяти, освещенных сколько-нибудь удовлетворительно. Совершенно безнадежно охватить исследованиями в течение не только двух, но и десятка лет все гранитные массивы теми силами, которыми располагает Академия Наук. Поэтому, приступая к изучению гранитных массивов, Уральской экспедиции пришлось остановиться на изучении тех из них, которые представляли особый интерес в отношении возможного связанного с ними редкометального оруденения и которые являются наиболее интересными с точки зрения их положения в общей структуре Урала.

Изучение гранитных массивов сопровождалось специальными исследованиями признаков связанной с ними минерализации путем шлихового опробования.

К востоку от Свердловска изучались гранитные массивы Баженовский и Шилово-Коневский, представлявшие особый интерес в связи с обнаруженными здесь месторождениями вольфрама, с одной стороны, и по малой их изученности, с другой.

И. Е. Сморгчов производил исследования Баженовского гранитного массива.

В геологическом строении района этого массива принимают участие граниты, дуниты, пироксениты, перидотиты, амфиболиты, а также кварциты и известняки. Наиболее древними породами являются осадочные породы: кварциты, мраморизованные известняки. Первые относят по времени образования к девону, вторые к нижнему карбону. Внедрение интрузивных пород происходило, повидимому, в верхнекаменноугольное время. Довольно определенно подтверждается последовательность интрузий от основных к кислым породам. Граниты, как наиболее молодые породы, изменяют все соприкасающиеся с ними более древние породы. Ультраосновные и основные породы на контакте с гранитами превращены в змеевики, тальково-карбонатные, хлоритовые, актинолитовые породы.

В контакте известняков с гранитами наблюдается мраморизация известняков. В районе дер. Курманки в 3—4 км к югу от дер. Гагарки встречаются эпидот-гранатовые породы, образовавшиеся, повидимому, на контакте гранитов с известняками, которые, однако, не сохранились до наших дней.

В Баженовском районе большим распространением пользуются граниты, представленные почти исключительно биотитовыми разновидностями, которые нередко значительно отличаются друг от друга в отношении количественно-минералогического состава и структуры.

К среднезернистым биотитовым гранитам с серым кварцем, т. е. так называемым рябовским гранитам, пространственно приурочено вольфрамовое оруденение.

Наблюдения И. Е. Сморгчова указывают на приуроченность кварцевых жил, содержащих шеелит и висмутин, к трещинам скалывания с азимутом простираания СВ 30—50° или СЗ 300—320°.

Б. М. Куплетским совместно с Б. В. Малышевым была изучена южная часть Шилово-Коневского гранитного массива на Среднем Урале в 80 км к юго-востоку от Свердловска. Полевые исследования и беглый просмотр собранного материала позволяют установить следующие основные черты в строении этого массива. Вопреки выводам прежних исследований Б. И. Борсука, Шилово-Коневский массив не представляет собой единого массива, а распадается на ряд отдельных интрузий, то

совершенно обособленных, то соединяющихся узкими перемычками. Гранитное тело, вытянутое в исследованной части в направлении с севера на юг на 42 км, залегает среди осадочных свит палеозойского возраста, имея на востоке в районе сел. Коневского и Пьянковой пологое падение на восток-северо-восток под свиту S_1^h и известняки карбона. На западе Шилово-Коневский массив контактирует с немой кварцевой толщей нижнего палеозоя и амфиболитами условно девонского возраста, падающими в основном под массив под углом 40—60°. Таким образом, Шилово-Коневский массив можно рассматривать как межформационную интрузию послекарбонового возраста, поскольку на восточном контакте мы наблюдаем интенсивное воздействие гранитов на известняки виле в районе с. Ларинского (мраморизация), на сланцевую свиту S_2^h в дер. Мыльниково (гроссуляровые скарны) и угленосную свиту S_1^h в дер. Боевка (гранатизация).

На восточном контакте у дер. Пьянковой наблюдалось послыжное внедрение гранита в свиту амфиболитов, которые при этом претерпевают сильную перекристаллизацию. Образование пятнистых сланцев наблюдается здесь лишь на расстоянии 0.5—1 км от непосредственного контакта, а наиболее сильное контактное воздействие проявляется на расстоянии 4—5 км от границ гранитного массива в вышеуказанной зоне Боевка—Мыльниково—Ларинское, где следует предполагать неглубокое залегание подземного продолжения гранитного массива.

На западном контакте воздействие гранитов на боковые породы выражено гораздо слабее, однако и здесь мы встречаем пятнистые сланцы (на тракте Коневское—Булзи), мраморизацию известняков (дер. Н.-Ипатова) и инъекцию аплитовых и кварцево-турмалиновых жил в амфиболиты девонского возраста.

В гранитном теле можно выделить несколько фаз внедрения. Наиболее древними являются мелкозернистые биотитовые и двуслюдяные граниты, слагающие главную массу массива и обнаруживающие местами ориентировку в направлении S_3 330—345°, с которым совпадают трещины отдельности. Трещины разрыва Q располагаются в большинстве случаев в направлении СВ 70—90°. Хорошо выраженная система мооровских трещин скалывания идет в направлении S_3 300—315° и СВ 30—60°. В этих гранитах в окрестностях с. Тиминское наблюдаются ксенолиты крупнозернистых гранитов, которые могут быть либо еще более древними образованиями, либо представлять краевые фации кристаллизации тех же гранитов.

Следующей стадией формирования массива было образование порфиридных гранитов, отдельные выходы которых наблюдались в окрестностях дер. Тиминское, дер. Шабуровой, на Коневском вольфрамовом руднике и в ряде других мест. Для некоторых из этих гранитов (например Синий Камень у дер. Шабурово) можно предполагать метасоматическое происхождение в результате поглощения гранитами боковых пород.

На Коневском руднике порфиридные граниты секутся еще более молодыми розовыми массивными аляскитовыми гранитами, с которыми связаны сульфидные кварцевые жилы Коневского рудника, преимущественно меридионального простирания. И последней фазой гранитной интрузии являются мелкозернистые аплиты и крупнокристаллические пегматиты, секущие аляскитовые граниты Коневского рудника и его кварц-сульфидные жилы.

Вольфрамовое оруденение Коневского рудника приурочено к кварцевым жилам северо-западного простирания, которые, очевидно, связаны с мооровскими трещинами скалывания и являются наиболее молодыми, поскольку они секут кварц-сульфидные жилы и смещают их

на расстоянии до 7 м. Это дает основание связывать вольфрамоносность жил с остаточными расплавами самой молодой аплито-пегматитовой фазы интрузии, которая заполняла трещины после кварц-сульфидной гидротермальной фазы внедрения розовых аляскитовых гранитов.

Интересно отметить очень близкую аналогию в минерализации вольфрамоносных жил Коневского месторождения, Боевки и в окрестностях дер. Пьянковой. Всюду эти жилы содержат флюорит и сопровождаются зеленой (мусковитовой) слюдой; во всех месторождениях встречаются берилл, пирит и изредка молибденит. Все эти месторождения приурочены к восточному висячему боку гранитной интрузии, как и некоторые другие точки вольфрамового оруденения, отмеченные работами партии.

Район Баженовского и Шилово-Коневского гранитных массивов подвергался специальным исследованиям в целях освещения перспектив нахождения здесь вольфрамовых и оловянных месторождений. Под общим руководством О. Д. Левицкого были широко развернуты работы по опробованию шлихов.

Шлиховый подотряд, состоявший из геолога-опробователя А. Ф. Ильина и двух коллекторов, охватил своими работами как территорию работ И. Е. Сморгча, так и площадь, расположенную южнее г. Свердловска, в пределах которой производилась детальная геологическая съемка Б. М. Куплетским.

Наиболее интересные данные получены в пределах южного района, т. е. бассейнов рр. Синары, Боевки и Багаряка, от рудника Юго-Коневского на юге до дер. Петуховой на севере. Северный район, прилегающий к Баженовскому руднику (бассейн рр. Пышмы и Каменки), с точки зрения рудных проявлений не дал заслуживающих серьезного внимания результатов.

В южном районе детальное шлиховое опробование было произведено в пределах западной прибрежной полосы оз. Б. Аллак.

Касситерит (очень редкие зерна размером от 0.1 до 0.2 мм) установлен лишь в одной пробе, взятой в пределах берегового вала. В этой же пробе обнаружены знаки золота и зерна шеелита; во всех остальных пробах касситерит по предварительному определению отсутствует. Значительно чаще встречается шеелит.

В общем данные предварительного анализа шлихов, хотя и подтверждают наличие касситерита, но вместе с тем не дают оснований ожидать обнаружения промышленных его концентраций в пределах обследованного участка. Большого внимания заслуживает шеелит, установленный в 25% проб. Правда, и в этом случае содержание рудного минерала, по видимому, ничтожно. Тем не менее факт довольно широкого его распространения оправдывает продолжение, хотя бы в небольшом объеме, шлиховых поисков на прилегающих площадях.

В районе дер. Юго-Коневской взят ряд естественных русловых шлихов по р. Синаре и несколько искусственных шлихов, характеризующих развитые в районе граниты.

В аллювиальных отложениях в одном пункте был установлен шеелит в виде зерен до 0.1 мм в поперечнике. Возможно, что в данном случае имеем дело с аксессуарным шеелитом гранитов. В пользу этого говорят данные опробования развитых в непосредственной близости гранитов, обнаружившие зерна шеелита при промывке дробленного мелкозернистого гранита, обнаженного новой каменоломней около дер. Юго-Коневской. Отдельные зерна шеелита достигают 0.4 мм в поперечнике, но чаще являются значительно более мелкими. Касситерит по предварительному определению отсутствует во всех шлихах. Таким образом, описываемый участок по имеющимся данным представляет

интерес только в отношении вольфрамового оруденения, заслуживая, с этой точки зрения, проведения более детальных поисков.

В районе дер. Пьянковой и Шабуровой при шлиховом опробовании установлено в ряде пунктов, как и в предыдущем районе, наличие только шеелита; касситерит не встречен ни в одном случае.

Присутствие шеелита установлено в частности в кварцевых жилах, вскрытых каменоломнями у дер. Пьянковой. Зерна шеелита достигают нескольких миллиметров в поперечнике. О среднем содержании вольфрама до получения результатов анализа судить трудно. Несомненный интерес представляет обнаружение шеелита в аллювии р. Щербаковки, около дер. Шабуровой. Зерна шеелита, достигающие 1 мм в поперечнике, почти совершенно неокатаны, что свидетельствует о близости коренного оруденения. Описываемый участок, на площади которого шеелит ранее не был известен, бесспорно заслуживает постановки более детального шлихового опробования и поисков коренного месторождения. Заслуживает упоминания также находка шеелита в элювиально-делювиальных отложениях Боевского лога. Возможно, что при полном анализе шлихов шеелит будет обнаружен еще в ряде пунктов.

В пределах южного района одновременно со шлиховыми работами был произведен беглый осмотр двух железорудных проявлений, представленных залежами почти сплошного лимонита и расположенных в районе дер. Колясниковой и Пьянковой.

Спектральный анализ средних навесок на Sn, Au, Pb, Zn и Cu дал в общем отрицательный результат: почти во всех пробах обнаружены только следы Cu; Sn, Au, Pb и Zn отсутствуют.

В пределах северного района, обследованного менее детально, нежели южный, основная масса естественных шлихов была взята из аллювиальных отложений рр. Пышмы и Каменки и мелких притоков. Искусственные шлихи, характеризующие различные, значительно удаленные друг от друга гранитные массивы, распределены более равномерно.

Предварительный анализ взятых шлихов дал отрицательный результат как с точки зрения наличия касситерита, так и шеелита. Вместе с тем во многих шлихах установлено присутствие мелких знаков золота, иногда довольно многочисленных. Суждение о перспективах обследованных площадей до получения данных полных анализов шлихов является преждевременным. Тем не менее уже предварительные данные говорят о том, что изученная часть северного района с точки зрения вольфрамового оруденения представляет меньший интерес, нежели многие участки южного района.

Таким образом, проведенные в полевой период 1939 г. исследования не обнаружили пунктов оловянного оруденения. Они подтвердили лишь наличие касситерита в ранее известных точках. Сравнительно небольшой масштаб шлиховых работ, разбросанных на большой площади, конечно, не дает еще оснований для окончательной отрицательной оценки изученных районов. Но вместе с тем следует подчеркнуть, что отсутствие новых данных об оловянном оруденении не может рассматриваться только как результат малой детальности исследований: в самом деле, проведенное шлиховое опробование, несмотря на небольшой объем, оказалось все же достаточным для установления ряда новых пунктов шеелитового оруденения. На фоне этого почти полное отсутствие касситерита в шлихах едва ли не является случайным. Это в свою очередь заставляет неблагоприятно оценивать перспективы обнаружения промышленных месторождений олова в исследованных районах.

Значительно большего внимания заслуживают новые данные о проявлениях вольфрамового оруденения в южном районе. Как видно из

изложенного выше, в ряде случаев шлиховое опробование позволяет выделить площади, заслуживающие проведения более детальных поисков. В качестве первоочередных намечаются участки, прилегающие к дер. Шабуровой и Юго-Коневской. Возможно, что изучение искусственных шлихов также даст дополнительный материал в отношении направления дальнейших поисковых работ. Этот вопрос будет освещен после проведения полных минералогических анализов.

Сысертский отряд, которым руководил Е. А. Кузнецов, осветил структуру гранитного массива Сысертской дачи, уже и раньше изучавшегося Кузнецовым. Исследованию подверглась западная часть массива площадью до 1000 км².

Породы кровли представляют собой толщи кварцитов и мраморов палеозойского возраста с подчиненными пластовыми залежами серпентинитов и габброидов. Серпентиниты превращены метаморфизмом отчасти в хлоритовые, тальковые и амфиболовые сланцы, а габброиды в амфиболиты. Интрузия залегает согласным телом, суживающимся на юге и расширенным на севере. Структура кровли около нее имеет характер антиклинали. Вторжение магмы происходило отчасти путем раздвигания стенок складки, отчасти путем инъекции с расщеплением слоев вмещающих пород и внедрением полос гранитов, согласно со структурой. Этот способ внедрения особенно характерен для окрестностей Сысертского завода.

Застывание гранитов шло, очевидно, под давлением, так как в интрузии появилась первичная гнейсовидная структура. Под микроскопом наблюдаются явления протоклаза и разъедания жидким остатком ранее выделившихся кристаллов. Падение отдельностей гранитов на периферии соответствует залеганию прилегающих частей кровли. Характерно наличие нескольких фаз интрузий. Мелкозернистые биотитовые граниты были первыми. Лейкократовые граниты среднезернистой структуры рассекают их жилами и менее рассланцованы. Наиболее молодыми являются мусковитовые граниты, особенно часто приуроченные к зонам инъекций в кварцитовую кровлю. В пегматитах района оз. Иткуль встречено много ортита. В других случаях пегматиты бедны минералами. Часто наблюдаются биотит, мусковит и гранат. Пегматиты местами обильны, местами же отсутствуют.

Среди гранитов развиты полосы кровли с обнаженными гранитными инъекциями. Они разделяют интрузии на ряд участков.

Шлиховые работы показали в шлихах наличие золота, киновари, шеелита и, в одном случае, касситерита, но исследование шлихов еще не закончено. В кварцевых жилах в граните к востоку от сел. Полдневского встречен молибденит.

Сравнительным изучением вольфрамовых месторождений на Урале занимался Ф. И. Рукавишников. В настоящее время на Урале известно большое число отдельных пунктов, где обнаружено присутствие вольфрамовых руд, хотя только Гумбейские месторождения приобрели некоторое промышленное значение. Целью сравнительного изучения обнаруженных до сих пор месторождений было прежде всего выяснить общие черты сходства и признаки отличия этих месторождений, которые могли бы быть положены в основу представлений о генезисе и, следовательно, о благоприятных условиях нахождения этих месторождений.

При полевых работах 1939 г. по исследованию вольфрамовых месторождений Среднего и Южного Урала Ф. И. Рукавишниковым наблюдалась ясная связь вольфрамового оруденения с гранитными массивами верхнекаменноугольного возраста: Мурзинско-Алабашским, Шилово-Коневским, Челябинским, Кочкарским, Джабык-Карагайским, Сувундук-

ским, Притобольским и другими мелкими массивами, расположенными на восточном склоне Урала. Оруденение приурочено к кварцевым жилам и скарнам. Кварцевые вольфрамоносные жилы тектонического происхождения проходят как в самих гранитах (большей частью в краевых частях), так и в породах кровли, вблизи гранитных массивов. Жильные трещины являются широтными, меридиональными и диагональными, что, по мнению Рукавишникова, зависит от преобладания сжатия, натяжения или скалывания при их образовании. Широтные трещины представлены в месторождениях Березовском, Ново-Березовском, Боевском, Возрожденском и др. Жилы этих месторождений часто имеют плитчатое строение кварца, обусловленное отдельностью в кварце параллельной стенкам жил; кроме того, иногда наблюдаются борозды скольжения, идущие параллельно простиранию жил. Кварц этих жил характеризуется пустотами с друзами горного хрусталя.

Меридиональные жилы наблюдаются на Айдырлинских шеелитовом, Возрожденском и других месторождениях. Они имеют небольшую длину по простиранию.

Диагональные жилы характерны для Кедровского, Юго-Коневского и Гумбейского месторождений. Жилы здесь имеют правильную линейную форму и большую протяженность по простиранию. Особенность строения этого типа жил — спокойное залегание, постепенное выклинивание. Нередко после выклинивания жила начинается вновь, часто жила разделяется на две, которые снова соединяются в одну жилу.

Однако не на всех месторождениях строго выдерживается такое строение жил указанных типов. Оно часто нарушается в случае нахождения жил в породах кровли, где характер трещин зависит от механических свойств пород.

Пострудная тектоника также наложила свой отпечаток на месторождения. Иногда движения происходили вдоль рудных трещин (например Юго-Коневское, Баженовское и др.); в таком случае вся рудная масса жилы сильно разбита, образуются брекчи, пережиды. В других случаях наблюдаются поперечные смещения, с амплитудой смещения от нескольких сантиметров до 1 м.

По минералогическому составу кварцевые жилы можно распределить на две группы: 1) вольфрамито-шеелитовые и 2) шеелитовые. К первой группе относятся месторождения Боевское, Пьянковское, Монетное, Аджитаровское и Айдырлинское, ко второй группе — Березовское, Баженовское, Челябинское, Кочкарское, Гумбейское, и др. Вольфрамито-шеелитовая группа месторождений характеризуется наличием для одних месторождений гюбнерита (Боевское, Пьянковское, Юго-Коневское), для других — ферберита (Аджитаровское, Павловское, Фуадовское, Степановское). Гюбнерит ассоциирует с полевым шпатом, мусковитом, бериллом, флюоритом, шеелитом и сульфидами железа, меди, цинка и свинца; спектроскопически в сульфидах установлено олово.

Ферберитовые месторождения связаны с Челябинским (Аджитаровское) и Айдырлинским (Павловское, Фуадовское, Степановское) гранитными массивами. Ферберит встречается в ассоциации с шеелитом, сульфидами железа и меди, редко с висмутином, иногда с золотом и мусковитом.

Шеелитовая группа по особенностям минералогического состава может быть разбита на три подгруппы: а) кварц-полевошпато-шеелитовую, б) кварц-золото-шеелитовую и в) кварц-шеелитовую.

В кварц-полевошпато-шеелитовых жилах шеелит ассоциируется с калиевым полевым шпатом (ортоклазом или микроклином), мусковитом, флюоритом (редко), целестином (редко), баритом (редко), висмутином,

молибденитом, галенитом, сфалеритом, пиритом, халькопиритом, тетраэдритом (редко), самородным висмутом, апатитом, арсенопиритом, золотом, турмалином, рутилом. К этой подгруппе жил относятся месторождения Кедровское, Баженовское, Гумбейское и др. К этому же типу относятся гнездовые месторождения Балканского рудника (Гумбейская группа месторождений). Оруденение в последних приурочено к зоне скарнов, образовавшихся в контакте гранодиоритов с порфиритами и кремнистыми сланцами. Кварцевые и кварц-кальцитовые гнезда, содержащие шеелит, образовались за счет замещения ксенолитом известняков. Шеелит ассоциируется с полевым шпатом, целестином, баритом, кальцитом, пиритом, халькопиритом, тетраэдритом, молибденитом, галенитом.

В кварц-золото-шеелитовых жилах шеелит ассоциируется с золотом, пиритом, халькопиритом, галенитом, сфалеритом, тетраэдритом, кальцитом, редко арсенопиритом, айкинитом, висмутином, марказитом и рейнитом(?).

В кварц-шеелитовых жилах шеелит встречается иногда один и в ассоциации с пиритом, халькопиритом, реже с висмутином, молибденитом, галенитом, сфалеритом, тетраэдритом, флюоритом и др.

Рудоносные жилы обеих групп сопровождаются в различной степени изменением боковых пород. Изменения эти выражены следующими явлениями: 1) серицитизацией, 2) каолинизацией, 3) окремнением и 4) обогащением боковых пород рудными минералами.

Процесс формирования вольфрамоносных жил можно распределить в следующие этапы: 1) кварц-полевошпатовый, 2) гюбнеритовый, 3) шеелитовый и ферберитовый и 4) сульфидный.

В первый этап образовались краевые части гюбнеритовых и кварц-полевошпатовых месторождений; нередко образуются полевошпатовые оторочки около зальбанд жил (Гумбейское, Кедровское и др.), характеризующиеся серым кварцем. В этот этап минералообразования выделяется берилл и циннвальдит (?) в гюбнеритовых месторождениях и мусковит в кварц-полевошпатовых.

Второй этап проявляется только в месторождениях Боевском и Колевском; гюбнерит большей частью выделяется вблизи зальбандов жил в ассоциации с флюоритом.

Третий этап характеризуется главным образом шеелитом и белым кварцем, нередко шеелит ассоциируется с кальцитом. Сульфиды встречаются редко. В эту фазу выделяется шеелит в золото-шеелитовых и кварц-шеелитовых месторождениях. В этих месторождениях шеелит приурочен преимущественно к зальбандам жил, только в пережимах жил выполняющая центральную часть. В ферберитовых месторождениях в эту фазу идет выделение ферберита вместе с шеелитом.

Четвертый этап, в течение которого образовались сульфиды, заканчивает формирование жил. Сульфидами железа, меди, цинка, свинца выполняются центральные части жил. Это проявляется во всех вольфрамовых месторождениях.

Вольфрамовое оруденение в скарнах известно в Гумбейском районе (Бурановское и Балканское месторождения) и обнаружено в районе Баженовских месторождений (около дер. Курманки). Рудной массой среди различного вида скарнов являются гранатовые скарны, развивающиеся на контакте гранодиоритов с порфиритами и кремнистыми сланцами. В состав вольфрамоносных скарнов шеелита входят андрадит, диопсид, эпидот, кальцит, полевой шпат, апатит, гематит, магнетит и халькопирит.

В заключение необходимо указать на широкое развитие вольфрамового оруденения на Урале. К настоящему времени оруденение конста-

тировано на протяжении около 1500 км вдоль Уральского хребта (на севере — в среднем течении р. Торговой и на юге — Айдырлинские и Джетыгаринское месторождения). Однако промышленное освоение месторождений проводится очень медленно.

Е. Другие исследования на восточном склоне Урала

В этой главе будут изложены результаты исследований, производившихся экспедицией на восточном склоне Урала, задачи которых в значительной мере являлись результатом развития работ, производившихся Академией Наук на Урале в прежние годы.

Законченное исследование Халиловских месторождений железных руд показало значение этого типа руд, содержащих полезные примеси (хром, никель) и могущих поэтому быть сырьем для специальных сталей. Поэтому естественно возник интерес к выяснению возможности нахождения на Урале и других месторождений подобного же типа, а также к освещению качества железных руд других типов с точки зрения присутствия в них полезных примесей.

Производившееся в течение ряда лет изучение месторождений хромистого железняка охватило значительное число ультраосновных массивов горных пород, являющихся носителем этого полезного ископаемого. Было естественно закончить это изучение, включив в число изученных месторождений и месторождения Среднего Урала.

Большие работы по исследованию никелевых руд, связанных с корой выветривания ультраосновных пород Южного Урала, были отправным пунктом для распространения исследований этого важного типа никелевых месторождений, на которых должно быть основано строительство Южно-Уральского никелевого комбината, и на более северные части Среднего Урала.

При исследованиях и халиловских руд и никелевых месторождений с особенной остротой выявилось недостаточное знание новейшей истории Урала в мезозойское и кайнозойское время, когда формировались указанные месторождения вследствие благоприятных тому физико-географических условий страны.

Таким образом, исследования прошлых лет выдвинули четыре основных задания работ экспедиции на восточном склоне Урала. Они были дополнены пятой задачей, указанной СНК, именно: изучением угленосных отложений в целях расширения угольной базы Урала. Последняя задача естественно связывалась и с общими вопросами геологической структуры Урала, в особенности с вопросом о соотношении гранитов Урала с окружающими породами, поскольку в ряде мест был доказан послекарбонный возраст некоторых гранитных интрузий.

Исследование угленосных отложений на Южном Урале производилось А. А. Петренко.

В задачу отряда А. А. Петренко входило изучение стратиграфии угленосных отложений восточного склона Южного Урала, выяснение их соотношений с вмещающими толщами и сбор материала по геолого-химической характеристике угольных пластов.

Полевые работы были сосредоточены в первую очередь в пределах Бер-Чогурского, Домбаровского и Брединского районов. Кроме этих районов была изучена крайняя западная или приуральская полоса развития угленосных отложений на восточном склоне Южного Урала, приуроченная к бассейну р. Сувундука, левобережных, а также правобережных притоков р. Урала.

Установлено широкое развитие вдоль восточного склона Южного Урала, повидимому, древних метаморфических толщ, состоящих из

гнейсо-гранитов, плагиогнейсов, амфиболитов, начиная от Мугоджар на юге, кончая Бредами на севере, относившихся до сих пор большинством исследователей Южного Урала к карбону.

Древние граниты, диориты, аплиты и пегматиты были обнаружены в гальках нижнетурнейских, местами подугленосных конгломерат-песчаников, а с другой стороны, наблюдалось внедрение таких пород в эффузивные толщи диабазо-спилитовой серии силур-девонского возраста.

Наблюдается характерная особенность в условиях залегания визейских угленосных прибрежно-континентальных осадков, именно: их трансгрессивное местами залегание на размытой поверхности различных систем палеозоя — нижнего и среднего, а местами и допалеозоя.

При этом сопоставление разрезов Бер-Чогурского и Домбаровского районов соответствует низам или середине турнейского яруса. В бер-чогурской угленосной толще впервые была найдена фауна. Свита темных и зеленых глинисто-филлитовых сланцев Домбаровки может параллелизоваться с карабулакской свитой Бер-Чогура.

В структурном отношении Домбаровское месторождение, так же как и Бер-Чогурское, представляет собой усложненную синклиналиную складку, расходящуюся к северу и состоящую из двух крыльев — западного, или Курмансайского, и восточного, или Джар-Бутакского. Домбаровская угленосная толща несогласно залегает на нижележащих породах эффузивной и туфо-порфиритовой серии среднего девона, силур-девона и на гранито-гнейсах. Довольно мощные слои конгломерата с галькой из диабазов, яшм, туфов, порфиринов, кремнистых сланцев и др. встречены были в вентиляционном шурфе шахты № 2; в них попалась также галька гранита, а в конгломерат-песчаниках угленосной толщи наблюдались гальки пегматитов.

Надо заметить, что пегматитовые жилы имеют широкое развитие среди ушкатинских гранитов, которые являются секущими по отношению к древней гранито-гнейсовой толще.

По наблюдениям А. А. Петренко, в основании угленосной толщи Брединского района, вдоль восточной границы последней, лежат древние гнейсо-гранитовые толщи, аналогичные ушкатинской свите Домбаровки. Здесь, так же как и в Домбаровке, возможен стратиграфический перерыв между угленосной толщей и комплексом гранито-гнейсов. Вполне вероятной представляется синклиналиная структура месторождения в противоположность существовавшей ранее точке зрения об антиклинальности его строения.

Все три исследованные месторождения по своему генезису относятся к типу прибрежно-морских аутохтонных образований, однако бер-чогурские угли, отличающиеся особенно частой сменой растительного материала терригенным, могут в известной мере рассматриваться как аллохтонные образования. Намечается общая тенденция к большей расслоенности угольных пластов по направлению с севера на юг.

По типу угля все три месторождения между собой сходны (в основном клареновые угли) и наиболее близки донецким, отличаясь от последних строением пластов, большей загрязненностью, отсутствием фюзена.

В качестве перспективных угленосных участков для постановки разведки можно указать на следующие:

а) В Домбаровском районе участок р. Кумака, находящийся на простирании восточного крыла Домбаровской угленосной полосы, участок р. Ушкаты в 18 км к востоку от Домбаровского месторождения и участок в бассейне р. Ори при устье Кызыл-Кайна примерно в 60 км к юго-западу от южного окончания Домбаровской угленосной полосы.

б) В западной или приуральской угленосной полосе участок у пос. Михайловского на р. Ильянс и приустьевая часть р. Ильянс, а также урочище Шабартау на р. Джусе и в 4—5 км выше последнего.

Кроме того, в Бер-Чогурском районе были обнаружены к югу от р. Сар-сай новые угольные пласты, выходящие на поверхность в виде саж.

Изучение месторождений хром- и никельсодержащих железных руд производилось в 1939 г., как и раньше, под общим руководством Б. П. Кротова. Исследование месторождений, связанных с серпентинитами, производилось М. И. Яницким в Свердловско-Сысертском районе на Среднем Урале, где находится Елизаветинское месторождение, которое разведывалось и изучалось последние годы. В этой же части Урала изучались и месторождения бобово-оолитовых руд юрского времени. Произведенные здесь раньше исследования установили вполне определенную зависимость характера руд месторождений этого типа от состава окружающих пород и в частности присутствие никеля и хрома в месторождениях, находящихся в области развития серпентинитов. Более подробное изучение месторождений этого типа экспедицией Академии Наук (В. Е. Яганова) произведено в 1939 г. в Режевском и Каменском районах, где разница в химическом составе руд этих типов, по имеющимся литературным данным, выступала особенно рельефно.

Месторождение оолитовых руд мелового возраста на Среднем Урале находится в районе пос. Мугай, Мохневского района, Н.-Тагильского округа. Это месторождение было также обследовано в 1939 г. сотрудниками экспедиции (Е. А. Ушакова).

На основании частичной обработки всех собранных данных можно сделать некоторые обобщающие выводы.

Выяснилось, что по содержанию никеля хром- и никельсодержащие железные руды могут быть разбиты на два типа: комплексные хромо-никелевые железные руды с содержанием более 0.5% никеля и менее 1.3% хрома и более бедные хром- и никельсодержащие железные руды.

Обе эти разности хромо-никелевых руд встречаются в месторождениях различных типов, как в рудах Свердловско-Сысертского района, так и в осадочных бобово-оолитовых рудах юрского возраста в Каменско-Режевском районе.

Изучение месторождений Свердловско-Сысертского района, произведенное М. И. Яницким, позволяет дать следующую предварительную сводную характеристику месторождений выветривания этого района.

Месторождения железных руд, тождественные по условиям залегания и образования, залегают в самых разнообразных породах, особенности которых накладывают свой отпечаток на химический состав руд.

Слагающие район палеозойские породы, прикрытые корой выветривания до 30 м мощности, находятся в зоне тектонических нарушений, выражающихся в разломах пород как магматических, так и осадочных и метаморфических разного возраста, по трем направлениям, из которых СЗ 300—340° является доминирующим, а СВ 30—50° и почти параллельное поверхности — подчиненными. Разломы идут вдоль целого ряда параллельных направлений. Они сопровождаются передвижками и возникновением брекчированных и перетертых зон, пересекающих различные породы и тянущихся на значительное протяжение.

Железорудные месторождения залегают в пониженных частях микрорельефа поверхности палеозойских пород в основании коры вывет-

ривания или в корнях ее и представляют плитообразные, линзообразные, иногда гнездообразные крутопоставленные тела, проходящие вдоль плоскостей разломов и частью замещающие брекчированные массы и боковые породы самого разнообразного состава.

Минералогический состав рудных месторождений представлен гидрогётитом, гидрогематитом, турьитом, реже встречается лепидокрокит и стильпноцидерит. Турьит и гидрогематит, повидимому, образуются в местах нахождения карбонатных пород. Руды на серпентинитах часто имеют порошковатый характер. Химический состав руд связан с характером вмещающих пород. Месторождения, находящиеся в области развития серпентинитов, содержат примесь хрома, никеля и кобальта. По мере удаления от серпентинитов содержание этих примесей уменьшается. Месторождения, залегающие в других породах, не содержат легирующих примесей. По особенностям химического состава встречающихся здесь руд можно различать три разновидности данного типа: а) месторождения в области развития серпентинитов или месторождения комплексных хромо-никелевых железных руд (тип Елизаветинского рудника); б) месторождения в области развития тальково-карбонатных пород, являющихся продуктом изменения серпентинитов, или залегающие на некотором более далеком расстоянии от серпентинитов месторождения хром- или никельсодержащих железных руд (тип Сосновского рудника); в) месторождения, залегающие в различных породах вдали от нахождения серпентинитов — обыкновенные месторождения «бурых железняков» без легирующих примесей хрома и никеля (тип Быковского рудника).

Изучение месторождений осадочных бобово-оолитовых руд юрского возраста восточного склона Урала, производившееся В. Е. Ягановой, позволяет дать следующую сводную характеристику этого генетического типа месторождений.

Месторождения бобово-оолитовых руд встречаются на самых разнообразных породах палеозойского фундамента: на известняках девона, на глинистых сланцах, мергелях, порфиридах и туфах или на коре выветривания их, причем вмещающие и подстилающие породы также накладывают свой отпечаток на особенности химического состава бобовых руд. Залегают эти месторождения в виде линзообразных тел среди континентальных песчано-глинистых отложений юрского времени в пониженных частях неравномерно размытой поверхности пород палеозоя или в виде гнездообразных скоплений в карстовых углублениях разной формы в известняках.

Руды состоят из «бобов», оолитов, рудных и нерудных галек и цементирующей массы. Бобы образованы из магнетита, гидрогётита, гидрогематита, оолиты — из лептохлорита, гальки — из обломков бобово-оолитовых руд или кварца и других пород. Цемент сложен из песчано-глинистой обломочной массы, в большей или меньшей степени замещенной железистым хлоритом и гидраргиллитом.

Химический состав руд, как сказано, зависит от состава окружающих пород. Месторождения, находящиеся в области развития серпентинитов, содержат значительное количество бобов из окислов железа, пониженное количество гидраргиллита, примесь хрома, никеля и кобальта. В областях развития зеленокаменных пород месторождения содержат приблизительно одинаковое количество глинозема и окиси железа, примеси легирующих элементов отсутствуют. Месторождения бобово-оолитовых руд среди осадочных пород содержат малое количество бобов из железорудных минералов и значительное количество железистого хлорита и гидраргиллита; они также не содержат примеси легирующих элементов.

По условиям своего образования месторождения таких руд юрского времени на восточном склоне Урала представляют осадочные отложения кластических продуктов выветривания в бассейнах озерно-болотного характера, к которым присоединяются химические осадки (бобы и оолиты). В процессе диагенеза эти отложения подверглись замещению железистыми хлоритами и гидраргиллитом. Условия образования их имеют много общего с образованием железорудных месторождений в Орско-Халиловском районе.

В связи с значительным содержанием глинозема эти руды ранее всегда относились к бокситам. Однако значительные колебания в содержании окиси железа и глинозема и присутствие в некоторых случаях хрома, никеля и кобальта вызывают необходимость в выделении среди них двух типов руд: а) железных руд и б) бокситов.

Железными рудами следует считать те образования, которые содержат около 40% железа и не более 20% глинозема. Среди железных руд можно отличать: а) комплексные хромо-никелевые железные руды, б) хром- и никельсодержащие железные руды и в) глиноземистые железные руды без легирующих примесей. Условия нахождения первых двух типов обусловлены большей или меньшей близостью к серпентинитам; глиноземистые железные руды встречаются, главным образом, в области развития диабазов и их туфов, реже среди области осадочных пород.

М. И. Калгановым изучался детально химический состав железных руд ряда месторождений (определялось 40 элементов) и их минералогия, а также уточнялись вопросы генезиса месторождений.

По своему химическому составу руды месторождений всех изученных типов оказались довольно сложными, содержащими большое количество элементов (свыше тридцати).

В качестве полезных легирующих примесей могут быть использованы следующие элементы: а) ванадий (0.20%), титан (1.8%) и марганец (0.3%) в магматических магнетитовых рудах; б) медь (до 0.8%) и марганец (0.3%) в магнетитовых контактово-метасоматического происхождения, в «охристых» (остаточных) рудах и отчасти в красных железняках; в) хром (до 1.5%) и никель (до 0.3%) в осадочных (конгломератовых) бурых железняках.

Золото (от 0.4 до 10 г/т), серебро (до 20 г/т) и кобальт (до 0.45% в пиритах Ауэрбаховского месторождения) могут быть извлекаемы из сульфидов магнетитовых руд, поскольку при обогащении руд эти сульфиды будут идти в хвосты.

Редкие (молибден, бериллий, стронций, цирконий, галлий) и другие (олово, цинк, свинец, сурьма) элементы обнаружены во всех рудах в малых количествах; их практическое значение еще не выяснено.

Что касается содержания фосфора в рудах, то наименьшее его количество (в среднем 0.04%) содержится в магнетитовых рудах различного генезиса. Красные и бурые железняки содержат фосфора 0.05—0.08%. Таким образом, малофосфористых руд (с содержанием фосфора 0.0012%) среди обследованных генетических типов месторождений не обнаружено.

Изучение руд показало, что в данном случае фосфор в магнетитовых рудах связан только с наличием апатита. Лабораторными опытами установлено, что при измельчении руд до 1 мм и при обогащении их в слабом магнитном поле получают руды с содержанием фосфора от 0.004 до 0.008%. При таком измельчении размер зерен руды соответствует среднему размеру зерен апатита (от 0.8 до 1.2 мм).

Минералогический состав руд оказался довольно сложным. В дополнение к тому, что было известно работникам отряда, было уста-

новлено, что в бурых конгломератовых железных рудах широким распространением пользуются железистые хлориты, каолинит, гидрагиллит, сидерит, кальцит, марказит и отчасти серицит.

Среди магнетитовых руд в поверхностных зонах часто встречаются силикатные соединения меди (хризоколла), самородная медь (самородки до 4 кг на Ауэрбаховском месторождении), в красных железняках — самородное золото и серебро. Молибденит встречается очень часто в зальбандах кварцевых прожилков, прорезающих порфириты. Кроме того, среди минералов гидроокисной группы железа, объединявшихся под общим названием «лимонит» и встречающихся, главным образом, среди красных и бурых железняков, выделены гётит, гидрогётит, гидрогематит и эренвертит.

При изучении минералогического и химического состава конгломератовых бурых железняков Ауэрбаховского месторождения внесены существенные изменения и дополнения во взгляды на генезис этих руд. Был обнаружен как обломочный хромит (хромшпинель), так и никель и кобальт, принесенные в растворе. Это расширяет перспективы нахождения конгломератовых руд по направлению на восток от разведанных уже залежей, где могут быть встречены и более богатые никелем руды, так как материал для образования этих руд, очевидно, приносился не только со стороны ауэрбаховских коренных руд, магнетитов и мартитов (при их разрушении), как это было высказано ранее, но и со стороны Серовского серпентинитового массива (с востока).

В пределах Ауэрбаховского месторождения изучен разрез коры выветривания скарнов и порфиритов. Здесь выделены три зоны: 1) верхняя зона «охристая», сильно обогащена железом, из нее вынесены кремнезем, кальцит и отчасти глинозем; 2) средняя зона обогащена кремнеземом, окисью кальция и глиноземом; 3) зона слабоизмененных скарнов, переходящих в неизмененные плотные скарны. Первая и отчасти вторая зоны имеют практическое значение, так как они представляют собой так называемые «охристые руды» (бурые железняки).

Изучение контактово-метасоматических месторождений показало, что явления метасоматизма минералов скарна рудными растворами (замещение магнетитом граната, пироксенов) строго приурочены к трещинам, от которых зависит и форма магнетитовых рудных тел. Пока намечено два рода трещин: дорудные северо-западного направления, к которым приурочены магнетитовые залежи, и трещины, образовавшиеся после рудоотложений, восточно-северо-восточного направления, смещающие рудные тела. Эти выводы важны для направления поисковых работ.

Проведенные работы по изучению месторождений хром- и никель-содержащих железных руд позволили уточнить условия залегания, минералогический и химический состав руд, связь месторождений с корой выветривания и зонами тектонических нарушений в различных породах, а также составить сводную характеристику этих типов месторождений и дать карту прогнозов.

Второй группой работ на Урале, являвшихся завершением исследований, производившихся в предыдущие годы, были работы по изучению месторождений хромистого железняка.

Г. А. Соколов и его сотрудники (В. П. Логинов, А. А. Филимонова, Н. В. Павлов и В. Л. Федоров) исследовали ряд массивов ультраосновных пород, продолжая свои работы по изучению месторождений хромита.

По стратиграфическому уровню внедрения подавляющее число изучавшихся массивов залегает в отложениях среднего или верхнего

девона и нижнего карбона. Меньшее число — в более древних палеозойских образованиях Урала — в отложениях вулканогенной толщи ($S_2—D_1$). И лишь Салдинские массивы находятся в кристаллических сланцах, считающихся древнее верхнего силура.

Время внедрения ультраосновной магмы для наиболее многочисленной первой группы массивов естественно определяется как варисское, причем для Алапаевского массива наблюдался контакт с отложениями S_2 , а для Намазкинско-го — с визейскими известняками. Для массивов, залегающих в вулканогенной полосе ($S_2—D_1$), вопрос о времени их внедрения остается открытым, но кажется вероятным варисский возраст и этих массивов, так как каких-либо существенных отличий в форме, петрографическом составе и металлогении не наблюдается.

Выяснение формы ультраосновных интрузивов, имеющее весьма большое значение для понимания вопросов хромитоносности, представляло значительные трудности при полевых наблюдениях. На основе сопоставления элементов залегания вмещающих толщ с деталями конфигурации массивов, наблюдения останцев вмещающих пород и т. д. выявились следующие группы массивов, с точки зрения их вероятной формы:

1. Лакколитообразные интрузивы (южная половина Восточно-Тагильского, Успенский и Татищевский массивы).

2. Сравнительно тонкие интрузивные залежи (силлы), сохранившие свое более или менее горизонтальное залегание (Куликовский и Варшавский массивы).

3. Интрузивные залежи, падающие согласно с вмещающими дислоцированными толщами (Уфалейский и Иткульский массивы).

4. Факолитовые интрузивы, залегающие то в антиклиналях, то в синклиналях с различной крутизной их крыльев (Наследницкий, Каменец-Подольский, Шевченковский, Аккаргинские, Сакмарский, Кутарстанский, Салдинский).

Значительное разнообразие наблюдалось в петрографическом составе изучавшихся массивов. Среди них имеются массивы, вовсе или почти не содержащие дунитов (или дунитовых серпентинитов): Каменец-Подольский — пироксенито-гарцбургитовый; Шевченковский — пироксенито-лерцолитовый; Сакмарский и Куликовский — существенно лерцолитовые; Татищевский — пироксенито-лерцолито-гарцбургитовый; Успенский и Варшавский — существенно перидотитовые.

Наибольшее число массивов являются существенно гарцбургито-дунитовыми (Наследницкий, Кундыбаевский, Аккаргинские, Уфалейский, Алапаевский). Иткульский массив — существенно дунитовый.

Породы габбрового ряда не играют существенной роли в составе изучавшихся массивов; в большинстве случаев габбро застывали несколько позднее ультраосновных членов интрузива. На характере жильной свиты по недостатку места мы не останавливаемся.

Для некоторых массивов со сложным петрографическим составом удалось подметить вертикальную зональность расположения ультраосновных пород. Так, в южной половине Восточно-Тагильского массива видна такая последовательность сверху вниз: лерцолиты — гарцбургиты — смешанная дунито-гарцбургитовая зона — дунитовая зона — вмещающие породы постели. В Уфалейском массиве отчетливо выражена зональность по направлению от висячего бока интрузивной залежи к лежащему: преимущественное развитие пород габбро-пироксенитовой серии — перидотиты — смешанная дунито-гарцбургитовая зона. В Татищевском массиве сверху вниз сменяются: пироксениты — лерцолиты — гарцбургиты с рудными телами.

Признаки такой зональности отмечены и в массивах более простого состава. Так, в существенно лерцолитовых массивах Кустарстанском и Сакмарском на небольших участках, отвечающих наибольшему размыву речными долинками, обнаружены полосчатые гарцбургиты и дуниты.

Заслуживает быть отмеченным, что элементы вертикальной зональности ультраосновных массивов констатированы не только в лаккоморфных интрузивах, но и в факолитовых.

Изучавшиеся массивы частью хромитоносны, частью не содержат промышленных хромитовых месторождений. При этом отчетливо выявляется, что в подавляющем большинстве случаев хромитовые месторождения встречаются на площадях, сложенных дунитами или породами смешанного дунито-гарцбургитового комплекса.

Сопоставление различных признаков изучавшихся массивов указывает на такие условия промышленной хромитоносности:

1. За единичными исключениями, хромитовые месторождения имеются только в тех массивах, в составе которых участвуют дуниты.

Существенно перидотитовый массив Верблюжьих гор является исключением из этого правила.

Однако одновременно мы имеем здесь особый тип рудных тел: отчетливо эпигенетические крупные жилы массивного хромистого железняка. В других же случаях рудные тела являются линзами, шпировыми полосами, жилообразными линзами, т. е. телами, не испытавшими далекого инъекционного перемещения.

2. Возраст вмещающих толщ и форма интрузива не оказывают существенного влияния на появление или отсутствие хромитовых месторождений.

3. Весьма важную роль фактора, определяющего присутствие хромитовых месторождений, играет эрозия массива: при вертикально-зональном расположении ультрабазитов глубокая эрозия обнажает дунито-гарцбургитовые площади, наиболее благоприятные, как сказано, для нахождения месторождений.

4. В единичных массивах значительные хромитовые месторождения констатированы на чисто перидотитовых полях. Появление таких месторождений, отчетливо инъекционных, связано с особенностями тектонической истории данного участка горной страны.

Результатом многолетних исследований месторождений хромистого железняка, производившихся Г. А. Соколовым и его сотрудниками, помимо ряда научных работ, содержащих описание месторождений и вытекающие из их исследования выводы, является также картографическое выражение сводки основных выводов, к которым пришли исследователи. На составленной карте представлено распространение на Урале хромитоносных массивов, с характеристикой (при помощи условных знаков) особенностей их рудоносности, геологических условий залегания массивов и степени их изученности в отношении нахождения месторождений хромистого железняка.

Месторождения никеля на Урале, связанные с ультраосновными изверженными породами и обязанные своим происхождением процессам поверхностных изменений, известны давно и изучались многими исследователями, достигшими важных результатов.

В последнее время месторождения этого типа изучались в Южном Урале группой научных сотрудников Академии Наук под руководством И. И. Гинзбурга. Работы эти, законченные в Южном Урале, были распространены и на месторождения Среднего Урала с тем расчетом, что опыт, полученный в Южном Урале, даст возможность и здесь подметить черты, оставшиеся незамеченными прежними исследователями.

В течение летнего периода 1939 г. при изучении типов никелевого оруденения на Среднем Урале выяснилось чрезвычайное их разнообразие. Для Среднего Урала весьма характерно резкое обохривание всей коры. «Охристая зона», на Южном Урале только покрывающая нон-тронитовую зону, связанная там с вторичными процессами разложения нонтронитов, на Среднем Урале является преобладающей.

Процессы обохривания идут то параллельно с силицификацией (совместно), то самостоятельно, то сопровождаются накоплением водных силикатов железа и глинозема (типа ферригаллуазитов или галлуазитов).

Процессы выветривания и связанное с ними оруденение особенно сильно развиты вдоль имеющихся на Среднем Урале в гораздо большем развитии, чем на Южном, зон раздробления пород. Поэтому естественно развитие здесь типов выветривания, напоминающих Аккермановские месторождения Южного Урала.

Вдоль подобных зон часто встречаются силицифицированные породы. Последнему процессу подвергаются мраморы, серпентиниты, талько-карбонатные породы и др. Силицифицированные и ожелезненные породы (одновременно брекчированные) являются для Среднего Урала в пределах осмотренных участков характерным явлением. Силицифицированные зоны прослеживаются на большом протяжении и имеют мощность, измеряемую несколькими десятками метров; глыбы силицифицированных пород входят в состав элювиальных, делювиальных и пролювиальных отложений от юрского до верхнетретичного возраста.

Карсты в мраморах, к которым часто приурочены никелевые месторождения на Среднем Урале, лишь тогда бывают никеленосными, если они связаны: 1) с серпентинитами, находящимися вблизи самих карстов, и 2) с тектоническими линиями раздробления в серпентинитах и мраморах.

Кроме карстового типа, к которому обычно приурочены никелевые месторождения на Среднем Урале, имеется тип никелевого оруденения, связанный с древней корой выветривания на серпентинитах, независимо от карста. Этот тип менее богат никелем, хотя содержание его все же является кондиционным. Нередко оба типа встречаются в пределах одного месторождения.

Часть железорудных никельсодержащих месторождений или с глубиной переходят в никелевые или находятся в непосредственной близости к никелевым месторождениям. На ряду с месторождениями карстового типа, непосредственно выходящими на поверхность или прикрытыми рыхлыми породами небольшой мощности, имеются месторождения карстового типа, которые на поверхности не проявляются, находясь под свежими неразложившимися серпентинитами (закрытые карсты).

В пределах Уфалейского района никеленосной является в основном лишь продуктивная свита (охристо-глинистая с глыбами силицифицированных пород), лежащая под отложениями верхнего мела (сеномана). Никель находится: 1) в никелевых силикатах, 2) в водных силикатах железа и глинозема, 3) в железных и марганцевых рудах. Наибольшее значение имеют первые два источника никеля. Некоторые типы руд с большим количеством кварца содержат в более тонких фракциях больше никеля, чем в более грубых.

Начало образования карста относится к раннему мезозою; отдельные этапы значительного его роста связаны со средне- и верхнетретичным периодом. На ряду с карстами глубиной 20—60 м встречаются «глубокие карсты» (до 200—260 м глубиной); их образование связано со ступенчатыми сбросами, имевшими место до образования карста.

Заполнение карста шло, начиная с юры до неогена, с остановками в заполнении и даже с размывом заполнивших карст отложений. Размыв может идти весьма далеко, особенно в районах развития современных долин, и привести к смыву части карста и заполняющих его рыхлых отложений.

Концентрация никеля в карстах — процесс весьма длительный. Приток никельсодержащих вод имел место не только во время заполнения карста рыхлыми отложениями, но и значительно позже, почти вплоть до настоящего времени, как об этом свидетельствует содержание никеля в грунтовых водах, достигающее 0.02—0.2 мг на 1 л воды.

Рудная толща представлена следующими типами:

1) никельсиликатными и галлуазитовыми образованиями на контакте с мрамором;

2) остаточными и переотложенными ожелезненными силифицированными породами (с галлуазитами) вместе с глинами, охрами и небольшим количеством никелевых силикатов;

3) охристо-глинистыми остаточными продуктами разложения серпентинитов.

Снижение кондиции содержания металла в руде, изучение никельсодержащих минералов, прослеживание и изучение остаточной коры, на которую почти не обращалось внимания, а также внимательное отношение к железорудным месторождениям, связанным с серпентинитами, к охристой толще и установление существования закрытых карстов, позволяют предположить, что рудные месторождения с приемлемым содержанием никеля на Среднем Урале весьма распространены, занимают большую площадь и имеют большие запасы, чем это казалось до сего времени, тем более, что последние результаты геологоразведочных работ показали, что во многих случаях месторождения недоразведаны.

Изучение истории континентального развития восточного склона Урала, начиная с мезозойского времени, было предметом исследования Е. Н. Шукиной и К. В. Никифоровой.

Е. Н. Шукиной наблюдения производились, главным образом, в бассейнах рр. Нейвы и Режа, а также и в других районах Среднего Урала.

В изученной части Урала на его восточном склоне с запада на восток по характеру рельефа выделяются четыре зоны. Западная, отвечающая полосе развития метаморфической толщи и основных интрузий, характеризуется горно-холмистым рельефом с глубоко врезанными меридиональными долинами. Вторая на восток зона, расположенная в полосе эффузивных и осадочных пород палеозоя, обладает холмисто-увалистым рельефом с неглубоко врезанными долинами и многочисленными болотами и озерами. Восточнее для полосы гранитов и гранито-гнейсов характерен равнинно-холмистый рельеф с более глубоко врезанными долинами, чем в предшествующей зоне.

Еще восточнее, в полосе развития среднего и верхнего палеозоя, рельеф приобретает плоско-равнинный — столовый характер, обусловленный развитием морских мезо-кайнозойских толщ. Равнина расчленена еще более глубоко врезанными долинами крупных рек. В современном рельефе в виде плоских платообразных очертаний поверхностей гор в верховьях р. Тагила в пределах горно-холмистого рельефа и на водоразделе рр. Режа и Нейвы в зоне холмисто-равнинного рельефа сохранились остатки древнего (мезозойского) пенепплена.

Мощные элювиальные толщи коры выветривания, особенно широко сохранившейся в пониженных участках водоразделов увалисто-

холмистой и плоскоравнинной зон, по мнению Шукиной, относятся к этому времени, так же как заложение древней гидрографической сети и образование глубоких карстовых воронок, вытянутых в направлении простирания пород, и последующее заполнение их галечниками (беликами), огнеупорными глинами и песками. Переотложение продуктов выветривания могло привести к образованию россыпей 1-й генерации в мезозое (Сухой Лог, Белые пески, Сухенькие горки в Невьянском районе), а последующее выполнение древних эрозионных впадин озерно-аллювиальными песчано-глинистыми отложениями с галечниками в основании — к образованию россыпей 2-й генерации.

Следующий этап развития рельефа восточного склона Среднего Урала, вероятно, связан с морской трансгрессией верхнемелового и нижнетретичного возраста; отложения, относимые Е. Н. Шукиной к этому времени, в пределах исследованной площади в зоне равнинного рельефа сохранились отдельными клочками из конгломератов и опоконидных пород. Заложение древней гидрографической сети, частично унаследовавшей направление мезозойских депрессий и в основном следующей направлению простирания палеозойских пород, не совпадая с современными речными долинами, предположительно связывается с поднятием местности в верхнетретичное время. Древние долины этой сети выполнены красно-бурыми глинисто-песчаными делювиально-пролювиальными и аллювиальными отложениями с галечниками в основании. В пределах увалисто-холмистой зоны к подобным галечникам приурочены наиболее богатые увальные россыпи в Невьянском районе и в верховьях р. Чусовой. К этим же галечникам приурочены увальные россыпи в пределах равнинно-холмистой зоны и, наконец, в этих же отложениях обнаружено промышленное содержание золота при проведении поисковых работ на олово в пределах восточно-равнинной зоны в нескольких местах Алапаевско-Каменского района.

В отличие от более древних (мезозойских) россыпей, уцелевших лишь клочками в зоне горно-увалистого рельефа или погребенных под мощными толщами морских отложений в равнинной зоне, верхнетретичные долины и связанные с ними золотоносные аллювиальные отложения прослеживаются на десятки и даже сотни километров. Будучи погребенными (до 12—17 м) под бурыми делювиальными четвертичными и верхнетретичными глинами, такие золотые россыпи могут быть обнаружены и прослежены в широких плоских понижениях рельефа водораздельных увалов, на склонах пологих плоских меридиональных долин, не отвечающих по своим размерам протекающим по ним современным речкам.

Заложение современной гидрографической сети можно относить к началу четвертичного времени. Этот новый размыв прошел ниже уровня залегания древних россыпей и дренировал их.

С эпохой размыва (предположительно рисского (?) времени) тесно связано накопление галечников в русловых участках долин. К этим галечникам приурочены богатые россыпи четвертой генерации, залегающие на 3—4 м ниже уровня современных рек. Россыпи морфологически связаны с разными элементами более молодого рельефа: одна и та же россыпь может залегать и под современным руслом, и под поверхностью поймы, и в пределах 1-й и 2-й надпойменных террас, образуя местами даже увальные россыпи.

Развитие аккумулятивных процессов, приведших к выполнению долин аллювиально-озерными серыми глинами (местами с незначительными торфянистыми накоплениями), и образование поверхностей 3-й террасы, впоследствии погребенной под следующим более молодым

комплексом аллювиальных и делювиальных отложений, Е. Н. Шукина относит к следующему этапу в четвертичной истории Среднего Урала. Вслед за этим (в начале вюрма) идет дальнейшее развитие аккумулятивных процессов и погребение долин в результате боковой планации. В связи с широким развитием делювиальных процессов происходит нивелировка рельефа и образование наклонной поверхности второй надпойменной террасы. Отложения этого времени представлены мелкозернистыми породами: песками, супесями, бурыми глинами и суглинками в долинах и характеризуются началом накопления торфяников в вершинах логов в пределах увалисто-холмистой зоны. К этим террасовым и балочным отложениям приурочены убогие золотые россыпи 5-й генерации, не имеющие серьезного промышленного значения и в настоящее время часто выработанные. Убогое содержание этих россыпей объясняется, вероятно, тем, что цикл размыва был очень незначителен и источником золота в них являлась кора выветривания и лишь частично коренные породы (богатство двух россыпей, Киевской и Каменного лога, объясняется непосредственной близостью к кореным месторождениям). Образование уступа второй надпойменной террасы, имеющей разные высоты по крупным рекам для различных зон рельефа, и образование врезанных меандр в восточной равнинной зоне можно отнести к следующему этапу континентального развития восточного склона Урала и связывать с явлениями неравномерных дифференциальных движений.

К концу вюрма относится новая эпоха аккумуляции песчано-глинистых отложений в речных долинах, отложение торфяников, озерных мергелей в подпруженных участках долин и на водоразделах, отложение делювия на склонах. Все это привело к выполаживанию водоразделов, затягиванию древних долин и образованию поверхности 1-й надпойменной террасы.

К. В. Никифорова производила исследования на восточном склоне Южного Урала, начиная от верховья рр. Сувундука, Караганки и Синташты на юге и от Джабык-Карагайского гранитного массива и верховьев рр. Куйсака и Бохты на севере.

В этом районе к мезозойским отложениям относят яркие, пестрые песчанистые и каолиновые глины древней коры выветривания, развитой на палеозойских осадочных и изверженных породах. Мощность глин иногда очень незначительна, а местами они совсем смыты.

К мезозойским отложениям К. В. Никифорова относит также бобовые железные руды, встреченные по правую сторону р. Айдырли, примерно в 4 км от ее устья, на основании внешнего сходства этих руд с юрскими железными бобовыми рудами восточного склона Среднего и Южного Урала.

Кайнозойские отложения выражены в исследуемом районе исключительно в континентальных фациях. Нижним членом кайнозойских серий является толща песков, глин и галечников белых, розоватых и светлосерых, залегающих часто на междурусных возвышенностях или слагающих погребенный цоколь четвертичных террас и балок. Залегая на палеозойских известняках, эти отложения нередко выполняют карстовые углубления и воронки и образуют так называемые косые пласты. Нижняя часть этих отложений слагается, главным образом, песчано-галечным материалом с хорошо окатанными гальками. У плотика залегают золотоносные пески. Характерно присутствие корок и прослоев железистых конгломератов. В верхней части отложений находятся глины, в которых были обнаружены остатки древесины, принадлежащей, по определению А. Е. Ярмоленко, к виду *Taxodioxyylon distichum*, характерному для неогена.

Отложения эти распространены в виде меридионально вытянутых полос или сохранившихся от размыва пятен. По их литологическому составу и строению они могут рассматриваться как отложения древних неогеновых рек, и распространением их намечается определенная речная система, направленная с северо-северо-востока на юго-юго-запад и секущая современную речную сеть.

Следующими более молодыми отложениями кайнозоя, развитыми в данном районе, являются красные и пестрые гипсоносные глины с включениями галек яшмы, кремня, кварца и других местных пород. В нижних частях залегают прослойки песчанистых глин и глинистых песков, нередко золотоносных. Характерным для этой толщи является присутствие прослоев и линз железисто-марганцевого бобовника.

Отложения этой красноцветной толщи залегают или на отложениях нижнеогеновых или непосредственно на палеозойских породах. Эта толщина встречается или на высотах современных водоразделов или в руслах балок, обычно меридиональных, где она перекрыта аллювиально-делювиальными четвертичными отложениями. Она выполняет, повидимому, также древние долины, повторяющие направление еще более древней, неогеновой речной сети.

Исходя из того, что расположение рассматриваемых отложений не совпадает с современным рельефом, что они залегают часто на водоразделах и пересекают современные речные долины, можно думать, что они древнее четвертичных, но моложе более древней неогеновой толщи, т. е. относятся к концу неогена и началу квартала. Отложения этого комплекса можно связывать с образованием 50-метровой террасы р. Урала, на поверхности которой развиты прекрасно окатанные галечники местных коренных пород, а местами сохранились красные гипсоносные глины.

Четвертичные отложения представлены в изучавшемся районе образованиями аллювиального, делювиального и элювиального происхождения, а также озерными и болотными осадками (илы, торфяники). Аллювиальные отложения слагают террасы современных рек. Удалось выделить всего 6 террас, считая в том числе и предположительно неогеновую 50-метровую террасу р. Урала. Остальные три террасы, кроме террас высокой и низкой поймы, К. В. Никифорова считает соответственно террасами миндельской, рисской и вюрмской. Пыльцевой анализ глины из отложений высокой поймы показал, что физико-географическая обстановка во время отложения аллювия высокой поймы напоминала теперешнюю. Это были луга с небольшими, повидимому, островками смешанного, главным образом березового и соснового, леса. Делювиальные отложения развиты преимущественно по склонам долин рек и балок, представлены бурыми суглинками с потеками извести и известковыми с журавчиками и часто маскируют поверхность и уступы террас в рельефе, опускаясь непосредственно на аллювиальные отложения террас.

Значение всего вышеизложенного состоит, главным образом, в установлении в районе наличия древней неогеновой речной сети, не совпадающей с современной гидрографической сетью, причем к аллювию этой древней сети приурочены россыпные месторождения золота, монацита и небольшого количества касситерита. Россыпи древней гидрографической сети послужили в большей степени и источниками, за счет размыва и переотложения которых образовались россыпи в аллювии современной речной и балочной систем. Поэтому при поисках россыпных месторождений имеет огромное значение изучение стратиграфии, генезиса и возраста подобного рода континентальных отложений,

а также установление характера распределения древней речной сети, что упирается в изучение геоморфологии и молодой тектоники исследуемой местности.

Ф. Исследования в Приполярном Урале

Специальным указанием Совнаркома было предложено Академии Наук распространить геологическое исследование на север от современного промышленного Урала. В 1939 г. особая группа отрядов Уральской экспедиции под общим руководством Н. А. Сирина производила работы в Приполярном Урале, изучая гранитные массивы, в одном из которых прежние исследования обнаружили признаки возможного нахождения месторождений олова. Граниты эти расположены в центральной зоне Урала, обозначаемой третьей структурной зоной, но основные задачи работ в этой зоне скорее отвечали тем, которые ставились перед исследователями, изучавшими гранитные массивы пятой структурной зоны Среднего Урала.

Как известно из предыдущих работ, среди всех глубинных изверженных пород граниты пользуются в районе Приполярного Урала наиболее широким распространением, образуя здесь три отчетливо выраженные полосы, вытянутые согласно с общим простираем пород.

Исследования имели конечной целью выяснение особенностей металлоносности гранитов Приполярного Урала и охватили гранитные массивы гор Народа, Неройка, Хобе-ю, Сале-Урне-Хум и Кефталяка, расположенные в осевой части Уральского хребта между $64^{\circ}30'$ и $64^{\circ}50'$ северной широты и северную часть массива Мань-Хамбо.

В орографическом отношении этот район представляет высокогорную сильно расчлененную область, с отчетливо сохранившимися ледниковыми формами рельефа. Район в основном слагается метаморфическими сланцами нижнего палеозоя, среди которых кроме гранитных интрузий широким развитием пользуются изверженные породы основного состава, находящиеся в виде небольших жил и интрузивных залежей.

Метаморфические сланцы образуют мощный антиклинорий, простирающийся согласно с простираем Уральского хребта и опрокинутый круто на восток. Ось этого антиклинория круто погружается к северу от горы Карпинского; под меньшим углом она погружается к югу от горы Неройки. Исследованные гранитные массивы приурочены к центральной части названного антиклинального поднятия.

Довольно отчетливо устанавливается пластообразный характер для огромного большинства названных интрузий. Так, например, контакты гранитов района горы Народа с вмещающими породами хорошо видны по правому увалу р. Пиленгичей, где слюдисто-хлоритовые и слюдисто-кварцитовые сланцы налегают на граниты, падая на северо-запад под углом $60-70^{\circ}$. На северо-востоке, в районе верховий р. Пиленгичей отчетливо наблюдается падение под граниты хлорито-слюдисто-кварцитовых сланцев. Контакт гранитов со сланцами, однако, не всегда отчетлив. Часто можно наблюдать небольшие гранитные (пластообразные) тела, находящиеся в метаморфических сланцах вблизи гранитов. Порода этих жил мелкозернистая, часто порфиорового сложения.

Гранитная интрузия к югу от горы Народа имеет значительно большую мощность, однако пластообразный характер ее отчетливо сохраняется и здесь. К югу от р. Хобе-ю гранитная интрузия почти полностью выклинивается, а в 2 км к западу от интрузии гранитов расположен значительный массив диорита, представляющий, по мнению

Н. А. Сирина, продукт ассимиляции гранитной магмой вмещающих пород. Пластообразный характер имеют также гранитные интрузии Сале-Урне-Хум, Хусь-Ойка и Кефталык.

Породы названных интрузий представляют большое разнообразие. Здесь можно встретить разности от ультраосновного состава до аплитов и пегматитов включительно. Собственно граниты, составляющие 90% пород массивов, также довольно разнообразны как по структуре, так и по минералогическому составу.

По структурно-текстурным признакам могут быть выделены граниты крупнозернистые, среднезернистые и мелкозернистые. Среди названных разностей выделяются граниты порфировидной структуры, особенно характерной для мелких интрузий и широко развитой в массивах Сале-Урне-Хум и Сале-Неройка. Обращает на себя внимание широкое развитие полосатой гнейсовидной текстуры, ориентированной согласно с общим простиранием пород и обычно приуроченной к периферической части массивов. На ряду с гранитами, в районе интрузий Мань-Хобе-ю и Кефталыкского массива встречены породы более основного состава: плагиограниты, диориты и в меньшем количестве габбро. Широко развиты в гранитах жильные породы: лампрофиры, аплиты, диабазы и жилы кварца. Эти жилы, как правило, следуют господствующей среди гранитов северо-западной отдельности. Кроме того, среди гранитов часто встречаются ксенолиты вмещающих пород и в особенности эффузивов базальтового состава; местами наблюдается вулканическая брекчия.

Как уже указывалось выше, вмещающими породами гранитов служат метаморфические сланцы нижнепалеозойского возраста. На востоке от гранитных массивов вмещающая толща представлена преимущественно серией кварцево-сланцевых и кварц-сланцево-хлоритовых сланцев. На западе, на ряду с этими разностями, встречаются актинолитово-хлоритовые и альбитово-хлоритовые сланцы. Кроме того, к западу от гранитов Кефталыка среди только что названных сланцев широкое развитие получили эффузивы кислого состава: кварцевые и бескварцевые порфиры, сопровождаемые широкой полосой туфов. Эти эффузивы к югу от Кефталыка (район р. Торговой) получают еще более широкое развитие, в то время как граниты исчезают.

Отсутствие гранитов к югу от Кефталыкского массива и появление эффузивов кислого состава находится в связи с общим погружением складок к югу. Это погружение подтверждается также отсутствием более низких горизонтов метаморфической толщи кварцитов и кварцитовых конгломератов, широко развитых в районе гор Народа и Неройки.

Следующее воздымание оси центрального антиклинория приурочивается к району горы Мань-Хамбо, где вскрываются широкой полосой кварциты, кварцитовые сланцы и огромные массивы гранитов.

Таким образом, совершенно отчетливо устанавливается приуроченность гранитных массивов, вскрытых эрозионными процессами, к зонам воздымания основных складок Уральского хребта в пределах Приполярного Урала.

Возраст гранитов определяется наличием в верхах условно выделенного среднего кембрия аркозовых песчаников, по составу близких к граниту, и конгломерата с гальками гранита. Это же подтверждается и наличием кислых эффузивов среди нижних слоев кембрия, встреченных в районе Кефталыка.

В отложениях рек, берущих свое начало в районе гранитных интрузий, еще при предыдущих работах были встречены, на ряду с золотом, касситерит и шеелит. Эта находка в последующие годы была подтверждена более широким шлиховым опробованием.

На основании этих находок были поставлены более детальное обследование Кефталькского гранитного массива и поиски коренных месторождений олова и вольфрама. Опробованием кварцевых жил, расположенных недалеко от контакта кефталькских гранитов и в непосредственной близости от кварцевых порфиров, было открыто пятнадцать жил с повышенным содержанием касситерита и шеелита. На ряду с названными минералами в жилах наблюдаются: пирит, халькопирит, молибденит и базобисмутит. Наиболее детально обследованная кварцевая жила прослежена на протяжении 500 м. На этом протяжении ее мощность колеблется от 60 до 120 см. По падению она прослежена до 12 м.

Кроме того, в районе гор Мань-Хобе-ю и Народа в кварцевых жилах встречен крупнозернистый галенит.

Таким образом, довольно отчетливо устанавливается приуроченность редкометалльного оруденения к району погружения оси складки, где гранитные массивы только что вскрываются современными эрозионными процессами.

В задачу Неройского отряда, руководимого С. Д. Поповым, входило изучение Неройского гранитного массива. Это изучение сопровождалось исследованием шлихов. Необходимо заметить, что проходка шурфов до плотика в летний период в этом районе почти невозможна из-за большого притока воды и присутствия огромных валунов. Искусственные шлихи получались от дробления горных пород.

Орографически район представляет высокогорную местность с абсолютными высотами до 1700 м. Ледниковые явления наложили сильный отпечаток на рельеф местности. Горы, вытянутые в меридиональном направлении, изрезаны поперечными долинами на целый ряд отдельных самостоятельных хребтов. Вершины этих хребтов, кары и долины, образовавшиеся в результате деятельности ледников, покрыты отдельными пятнами снежного покрова, который во многих местах лежит в течение всего года и питает ключи и речки. Гидрографическая сеть исследованного района принадлежит бассейну р. Ляпины (левому притоку р. Оби) и бассейну р. Печоры. Ключи и речки, за исключением рр. Шокурья и Маньи, здесь немногочисленны, мелки, довольно бурны, порожисты. В большей части своего протяжения они протекают по болотистым местам. Ледники, двигавшиеся, повидимому, с северо-запада на юго-восток, отложили в долинах и руслах ключей и речек валуны значительных размеров. Гранитные массивы сверху до низу и во всех направлениях покрыты продуктами собственного распада: либо мелкой щебенкой, либо глыбами значительных размеров. Весь этот обломочный материал, покрывающий склоны хребтов, с течением времени, под действием внешних факторов постепенно сползает к подножью склонов, образуя каменные поля. В этих условиях трудно получить вполне удовлетворительный материал из коренных месторождений.

Такие же затруднения встречаются и при исследовании жильных образований; обломки кварцевых и пегматитовых жил довольно часто встречаются в осыпях, но коренные залегания прослеживаются с большим трудом. Бурные ключи и речки не способствуют накоплению россыпей в исследованных долинах, вследствие чего шлиховой материал не всегда удавалось получить вполне удовлетворяющий по количеству минералов, входящих в состав шлиха. Накопление аллювиальных отложений если и имело место, то далеко за пределами изучаемого планшета.

Исследованный район сложен в основном метаморфическими и гранитоидными породами. Метаморфические породы представлены пре-

имущественно филлитовыми; серицито-хлорито-кварцевыми и кремнистыми сланцами и кварцитами. Собраны они в складки, простирание которых в большинстве случаев близко к меридиональному. Прежними исследователями породы эти относились к протерозою — кембрию.

Гранитные породы в исследованном районе представлены, главным образом, собственно гранитами и образуют два небольших тела, залегающих среди вышеописанных метаморфических пород.

В краевых частях массива граниты очень часто чередуются с филлитовыми и слюдистыми сланцами, причем полосы гранита и сланцев вытянуты в направлении, согласном с простиранием и падением вмещающих пород. Форма гранитного массива, вероятно, представляет собой пластообразную интрузию.

Граниты чрезвычайно неоднородны как по минералогическому составу, так и по крупности зерна. Почти всюду встречаются небольшие включения и шпилы, богатые темноцветными минералами. Включения с резкими границами представлены, главным образом, хорошо рассланцованными филлитовыми и слюдистыми сланцами. Там, где включения теряют резкие контуры, они обычно имеют гнейсовидный облик. Сами включения и их сланцеватость обычно расположены параллельно сланцеватости вмещающих пород — филлитовых и слюдистых сланцев.

Среди гранитов преобладают равномернозернистые разновидности, но нередко встречаются и порфиоровидные, а местами граниты имеют облик гранит-порфиров с мелкозернистой основной массой.

Филлитовые сланцы вблизи контакта с гранитами почти всюду обогащаются биотитом. Кварциты обычно не претерпевают никаких изменений, только местами появляется значительная вкрапленность пирита. В ряде мест удалось наблюдать взаимоотношения гранитов с известняками. В некотором удалении от гранитов в известняках возникает зона пород мощностью около 10—20 см, представленных радиально-лучистыми агрегатами амфибола и небольшого количества полевого шпата. Ближе к граниту эта зона постепенно переходит в диоритовидные породы и затем в граниты. Гранит здесь залегает в виде жил мощностью 1.5—2 м.

С гранитами в исследуемом районе тесно связаны довольно разнообразными основными породами (от гранодиоритов до габбро-диабазов), встречаются и породы щелочного типа, а также пегматиты и кварцевые жилы.

Основные породы залегают среди гранитов в виде полос шириной от нескольких метров до 200—300 м, по простиранию прослеживаемых на несколько километров. Простирание их — согласное с простиранием метаморфической толщи, т. е. близкое к меридиональному. В ряде мест основные породы сильно инъецированы лейкократовыми разностями гранита, иногда настолько, что породы представляют собой типичные эруптивные брекчии.

Пегматиты в исследуемом районе пользуются значительным распространением, встречаясь в краевых частях гранитного массива и залегая среди гранитов или среди основных пород. Строение жил пегматитов часто зональное, краевые части пегматитов часто представлены мелкозернистым аплитом. В пегматитах в небольшом количестве, но часто встречаются зерна ортита, затем — граната, эпидота, турмалина, реже флюорита, молибденита. В одной шлиховой пробе дробленого пегматита встречены единичные зерна касситерита. В Вангурском гранитном массиве пегматиты не были обнаружены.

Кварцевые жилы широко распространены как в самом гранитном теле, так и во вмещающей сланцевой толще. В гранитах обычно встречаются молочнобелые, слабо минерализованные кварцевые жилы

с редкими выделениями эпидота и местами мелкой вкрапленностью граната. Эти кварцевые жилы залегают в виде линз и тонких жилок и прожилков с меридиональным простиранием. В ряде мест в гранитах встречены обломки кварцевых жил с большим количеством черного турмалина.

В краевых частях гранитов и далее в сланцах встречаются кварцевые жилы с друзами кристаллов горного хрусталя; широко распространены такие минералы, как хлорит, кальцит, гематит, халькопирит, анатаз, брукит, апатит, галенит, пирит и иногда адуляр.

В краевых частях гранитов местами также встречается накопление обломков кварцевых жил с большим количеством пирита. По рч. Озерной встречено несколько крупных глыб кварца со значительной вкрапленностью молибденита.

Беглый просмотр в поле минералогического состава естественных шлихов и шлихов искусственных, полученных от дробления пород, показал наличие следующих минералов: сульфиды — галенит, халькопирит, пирит, марказит; окислы — кварц, брукит, анатаз, рутил, магнетит, гематит, ильменит, лимонит, касситерит; карбонаты — кальцит, доломит, церруссит, малахит; фосфаты — ксенотим, монацит, апатит; силикаты — турмалин, эпидот, аксинит, мусковит, биотит, пеннин, диопсид, роговая обманка, берилл, адуляр, альбит, хлорит, сфен.

Из полезных ископаемых, заслуживающих внимания в исследованном районе, необходимо отметить пока только горный хрусталь, который имеет широкое распространение в районе горы Неройки и здесь добывается.

И. А. Преображенский исследовал граниты северной части массива Мань-Хамбо.

Граниты Мань-Хамбо можно разделить на несколько разновидностей: биотитовые и двуслюдистые, равномернозернистые и порфиоровидные, алясковитые и аплитовидные, роговообманковые, гнейсовидные и массивные. Для них характерно: 1) отсутствие плагиоклазов более основных, чем альбит; 2) наличие микроклина; 3) пертитовые прорастания плагиоклазом микроклина и разъедание первым последнего; 4) зубчатые края зерен щелочных полевых шпатов; 5) включения в полевых шпатах каплевидного кварца; 6) большая свежесть полевых шпатов, подвергнувшихся лишь слабой каолинизации или серпентинизации; 7) наличие эпидота; 8) малое количество рудных минералов. Разъедание микроклина плагиоклазом и каплевидные зерна кварца внутри полевых шпатов напоминают оловоносные гранитоиды Калбы и Борщевочного хребта; наличие же эпидота является отличием между этими гранитоидами. Порфиоровидная структура гранита очень распространена; аплиты, повидимому, проходят жилами в порфиоровидных гранитах.

Строение гранитных масс осталось невыясненным вследствие неблагоприятных условий наблюдения. Простирание сланцеватости гранитов, как и простирание метаморфических сланцев, получается в общем северо-восточное. Можно предположить, что гранитная магма образовала пластовые интрузии в сланцевой серии.

Жильные образования сравнительно редко встречаются в гранитах. Очень часто попадает жильный кварц, но не в виде жил, а в виде неправильных линз и скоплений, нередко с примазками хлорита или хлоритового сланца.

Иногда попадаются незначительные полевошпатовые и аплитовые жилы. Аплиты в некоторых случаях образуют, повидимому, мощные дайки в гранитах, как, например, на вершине Липкаур.

Обычно в кварцевых жилах нет других минералов, кроме кварца

и полевого шпата. Был встречен лишь единственный валун гранита (гранодиорита) с жилой кварца с большим количеством черного турмалина, с халькопиритом и хлоритом.

В общем все жильные или жилоподобные образования гранитов Мань-Хамбо поражают крайним однообразием минералогического состава и отсутствием скоплений рудных минералов.

Поблизости к наблюдающимся среди гранитного массива выходам или россыпям метаморфических пород в гранитах нередко встречаются ксенолиты метаморфических сланцев.

Метаморфические породы в гранитах встречаются во многих местах, занимая пространство в сотни квадратных метров. В общем можно сказать, что метаморфические породы в большем количестве встречаются в более пониженных местах рельефа.

Граниты Мань-Хамбо поразительно бедны рудными проявлениями, что, возможно, находится в связи с эрозией массива. Анализ естественных и искусственных шлихов дал лишь единичные указания на ничтожные количества касситерита, хотя были опробованы и древние рыхлые образования. По всей вероятности, рудные минералы находятся в гранитах Мань-Хамбо лишь в виде аксессуаров.

Рудные скопления, по мнению И. А. Преображенского, исследовавшего этот массив, следует искать вблизи малых интрузий, расположенных около гранитных массивов Мань-Хамбо и связанных, возможно, с ними генетически.

Метаморфическими породами, встречающимися среди гранитного массива, являются кварциты, кварцево-сланцевые, хлоритовые и талько-хлоритовые сланцы. Они наблюдались и в краях гранитного массива.

К гранитам прилегают кварциты и слюдисто-кварцевые сланцы, затем следуют красные песчаники и конгломераты, далее хлоритовые сланцы и еще далее мраморы. Песчаные и аспидные сланцы, встречающиеся на р. Сакур-я, следуют возможно, за мраморами.

На границах между гранитами и метаморфическими породами и в самих метаморфических породах встречаются скопления марганцовистых минералов.

С. Г. Саркисян принимал участие в работах приполярной группы Уральской экспедиции, изучая рыхлые отложения бассейна рр. Народа, Мань-я и Шокур-я. Особое внимание уделялось при этом таким полезным ископаемым, как касситерит, золото, шеелит.

Характер рельефа местности исследованного района находится и тесной зависимости от петрографического состава коренных пород и деятельности былого оледенения. От этих же факторов зависит морфология отдельных участков долин изученных рек.

Долины рр. Народа, Мань-я и Шокур-я могут быть расчленены на три участка: на верхнее, среднее и нижнее течение. Верхнее течение характеризуется ледниковым ландшафтом. Долины рек трогообразные, с крутыми склонами, сложенными элювиально-делювиальными образованиями. Ширина долин колеблется от 50 до 250 м. Долины загромождены валунами и гальками, а также угловатыми обломками и глыбами. Морены представляют террасообразные уступы, возвышающиеся над уровнем рек от 2 до 10 м. Водные потоки бурные, стремительные. Песчаного материала очень мало. Типичные аллювиальные террасы здесь отсутствуют. Среднее течение рек отличается более широкой долиной, от 300 до 800 м, реже до 1,5 км, вероятно за счет размыва моренных образований. Обычно на расширенных участках долин наблюдаются 2—2,5, 5, 10 и 15-метровые террасы с материалом аллювиального и ледникового происхождения. Моренные

образования не имеют того доминирующего значения, как в верховьях рек. Водные потоки сравнительно спокойны, песчаные отмели, косы и островки часты. Нижнее течение рек характеризуется широкой долиной с низкими заболоченными берегами. Реки глубокие, водный поток спокойный. Песчаного материала много, а на излучинах мощные отмели. Характер отдельных участков долин рр. Народа, Мань-я и Шокурь-я отвечает петрографическому составу эродированных пород.

В верховьях водный поток течет по гранитам, кварцитам, кристаллическим сланцам, обуславливающим резкий скалистый рельеф и узкие долины. В среднем течении реки размывают гнейсы, разнообразные сланцы, метаморфизованные песчаники и известняки, а также моренные образования. Расширение долин на этом участке объясняется размывом, главным образом, моренных образований. В нижнем течении реки текут среди флювиогляциальных отложений, чем и объясняется расширение долин на этом участке; обнажения коренных пород сравнительно редки и представлены сланцами и комплексом основных пород.

Наиболее благоприятными участками для скопления рыхлых осадочных отложений является среднее и нижнее течение исследованных рек.

Наблюдались следующие типы рыхлых отложений: аллювиальные (современные и древние), моренные, элювиальные и делювиальные, озерные, золотые. Наибольшим распространением пользуются аллювиальные отложения, затем морены, элювий и делювий; озерные и эоловые образования играют незначительную роль.

Полезные ископаемые обнаружены в виде мелких и редких зерен золота, касситерита и шеелита в современном и древнем аллювии, а также в моренных отложениях; приурочены они, главным образом, к песчано-глинистому материалу. Наиболее интересным в отношении наличия полезных ископаемых является среднее течение исследованных рек, где долины расширяются и происходит накопление песчаного материала, а вместе с ним и полезных ископаемых.

По предварительным данным лабораторного исследования собранного материала, можно отметить сравнительно повышенное содержание касситерита в аллювии рр. Большая и Малая Ляпто-Яха (левые притоки р. Народа) на расстоянии 2 км от устья.

ЦЕНТРАЛЬНО-КАЗАХСТАНСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ

(окончание работ предыдущих лет)

(Начальник член-корреспондент Академии Наук И. Ф. Григорьев)

Центральный Казахстан за последние 10—15 лет был освещен работами ряда геологических организаций. На данной стадии изученности Центрального Казахстана требуются широкие обобщения по его геологическому строению и по магматической деятельности и распределению полезных ископаемых на его территории. Эти обобщения тесно связаны с выяснением характера распространения и закономерности минерализации подземных вод, характера рудоносности магматических изверженных пород различного возраста, тектонического положения оруденения в структуре Центрального Казахстана и другими подобными вопросами.

Исходя из этого, работы Казахстанской экспедиции в 1939 г. были направлены на разрешение следующих основных тем:

1. Изучение геологического строения западной и южной окраин Центрального Казахстана, прежде всего с целью обоснования поисков артезианских бассейнов и возможной нефтеносности.

2. Изучение подземных вод Казахстана в отдельных дефицитных по воде районах.
3. Уточнение некоторых вопросов геологии и петрографии Центрального Казахстана в связи с изучением распределения цветных и редких металлов в Центральном Казахстане.

А. Изучение геологического строения окраин Центрального Казахстана

Для разрешения вопросов первого раздела работы были сосредоточены в безводных районах Голодной Степи, Чуйской низменности, Приаралья и в Тургайских степях.

Работы по выяснению возможной нефтеносности гипсовых куполов, обнаруженных экспедицией, проводились к югу от Джекказгана и в Голодной Степи.

За летний сезон 1939 г. работами Приаральского отряда под руководством А. Л. Яншина обследована территория на север от линии железной дороги до широтного течения р. Иргиза и несколько более детально изучен важный для водоснабжения г. Аральска район вокруг станций Чокусу и Саксаульская. Кроме того, сделан ряд маршрутов в расположенные западнее районы работ 1937 и 1938 гг. для выяснения некоторых вопросов стратиграфии и тектоники.

В 30 км к юго-западу от г. Иргиза посреди поля сплошного распространения третичных отложений обнаружены выходы палеозойских пород, занимающие площадь около 60 км².

В разрезе палеозоя здесь выделяются две свиты. Нижняя из них представлена породами, подвергшимися значительной метаморфизации: хлоритизированными и серицитизированными сланцами, рассланцованными песчаниками, измененными вулканогенными образованиями. Все эти породы очень сложно дислоцированы, часто смяты в серии изоклинальных опрокинутых складок и пересечены многочисленными жилами кварца. Верхняя свита, которая залегает гораздо более спокойно и развита по западной окраине массива, сложена преимущественно порфиристыми аггломератами и брекчиями, переслаиваемыми с покровами порфиритов. Кварцевыми жилами эти породы не пересекаются. Сопоставление с разрезом Мугоджар позволяет условно относить нижнюю свиту к нижнему палеозою, а верхнюю к среднему девону.

Мезозойские отложения изучались по буровым журналам старых глубоких скважин на станциях Саксаульская и Аральское море и в единственном здесь выходе их на поверхность — в поднятом крыле сброса горы Тас-аран к юго-западу от ст. Тугуз. В основании разрезов залегает мощная толща континентальных осадков, подошва которой не обнажена и не пересечена скважинами. Маркирующим в ней горизонтом служит свита красных и пестрых глин, отделенная от выше- и нижележащих преимущественно песчаных пород следами размыва и угловыми несогласиями. Свита пестрых глин на Чушкакульской антиклинали к югу от Мугоджар, как установлено еще работами 1936 г., лежит ниже морского сеномана с фауной и континентального альба с флорой. Следовательно, по возрасту она не может быть моложе апта. Между тем, в породах, лежащих ниже пестрых глин, на горе Тас-аран обнаружена еще в 1938 г. и дополнительно собрана в 1939 г. богатая флора покрытосемянных, в экологическом отношении близкая формации платановых лесов богемского сеномана (*Platanus*, *Credneria*, *Cissites*, *Sterculia*, *Aralia*, *Dallergites*, *Muriea* и др.). Это открытие доказывает появление высокоразвитой

и разнообразной флоры высших растений уже в барреме или в апте и намечает возможный центр развития покрытосемянных, которые в верхнем мелу появляются в виде иммигрантов уже во многих местах земного шара.

На горе Тас-аран и в разрезах скважин выше континентального мезозоя обнаружены впервые для районов к северу от Аральского моря морские отложения верхнего мела, представленные зелеными глинами кампанского яруса и белыми мергелями маастрихтского. Это доказывает широкое развитие верхнемеловой трансгрессии в степях к востоку от Мугоджар.

В основании третичных отложений обычно залегают прослеженная на больших площадях тас-аранская свита глин с прослоями плитчатых песчаников, содержащая фауну пелеципод. Эти пелециподы весьма напоминают формы поволжского палеоцена, за которые они неоднократно и принимались. Однако еще в 1938 г. отрядом близ ст. Тугуз были обнаружены ниже тас-аранских глин глауконитовые пески и фосфориты с фауной нуммулитов ипросского яруса нижнего эоцена (*N. murchisoni* Br., *N. bolcensis* Murch. и др.). Это заставляет возраст тас-аранской свиты считать также нижнеэоценовым или даже среднеэоценовым.

Выше нее залегают саксаульская свита, которая в более западных районах Приаралья представлена чистыми кварцевыми песками и песчаниками, а на площади работ 1939 г. в основном серыми сланцеватыми чистыми и песчанистыми глинами. Пески и белые сливные кварциты сохраняются здесь только в ее основании и очень редко прослоями в ее средней части. Из саксаульской свиты впервые для Приаралья собрана разнообразная фауна моллюсков, которая детально еще не обработана, но на основании предварительного просмотра позволяет делать выводы о ее среднеэоценовом возрасте.

На саксаульских песках и глинах лежит мощная свита чеганских зеленовато-серых гипсоносных глин с давно известной и описанной в ряде монографий разнообразной фауной моллюсков верхнеэоценового и нижнеолигоценового возраста. Намечается деление этой свиты на две фаунистические зоны.

Вышеописанные горизонты покрываются с размывом и резким угловым несогласием отложениями среднего и верхнего олигоцена, которые до сих пор не расчленились и описывались как «аквитанская» или «тургайская» серия континентальных осадков. Эти отложения можно разделить на четыре свиты различного генезиса. Нижняя из них представляет собой аллювиальные выполнения древних эрозионных русел в морском палеогене; к ней в Аральском районе приурочены месторождения оолитовых бурых железняков. Вторая свита сложена в основном тонкослоистыми ленточными глинами с прослоями песков и бурых углей — все буроугольные месторождения Северного Приаралья приурочены именно к этой свите. Отложение ее происходило, повидимому, в обширных пресноводных бассейнах озерного типа.

Третья снизу свита, которая имеет незначительную мощность и к северу от железной дороги выклинивается, оказалась морской. Она представлена переслаиванием кварцевых песков, железистых песчаников и зеленых глин с остатками рыб (зубы, позвонки), эвригалинной фауной пелеципод (*Cardium*, *Cyprina*, *Cyrena*, *Corbula*, *Corbulamya*) и мелких гастропод. Обработка собранной фауны позволит установить возраст этого совершенно нового для Приаралья морского горизонта.

Наконец, четвертая свита рассматриваемой серии осадков имеет

опять континентальное происхождение и в своем отложении была теснейшим образом связана с какими-то крупными и резкими поднятиями массива Мугоджар. Вблизи от него она представлена грубыми пролювиальными галечниками и железистыми конгломератами, которые с удалением на восток переходят сначала в косослоистые пески периферических частей конусов выноса, а затем в песчано-глинистые породы аллювиального типа. Еще дальше к востоку (в районе оз. Челкар-тениз) эта свита совершенно выклинивается.

Во всех трех континентальных свитах описанной серии осадков собраны остатки древесной флоры широколиственного типа, а кроме того, во второй свите — фауна остракод и в четвертой — фауна униюрид. Обработка этого палеонтологического материала, совместно с обработкой морской фауны третьей свиты, вероятно, позволит установить точный стратиграфический возраст каждого горизонта и тем самым выяснить изменение палеогеографического облика Северного Приаралья на протяжении длительного отрезка геологического времени.

Самым молодым горизонтом третичных отложений обследованного в 1939 г. района является залегающая останцами на вершинах столовых плато свита известняков и фисташково-зеленых глин с бедной эвригалинной фауной *Corbula helmersoni* Mich. и гастропод, которая еще в 1912 г. получила от Г. П. Михайловского название «аральского» яруса. В последнее время аральский ярус относился к верхнему олигоцену. Работами отряда выяснена ошибочность предположений, послуживших для такого заключения, и доказано трансгрессивное и несогласное залегание его на разных горизонтах олигоцене, включая самые верхние. Это заставляет склоняться к мнению о нижнемиоценовом возрасте аральского яруса. На берегу залива Перовского близ рыбного промысла Агыспе в породах аральского яруса было известно богатое скопление костей позвоночных, в частности гигантского носорога *Agalotherium*, которое раскапывалось в 1938 г. экспедицией Палеонтологического института. В 1939 г. открыт ряд новых точек местонахождения костей позвоночных в этом ярусе.

Из четвертичных отложений района заслуживают упоминания золотые пески и морские слои с *Cardium edule* L. После работ С. С. Неуструева золотые пески Северного Приаралья считались развеванными аллювиальными отложениями протекавших здесь еще в раннечетвертичное время крупных рек, жалкими остатками которых являются современные Сыр-Дарья, Ирғиз и Тургай. Экспедицией установлено, что песчаные массивы Северного Приаралья не имеют никакой связи с древней гидрографической сетью, подчинены в своем распространении исключительно элементам тектоники и образовались за счет развевания песчаных свит коренных третичных отложений.

Относительно залегающих в виде террасы по берегам Аральского моря песчано-глинистых слоев с *Cardium edule* L. существовало мнение, что они лежат на определенном гипсометрическом уровне в 54 м и, в слабой степени участвуя в дислокациях района, на антиклиналях поднимаются до высоты 58—60 м над уровнем моря, а в синклиналях спускаются ниже уреза воды. Кроме того, экспедицией обнаружены следы более высокого стояния уровня моря в виде отложений с *Cardium edule* L. на высоте около 80 м вблизи Аральска и немых террас той же примерно высоты на полуострове Кок-Турнак.

В тектоническом отношении исследованный район представляет собой типичную зону «унаследованной» или «постумной» складчатости. Все его отложения, включая четвертичные осадки морских и речных террас, изогнуты в пологие складки, иногда осложненные продольными разломами по сводам. К северу от Малых Барсуков

обнаружен поперечный к складчатости широтный сброс. Интенсивность дислокаций уменьшается вверх по разрезу, что связано с существованием многочисленных и различных в разных структурах угловых несогласий. В 1939 г. удалось установить надвиговый характер продольных разломов. Плоскости надвигов обычно круты, но в местах максимальной амплитуды смещения выполаживаются до $60-65^\circ$. Амплитуда разрыва достигает 150 м.

Из полезных ископаемых изучались открытые осенью 1938 г. оолитовые бурые железняки в нижней свите континентального олигоцена Аральского района. Найдено новое их месторождение по логу Талдыэспе у восточного края южной оконечности Малых Барсуков. Рудный горизонт мощностью в 3 м прослежен здесь на 300 м. Подсчитать запасы без выработок невозможно в силу линейного характера выхода.

В континентальном олигоцене южного берега острова Куг-Арал обнаружено новое небольшое месторождение бурых углей в виде выдержанного прослоя в 0.30 м мощностью.

Приаральский геологический отряд принимал значительное участие в изучении Чокусинского артезианского бассейна и вообще в изыскании источников водоснабжения для г. Аральска, что являлось специальной задачей Аральского гидрогеологического отряда.

Кроме того, А. Л. Яншин в истекшем году закончил трехлетние работы по геологическому изучению Северного Приаралья, представленные здесь в связи с критическим пересмотром старых представлений о структуре, подземных водах и полезных ископаемых этого края.

В. А. Вахрамеевым, работавшим в составе Приаральского геологического отряда, изучалась стратиграфия континентальных и солоноватоводных осадков верхнего олигоцена Северного Приаралья.

В результате этих исследований, охвативших обширный участок Северного Приаралья между $59^\circ 30'$ и 62° восточной долготы, с севера ограниченный р. Иргизом, впервые удалось расчлнить отложения континентального и солоноватоводного олигоцена, ранее объединявшихся под термином «аквитан» или «тургайская серия», на 4 свиты и проследить их в ряде разрезов.

Континентальные отложения верхнего олигоцена залегают на неровной эрозионной поверхности палеогенных (верхнеэоценовых — нижнеолигоценых) морских глин, образовавшейся в среднеолигоценое время.

Первая от основания свита континентального олигоцена представлена слюдисто-кварцевыми песками, в кровле которых залегают оолитовые, бобовые и конгломератовые бурые железняки, часто обнаруживающие косую слоистость поточного типа. Значительно реже встречаются оолитовые шамозитовые руды. По простиранию бурые железняки нередко переходят в железистые песчаники, в которых (балка Тас-сай юго-восточного окончания Малых Барсуков и горы Сары-булак у станции Чокусу) были собраны хорошо сохранившиеся многочисленные отпечатки широколиственной лесной флоры.

Отложения первой свиты залегают во впадинах поверхности морских глин палеогена, быстро выклиниваясь в стороны.

Бурые железняки образуют ряд линзовидных залежей, из которых наиболее крупная (Кутанбулак) открыта в 1938 г. (в 1939 г. открыта более мелкая в районе Тас-сай, до 3 м мощности, до 200 м протяжением). В ряде разрезов благодаря выклиниванию нижних песков первая свита представлена исключительно железистыми песчаниками или бурыми железняками. Отложения первой свиты наиболее развиты на юге района вдоль побережья Аральского моря (залив Перовского, мыс Туранглы).

Вторая свита представлена коричневатой или лиловато-серыми, хорошо слоистыми глинами, содержащими пропластки, прослой и целые горизонты тонкозернистых песков и альфититов. Реже встречаются прослой конгломерата. На севере пески начинают преобладать над глинами, совершенно вытесняя их в районе обрывов Нуры (Тургайский район). В глинах в районе гор Сары-булак близ станции Чокусу собраны остракоды и отпечатки широколиственной лесной флоры. С отложениями второй свиты связаны мелкие месторождения бурого угля (Кошкар-ата, острова Куг-Арал). Осадки второй свиты развиты значительно шире первой, залегая большей частью непосредственно на морских глинах палеогена.

Третья свита представлена слюдисто-кварцевыми песками с прослоями железистых песчаников. В ней в ряде точек (полуостров Коктурнак, залив Перовского, гора Джаксы-Клыч у г. Аральска) собрана солоноватоводная фауна *Cardium*, *Corbulomya*, *Syrina*, зубы акул, челюсти рыб. Присутствие среди континентальных отложений олигоцена слоев с солоноватоводной фауной отмечается впервые. Солоноватоводные осадки олигоцена развиты исключительно на юге, замещаясь к северу континентальными отложениями.

Четвертая, самая верхняя свита на побережье Аральского моря представлена кварцевыми песками с линзами железистого песчаника. В разрезе горы Джаксы-Клыч у г. Аральска в ней собраны *Unionidae*. Несколько севернее 3-й и 4-й свитам соответствует континентальная толща обычно ожелезненных желтых мелкозернистых и среднезернистых песков с прослоями железистых песчаников, в основании которой залегает гравийный песчаник или мелкогалечный конгломерат, достигающий 1.0—1.5 м мощности. В ряде мест эта толща переходит с отложений второй свиты непосредственно на морские глины палеогена.

В кровле толщи залегает слой конгломерата, состоящего из плохо окатанных обломков кварца, кремнистых сланцев, сцементированных железистым цементом. По направлению к Мугоджарам, откуда происходил снос, грубость обломочного материала увеличивается (размер отдельных обломков достигает 0.2—0.5 м), а степень окатанности уменьшается.

Б. А. Петрушевский обрабатывал материалы, собранные им во время экспедиции 1938 г. в Приаральских Кара-Кумах и западной части Бедпак-далы. На основании полученных данных можно считать, что здесь имеется обширная и в общем не очень глубокая мульда в палеозойском фундаменте, погружение которого от наземных его выходов происходит везде постепенно. С запада и юга мульда ограничена широкими пологими подземными валами палеозойских пород, тянущимися на десятки и сотни километров и сказывающимися на поверхности зонами ненормально высоко залегающих (среди третичных пород) меловых отложений.

Аналогичный указанным вал был недавно установлен Г. Е. Быковым в северной части Тургайской впадины и рассматривался им как самостоятельная широтная структура, идущая вкрест простирания основным направлениям складчатости этой области. В действительности и этот северный вал (Кустанайский) и южный вал (Улутавский) отвечают обычным для синклиналей подъемам их оси и образующимся в результате этого поперечным перемычкам. Вал, ограничивающий Тургайскую впадину с запада (Кара-тауский), продолжает собой к северо-западу хребет Кара-тау и связан, очевидно, с его молодыми движениями; он отделяет широкую спокойную Тургайскую мульду от области более интенсивных дислокаций Приаралья.

Б. А. Петрушевский считает, что время возникновения Тургайской впадины относится к концу верхнемеловой эпохи; окончательно же она была сформирована в конце палеогена или, вероятнее, в начале неогена; он исходит здесь как из фациального состава пород, так и из условий их залегания.

Понимание структуры Тургайской впадины позволяет правильно подойти к вопросу о распространении в ней открытого в 1937 г. Б. А. Петрушевским пресного артезианского бассейна. Областью его питания является Казахская складчатая страна; по восточному склону Кара-тауского вала (в южной его части) водоносный горизонт выклинивается, давая начало небольшим напорным родникам. Минерализация их здесь в общем незначительна, жесткость обычно очень мала (до 10° , изредка больше). В настоящий момент площадь развития пресного артезианского горизонта можно предположительно оценивать в 16—18 тыс. км² в южной части Тургайской впадины; к северу воды минерализуются, так как бассейн здесь не имеет выходов на поверхность, а палеоценовые глауконитовые пески, являющиеся водоносными, в этом направлении выклиниваются, так что воды сосредотачиваются в верхах меловых континентальных пород, обычно несколько загипсованных и засоленных.

Обработка материала по западной части Бедпак-далы позволила несколько уточнить северную границу Чуйской впадины и приуроченного к ней пресного артезианского бассейна, открытого Д. И. Яковлевым. Выяснилось, что впадина в основном располагается южнее р. Чу, захватывая лишь крайние южные и юго-западные участки собственно Бедпак-далы. Последняя же представляет собой в структурном отношении пологий подземный палеозойский склон, покрытый меловыми и палеогеновыми осадками небольшой мощности (вероятно, не выше 100 м). Палеогеновые отложения при движении на восток, в Бедпак-дале, быстро меняются, переходя из морских, более или менее глубоководных, в прибрежные фации.

Химические анализы обнаруженных Б. А. Петрушевским соленых родников Тес-булак в Бедпак-дале, бьющих из тектонической трещины в низах турнейской толщи, показали очень высокую минерализацию воды (до 100 г солей на литр, из них 86% NaCl), происходящую, по видимому, от размывания залежи каменной соли. Эта находка является тем более интересной, что Н. С. Зайцевым в однообразных отложениях этого и соседнего районов обнаружены довольно мощные гипсы. Ни гипсы, ни соль в палеозое Бедпак-далы ранее известны не были.

Летом 1939 г. Б. А. Петрушевский участвовал в экспедиции в различных районах Казахстана — в Тенизской, Атасуйской и Чуйской впадинах.

Исследования в Тенизской впадине показали, что она представляет собой обширную мульду близкого к широтному простирания, сложенную верхнепалеозойскими отложениями, от девонских до пермских (предположительно). Залегающие выше них красноцветные континентальные осадки небольшой мощности (несколько десятков метров) ранее относились к третичным. Однако эти отложения весьма сходны с меловыми красноцветными осадками Бедпак-далы, Сары-су и других районов и, очевидно, по мнению Петрушевского, также должны быть отнесены к мелу.

Отсутствие палеогеновых пород в Тенизской впадине заставляет считать, что центральные области Казахской палеозойской страны, в отличие от ее окраинных областей, в третичное время не испытывали прогибаний.

Работы в Атасуйской впадине выяснили, что здесь нет впадины не только в тектоническом, но и в геоморфологическом понятии. Этот район представляет собой несколько пониженную по сравнению с соседними территорию, прорезанную сетью древних широких (до 8—10 км) долин, выполненных мощным аллювием и ограниченных по бортам палеозойскими породами. Никаких иных отложений, которые могли бы здесь быть приятными за третичные, показанные на картах в районе Ата-су на обширных площадях, нет, и непонятно, на основании каких данных они были нанесены на карты.

Из изложенных данных ясно, что ни в Тенизской впадине, ни в Атасуйской депрессии нельзя рассчитывать на нахождение артезианских мезо-кайнозойских вод, аналогичных водам Тургайской и Чуйской впадин.

Работы в Чуйской впадине показали, что палеогеновые осадки и по северному и по южному (вдоль склона Кара-тау) ее бортам к востоку довольно быстро меняются, переходя от глубоководных фаций к прибрежным и наземным, резко уменьшаясь в мощности и еще восточнее, повидимому, нацело выклиниваясь.

Сильно уменьшаются в мощности и частично (по южному борту) выклиниваются к востоку и меловые отложения. Тем самым весьма определенно устанавливается, что в восточной части современной Чуйской депрессии в мезо-кайнозойскую эру палеозойский фундамент был приподнят, тогда как раньше его полагали опущенным на территории всей депрессии. Высказанная точка зрения подтверждается данными о распространении и условиях залегания палеозоя в восточной части депрессии: именно по южному ее борту красноцветные карбоновые породы образуют далеко отходящий к северу выступ, почти достигающий низовьев долины Таласа. На этом же меридиане по северному борту впадины складки карбоновых пород меняют свои прежние, почти широтные простирания на северо-восточные и пересекают Чуйскую долину, перекрываясь далее песками Муюнкумов. Если продолжить их (оставив неизменным простирания) к югу, мы попадем как раз в район низовьев р. Таласа. Это совпадение не может рассматриваться как случайное.

Весьма существенно в этом отношении и то, что родники в зоне выклинивания артезианского бассейна, развитого в Чуйской впадине, приурочены лишь к западной части депрессии, до того района, где (по северному ее склону) складки поворачивают поперек Чуйской долины. Восточнее родников нигде нет.

Таким образом, Б. А. Петрушевский пришел к выводу, что современная Чуйская депрессия, геоморфически представляющая собой одно целое, состоит из двух разнородных тектонических участков: мезо-кайнозойской мульды на западе и территории, причленившейся к ней с востока в результате происшедших в неогене поднятий окраинных хребтов (Кара-тау, Киргизский Ала-тау, Чу-Илийские горы). Сказанное заставляет значительно сузить площадь развития Чуйского артезианского бассейна, приуроченного лишь к западной части депрессии, к мезо-кайнозойской мульде. Тем не менее площадь эта все же весьма значительна, достигая 8—10 тыс. км²; воды бассейна пресные и мягкие и, несомненно, могут иметь большое значение при развитии животноводства в Бедпак-дале.

Н. С. Зайцев с января по май занимался обработкой материалов, собранных в 1938 г. при маршрутных работах в юго-западном палеозое Бедпак-далы. В результате он пришел к выводу о широком развитии здесь пород карбона и девона, весьма близкого по фациям к соответственным разрезам Карсакпай-Джезказганского района.

В горах Тас-Мола-адыр и Тантай под верхнетурнейскими слоями с фауной *Productus teres* M. W., *Spiriferina subelleptica* Mc. Chesny, *Athyris subquadrata* Hall., *Rhipidomella burlingtonensis* Hall., *Rh. mis-souriensis* Swall., *Echinocochus* sp. и др. Зайцевым обнаружены мощные толщи гипсов, выходящие в замках антиклинальных складок. Им высказывается предположение о более широком развитии и влиянии гипсов на тектоническое устройство данного района.

Отмечена значительная мощность (до 2,5 км) грубообломочных красноцветных девонских отложений.

В течение полевого периода 1939 г. в Бедпак-дале геологическую съемку масштаба 1:200 000 вели Н. С. Зайцев, Н. В. Покровская и М. И. Щербакова.

В указанном районе Бедпак-далы при движении с севера на юг мелководные морские нижнекарбонные осадки, преимущественно известняки и песчаники с обильной фауной, замещаются породами лагунно-морскими.

На Тес-булаке в основании нижнего турне появляются зеленые глины с отдельными линзами гипса. В 25 км южнее (гора Тама-тау) гипсы увеличиваются в мощности, а выше их появляются красные глины. Еще южнее в горах Тас-Мола-адыр, Казыкты, Тантай и Буралкены гипсы уже составляют мощный горизонт, залегающий в трех первых пунктах (по предварительным определениям фауны) под верхнетурнейскими известняками. У Буралкены глинисто-гипсовая толща занимает значительную часть нижнего турне, причем верхнее турне также большей частью сложено красноцветными глинами и грубыми косослоистыми песчаниками. Мощность гипсов настолько значительна (более 100 м), что они, видимо, влияли на формирование отдельных структурных форм. По гипсоносной толще часто развивается некоторая дискордантность и происходят разрывы пород кровли.

Обнаруженные гипсоносные фации в юго-западном палеозое Бедпак-далы, на ряду с хлористо-натриевыми сильно минерализованными восходящими источниками на Тес-булаке и давно известными турневизейскими гипсами до 55 м мощности Малого Кара-тау (горы Бурул), позволяют наметить целую провинцию (Бедпак-дала — Чуйская депрессия) с иными физико-географическими условиями накопления в нижнем карбоне, чем в остальных районах Центрального Казахстана. Поэтому высказывается предположение о возможном наличии среди этих фаций и галогенных соединений.

Отмечены как характерная особенность тектоники района брахискладки, в создании которых, по мнению исследователей, некоторую роль играли гипсоносные толщи.

В восточной части района Н. С. Зайцев и Н. В. Покровская вместе с Д. И. Яковлевым допускают существование пологонадвиговых массивов грано-диоритов и силурийских толщ на красноцветном девоне. «Окна» девона наблюдались среди гранодиоритов около родников Кендерлык. Настоящие «klippen» гранодиоритов залегают на девонских песчаниках.

Залегание надвинутых масс только на отложениях девона при непрерывном и согласно-дислоцированном девонско-карбонном комплексе указывает, по мнению исследователей, на сравнительно молодой возраст надвигов.

К девону приурочены жилы барита, среди которых наиболее крупные сосредоточены вблизи Тес-булака. В южной части района обнаружена жила магнитных железняков, содержащих до 95% Fe_2O_3 и связанных с интрузией диоритов, внедрившихся в известняки турне. Если исследованный район мало интересен в отношении рудных полезных иско-

паемых, то смежные с ним на востоке, видимо, более надежны и представляют несомненный интерес для изучения.

Мезозойские породы также широко распространены. Следует отметить пестроту их состава. У Тес-булака и севернее у колдовцев Бес-бакр они содержат гипсы в несколько десятков метров мощности. Условия их залегания и состава часто предопределены древним рельефом и тектоникой палеозойских пород, в которых они образуют пологие мульды или которые они перекрывают плащеобразно.

Разведочные работы на Сарысуйских структурах (купол Рахмет-нура, Кок-тюбе, Бурейнак — по Б. А. Петрушевскому), расположенных в 112—115 км к югу от Карсакая (правобережье среднего течения р. Сары-су), установили следующее.

Рахмет-нура представляет куполовидную, вытянутую в направлении с севера на юг, брахиантиклиналь с осями в 1100 и 800 м. Центральная часть ее сложена закарстованными гипсами, уходящими быстро на глубину. Среди гипсов имеются включения песчаников и известняков без фауны. Гипсы окружены почти замкнутым кольцом верхневизейских пород, преимущественно известняков, около 200 м видимой мощности.

Известняки в северо-восточном углу складки разорваны гипсами, и на них налегают здесь непосредственно эоцен-нижнеолигоценовые глины, в остальной части прикрывающие известняки у подножья структуры. С запада третичные морские глины скрываются под средне- и верхнеолигоценовыми красноцветными глинами болаттамской толщи, на востоке размыты. Канавами обнаружено, что верхневизейские известняки, падающие под крутыми углами в общем периклинально от гипсов к периферии, налегают на гипсы.

Гипсы соприкасаются в большинстве случаев с известняками, иногда с глинами и мергелями по крутонаклонным, нередко волнистым плоскостям, падающим под углом 70—80—90° от гипсов. По контактам образовались зоны дроблений 2—3-метровой мощности, состоящие из обломков пород кровли и цементирующих их глинисто-гипсоносных продуктов. В западной и юго-западной части Рахмет-нуры наблюдается расланцованность пород зоны дробления. Все это сильно маскируется вторичными процессами.

На севере под эоцен-нижнеолигоценовыми глинами, падающими СВ 55° под углом 15°, вскрыт базальный конгломерат с устрицами и зубами акул и галькой известняков и песчаников, происходящих с Рахмет-нуры.

Другая складка — Кок-тюбе — представляет вытянутую на северо-восток асимметричную антиклиналь с осями 1,5 и 1 км, с несколько более пологим падением слоев в северо-западном крыле. Наиболее древними породами являются здесь верхневизейские известняки мощностью около 100 м. На них по юго-восточному крылу согласно ложится джезказганская свита, скрывающаяся затем под меловыми галечниками и эоцен-нижнеолигоценовыми глинами.

На северо-западном крыле джезказганская свита не обнажена, а визейские отложения уходят под континентальные меловые и трансгрессивно их перекрывающие морские нижнетретичные. Последние на северо-западном крыле падают на СЗ 330° под углом 23°, тогда как палеозой здесь падает в том же направлении под углом 35—37°. По простиранию палеозой обоих крыльев погружается, не замыкаясь под мезо-кайнозой.

В центральной пониженной части Кок-тюбе проходит грабен северо-западного простиранья, в котором зажаты нижнетретичные отложения, принимавшиеся ранее Б. А. Петрушевским за переходные слои от визе к турне.

Н. С. Зайцев и Н. В. Покровская допускают, что образование грабена в своде Кок-тюбе возможно связано с наличием гипсов в ядре этой складки.

Структура Бурейнак размером 600 × 900 м сложена гипсами, с которыми только в северной части контактируют разрозненные глыбы визейских известняков (остатки разрушенной кровли), открытых под темными глинами галькой яшм, кварцитов, карбонатных известняков и др., видимо, древнемезозойского возраста. К ним по сбросовой вертикальной плоскости прислонены меловые галечники. Общая видимая мощность мезозоя около 50 м.

Далее все очень быстро скрывается под морским палеогеном. Ни нормально залегающих пород визе, ни джезказганской свиты на Бурейнаке не обнаружено. Во включениях известняков, залегающих среди гипсов, найдены были *Athyridae*, весьма сходные с *Athyridae* из известняков Рахмет-нуры и Кок-тюбе.

Изложенный материал по Сарысуйским структурам позволил Н. С. Зайцеву и Н. В. Покровской сделать следующие выводы.

Гипсы по возрасту являются доверхневизейскими и не могут быть параллелизованы с пермскими гипсами месторождения Маман (к югу от Джезказгана), с которыми их сопоставлял К. И. Сатпаев.

Нижняя возрастная граница гипсов непосредственно не устанавливается, но по аналогии с районами Бедпак-далы и Кара-тау вряд ли древнее турне. Вполне возможно, что накопление гипсоносных толщ в сарысуйских структурах по времени было более продолжительным, чем в Бедпак-дале; возможно также, что оно началось значительно позднее, и гипсы сарысуйских структур являются более молодыми.

Рахмет-нура и Бурейнак представляют куполовидные брахиантиклинали, а Кок-тюбе простую антиклиналь, сформированные в вариссийский тектонический этап и позднее претерпевшие поднятия и радиальные дислокации, нарушившие и более молодые горизонты.

Горизонты диапиризма, установленные на куполах, по совокупности фактов (возможный визейский возраст гипсов, залегание под одними и теми же возрастными горизонтами, при вероятном наличии гипсов на Кок-тюбе, отсутствие среди включений в гипсах чуждых разрезу пород более низких горизонтов, отсутствие признаков соленосности) вполне, видимо, могут быть объяснены и без допущения наличия на глубине соляных залежей.

Кроме того, указываемая В. Н. Крестовниковым сильная изменчивость мощностей пород карбона в близлежащих районах Казахстана позволяет говорить о том, что, повидимому, глубокого протыкания пород «текучими массами» мы здесь не имеем.

Проведенные исследования являются недостаточными для прогнозов на нефтеносность и соленосность района (признаков нефти не обнаружено), а выводы в статьях В. А. Обручева и А. Е. Ферсмана с М. К. Расцветаевым относительно нефтеносности в настоящее время не могут быть обоснованы.

Это и целый ряд других нерешенных геологических вопросов при своеобразии самих структур оправдывают, по мнению исследователей, постановку на них бурения.

В. Изучение подземных вод

По второму разделу работы осуществлялись как по линии окончания обработки материала предыдущих лет в виде монографий (Е. Н. Пермяков), так и путем экспедиционных исследований. Последние проводились в Приаралье А. Л. Яншиным и В. Е. Сатиным, в

Карагандинской области, в Джезказгане, в Майкаине и в Экибастузе С. В. Троянским.

Обширная сводка существующих многочисленных разрозненных данных по гидрогеологии Прикаспийской низменности дается в законченной и подготовленной к печати Е. Н. Пермяковым монографии «Подземные воды Западного Казахстана».

Основными выводами этой работы, имеющими практическое значение, являются следующие.

Геоморфологические и климатические условия Западного Казахстана (широкое развитие бессточных или плохо дренируемых площадей при засушливом, полупустынном климате района) предопределяют широкое развитие по всему району (за исключением некоторых песчаных массивов) малопродуктивных, минерализованных вод.

Лишь в специфических условиях микрорельефа (главным образом лиманах и западинах) происходит местное опреснение неглубоких подземных вод в толщах хвалынских и хозарских отложений. Нижележащие водоносные горизонты в бакинских и мощных плиоценовых отложениях, хорошо изолированных от воздействия внешних факторов, за исключением окраин района, где происходит их питание, на всей остальной площади являются в основном высокоминерализованными.

Поэтому массовое колодезное водопользование в районе должно основываться на неглубоких водах и развиваться в дальнейшем с учетом специфических условий опреснения и минерализации этих вод, т. е. приспособляться к определенным геологическим и геоморфологическим условиям, в настоящее время еще не учитываемым в должной степени.

Хотя перспективы использования глубоких артезианских вод в Западном Казахстане еще недостаточно выяснены в виду плохой изученности района, но уже в настоящее время можно предполагать, что более или менее пресные воды в достаточном количестве можно рассчитывать получить только из толщ палеогена и верхнего мела и только в северных и отчасти восточных частях Прикаспийской низменности. Однако условия питания и дренажа глубоких вод в районе настолько неблагоприятны, что такие расчеты на артезианское водоснабжение в Западном Казахстане в пределах Прикаспийской низменности не могут считаться достаточно надежными.

Несмотря на значительные трудности водоснабжения на обширных степных пространствах Западного Казахстана, потребности его растущего животноводческого хозяйства в воде все же могут быть в большинстве случаев удовлетворены при рациональной постановке дела поисков и разведки на воду.

На некоторых наиболее неблагоприятных участках района придется обратиться к методам искусственного опреснения минерализованных вод: вымораживание, использование солнечных опреснителей и пр. В северной половине Западного Казахстана следует обратить внимание на расширение прудового хозяйства.

Гидрогеологические исследования в Приаралье осуществлялись В. Е. Сатиным под руководством А. Л. Яншина.

До экспедиционных работ Академии Наук Северное Приаралье рассматривалось как единый пологий меридиональный прогиб, выполненный молодыми третичными осадками — «Тургайский пролив» Э. Зюсса. Этот прогиб ограничивался с запада Мугоджарскими горами, а с востока Казахской складчатой страной.

Исходя из этого, отрицательные результаты бурения Переселенческим управлением в гг. Тургае и Иргизе, давшие сильно минерализованную воду, были распространены на все Северное Приаралье, как

на единую структуру, и во всех сводных работах (А. А. Козырев, Б. К. Терлецкий) нашел свое отражение вывод о минерализации вод Северного Приаралья.

Работы экспедиции в Северном Приаралье в 1937—1938 гг. установили ошибочность этого утверждения и обнаружили наличие здесь пологой складчатости уральского простиранья. Это обстоятельство привело к открытию ряда мелких артезианских бассейнов с различными условиями питания и дренации, а следовательно, и с различным режимом подземных вод. Было установлено, что значительные количества пресных вод содержат в некоторых бассейнах саксаульские пески эоценового возраста (Тугузский бассейн, Чокусинский и др.).

Учитывая эти данные, было решено послать в район г. Аральска, до последнего времени не имеющего своего водоснабжения, гидрогеологический отряд с целью поисков подземных вод в саксаульских слоях. Воды более древних отложений там сильно минерализованы (данные буровой скважины глубиной в 342 м). Надежда на воды саксаульских слоев подкреплялась и литературными данными, по которым в районе к югу от г. Аральска имели широкое распространение отложения олигоценового возраста (Б. А. Петрушевский, А. К. Алексеев).

Детальное изучение стратиграфии района показало, что в действительности здесь развиты отложения только тас-аральской свиты, которая относится к низам эоцена. Отложения саксаульских слоев, на которые возлагалась надежда, в обследованном районе сохранились в коренном залегании лишь в виде небольших пятен на вершинах Столовых гор. Вне коренного залегания развеечные пески саксаульских слоев слагают большие площади в западной части Приаральских Кара-Кумов. Отложения же олигоценового возраста сохранились лишь в древних оползнях горы Джаксы-Клыч, а на остальной территории района отсутствуют. Отсутствие коренного эоцена обусловило отсутствие в районе и артезианских пресных вод.

Поэтому отряду пришлось несколько изменить свою первоначальную программу и заняться изучением песков Приаральских Кара-Кумов.

Самое первое ознакомление с ними убедило в том, что они сложены развеечными саксаульскими песками и подстилаются водоупорными тас-аральскими глинами. В основании некоторых развеечных барханов еще и сейчас сохранились вдоль стратиграфического контакта слой галечника и слой ракушечника, состоящий преимущественно из острей группы *O. plicata Sol.*, что является новым свидетельством генезиса песков Приаральских Кара-Кумов.

В этих песках отрядом были обнаружены значительные запасы пресных грунтовых вод и выяснены условия частичной их минерализации.

Предыдущие исследователи также отмечали пестроту химического состава подземных вод, но в общем картина распределения пресных и минерализованных вод в песках оставалась невыясненной.

Отрядом экспедиции установлено, что минерализация вод зависит исключительно от площади водосбора и что минерализованные воды играют подчиненную роль. Там, где атмосферные осадки выпадают на засоленные глины тас-аральской свиты и по наклону слоев стекают в пески, они минерализованы. Там же, где эти осадки выпадают непосредственно на поверхность развеечных песков, они всегда пресны. В результате были выделены участки песков, за счет которых можно было организовать водоснабжение г. Аральска и его промышленных предприятий.

С. Работы, связанные с изучением строения Центрального Казахстана и распределением цветных и редких металлов

Работы, проводившиеся в Центральном Казахстане в 1939 г. по третьему разделу, подразделяются на стратиграфические, структурно-геологические, петрографические и рудно-минералогические.

а. Стратиграфические работы

Темой «Стратиграфия отложений нижнего палеозоя Центрального Казахстана» на основе работ Казахстанской экспедиции Академии Наук в 1939 г. был занят Н. А. Штрейс.

Кембрийские отложения Центрального Казахстана можно подразделить на две свиты: 1) нижнюю — вулканогенную и 2) верхнюю — осадочную. В состав нижней свиты, выделенной в хребте Чингиз, на Уленты-Чидертинском водоразделе и в районе г. Акмолинска, входят порфириды, их туфы и хлоритовые сланцы, изучение которых показало, что они также произошли за счет метаморфизма основных эффузивов. В кровле этой свиты постоянно присутствует горизонт альбитофиров и альбитофировых сланцев, связанных с подлежащими порфиридами и туфами постепенным переходом. Время образования отложений вулканогенной свиты, лишенной палеонтологической характеристики, условно определяется нижним кембрием. Никаких признаков фациальной изменчивости в пределах образований нижней свиты обнаружено не было.

Верхняя свита, представленная конгломератами, песчаниками, сланцами и известняками, залегает резко трансгрессивно и несогласно на породах нижней свиты. Как правило, конгломераты слагают наиболее низкие члены разреза, выше следуют песчаники, чередующиеся с прослоями известняков, еще выше сменяющиеся сланцами. В средней части осадочной свиты горизонты известняков содержат фауну триболитов (*Apomocare convexa*, *Agnostus fallax*), указывающих на принадлежность заключающих их пород к среднему кембрию. Наконец, в некоторых районах (Уленты-Чидертинский водораздел) в верхних горизонтах осадочной свиты была обнаружена оригинальная фауна триболитов, которую Е. В. Лермонтова относит к верхнему кембрию. Таким образом, возраст осадочной свиты датируется как средний и верхний кембрий.

Во время образования отложений осадочной свиты на площади Центрального Казахстана существовали две провинции: западная и восточная. Западная обнимает собою районы Сары-су — Моинтинского водораздела, бассейна рр. Уленты, Чидерты и Силеты, а также, видимо, верхнее течение р. Ишима; восточная включает зону хребта Чингиз. В пределах восточной провинции терригенные породы преобладают над известняками, в западной мощность известняков возрастает (горы Еремень-тау).

Отложения ордовика подразделяются на три толщи, которые в некоторых районах расчленяются на несколько свит. Нижняя толща, в типичном своем развитии представленная в хребте Чингиз, располагающаяся с угловым несогласием на породах кембрийской системы и сопровождающаяся базальным конгломератом, сложена порфиридами и их туфами. Средняя состоит или исключительно только из альбитофиров и их пирокластических аналогов, или яшм и альбитофиров, или, наконец, нацело сложена осадочными породами. В последнем случае преобладают кремнистые породы — яшмы, чередующиеся с прослоями песчаников и реже известняков. Отложения нижней и верхней толщ

взаимно замещают друг друга, причем наблюдается закономерное замещение порфиритового комплекса яшмами и альбитофирами в западных районах (Уленты-Чидертинский водораздел, р. Селеты и т. д.).

Присутствие фауны (*Rhynchonella* (?) *scotica*) в основании яшмо-альбитофировой толщи в Экибастузском районе, а также в кровле нижней порфиритовой толщи в хребте Чингиз (*Cybele planifrons*, *Nileus tengriensis*) позволяет считать их отвечающими по возрасту отложениям нижнего и среднего ордовика.

Следует подчеркнуть, что для времени нижнего и среднего ордовика, как и для кембрийской системы, выделяются те же самые провинции. В западной наблюдается накопление преимущественно кремнистых осадков — яшм и связанных часто с ними по положению в разрывах альбитофиров, в то время как в восточной провинции почти полностью отсутствуют кремнистые образования и, напротив, широко развиты эффузивы, главным образом основного состава.

На отложениях нижнего и верхнего ордовика, а равным образом и на кембрии с угловым несогласием располагается толща, сложенная конгломератами, порфиритами, их туфами и песчаниками с преобладанием пирокластических и осадочных пород. В огромном большинстве случаев (хребет Чингиз, Экибастузский район, Уленты-Чидертинский водораздел, р. Селеты и Акмолинский район) эти отложения венчаются горизонтом известняков с фауной верхнего карадока (*Amphilichas whalenbergi*, *Orthis ex gr. calligramma*, *Or. biforata* и др.). Таким образом, всю верхнюю толщу, повидимому, надлежит сопоставлять с отложениями карадокского яруса ордовика.

Чрезвычайно интересно, что в центральных районах Казахстана (северо-восточное Прибалхашье, Сарысу-Моинтинский водораздел, северо-восточная часть Бедпак-далы, южная окраина Карагандинского бассейна) толщ, которые можно было бы относить к верхнему ордовику, обнаружено не было. Это обстоятельство, а также ряд других соображений, которые не могут быть изложены в настоящем отчете, заставляют предполагать, что указанные районы в течение карадокского века служили областями денудации, в противоположность восточным (зона хребта Чингиз) и северным (Экибастузский, Баян-аульский район, Уленты-Чидертинский водораздел и др.), где в это время происходило накопление осадочных, туфогенных и эффузивных пород.

Выше слоев с *Amphilichas whalenbergi* в северных и восточных районах Казахстана без признаков перерыва располагается толща, представленная плагиоклазовыми порфиритами (зона хребта Чингиз), или теми же порфиритами с прослоями туфов и туфогенных песчаников (Уленты-Чидертинский водораздел, бассейн р. Селеты), или, наконец, граувакками с подчиненными покровами лав того же состава (Экибастузский и Майкаинский районы). Единственное указание на присутствие в соответствующих слоях ископаемых принадлежит Н. Г. Кассину, которым в Экибастузском районе были обнаружены *Hemololotus* sp. и *Strophomena* sp., отнесенные Лесниковой к лландоверийскому ярусу готландия.

Должно отметить, что в центральных районах Казахстана аналогов этой толщи, так же как и отложений верхнего ордовика, обнаружено не было.

Выше описанной толщи в нормальной стратиграфической последовательности трансгрессивно и несогласно располагается свита конгломератов, песчаников, глинистых сланцев и реже известняков. В северных и восточных районах Казахстана эти отложения залегают на самых разнообразных породах кембрия, ордовика и нижнего готландия.

В центральных районах они покоятся чаще на образованиях среднего ордовика (южная окраина Карагандинского бассейна, северо-восточная часть Бедпак-далы, северо-восточное Прибалхашье), а также на породах кембрия и протерозоя (Сарысу-Моинтинский водораздел). Нижним членом свиты являются конгломераты; они сменяются песчаниками и сланцами, в которых подчиненные им прослои известняков обычно сконцентрированы над базальными конгломератами и в средней и в верхней частях свиты. Многочисленные находки ископаемых в указанных прослоях известняков и реже песчаников позволяют выделять образования уинлокского яруса (*Encrinurus punctatus*, *Leptaena euglypha*, *Orthis rustica*), нижнего лудлоу (*Pentamerus oblongiformis*, *Conchidium biloculare*) и верхнего лудлоу (*Wilsonia wilsoni*, *Orthis lunata*).

Несомненен тот факт, что отложения нижнего готландия тесно связаны с образованиями верхнего ордовика как по своим петрографическим особенностям (вулканогенные породы), так и по распространению на площади Казахстана. Напротив, верхний готландий отделен от нижнего резким перерывом, обусловленным поднятиями, охватившими всю территорию Казахстана и повлекшими за собой начало нового осадочного цикла.

В 1939 г. З. М. Старостиной было закончено составление отчета по работам северной партии экспедиции за 1936—1937 гг. (Северо-восточный Казахстан), которой было изучено геологическое строение северо-восточной окраины гор Еремень-тау и прилегающей части долины р. Уленты и разработаны вопросы стратиграфии нижнего палеозоя, фациальной изменчивости девона и тектонического строения района. В работах принимали участие З. М. Старостина, В. Н. Красильников, Н. Г. Сергиев и И. Ф. Трусова.

Породы древнего палеозоя слагают окраину Еремень-тауских гор и выходят в форме нескольких крупных «островов» к востоку от них, среди поля распространения верхнего палеозоя. Наиболее древними породами надлежит считать толщу сильно дислоцированных амфиболитовых сланцев недостаточно ясного генезиса и возраста.

Выше с неясным контактом залегают известняково-кварцитовая толща Ст (?) — толща кварцитов и известняков, содержащих вверху прослой яшм и эффузивных пород. В нижней части толщи преобладают кварциты, в середине известняки и вверху эффузивы. Общая мощность толщи 2000—2100 м.

Трансгрессивно и несколько несогласно на известняково-кварцитовой толще располагается яшмо-кварцитовая свита, подразделяющаяся на три части: а) нижнюю — собственно яшмо-кварцитовую толщу, б) среднюю — яшмо-эффузивную и в) верхнюю — эффузивно-туфогенную. Мощность толщи 2100—2200 м.

Несогласно на дислоцированную и размытую поверхность пород описанных толщ налегает комплекс темнозеленых, иногда серых песчаников, туфо-песчаников, конгломератов и туфо-конгломератов, содержащих фауну верхнего силура: *Orthis rustica* Sow. и *Atrypa marginalis* Dalm. Мощность этой песчано-конгломератовой толщи около 700 м.

Сравнение изученного разреза с палеонтологически охарактеризованными разрезами оз. Кендыкты (Н. А. Штрейс), района к западу от гор Еремень-тау (Г. И. Водорезов) и хребта Чингиз (Мейстер, Маркова) позволяет считать возраст известняково-кварцитовой толщи кембрийским, а яшмо-кварцитовой нижнесилурийским.

Возраст гранитных массивов, встреченных в районе, определяется довольно точно, так как эти породы прорывают яшмо-кварцитовую толщу и в то же время встречаются в гальке верхнего силура. Широ-

ко развиты также породы жильной серии — авгитовые и роговообманковые порфириды, в меньшем количестве — диорит-порфириды. Жилы описанного состава в изобилии встречаются в гальке верхнего силура.

На дислоцированную размытую поверхность различных свит нижнего палеозоя налегает толща эффузивных пород: авгит-гиперстеновых, плагиоклазовых и эпироговообманковых порфиритов, отнесенных предыдущими исследователями к «силуро-девону».

В свою очередь на дислоцированную толщу этих эффузивов налегает комплекс пород, условно названный майкульской свитой. У оз. Май-куль эта свита представлена толщей кремнистых пород, песчаников и известняков. В хребте Кергетас среди этих пород появляются прослой кислых лав. Южнее у зимовья Ишке-адыр в нижней части разреза этой свиты эффузивные породы (альбитофиры) уже преобладают, сменяясь сверху толщей песчаников. Еще южнее обломочный материал из майкульской свиты исчезает вовсе, и в сопках Уш-таган вскрывается толща кварцевых порфиров до 150 м мощности.

Выше трансгрессивно на породах различного возраста залегает мощная толща пестроцветных песчаников и мелкогалечных конгломератов, также отличающихся большим непостоянством состава.

Эти породы перекрываются толщей фаунистически охарактеризованных известняков девон-карбона, которые в свою очередь перекрываются отложениями угленосной толщи и пермо-карбона.

Майкульская толща по своему стратиграфическому положению сопоставляется с альбитофировой толщей. Она испытывает ряд местных колебаний состава в зависимости от условий залегания. Там, где выходы майкульской свиты приурочены к окраинам древнепалеозойского массива или выходов эффузивных пород предыдущего цикла, обычно имеет место ярко выраженное несогласие с перекрывающей их красноцветной толщей и преобладание в составе эффузивного и пирокластического материала. Наоборот, в разрезах, удаленных от пород древнего палеозоя, наблюдается отсутствие резко выраженного несогласия и обогащение состава обломочным материалом.

Таким образом, в момент отложения этих толщ в приподнятых частях происходило накопление осадков с преобладанием эффузивного и пирокластического материала, в пониженных же частях — накопление их обломочно-осадочных аналогов.

Из изложенного следует, что формирование структур, слагающих эффузии верхнего палеозоя, происходило одновременно с излиянием этих лав.

Если учесть указания ряда исследователей на наличие в более южных районах альбитофировых лав среди пород не только верхнего девона, но и нижнего карбона, на ряду с описанными изменениями состава этих пород в зависимости от условий их залегания, то становится ясным, что альбитофировая толща и красноцветная толща песчаников не являются полностью самостоятельными стратиграфическими единицами.

Общий характер тектоники района обуславливается существованием в его пределах ряда крупных тектонических единиц: антиклинального поднятия нижнего палеозоя на западе от гор Еремень-тау, второго поднятия тех же пород на востоке и расположенной между ними области погружения древних пород, заполненной отложениями среднего и верхнего палеозоя.

Комплекс пород нижнего палеозоя интенсивно дислоцирован, смят в ряд крупных изоклинально построенных складок, опрокинутых на восток. Антиклинальные складки слагаются известняково-кварцитовый толщей кембрия, а прилегающие к ним синклинали выполнены поро-

дами нижнего и верхнего силура. Простираение этих складок в северной половине района меридиональное, в южной, особенно в горах Семиз-бугу и Тиес, северо-восточное, причем здесь отсутствует изоклинальное строение.

В поле развития древнего палеозоя широко распространены дизъюнктивные нарушения надвигового типа с наклоном плоскостей перемещения к западу. Несогласное залегание кембрия на подстилающих амфиболовых сланцах, наличие движений перед отложением нижнего силура и резко несогласное залегание пород верхнего силура, также участвующего в дислокациях, свидетельствуют о том, что дислокация пород нижнего палеозоя есть результат нескольких периодов складкообразования.

Характер тектоники среднего и верхнего палеозоя существенно иной. Здесь намечаются три типа структурных форм. Первый тип — это неправильные широкие плоские складки с непостоянными простираниями и с углами наклона пластов, не превышающими $50-55^\circ$; сюда относятся структуры, слагаемые эффузиями D_1 и частично красноцветными песчаниками. Второй тип — это сжатые неправильные складки с углами наклона в $60-70^\circ$, с меняющимися простираниями и неожиданными замыканиями; к этому типу принадлежат складки красноцветных песчаников. К третьему типу относятся резко очерченные, хорошо выраженные брахискладки с крутыми ($70-80^\circ$) углами падения пород и часто с более мелкими осложнениями на крыльях и в осевых частях; к таким структурам относятся складки верхнего девона и нижнего карбона.

В толще верхнего палеозоя также имеется значительное количество дизъюнктивных нарушений, обычно или широтного или северо-восточного простирания.

Наблюдающееся вдоль хребтов Джель-тау и Мынче-кур падение известняков $D_3 + C_1$ и красноцветных песчаников в сторону древнепалеозойского массива и встречающееся в ряде мест перекрытие породами нижнего палеозоя тектонических форм, слагаемых верхним палеозоем, говорит о надвигании Еремень-тауского массива с запада на восток на молодые отложения.

Еремень-тауское антиклинальное поднятие входит в систему северной складчатой зоны (Н. С. Шатский) хребта Чингиз, горы Баян-аула, оз. Селеты, располагаясь в месте изменения ее северо-западных простираний на меридиональное.

Между горами Еремень-тау и выходом древнего палеозоя на берегу г. Уленты расположена область развития молодых отложений, формы дислокаций которых, повидимому, зависят от глубины залегания фундамента, а направление простираний — от формы оконтуриваемых ими древних массивов, по мере же удаления от таковых — от направления складок фундамента, т. е. каледонских дислокаций. Такой вывод противоречит утверждению Н. Г. Кассина о наличии пересекающихся каледонской меридиональной складчатости и северо-западной варисцидской. На продолжении хребта Еремень-тау к северу и югу располагаются молодые мульды Тениз-коржункульская и Уленты-Чидертинская, по терминологии Н. С. Шатского относимые к «наложенным» мульдам.

Дизъюнктивные нарушения в рассматриваемом районе в свою очередь образуют определенные системы, объединяющие эти нарушения. К первой системе относятся меридиональные продольные надвиги. Второй системой объединяются нарушения, которые могут быть названы поперечными сбросами. Последние, протягиваясь в широтном направлении через весь район и располагаясь либо среди верхнего па-

леозоя, либо по контакту его с нижним палеозоем, состоят из серии мелких сбросовых нарушений, находящихся в сложных соотношениях (окраина гор Кара-джал и Ак-джал).

Начало возникновения второй системы нарушений более позднее, чем первой, о чем свидетельствует район южной окраины гор Кара-джал, где ясно видно, как эта система сбросов пересекает надвиговые нарушения толщи нижнего палеозоя.

Исследования по стратиграфии нижнего палеозоя Северо-восточного Казахстана велись в течение 1939 г. Н. К. Марковой. Материалом для этого послужили прежде всего данные, собранные при полевых работах 1938 г., когда была исследована центральная часть хребта Чингиз между долинами рр. Токур и Такыр, где была проведена детальная геологическая съемка и был установлен следующий стратиграфический разрез.

Наиболее древними образованиями, условно относимыми к нижнему кембрию, являются сильно перемятые и метаморфизованные зелено-каменные породы, в значительной своей части превращенные в зеленые и хлоритовые сланцы. Первичный состав их отвечает, главным образом, диабазовым и пироксен-плагиоклазовым порфиритам и их туфам, с наличием в верхах более кислого, уже альбитофирового материала. Мощность 2500 м.

Выше несогласно залегают мощная (до 2000 м) толща осадочных пород, состоящая из переслаивающихся между собой мелкогалечных конгломератов, песчаников, сланцев и известняков с фауной трилобитов (*Agnostus fallax* Sin., *Agn. brevifrons* Ang., *Anomocare convexa* и др.), относящейся к среднему кембрию.

Еще выше, отделяясь резким тектоническим несогласием, располагается толща пород нижнего силура, разделенная на три свиты: 1) нижняя порфиритовая свита, начинаясь базальным конгломератом с галькой всех подлежащих свит кембрия, выше слагается чередующимися прослоями основных порфиритов и их туфов, представленными как аггломератными, так и более тонко отсортированными разновидностями. В верхах свиты в прослое известняка найдены: *Cybele planifrons* Web., *Nileus tengriensis* Web., *Trinodus* sp. и др., позволяющие относить весь подлежащий комплекс пород, достигающий 2000 м мощности, к аренигскому и частично тремадокскому ярусам силура; 2) альбитофировая свита, сложенная преимущественно туфовым материалом альбитофиров, среди которого особое развитие получают грубо обломочные аггломератные разновидности. Мощность 1000 м; 3) туфо-конгломератовая свита, залегающая резко трансгрессивно и несогласно на всех предыдущих образованиях и начинающаяся мощным накоплением туфогенных конгломератов, с крупной хорошо окатанной галькой подлежащих толщ. Выше располагаются туфогенные песчаники с прослоями андезитовых порфиритов и их туфов, а также кремнистых туфитов альбитофиров, приуроченных, главным образом, к верхам толщи. Мощность толщи 3000 м. Фауна брахиопод (*Orthis calligramma* Dalm., *Orthis biforata* Schloth., *Sowerbyella tristis* Barr.), найденная в прослоях песчаников и сланцев, приуроченных к верхам, позволяет относить описанные образования к карадокскому ярусу нижнего силура.

Выше располагается согласно залегающая мощная и однообразная толща плагиоклазовых порфиритов, реже — их туфов, достигающая 3500 м мощности и относимая нами уже к низам S_2 (глайдоверийский ярус).

Разрез заканчивается свитой терригенных пород — конгломератов, песчаников и сланцев, в верхах содержащей прослой известняков и

располагающейся несогласно на всех предыдущих образованиях. Возраст свиты на основании фауны, найденной в известняковых прослоях в соседнем с нашим планшетом А. М. Беляева, определяется как цинлакский ярус верхнего силура. Видимая мощность 800 м.

Таким образом, проведенные исследования позволяют говорить о наличии в хребте Чингиз трех резко отличных друг от друга комплексов пород: 1) кембрийского, сильно рассланцованного, слоенного, обычно поставленного на голову, 2) нижнеордовикского (докарадокского), наклоненного под углом 60—70°, раздробленного благодаря интенсивно развитому кливажу, но почти лишенного сланцеватости, и 3) верхнеордовикского и готландского, отличающихся сравнительно свежими, слабо метаморфизованными и довольно массивными породами. Угол падения не превышает 50°.

Указанные три комплекса отделены друг от друга тектоническими и эрозийными перерывами, подтверждающимися угловым несогласием и наличием базальных конгломератов в основании их. Самый мощный из этих перерывов внутри верхнего силура характеризуется также внедрением основных интрузивных пород (габбро).

Летом 1939 г. работы были продолжены на территории Центрального Казахстана в районах Боше-куля, сел. Приречного к северо-западу от г. Ақмолинска, рудников Бестюбе и Степняка. Хотя собранный материал окончательно еще не обработан, можно все же говорить о чрезвычайной близости стратиграфического разреза вновь изученных районов с только что описанным. Общий характер колонки, а часто и состав и тип метаморфизма отдельных свит остаются совершенно тождественными. Поэтому здесь можно ограничиться краткими указаниями на отличительные особенности, интересные, главным образом, с точки зрения фациальных изменений.

Фациальные изменения особенно сильно проявляются в нижней части ордовика, где вместо нижней порфиритовой и альбитофировой свит Чингиза в западных районах появляется мощная толща яшм, местами содержащая линзы известняков с фауной. Положение яшм в разрезе и их мощность не всегда постоянны. Так, в районе сел. Приречного они приурочены лишь к самым низам ордовика, сменяясь выше не подвергавшейся здесь изменению свитой альбитофиров. В районе же Боше-куля, где мощность яшм увеличивается до нескольких километров, ими оказывается замещенным весь нижний ордовик; лишь в самых низах сохраняется весьма незначительная по мощности толща порфиритов и их туфов, параллелизуемая нами с низами порфиритовых свит Чингиза.

Некоторые фациальные изменения наблюдаются также в свите карадокских пород, которые в центральных районах (район Боше-куля, частично сел. Приречного) оказываются представленными исключительно вулканогенными образованиями — пироксено-плагиоклазовыми и плагиоклазовыми порфиритами, часто с весьма характерной миндалекаменной структурой. На западе же, в районе Степняка, разрез этих верхних частей ордовика вновь сходен с чингизским, слагаясь, главным образом, туфо-конгломератами и туфо-песчаниками, среди которых здесь появляются также довольно значительные прослои известняков с фауной.

В остальных частях толща нижнего палеозоя западных районов не претерпевает никаких изменений и дает разрез, не отличимый от описанного выше.

Изучением фаций девона и нижнего карбона Сарысу — Моинтинского водораздела и северо-восточной части северного Прибалхашья занималась в отчет-

ном году С. Е. Колотухина. 1939 г. явился годом подведения итогов за ряд лет (1936—1939 гг.) работы в Центрально-Казахстанской экспедиции.

В указанных районах девон и нижний карбон представлены преимущественно вулканогенными, в меньшей степени осадочными породами.

Обилие эффузивных покровов и бедность органическими остатками очень сильно затрудняет возрастное обоснование отдельных толщ, заставляя основываться, главным образом, на стратиграфических сопоставлениях и анализе фаций. Изучение девона северных разрезов (разрезы района Успенского рудника, гор Джаксы-Тагалы и Ор-тау) и южных разрезов (разрезы у станций Ак-адыр, Босага, Беркутинского перевала) позволило выделить опорные стратиграфические горизонты и составить себе представление о характере фациальных изменений. При сравнении указанных разрезов можно наблюдать, по мере движения с северо-запада из районов сплошного развития эффузивных толщ на юго-восток, появление прослоев туфогенно-осадочных пород (туфо-песчаников, конгломератов, сланцев, известняков).

Разрезы в районе ст. Ак-адыр дают интересную смену пород в горизонтальном направлении, увеличение количества и мощности прослоев осадочных пород, которые местами полностью вытесняют эффузивные породы. Разрезы южного склона гор Аир-тау и Беркутинского перевала дают максимальное преобладание туфогенно-осадочных пород над эффузивными. Сравнительное изучение обломочного материала осадочной толщи (галька) и эффузивных пород соответствующих стратиграфических горизонтов позволяет прийти к выводу об одновременности образования эффузивной толщи на севере и эффузивно-осадочной на юге. Возраст туфогенно-осадочной толщи в районе Ак-адыр — Босага хорошо определяется благодаря находкам фауны, главным образом брахиопод, приуроченным к ее различным горизонтам. Так, в основании толщи найдена фауна, типичная для кобленцкого яруса нижнего девона, в более высоких горизонтах найдены формы, характерные для среднего девона (эйфельский и живетский ярусы), и, наконец, в верхах толщи встречена фауна фаменского яруса верхнего девона.

Таким образом, излияния лав на севере и одновременное накопление пирокластического материала на юге могли происходить в период от конца нижнего девона до верхнего девона включительно.

Нижний карбон в Центральном Казахстане изучен довольно детально. Главное внимание было сосредоточено на угленосных фациях, с одной стороны, и на сплошных известняковых разрезах, богатых фауной, с другой. О существовании вулканогенных фаций в нижнем карбоне Центрального Казахстана мы имеем очень мало сведений в литературе.

Работами экспедиции, на основании собранного на большой территории и фаунистически охарактеризованного материала, доказываются наличие эффузивной деятельности в нижнем карбоне как в районе Сары-су — Моинтинского водораздела, так и в Северном Прибалхашье, где главные массы излияний предыдущие исследователи относили только к девону.

В районе ст. Киик в горах Кос-келенчек эффузивная толща несогласно залегает на известняках, в которых была найдена фауна брахиопод из переходных от девона к карбону слоев, слоев этрень. Южнее, в 80 км к северо-востоку от оз. Балхаш, в горах Кара-Бызау эффузивная толща содержит горизонт окремнелых известняков и туфов с фауной брахиопод и мшанок верхов турнейского яруса нижнего карбона (русаковские слои Наливкина).

В более северных районах (Успенский рудник, р. Кайракты, горы Ор-тау) широко распространена интересная серия вулканогенно-осадочных пород, которые относились ранее к верхнему девону. На р. Кайракты в разрезе упомянутой серии в прослое известняков найдена фауна низов турнейского яруса (кассинские слои Наливкина).

При сравнении северных и южных разрезов можно наблюдать, что в то время как на юге в нижнем карбоне широким распространением пользуются эффузивные породы и сопровождающие их пирокластические накопления и связанные с ними кремнистые образования, на севере заметно уменьшается роль эффузивных прослоев и широкое развитие получают всевозможные кремнистые породы.

в. Структурно-геологические работы

Исследования в северной части Голодной степи (к северу от гор Булат до долины Сары-су) и на окраинах Карагандинского каменноугольного бассейна (окончание ранее начатых работ) велись А. А. Богдановым совместно с И. Ф. Трусовой, И. М. Архангельской, Н. Э. Зейберлих и Н. П. Кузнецовым.

Крупный Карагандинский синклиниорий, выполненный 4000-метровой толщей эффузивно-осадочных свит девона и угленосных карбона, ограничен с юга сложной веерообразной антиклинальной складкой (Тектур-масским антиклинорием), протягивающейся от г. Каркаралинска до 71° восточной долготы — на 450 км в широтном направлении. На всем своем протяжении антиклинорий сложен в своде нижнесилурийскими эффузивной и яшмовой свитами (уртынджалским комплексом). С ним связаны крупные доверхнесилурийские интрузии ультраосновных пород, детально изученных И. Ф. Трусовой. На востоке антиклинорий уничтожен крупной интрузией герцинских гранитов Каркаралинска, на западе он полого погружается, разделяясь на ряд ветвей юго-западного и северо-западного простирания. К северному крылу антиклинория приурочен ряд интрузивных тел гранодиоритов и диорит-порфиритов, среди которых резко выделяется по своим размерам Топарский гранодиоритовый массив.

К южному крылу приурочены крупные гранитные массивы: Бугулинский, Қолдырминский и гранодиоритовый пос. Просторного. Северный склон антиклинория, в районе южной окраины Карагандинского бассейна, осложнен вторичной, довольно интенсивной складчатостью. Складки, как правило, асимметричные, часто изоклинальные, опрокинутые на север. В сводовых частях они сложены нижнесилурийскими основными эффузивами (байдаулетовской свитой), а на крыльях эффузивно-осадочным комплексом нижнего и среднего девона.

В северной части Голодной степи установлено наличие крупной антиклинальной структуры, в сводовой части сложенной комплексом гнейсов, кристаллических сланцев различного состава и кварцитов докембрийского возраста. Эти породы слагают полосу шириной в 15—20 км и прослежены более чем на 80 км от гор Ак-тау на севере через горы Кабан-тау до верховьев рч. Батпак-су на юго-востоке. На их восточном продолжении находятся выступы древних кварцитов и гнейсов в верховьях р. Моинты. Таким образом, докембрийский комплекс в плане имеет форму выпуклой на юго-запад дуги, характеризующейся широтными простираниями на юге и меридиональными на севере. С запада и юго-запада свод этого антиклинория обрамляется складками, сложенными нижним и верхним силуром.

В северной части (междуречье Ата-су — Сары-су) Ак-тауский антиклинорий относительно быстро погружается, и обрамляющие его гир-

лянды нижнесилурийских складок расходятся в северо-восточном и северо-западном направлениях, образуя крупную виргацию.

К югу от Ак-тауского антиклинория располагается широкий (до 20 км) и пологий синклиальный прогиб, выполненный эффузивным комплексом девона (альбитофиры и кварцевые порфиры) и известняково-сланцевой свитой нижнего карбона. В разрезе последнего здесь отмечены фаунистически охарактеризованные известняки и мергелистые сланцы верхов турнейского и низов визейского ярусов. Восточным продолжением упомянутого прогиба является система синклинальных складок северо-западного Прибалхашья, выполненных различными горизонтами нижнего карбона, а западным — крупные мульды в северо-западной части Голодной степи, в свою очередь продолжающиеся в район Джезказгана.

К югу от этого крупного прогиба располагается поднятие гор Булат, сложенное яшмами и кварцитами нижнего силура и каледонскими (по Д. И. Яковлеву) гранитами, представляющие собой северную ветвь сложного Чу-Илийского антиклинория.

Таким образом, устанавливается, что:

1) каледонские и герцинские структуры района построены по единому плану и развивались унаследованно;

2) складчатые структуры района относятся к трем самостоятельным комплексам: а) широтные складки правобережья р. Сары-су, являющиеся западным продолжением Тектурмасского антиклинория, б) Ак-тауский антиклинорий и обрамляющая его с юга Бедпакдалинская мульда представляют собой западное продолжение складчатых структур северо-западного Прибалхашья и в) поднятие гор Булат является северным окончанием восточной ветви Чу-Илийского антиклинория;

3) отсюда следует, что пересечения каледонских и герцинских складок (Кассин) в исследованном районе не имеется и что отсутствует также грандиозный гранитный массив, покрывающий большую часть площади северной части Голодной степи на всех сводных геологических картах (по данным А. А. Козырева);

4) относительно небольшие гранитные массивы района (Шажайский, Сары-тауский и Кызыл-тасский) располагаются по крыльям Ак-тауского антиклинория (повторяется закономерность, отмеченная для Тектурмасского антиклинория). К этим массивам, возраст которых устанавливается как герцинский, приурочены вольфрамовые месторождения. Оловянное оруденение района, повидимому, связано с докембрийским комплексом.

Обработкой полевого геологического материала, собранного за летний период 1938 г. на территории, расположенной между горами Семетау на севере и хребтом Чингиз на юге, были заняты В. Б. Кочуров и В. И. Сулоева, работавшие в составе Семипалатинского отряда экспедиции.

Основные выводы этого исследования сводятся к установлению в рассматриваемом районе крупной антиклинальной структуры — антиклинория северо-западного простирания ($310-320^\circ$), в южном (гора Кадыр — хребет Чингиз) и северном (долина р. Ази-су) крыльях которого обнажаются сильно сжатые и сплюснутые складки вулканогенных пород кембрийского ($Ст_{2+3}$) и силурийского (S_1) возраста, местами усложненные надвигами и линиями нарушений.

К югу и северу от антиклинория располагаются крупные депрессии, названные Семейтавской и Абралинской мульдами, вытянутые также в северо-западном направлении.

Абралинская мульда, как это было установлено работами отряда в 1937 г., сложена верхнесилурийскими (S_2) осадочными и девонскими (D) породами, осложненными мелкими брахискладками, прорванными ин-

трузиями гранодиоритов доверхнедевонского и герцинского времен. Семейтавская мульда, выделяемая впервые, сложена верхнедевонскими (D_3) и нижнекарбонowymi осадочными породами и породами семейтавской вулканогенной формации ($C_2?$).

Все эти породы в свою очередь сложены в пологие брахискладки северо-западного простирания и местами прорваны интрузиями гранитов и гранодиоритов герцинского цикла. Повидимому, здесь мы имеем южное крыло синклинальной депрессии, которая вырисовывается к северу в районе р. Иртыша.

Выяснение структуры антиклинория затрудняется тем, что почти вся средняя часть его поглощена главной интрузией района гранитного и гранодиоритового состава, среди которой сохранились лишь в восточной части отдельные разобщенные участки, сложенные девонскими и отчасти нижнекарбонowymi образованиями.

К апикальным частям главного интрузивного массива гранитов приурочено оруденение в виде не резкой зоны, где наблюдались флюорит и соединения кобальта в гранитах, соединения меди, корунд, дюмортьерит, алунит, марганцовые соединения и др. в породах кровли. Зона эта, имеющая северо-западное направление, совпадает с направлением полосы оруденения на западе в виде ряда месторождений меди и полиметаллов, расположенных в кровле вдоль контакта с Делгеленским и другими гранитными массивами. В одном из полиметаллических месторождений этой полосы (Кара-джал) в скарнах спектральным анализом было обнаружено присутствие молибдена и олова. В 1937 г. было установлено также в скарнах среди небольшого гранитного массива Кой-гас в северной части описываемого района присутствие вольфрама.

В южной части района в хребте Чингиз известны проявления медного (гора Кан-Чингиз) и золотого (р. Такыр, гора Басога) оруденения, установленные еще А. К. Мейстером. Правда, признаки рудоносности, за исключением марганца в горе Кара-чеку и алунита в горе Чунай, незначительны и не имеют пока практического значения. Для поисковых и разведочных работ на золото наиболее перспективной является расланцованная зона хребта Чингиз. Заслуживает дальнейших разведочных работ марганцовое месторождение горы Кара-чеку с содержанием марганца 41.53%. Есть основания предполагать возможность редкометалльного оруденения для северной части в области развития розовых крупнозернистых гранитов, с которыми, как мы уже отмечали, связаны разнообразные проявления рудной минерализации: вольфрам, кобальт, флюорит и вторичные кварциты: корунд, алунит, андалузит, топаз, дюмортьерит и др.

С этими же гранитами на западе связаны проявления олова и молибдена, а также многочисленные полиметаллические и медные месторождения, описанные Б. Колокольниковым.

Геологическую съемку в северо-западном Прибалхашье в районе полиметаллических месторождений Аксаран II, Каскайгыр-Ак-джал, Кызыл-эспе, Гульшад, на водоразделе рр. Моинты—Тарангулук производил (в 1938 и 1939 гг.) Б. Н. Красильников. В результате работ геологическое строение района представляется в следующем виде.

Наиболее древней формацией является метаморфическая толща докембрия, в которой выделены снизу вверх следующие свиты: 1) свита парагнейсов, 2) кристаллических сланцев, 3) кварцево-сланцев, 4) мраморов. Кроме того, к этой же формации отнесены гранито-гнейсы.

Нижнесилурийские отложения, к которым ранее относились породы

самых разнообразных возрастов, в настоящее время полностью укладываются в стратиграфическую схему, установленную для более северных и восточных частей Центрального Казахстана. Нижний силур представлен мощной толщей плагиопорфиров, авгитовых порфиров и их туфов, отвечающих карамурунской свите, изученной А. А. Богдановым в районе Караганды. Верхний силур установлен фаунистически вблизи месторождения Кызыл-эспе, где он представлен известняками с фауной лландовери и уинлока. Выше следует немая толща сланцев и песчаников. Севернее месторождения Аксаран II широко развиты зеленые песчаники и сланцы, тождественные кайрактинской толще Н. А. Штрейса, на простирации которой они и выходят.

Стратиграфия девона также в значительной степени совпадает со стратиграфией, установленной в других частях Центрального Казахстана.

В нижнем девоне широко развита порфиновая толща, которая в южных частях района, видимо, переходит в эффузивные породы более кислого состава. Средний девон в большинстве мест представлен в эффузивной фации, образуя мощные покровы альбитофиров и кварцевых порфиров. К юго-западу от месторождения Аксаран II, между станциями Мойнты и Кник, в верхних частях среднедевонских эффузивов появляются обычные для Казахстана красноцветные толщи, в которых, в отличие от более северных разрезов, присутствуют эффузивы и их туфы. В этой толще в линзах известняков найдена фауна среднего девона.

Верхний девон представлен обоими своими ярусами, из которых только верхний охарактеризован фаунистически. Франский ярус известен лишь в северной части района, где он представлен мощной толщей конгломератов, состоящих из гальки среднедевонских эффузивов. В этих же разрезах установлено наложение на них белых и серых известняков, в которых найдена фауна мейстеровских и сульфидеровых слоев верхнего девона. Севернее верхнедевонских известняков, с которыми связано оруденение Аксаран II (ранее эти известняки считались верхнесилурийскими), располагается толща кварцевых порфиров, их туфов и аггломератов, налегающая на упомянутые известняки. Выше эта толща перекрыта конгломератами и известняками с фауной касинских слоев нижнего карбона. В южных частях северо-западного Прибалхашья также есть указания на наличие вулканогенных фаций в верхнем девоне.

Каменноугольные отложения широко развиты в районе и в 1939 г. являлись предметом особенно детального изучения. Было установлено присутствие в Прибалхашье вулканогенных фаций, ранее относившихся к нижнему и среднему девону. В северной части района на верхнедевонских отложениях почти всюду залегает крупногалечный конгломерат, выше которого следует пачка тонкослоистых известняков с фауной касинских слоев. На юге касинские слои отсутствуют, и разрез нижнекаменноугольных отложений начинается с русаковских слоев.

На севере, в районе месторождения Аксаран II, русаковские слои представляют чередование песчаников, сланцев и известняков, с фауной верхнего турне. В этой толще как на севере, так и на юге, в урочище Дюсень, встречены покровы кварцевых порфиров и альбитофиров.

В южных, фаунистически охарактеризованных разрезах эффузивные и пирокластические породы начинают играть значительную роль, и в районе колодца Ак-шут они становятся преобладающими. Аналогичные осадочно-вулканогенные фации, охарактеризованные фауной, известны за пределами изученной Б. Н. Красильниковым площади к востоку от р. Тарангулук.

Визейские отложения начинаются песчаниками и известняками. В районе ст. Бирюк в песчаниках собрана фауна ишимских слоев. В урочище Дюсень, а также в более южных частях водораздела ишимские слои представлены песчаниками и сланцами.

Среднекаменноугольные отложения начинаются горизонтом конгломерата, состоящего из галек, эффузивных пород, адамеллитов, гранодиоритов, песчаников и известняков с фауной сульфидеровых, кассинских, русаковских и ишимских слоев.

Выше конгломератов располагаются мощные покровы альбитофиров, кварцевых порфиров и их туфов, плащеобразно перекрывающие все более древние породы. Раньше эту толщу относили к девону, а в тех местах, где наблюдалось ее налегание на осадочные породы девона или карбона, предполагались тектонические взаимоотношения с последними. В настоящее время данную толщу вполне можно сопоставлять с так называемой джилтауской толщей среднего карбона, установленной И. Н. Новохатским к востоку от р. Токрау.

В приведенном выше стратиграфическом разрезе замечено большое число угловых несогласий. Они были установлены между докембрием и нижним палеозоем, нижним и верхним силуром, верхним силуром, нижним и средним девоном, между средним девоном и франским ярусом, франским и фаменскими ярусами, на границе верхнего девона и кассинских слоев, кассинских и русаковских слоев и, наконец, между ишимскими слоями и средним карбоном.

Интрузивные породы здесь занимают обширные площади и почти исключительно принадлежат герцинскому вулканическому циклу. Каледонские интрузии известны лишь в двух местах в виде небольших массивов гнейсированных плагиогранитов, вплавленных крупными ксенолитами в герцинские граниты. Все крупные гранитные массивы района: Аксаранский, Каскайгыр-Акджальский, Кызыл-эспинский, Чиген-каринский, Сарыкумский, а также ряд более мелких гранитных тел образованы герцинскими интрузиями.

Среди последних выделяются граниты двух возрастов: досреднекарбоновые и послесреднекарбоновые.

К первым относятся серые катаклазированные гранодиориты, кварцевые диориты и адамеллиты Каскайгыр-акджальского массива, на контакте с осадочными породами турне сопровождающиеся эндо- и экзо-контактовыми процессами. Галька этих гранитов в изобилии содержится в известняковых конгломератах среднего карбона. По форме данные интрузии представляют крупные батолиты, имеющие крутые контакты с вмещающими их толщами. В них богато развита жильная серия. Большую роль в процессе рудообразования играл также метасоматоз, так как все оруденение района связано с карбонатными породами.

К послесреднекарбовым интрузиям относятся розовые аляскитовые граниты, слагающие все остальные массивы водораздела. По форме это или крупные батолиты с пологими контактами (Аксаранский, Сарыкумский, Моинтинский) или же пластовые интрузии, возникшие на контакте докембрийских и более молодых пород (Чиген-каринский). Обычно интрузии этого возраста сопровождаются мощными зонами инъекционного метаморфизма. С жильной серией этих гранитов связано оруденение Кызыл-эспе, Ак-чагыла и отчасти Гульшада.

В тектонике района наиболее крупной структурной единицей является большая антиклиналь меридионального простираения, сложенная докембрийскими породами. Прослежена она от месторождения Гульшад до Кызыл-эспе, где наблюдается резкий переход меридиональных простираний в широтные. В северной части района в ее своде располагаются Каскайгыр-Акджальский и Аксаранский гранитные массивы, вытянутые

в широтном направлении. С востока и запада главная антиклиналь сопровождается гирляндами более мелких складок, в сводах которых выходят породы верхнего и нижнего силура. На участке Каскайгыр-Акджал — Аксаран II эти складки опрокидываются на юг и сопровождаются крупным надвигом нижнепалеозойских пород на каменноугольные.

К югу и западу от главного антиклиналя располагается синклиналиная область, выполненная породами девона и карбона, осложненными вторичной складчатостью. Характер тектоники средне- и верхнепалеозойских отложений говорит о зависимости ее от более древних структур.

В результате обработки материалов, собранных в 1938—1939 гг., П. Н. Кропоткин вместе с А. В. Глазковской описали гранитный массив среднего течения р. Селеты (Северо-Казахстанский золотоносный район), вмещающие его породы и связанное с ними оруденение.

Гранитный массив прорывает яшмо-кварцитовую и туфо-порфиритовую свиты нижнего силура и свиту сланцев, песчаников и конгломератов. Эти нижнепалеозойские отложения интенсивно дислоцированы и образуют сложную антиклинальную складку меридионального простирания. Массив дискордантно пересекает эту структуру, располагаясь на восточном крыле и отчасти на оси складки, не нарушая при этом тектонической структуры вмещающих пород. Взаимоотношения гранитного массива с примыкающими к нему альбитофирами (D_1) неясны; вероятно, последние моложе. Красноцветные песчаники (D_2 — D_3) трансгрессивно покрывают массив в его восточной части. Таким образом, возраст интрузии определяется как нижнедевонский.

Центральная часть массива сложена среднезернистым биотитовым гранитом, по направлению к периферии переходящим в биотито-рогово-обманковые граниты и гранодиориты. Обилие ксенолитов, характерные структуры краевых зон, появление кварц-диоритовых и диоритовых фаций по контакту с порфиритами (диориты, изобилующие амфиболом) и по контакту с гранатовыми и другими скарновыми породами (диопсидовые диориты) говорят за большую роль ассимиляции в этом массиве.

В краевых частях массива, кроме того, встречаются сиениты. Жильная серия представлена лейкократовыми гранитами, гранит-порфирами, диоритовыми порфиритами, аплитами, спессартитами, вогезитами и одинитами.

С гранитами р. Селеты связаны золоторудные кварцевые жилы месторождения Тау-кен, россыпи золота горы Ичке-Ульмес (выработанные в XIX в.) и известное по многочисленным «чудским» выработкам золото-медное месторождение Ичке-Ульмес. Это месторождение принадлежит к смешанному типу и обязано своим возникновением гидротермальным процессам, тесно связанным с предшествовавшими им контактово-метасоматическими.

Селетинский массив является типичным представителем золотоносных интрузий Северного Казахстана. Поэтому установление нижнедевонского возраста массива приобретает более общее значение.

В 1939 г. П. Н. Кропоткиным, А. В. Глазковской и Н. С. Шпак изучен золотопромышленный район, расположенный в Северном Казахстане вблизи хребта Кокше-тау (Степняк-Боровое), один из старейших в Союзе. В геологическом строении этого района принимают участие докембрийские амфиболовые сланцы и инъекционные гнейсы, нижнекембрийские хлоритовые, хлорито-кварцевые и слюдяно-кварцитовые сланцы, нижнеордовические кварциты, альбитофиры и их туфы, верхнеордовические кремнисто-глинистые сланцы, порфириты и их туфы (нижняя часть свиты), туфоген-

ные песчаники и сланцы (верхняя часть свиты) и, наконец, девонские кварцевые альбитофиры. Четвертичные отложения приурочены, главным образом, к озерным впадинам. Возраст различных свит палеозоя определен по аналогии с соседними районами.

Изверженные породы представлены габбро-амфиболитами (докембрий?), гранито-гнейсами (докембрий — кембрий), змеевиками, габбро и габбро-амфиболитами (нижний силур?), габбро-диоритами и диоритами (интрузии рудников Ирмовского и Интернационального в Степняке), гранодиоритами и гранитами (Куртукульский массив, граниты Боровского, Торайгырского и Беркутинского массивов). Габбро-диориты и диориты Степняка, повидимому, представляют более раннюю интрузивную фазу ($D_1?$). С небольшим интервалом по времени в них внедрились гранодиориты и граниты Куртукульского массива. С теми и другими связаны золото-кварцевые жилы, возраст которых по аналогии с районом Джеламбета и р. Селеты определяется как нижнедевонский.

Боровский, Торайгырский и Беркутинский массивы, повидимому, пространственно связаны между собой. Все три массива имеют овальную форму и сложены биотитовым гранитом, в центральной части порфировидным и переходящим к периферии в среднезернистую разность (Боровский массив). Характерны мощные, почти концентрические дайки гранит-порфира, проникающие по пологим трещинам отдельности параллельно поверхности контакта. Устанавливается следующая последовательность жильных образований: 1) гранит-порфиры, 2) микрограниты и, может быть, аплиты, 3) лампрофиры. Кроме того, имеются жилы диоритовых порфиритов и пегматитов. С пегматитами связаны промышленные месторождения оптического и пьезокварца.

Тектоническая структура района рисуется в виде пучка сложных складок изоклиналиного типа, в совокупности образующих антиклинальную структуру. Простираение складок изменяется от северо-восточного и широтного на северо-западе до северо-западного, меридионального и опять северо-восточного на юго-востоке района, описывая, таким образом, крупную дугу, выпуклую к северо-востоку. Древние гранито-гнейсы выходят в ядре этой антиклинали, более молодые граниты и гранодиориты внедрились по ее краям независимо от более мелких складок.

Кроме крупного золоторудного месторождения Степняк и золотых россыпей Боровского района, работавшихся с начала XIX в., здесь имеется множество точек с признаками золотого и медного оруденения (месторождения Сары-тюбе, Куртукульское, Ут-Калпак, Золотой Бор, Азбай, Кара-милик, Ельчик и др.). В связи с змеевиками встречается платина.

Золотое оруденение связано, повидимому, главным образом с интрузиями, прорывающими нижнесилурийские отложения и относящимся, вероятно, к позднекаледонскому циклу (D_1). Но многие россыпи Боровского района, кварцевые жилы месторождения Азбай и др. связаны с кембрийской или докембрийской инъекцией гранитной магмы.

Во время работ было обнаружено несколько новых точек с признаками сульфидного оруденения, заслуживающих разведки.

На основании данных 1938—1939 гг. и обширного фондового материала трестов «Каззолото», «Золоторазведка», Казахстанской экспедиции Академии Наук и др., П. Н. Кропоткиным был произведен критический пересмотр прежних данных по рудным месторождениям и геологической структуре Северного Казахстана, причем он пришел к следующим представлениям.

Юго-восточная часть района (бассейн рр. Селеты, Уленты) характеризуется более полным стратиграфическим разрезом, чем северо-запад-

ная, охватывающая Кокчетавский район. Это связано с относительно большей ролью каледонских орогенических движений на северо-западе (Кокчетав — Степняк — Джеламбет) по сравнению с юго-востоком (бассейн р. Уленты, Чидерты, Тениз-Коржункульская мульда). В сложных складках нижнего палеозоя выявляется несколько мегаантиклинальных зон, в общем меридионального простираения, расходящихся раструбом на северо-запад и северо-восток в северной части района. Средне- и верхнепалеозойские структуры в юго-восточной части района часто являются унаследованными от более ранних; на северо-западе они более самостоятельны.

Выделяются следующие важнейшие фазы магматической деятельности: 1) докембрий — нижний кембрий: а) эффузии и интрузии основного состава, б) интрузии гранито-гнейсов, инъекционные гнейсы; 2) нижний ордович — кислые эффузии (кварцевые альбитофиры) и, может быть, интрузии гранитов; 3) верхний ордович — основные эффузии (порфириды, мандельштейны), продолжающиеся отчасти в верхнем силуре; ультраосновные и основные (от габбро до диоритов) интрузии; 4) основные эффузии конца S_2 — начала D ; 5) нижний девон, менее вероятно D_2 — многочисленные и крупные интрузии гранитов и гранодиоритов¹; по времени с ними сближаются эффузии альбитофиров D_1^1 ; 6) карбон (между $S_2^?$ и P_1 , вероятно S_2) — небольшие и средние по размерам массивы гранитов, нередко с повышенным содержанием щелочей; 7) после P_1 (вероятно, в верхнепермскую эпоху) — немногочисленные гипабиссальные интрузии гранит-порфиридов; 8) мезозой (?) — дайки гиперстеновых порфиритов, диабазов, долеритов, покровы базальтов.

Фазы кислой магматической деятельности связаны с важнейшими фазами орогенеза. Оруденение обусловлено как древнейшими интрузиями (золотые россыпи среди гнейсов Боровского района), так и ранее — каледонскими (D_1 — золотые месторождения Джеламбет, Тау-кен, вероятно, также Степняк, Сталинское, Даниловка, многочисленные медные и железорудные месторождения) и каменноугольными (золотое месторождение Узун-чилик, Тургайское сурьмяное месторождение, многочисленные медные месторождения в бассейне рр. Уленты и Чидерты). На основании статистической обработки данных о расстоянии месторождений от контакта и приуроченности их к различным типам интрузий и формаций в Северном Казахстане, П. Н. Кропоткин рекомендует искать золоторудные и медно-золоторудные месторождения прежде всего: а) в экзо- и эндоконтактовой зоне гранитных массивов (любого возраста) на расстоянии примерно до 10 км от контактов, в особенности в связи с интрузиями изменчивого состава, характеризующимися переходами от гранитов к диоритам; б) в области распространения нижних горизонтов нижнесилурийской и нижнесреднекембрийской туфо-порфиритовых толщ.

с. Петрографические работы

В 1939 г. коллектив работников Центрально-Казахстанской экспедиции подвел под руководством В. С. Коптева-Дворникова предварительные итоги изучения интрузивных гранитных комплексов, играющих большую роль в строении Центрального Казахстана. В сводке Н. Г. Кассина 1934 г., кроме докембрийских, указано наличие каледонских и двух фаз герцинских интрузий.

¹ Для девонских интрузий характерен абиссальный характер, активный термальный метаморфизм и ассимиляция вмещающих пород, основные краевые фации; с ними связано большинство золотых месторождений.

Работами экспедиции области развития докембрия были затронуты слабо, но для палеозоя доказано наличие следующих интрузий: 1) нижнесилурийских (ультраосновные породы, габбро, плагиограниты), 2) девонских (гранодиориты, граниты), 3) каменноугольных (гранодиориты, граниты), 4) пермских (граниты).

Интрузивные породы Центрального Казахстана обнаруживают тесную связь с эффузивными образованиями. Относительная роль тех и других на протяжении палеозоя была неодинакова. В нижнем палеозое (кембрий — нижний силур) Центральный Казахстан обладал ясно выраженными чертами геосинклинали с широким развитием лав андезитобазальтового состава. Для нижнего палеозоя очевидна общая тенденция погружения геосинклинали.

Нижнесилурийские ультраосновные и габбро-диоритовые интрузии представлены небольшими массивами, играющими по сравнению с эффузивными породами подчиненную роль. В послеверхнесилурийское время Центральный Казахстан испытывает общее поднятие, прерываемое моментами погружения, и постепенно к концу палеозоя теряет черты геосинклинали. Этому времени отвечает образование ряда эффузивных свит девона и карбона, налегающих друг на друга несогласно и с явлениями размыва. В их составе с течением времени все большее значение приобретают кислые лавы и одновременно получают широкое распространение интрузий гранодиоритов и гранитов. Вторжение последних происходило в среднем девоне, в конце нижнего карбона и в перми и было связано с моментами складкообразования. В общем магматические образования среднего и верхнего палеозоя сравнительно с таковыми нижнего палеозоя являются более кислыми и щелочными. Если в нижнем палеозое в магматических проявлениях преобладали эффузивные породы, то во второй половине палеозоя большую роль приобретают интрузии гранитов и в конце палеозоя развиты только последние.

Основываясь на возрасте прорванных гранитными интрузиями пород и на возрасте конгломератов, в которых найдены их обломки, удалось во многих случаях определить нижний и верхний возрастные пределы интрузий.

Каледонские интрузии. На интрузивную деятельность нижнего силура указывает тот факт, что обломки каледонских глубинных пород наблюдались во многих пунктах в конгломератах фаунистически охарактеризованных толщ верхнего силура. Интрузии представлены разнообразными породами, начиная от перидотитов и кончая плагиогранитами, рвущими нижнесилурийские толщи. Образование каледонских интрузий было сложным процессом. В одних случаях возникли дифференцированные массивы, в других наблюдается смена основных инъекций более кислыми (И. Ф. Трусова). Из полезных ископаемых, связанных с каледонскими гранитоидами, имеет значение золото (оз. Коржункуль).

Позднекаледонские (девонские) интрузии, выделенные в Центральном Казахстане работами экспедиции, установлены в следующих районах: 1) горы Улу-тау — Арганаты, 2) горы Джар-Каин-Агач (р. Ишим) (Е. А. Кузнецов, Л. М. Афанасьев и И. А. Островский), 3) в золотоносных районах Северного Казахстана (П. Н. Кропоткин, А. В. Глазковская), 4) на склонах хребта Чингиз (гора Чад, р. Чаган, гора Сарджал) (В. В. Кочуров), 5) в Прибалхашье (районы месторождений Аксаран I и II, Каскайгыр — Ак-джал) (Б. Н. Красильников, О. С. Полквой).

Девонский возраст интрузий доказывается тем, что 1) граниты рвут S_2 , кислые эффузивы девона и встречаются в гальках конгломератов,

подстилающих песчаники верхнего девона (Улу-тау, гора Арганаты, р. Селеты, гора Сар-джал); 2) граниты рвут S_1 , но встречаются в гальках девонской красноцветной толщи (большой массив, протягивающийся от оз. Иттемень к Джеламбету); 3) граниты рвут S_1 и девонские эффузивы, но перекрыты угленосными отложениями S_1 , содержащими в основании конгломераты или аркозовые песчаники (Яблоновский массив, массив гор Архалык и горы Джар-Каин-Агач, Джеламбет).

Наиболее вероятное время вторжения этих интрузий — конец среднего девона. Все пока известные нам девонские интрузии сосредоточены в области докембрия (Улу-тау) или в северной части страны (Степняк, Боровое, Кокчетав). На юге в Прибалхашье мы находим их следы в обломочном материале конгломератов D_3 (Б. Н. Красильников). Размеры массивов колеблются в широких пределах: от мелких секущих или пластовых тел до интрузий длиной в несколько десятков километров. Массивы гранитов обычно приурочены к антиклинальным структурам или залегают в крыльях древних антиклинальных структур (хребет Чингиз). Верхняя поверхность плутонов имеет пологие падения. В зоне гор Улу-тау в первые моменты образуются массивы гранодиоритов, диоритов и плагиогранитов. Позднее происходит инъекция аляскитовых разностей (Е. А. Кузнецов). В других случаях (район оз. Иттемень, р. Селеты и др.) в краевых частях массивов наблюдаются плагиограниты, диориты и габбро, связанные переходами с гранитами и гранодиоритами. Образование более основных краевых зон связано с процессами ассимиляции зеленокаменных и карбонатных пород кровли. В контактовых зонах интрузий образуются скарны и роговики. Жильная серия массивов весьма разнообразна: гранит-порфиры, сиенит-порфиры, диорит-порфириты, одиниты и вогезиты. С девонскими интрузиями связаны месторождения олова, золота, меди и железа. При последующих движениях массивы подвергаются раздроблению с возникновением в них зон катаклаза и милонитизации.

Герцинские интрузии укладываются в две интрузивные фазы. В интрузиях первой фазы значительную роль играют гранодиориты. Провести точное разграничение интрузий обеих фаз удалось в немногих случаях.

Каменноугольные интрузии. Возраст гранитоидов первой фазы установлен в северо-восточном Прибалхашье как визейский. Они рвут S_1 , но присутствуют в конгломератах S_2 (В. М. Сергиевский). К интрузиям первой фазы отнесены большие массивы розовых порфировидных гранитов, непрерывно протягивающихся от Каркаралинска на востоке к горам Калдырма и Бугулы на западе (П. Н. Кропоткин). Эти массивы залегают в южном крыле древней антиклинальной структуры, сложенной породами S_1 . В северном крыле той же структуры располагаются изолированные небольшие массивы гранодиоритов (Топарский массив и др.). Ближе к Каркаралинску удалось наблюдать переходы гранитов южного крыла в гранодиориты северного (И. Ф. Трусова). Продолжением интрузий Колдырминско-Каркаралинской зоны являются массивы р. Нуры, горы Ор-тау и горы Космурун (к западу от железной дороги Караганда — Балхаш) (А. А. Богданов, Н. А. Штрейс и С. Е. Колотухина). Перечисленные интрузии рвут S_2 и эффузивы $D_1—D_2$ (Топарский, г. Берекетты, г. Колдырма и др.), осадочные породы D_3 (Каркаралинск, район Успенского месторождения), S_1 (горы Ор-тау и Космурун), а также эффузивы S_1 (р. Нура). В районе гор Беркуты на размытой поверхности гранитов трансгрессивно и почти горизонтально лежат конгломераты с гальками гранитов и песчаники, сменяющиеся выше покровами кислых лав. Возраст этих пород не древнее S_2 .

Герцинские массивы залегают преимущественно в ядрах верхнепалеозойских складок. На ряду с этим встречаются интрузии, срезающие складчатые структуры. Массивы каменноугольных интрузий обладают пологопадающей верхней поверхностью. Крутые контакты массивов наблюдались редко (северные и северо-восточные окраины массива Ор-тау) (Н. А. Штрейс, С. Е. Колотухина).

Пермские интрузии. К магматическим проявлениям этого возраста мы относим в Центральном Казахстане самые молодые интрузии. На севере к ним принадлежат небольшие инъекции к северу от горы Джаман-адыр и на горе М. Койтас. Последняя представляет пластовую залежь гранит-порфиров среди нижнепермских конгломератов и песчаников Тениз-Коржункульской мульды (Н. Г. Сергиев). На юге к пермским интрузиям отнесены граниты, развитые в районах месторождений Аксаран I и II, Каскайгыр — Ак-джал, Кызыл-эспе, а также граниты горы Акче-тау, горы Бектау-ата, Борлинской и Каракудукской интрузий (К. О. Асташенко, С. Е. Колотухина, Б. Н. Красильников, О. С. Полквой). Возраст этих массивов определяется тем, что они прорывают нижний карбон (гора Бектау-ата, гора Саяк) и гранодиориты карбона. К пермским, вероятно, относятся также и породы Коунрада.

С герцинскими гранитами связаны месторождения вольфрама, молибдена, полиметаллов, меди, железа и др.

Для части изученных экспедицией массивов мы точными данными для определения их возраста не располагаем, но и для них установлено, что они прорывают и метаморфизуют D_3 и C_1 .

Интрузии гранитоидов палеозоя несут признаки остывания на небольших глубинах. Отношение к структурам кровли больших массивов не дает оснований называть их батолитами, т. е. рассматривать их как тела, имеющие глубокие корни. Скорее это будут секущие межформационные и лакколитообразные тела. В интрузиях всех возрастов мы находим признаки контаминации при движении магмы в верхние части земной коры. Отчасти реакции и контаминация шли в местах остывания интрузий. И те и другие процессы приводили к образованию более основных гранодиоритовых, диоритовых и даже габброидных дериватов. Как правило, жильная серия гранодиоритов сбильнее и разнообразнее, чем у гранитов, что может быть поставлено в связь с контаминацией исходной магмы. Из изложенных данных следует, что оруденение в Центральном Казахстане имеет более разнообразный возраст, чем считалось до сих пор, и что выяснение вопросов металлогении должно быть тесно связано исследованиями интрузивных комплексов.

d. Рудно-минералогические работы

Медистые песчаники джезказганской свиты и литология слагающих ее пород изучались Д. Г. Сапожниковым, которым за отчетный год производилась обработка материалов, собранных по теме в предыдущие годы, и, кроме того, проведены были полевые работы, имевшие своей задачей дополнительный сбор материалов по литологии пород джезказганской свиты и изучение отдельных медных месторождений Центрального Казахстана. Из числа последних были посещены Боше-куль, Успенский рудник, Джезказган и ряд других более мелких медных месторождений.

В результате работ отчетного года подтвердились данные о приуроченности медистых песчаников Центрального Казахстана в основном к трем толщам красноцветных пород. Нижняя из них имеет девонский возраст, средняя — джезказганская свита красноцветных пород — относится в главной своей части к среднему карбону и верх-

няя — кийминская свита — образовалась, вероятно, в течение верхнего карбона, а может быть и перми.

Во всех трех толщах медное оруденение связано с определенным типом пород, а именно с зеленовато-серыми песчаниками, залегающими в серии красноцветных образований. Удалось установить, что зеленовато-серые песчаники в джезказганской свите не пользуются повсеместным распространением в областях, сложенных красноцветными породами. Они залегают среди последних то всего лишь одним или двумя слоями, то вовсе отсутствуют в разрезе; местами же среди красноцветных толщ наблюдаются линзы, сложенные чередованием красных и зеленых песчаников и таких же по цвету аргиллитов. С такими линзами, содержащими большое число прослоев зеленовато-серых песчаников, чаще всего и связывается оруденение. К одной из подобных линз приурочено и крупнейшее в Союзе Джезказганское медное месторождение.

Приуроченность медного оруденения к определенному типу пород, а именно к зеленовато-серым песчаникам, позволяет считать наличие последних одним из признаков, которым можно руководствоваться при поисках медных месторождений.

Работы 1939 г. позволили установить некоторую фациальную изменчивость в отложениях джезказганской свиты. В северных районах западной части Центрального Казахстана, по мере движения с запада из бассейнов рр. Уш-кара-су, Джаксы-кайракты, Джаман-кайракты на восток, в район оз. Тениз и к верховьям р. Терс-аккан, отчетливо заметно, как в составе пород джезказганской свиты увеличивается примесь грубообломочного материала. В западных частях этой области джезказганская свита сложена почти исключительно песчаниками и аргиллитами. В то же время в окрестностях оз. Тениз она состоит из чередующихся пластов грубозернистых песчаников, конгломератов и песчанистых аргиллитов. Такое же явление, но гораздо более слабо выраженное, имеет место в Карсакапайском районе. Увеличение крупности зерна в теригенных породах свиты в восточном направлении наводит на мысль, что к востоку от места накопления красноцветных отложений располагалась область сноса обломочного материала, послужившего для их образования.

Полиметаллические месторождения Центрального Казахстана изучались Ф. И. Вольфсоном, которым были исследованы пять полиметаллических месторождений: Александровское, Карагайлы, Беркара, Самолбет и Кызыл-тау и две группы медных: Коджанчатская группа и группа месторождений района гор Кокпекты. Кроме того, ему удалось осмотреть почти все остальные полиметаллические и медные месторождения Центрального Казахстана и полиметаллические рудники Алтая.

Исследования Ф. И. Вольфсона дают возможность генетически разделить казахстанские полиметаллические месторождения на две группы: 1) мезотермальные метасоматические месторождения, приуроченные к порфиристофовой толще, к сланцам или известнякам; 2) гипотермальные месторождения, приуроченные к известнякам. Вторая группа месторождений имеет незначительное распространение, главная масса месторождений Центрального Казахстана и Алтая относится к первой.

Мезотермальные полиметаллические месторождения Казахстана имеют общие структурные черты: все они обладают формой пластовых тел или седловидных жил, и, следовательно, предопределяющими у этих месторождений были складчатые структуры. В тех рудных районах Казахстана, где вмещающие породы, представленные се-

рией перемещающихся эффузивных пород, их туфов и осадочных образований, смяты в антиклинальные складки и где можно наблюдать изгибы шарниров, месторождения обладают формой седловидных жил (Александровское месторождение, Каскай-гыр-ак-Джал, Кызыл-тау и Сокольный рудник на Алтае).

Приуроченность рудных тел к изгибам шарниров связана с межпластовым отслаиванием, происходящим в процессе складчатости. Однако отслаивание в изгибе шарнира не происходит в том случае, когда нижележащие слои представлены прочными породами, а вышележащие пластичными. В последнем случае рудные тела приурочены к зонам смятия, представляющим межпластовое скольжение на крыльях антиклиналей, сопровождаемое дроблением. Этот тип контролирующей структур является наиболее распространенным в Центральном Казахстане (и на Алтае), и главная масса полиметаллических месторождений этих районов по форме представлена пластовыми телами, залегающими согласно с вмещающими породами и приуроченными к внутриформационным зонам смятия.

Таковыми структурами в Центральном Казахстане обладают месторождения: Карагайлы, Самомбет, Беркара, Гюльшад, Кызыл-эспе, Кайракты, Успенский рудник и др., а на Алтае — Риддерское, Зыряновское, Белоусовское, Березовское и др.

Исключительно редко в условиях Центрального Казахстана и Алтая встречаются полиметаллические месторождения, приуроченные к тектоническим нарушениям, ориентированным вкrest простираения пластов (Григорьевское месторождение в районе гор Кокпекты, выявляющееся огромное Николаевское месторождение в прииртышской зоне на Алтае и некоторые другие). Все они связаны трещинами разрыва, генетически сопряженными со складчатостью.

Ряд медных месторождений Центрального Казахстана, находящихся в Бошекульском районе: Коджанчатская группа, Колчеган и некоторые другие, представлен по форме жилами. Часть таких трещин является трещинами разрыва, ориентированными вкrest осей антиклиналей, другая же часть косо ориентирована к простираению осей и представляет сдвиги, также сопряженные со складчатостью. По особенностям морфологии главнейших месторождений Центрального Казахстана и Алтая, а также по контролирующим структуры элементам (здесь исключительно распространены складчатые структуры) весь рудный Казахстан занимает особое место среди других рудных районов СССР и может быть сравним с районами Виктории в Австралии, Новой Шотландии в США и др.

Вещественный состав мезотермальных полиметаллических месторождений Казахстана характеризуется развитием относительно небольшого, но постоянного списка минералов: кварц, барит, кальцит, пирит, сфалерит, халькопирит, блеклые руды и галенит. В некоторых месторождениях (Кызыл-эспе и Гюльшад) заметное развитие получает также арсенопирит. Количественное содержание отдельных рудных минералов в различных месторождениях различно.

Нередко наблюдается концентрация одного из трех главных рудных минералов: халькопирита, галенита и сфалерита, и соответственно в отдельных месторождениях или в отдельных участках рудных тел встречаются руды существенно медные (Успенский рудник, Беркара, Белоусовское), существенно свинцовые (Березовское) или главным образом цинковые (Николаевское). Однако наиболее распространенным типом руд являются свинцово-цинковые руды с отношением свинца к цинку, примерно равным 1:2. Жильные минералы в составе рудной массы, за редким исключением (Кайракты, Карагайлы, Джангабул) раз-

виты в небольшом количестве. Однако барит нередко обособляется от основной рудной массы и образует в общей рудной зоне самостоятельные скопления, обычно приуроченные к висячему боку рудного тела (Беркара). Характерной особенностью руд полиметаллических месторождений Центрального Казахстана является их тонкозернистое строение и очень частое развитие метаколлоидных структур. Однако, помимо тонкозернистых руд, почти в каждом месторождении встречаются более крупнокристаллические скопления сульфидов, развитые в секущих жилках.

Основной особенностью руд полиметаллических месторождений Казахстана является повышенное содержание галлия в рудах и повышенная золотоносность (наиболее богатой золотом является Александровская группа в Центральном Казахстане). Спектроскопическим и химическим анализом в ряде месторождений выявляется также присутствие Cd, Mo, V и некоторых других элементов.

Изменение вмещающих пород полиметаллических месторождений, представленных порфиристо-туфами и сланцами, чаще всего выражено в окварцевании и в образовании так называемых роговиков (Александровское месторождение, Беркара). Однако нередко развиты и березитизация и серицитизация пород. В ряде месторождений наблюдается также хлоритизация (Беркара, Карагайлы). Околорудное изменение известняков выражено в окварцевании (Кызыл-тау, Кызыл-эспе, Березовское) и реже — в доломитизации (Гюльшад, Каскайгыр, Ак-джал).

Все мезотермальные полиметаллические месторождения Казахстана находятся в расстоянии от 1,5 до 8 км от больших варисских гранитных интрузий. Нижняя возрастная граница этих интрузий обычно устанавливается по их контакту с осадками нижнего карбона. Верхнюю границу их в Центральном Казахстане установить не удается. Тем не менее вполне вероятно, что в Центральном Казахстане, так же как и на Алтае, имеются как ранневарисские, так и поздневарисские интрузии. Последние, вероятно, являлись активными в смысле рудоносности. Почти около каждого полиметаллического месторождения Казахстана обнажаются кислые гипабиссальные породы, представленные гранит-порфирами, сиенит-порфирами или кварц-порфирами и залегающие в виде небольших штоков или даек.

Обычно гипабиссальные гранитоиды интродировали несколько ранее момента образования месторождений. Местами они секутся мелкими рудными жилками (Кызыл-эспе) или в них находятся небольшие скопления барита (Кайракты). Как правило, в составе почти всех шлихов, искусственно приготовленных из образцов малых интрузий (отобранных в районе Александровского месторождения и Беркара), устанавливаются единичные зерна сульфидов; при этом сульфиды присутствуют как в гипабиссальных штоках, располагающихся вблизи гидротермальных месторождений, так в некоторых случаях и на расстоянии до 10—12 км от месторождения (Александровская группа). Если наличие сульфидов в виде аксессуарных минералов в массивах, расположенных в непосредственной близости от гидротермальных месторождений, можно объяснить, признав, что сульфиды эти образовались в процессе общей минерализации площади, то удаленные от месторождений гипабиссальные массивы, вероятно, могли обогатиться сульфидами в процессе остывания магмы.

В результате своих работ в Казахстане Ф. И. Вольфсон, в противовес ранее имевшимся мнениям, выдвигает как объекты первоочередной разведки следующие полиметаллические месторождения: 1) Александровское, где в результате проведенной им детальной гео-

логической съемки и анализа трещинной тектоники выяснена структура рудного поля и намечены перспективные участки для разведки; 2) Беркара, где им доказана межпластовая зона смятия, к которой приурочено месторождение, и прослежено оруденение на восток от ране известного рудного тела на 1.5 км в виде обнажающейся полиметаллической железной шляпы; 3) Каскайгыр-Ак-джал и Кызыл-тау, где доказана седловидная форма рудных тел, приуроченных к изгибам шарниров.

Кроме того, в результате изучения структуры рудного поля Успенского рудника установлено, что благоприятным дорудным структурным элементом является изгиб пластов, в связи с чем в Успенской рудной зоне намечены новые участки для постановки разведочного бурения.

Работы по изучению минералогии зоны окисления рудных месторождений Казахстана продолжались в 1939 г. Ф. В. Чухровым при участии В. М. Сендеровой и К. А. Вакусевича.

В первой половине года производилась обработка материала по меднорудным месторождениям Центрального Казахстана (Коунрад, Қоктас-джартас, Қоктас-джал, Успенское, Шуптыкуль, Алтын-тюбе, Чокпак, Беркара и др.).

Исследования показали, что наиболее обычным медным минералом зоны выветривания меднорудных месторождений Центрального Казахстана является малахит. Следующие за ним места занимают азурит и силикатные медные минералы, в частности хризоколла.

В отдельных месторождениях в рудах зоны выветривания наблюдается повышенное содержание брошантита, антлерита, атакамита, элита, куприта, линарита, диоптаза. Самородная медь обычно встречается в малых количествах. К числу вторичных минералов, не дающих значительных концентраций, относятся также смоляная руда, медистый псиломелан, медистый вад, халькантит, каледонит. Среди минералов, возникших после проходки горных выработок, представляет интерес герренгрундит, широко распространенный в Успенском месторождении. Из минералов, не содержащих меди, но встречающихся в зоне гипергенеза меднорудных месторождений, следует указать: самородное золото, самородное серебро, самородную серу, кераргирит, эмболит, иодаргирит, кварц, халцедон, опал, гидрогематит, турьит, бурый железняк, кальцит, арагонит, церуссит, каолинит, галлуазит, нонтронит, пироморфит, барит, англезит, гипс и ярозит. Характерными минералами зоны вторичного сульфидного обогащения являются халькозин и ковеллин. Данные о распространенности отдельных гипергенных минералов в посещенных месторождениях сведены в табл. 1 (см. стр. 146).

Общее направление гипергенного минералообразования в меднорудных месторождениях Центрального Казахстана может рассматриваться как переход от сульфидных соединений к сульфатным, а от последних через стадию карбонатов к силикатам меди. Приводимый ниже список содержит суммированные данные о последовательности в образовании гипергенных минералов меднорудных месторождений. В этом списке вышестоящие минералы являются более молодыми, чем нижестоящие:

Минералы группы кремнезема (кварц, халцедон, опал).

Карбонаты (малахит, азурит).

Фосфаты, хлориды (атакамит, элит).

Сульфаты (брошантит, антлерит, халькантит, герренгрундит).

• Самородная медь, куприт.

Халькозин, ковеллин.

Список гипергенных минералов

Широко распространенные	Средне распространенные	Редкие и локально распространенные	Встреченные в единичных находках
Азурит Железняки Каолинит Ковеллин Малахит Халькозин Хризоколла Церуссит Ярозит	Брошантит Вад Галлуазит Кальцит Кварц Куприт Линарит Халцедон Элит	Англезит Антлерит Барит Вульфенит Гипс Диоптаз Иодаргирит Кераргирит Медь самородная Пироморфит Сера самородная Смоляная руда (медная) Эмболит	Арагонит Золото самородное Серебро самородное Каледонит

Более позднее образование фосфатов, хлоридов и силикатов по сравнению с сульфатами можно объяснить тем, что фосфор и кремний замещаются из боковых пород, а хлор привносится нисходящими водами. Что же касается сульфатов, то необходимые для их образования компоненты имеются непосредственно в выветривающихся рудах. Хризоколла и фосфаты меди нормально являются «запрещенными» минералами в ассоциациях ранних стадий выветривания. В рудах, богатых пиритом, фосфаты и силикаты не могут образовываться в ранние стадии выветривания, так как эти минералы неустойчивы в кислых растворах. В рудах, лишенных пирита, в ранние стадии выветривания в растворах нет достаточного количества кремния и фосфора; эти элементы извлекаются из боковых пород, выветривание которых сильно отстает от выветривания сульфидных медных минералов. Атакамит также не образуется в кислых растворах, но при отсутствии пирита он может возникнуть относительно рано, если нисходящие растворы достаточно обогащены хлором. Ассоциация атакамита с халькозином наблюдается, например, в месторождении Усак-бюрат.

К «запрещенным» минералам ранних стадий выветривания руд, обогащенных пиритом, относятся также медные сульфаты, самородная медь, куприт, псиломелан, вад, малахит, азурит. В рудах, лишенных пирита (марказита, пирротина), «запрещенным» минералом является ярозит, образование которого происходит в кислых растворах. Образование минералов группы кремнезема (кварц, халцедон, опал) обычно происходит в щелочных растворах, но в то же время они могут выделяться и из сильно кислых растворов (в ранние моменты выветривания богатых пиритом сульфидных руд).

Во второй половине 1939 г. Ф. В. Чухровым и К. А. Вакусевичем производилось полевое изучение минералогии полиметаллических месторождений Центрального Казахстана (Гульшад, Кызыл-эспе, Ак-джал, Каскайгыр, Акчагыл, Бесъчоку, Кузю-адыр). В результате этой работы в частности обнаружены впервые ванадиевые минералы в зоне окисления месторождений Гульшад и Каскайгыр. Установлено также широкое распространение в отдельных месторождениях медно-свинцового сульфата — линарита, ранее относившегося к числу редких минералов. Местами он представляет один из главных гипергенных минералов (месторождение Акчагыл). В месторождении Кызыл-эспе впервые установлены каламин и мышьяковокислые соединения меди и свинца. Обращает на

себя внимание относительно широкое распространение в посещенных месторождениях вульфенита.

Помимо упомянутых выше минералов, в полиметаллических месторождениях Центрального Казахстана встречены: адамин, пироморфит, малахит, азурит, кальцит, церуссит, смитсонит, коркит, ярозит, хризокolla, минералы группы кремнезема, галлуазит, галлоидные минералы серебра, гидроокислы железа, псиломелан, вад и др.

Кроме того, в 1939 г. Н. И. Наковником и П. С. Марковым заканчивалось изучение вторичных кварцитов Казахстана, с которыми связан целый комплекс полезных ископаемых — высокоогнеупорное, глиноземное и абразивное сырье: андалузит, корунд, дюрортьерит, алунит, диаспор, пирофиллит и др.

За четырехлетний период (1936—1939) обследовано около 200 массивов вторичных кварцитов, общей площадью около 1050 км² и открыто 16 месторождений алунита, 2 месторождения андалузита, 3 месторождения корунда, 1 месторождение дюрортьерита и 1 месторождение диаспора и пирофиллита.

Из этого перечня видно, что наиболее распространенными рудами среди вторичных кварцитов являются алунитовые, заслуживающие несомненного внимания промышленности как новый вид сырья для получения алюминия и притом экономически более выгодный, чем бокситы.

Для более ясного представления об экономическом значении выдвигаемой Наковником и Марковым проблемы использования алунитов как сырья на алюминий приведена сравнительная таблица¹ себестоимости алюминия, полученного на ныне действующих предприятиях на боксите, с себестоимостью при получении его из алунитов (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительная таблица себестоимости тонны алюминия

Завод	Днепровский боксит	Волховский боксит	Тихвинский боксит	Уральский боксит	На алунитах Закавказья
Себестоимость в рублях	1000	700	615	358	110

Эта наглядная характеристика алунитовой проблемы становится все более эффективной, если напомнить, что казахстанские алуниты по сравнению с алунитами Загликского месторождения (в Закавказье) являются существенно калиевыми, что выгодно отличает их, так как в процессе извлечения алюминия получают побочные продукты в виде калиевых удобрительных туков, имеющих большое значение для развития технических культур и травосеяния в Казахстане.

Следует указать также на возможность получения из алунитов электрокорунда, имеющего весьма важное значение в металлообрабатывающей промышленности, и на использование алунитов в качестве коагулянта для очистки воды, что также имеет весьма важное значение в условиях Казахстана.

Таким образом, определенно вырисовывается проблема большого промышленного значения, которой в силу присущей многим нашим хозяйственным инертности не суждено было до сих пор получить осуществления.

¹ Эта таблица составлена Н. И. Наковником по данным «Союзалюминия».

В настоящее время в Главалюминии составлен проект создания в Караганде алюминиевого производства на базе местных углей, как источника электроэнергии. Проект этот страдал, однако, тем существенным недостатком, что рудной базой для этого производства намечались акмолинские бокситы. Открытия Наковника позволяют ориентировать этот проект на богатые месторождения местных алунитов.

Выделения корунда установлены в семи массивах вторичных кварцитов, причем в наиболее крупных из них (Чечень-Гота, Борлы и месторождение в Чубертском районе) развиты руды рассеянного типа, и потому вопрос их эксплуатации упирается в методику обогащения. В США обогащаются руды с 2—5%-ным содержанием корунда.

Огромная потребность нашей промышленности в абразивах в одинаковой степени заставляет нас интересоваться и андалузитами и рудами. Открытые два месторождения андалузита являются значительными по запасам, но концентрация андалузита довольно непостоянная и колеблется в довольно широких пределах (от 10 до 80%).

В отношении диаспора и пирофиллита следует отметить то крупное значение, какое в настоящее время придается этим минералам, так как из них может быть получен сплав силумин, имеющий весьма важное значение в авиастроении. Богатые диаспоро-пирофиллитовые руды открыты на месторождении Улугепонынкызыл, где сплошное рудное тело прослежено на площади в несколько десятков квадратных метров.

В 1939 г. экспедиционными работами были дообследованы массивы вторичных кварцитов Майкаин-Баянаульского и Коктас-Джартаасского районов, а также Чингизского и Чубиртивского районов (последнее выполнено отрядом Казахстанского филиала по нашему заданию и под нашим руководством).

Помимо указанного, группой детально обследован район месторождений Семиз-Бугу, в результате чего: 1) выявилась новая алунитоносная площадь, 2) подтверждено значение Малого Семиз-Бугу, как промышленно интересного массива, заслуживающего в ряду других алунитовых массивов Центрального Казахстана постановки разведочных работ, 3) уточнено представление о геологии и генезисе Семиз-Бугу, представлявшегося до сих пор как типичный продукт так называемого контактового метаморфизма (поставлен вопрос о необходимости детального изучения месторождения и всей группы Семиз-Бугу).

Кроме того, параллельно с работой по вторичным кварцитам группой открыты два участка кварцевых жил и грейзенов, оба с значительными признаками редкометалльного оруденения (последнее открыто отрядом Казахстанского филиала, при консультации руководителя группы):

1) гранитный массив Калмак-Карчаш, где в отдельных шлифах из грейзенов имеются скопления касситерита;

2) гранитный массив к востоку от массива щелочных интрузивных пород Джаксы-Кюйконтая (у р. Бекинас). Здесь в шлифах из участка грейзенов и кварцевых жил обнаружены, по данным лаборатории Казахстанского филиала, до 80% монацита, торита (?) и ксенотима (в шлихе) и до 50 зерен касситерита (в шлихе).

РАЗДЕЛ II

РАБОТЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОЛОВА

Как было уже указано во введении, работы по изучению оловянных месторождений занимали в программе работ Института геологических наук особое место, будучи поставлены перед институтом наравне с большими территориальными комплексными экспедициями специальным указанием Совнаркома. Эти работы выполнялись под руководством члена-корреспондента С. С. Смирнова и состояли как из экспедиционных исследований, так и из изучения имеющихся материалов в лабораториях и кабинетах института. Общей целью исследований являлось изучение генезиса месторождений различного типа, установление общих закономерностей в их распределении и на основе этого — дальнейшая разработка теории поисков и разведок месторождений олова.

Экспедиционными исследованиями был охвачен ряд оловорудных проявлений Забайкалья, Дальнего Востока, Калба-Нарыма и Центрального Казахстана.

В Забайкалье работы были сосредоточены, как и в предыдущие годы, в пределах намеченного ранее С. С. Смирновым оловорудного пояса, совпадающего с зоной развития мезозойских оловоносных гранитных интрузий. Наибольшее внимание было уделено западной ветви этого пояса (Западное Забайкалье), охватывающей новые, еще слабо изученные районы так называемой Чикойской тайги и горной области гольца Сохондо; сравнительно небольшие исследования были проведены в Восточном Забайкалье.

В Западном Забайкалье в результате работ Е. А. Радкевич и О. Д. Левицкого оказалось возможным наметить определенную связь между условиями формирования оловоносных интрузивов и генетическими особенностями связанных с ними оловорудных проявлений. Установлено в частности, что сравнительно абиссальные граниты крайнего запада (бассейн р. Мензы) характеризуются преобладающим развитием месторождений пегматитового типа. На востоке (бассейн р. Чикокона и гольцовая группа Сохондо), где оловорудные проявления генетически связаны с подчеркнuto гипабиссальными гранит-порфирами, наблюдается почти полное исчезновение оловоносных пегматитов и смена их типичными грейзеновыми образованиями и своеобразными касситерито-сульфидными месторождениями.

Наиболее ярким представителем последней группы является месторождение Сохондо, детально изученное Е. А. Радкевич. Для Сохондо установлена связь оруденения с явно гипабиссальными гранит-порфирами, прорывающими породы мезозойского дацитового комплекса и очень близкими по составу и структуре к некоторым оловоносным гранитоидам Восточного Забайкалья (активные интрузивы Хапчеранги, Кылыры, Зун-Ундура).

Рудные тела Сохондо приурочены к дугообразной зоне, которая,

повидимому, является частью кольцевой зоны, окаймляющей рудоносный интрузив. Зона эта состоит из множества сопряженных трещин, вмещающих короткие линзы и гнезда кварца с касситеритом, шеелитом и сульфидами. Вмещающие породы в пределах зоны интенсивно импрегнированы сульфидами; касситерит и шеелит, как правило, во вкрапленных рудах не встречаются, они образуют прекрасные кристаллы в центральных полостях кварцевых линз. Главными минералами сульфидной фазы являются арсенопирит, пирит, сфалерит; часто встречаются халькопирит, леллингит, пирротин, молибденит, различные сульфовисмутиты свинца, висмутовый блеск.

Обращает на себя внимание разнообразие висмутовых минералов; кроме перечисленных сернистых соединений висмута встречены тетрадимит и самородный висмут, последний преимущественно в виде включений в арсенопирите. Таким образом, Сохондо является олово-вольфрамо-висмутовым месторождением и по типу минерализации во многом отличается от других оловорудных месторождений. По ряду признаков месторождение может быть отнесено к гипотермальному типу. Так, в частности, о высокой температуре образования месторождения говорит обилие эмульсионных выделений, являющихся результатом распада твердых растворов. Присутствие реликтов колломорфных текстур свидетельствует о том, что руды при отложении прошли стадию коллоидов. Заслуживает внимания появление минералов, более бедных серой — леллингита и пирротина — на смену пириту и арсенопириту, очевидно связанное с падением парциального давления серы в рудоносных растворах.

Отсутствие в Сохондо выдержанных рудных жил определяется, повидимому, неблагоприятной структурой района. В период рудообразования сравнительно молодая эффузивная толща еще не претерпела значительной деформации, связанной с ориентированным давлением, и рудопроводящими каналами явились многочисленные, но непостоянные трещины, образованные в результате активного механического воздействия внедряющегося интрузива на вмещающие породы.

О. Д. Левицким были изучены Шумиловское и Нижне-Еловское месторождения, расположенные, соответственно, в бассейнах рр. Чикокона и Мензы.

Шумиловское месторождение генетически связано со своеобразными топазсодержащими гранит-порфирами, прорывающими биотитовые граниты предположительно мезозойского возраста.

Рудные тела, приуроченные к непостоянным трещинам нагрузки, представлены многочисленными, но быстро выклинивающимися зонами грейзена, местами включающими линзовидные кварцевые обособления. Среди рудных минералов резко преобладающими являются касситерит и вольфрамит (разновидность, приближающаяся к фербериту), в ничтожном количестве присутствуют арсенопирит, пирит, халькопирит и висмутин.

Для касситерита устанавливаются две стадии отложения, разобщенные во времени периодом межрудных подвижек. К первой относится образование касситерита, одновременное с процессами грейзенизации, ко второй — образование рудных прожилков, секущих как грейзен, так и кварцевые обособления.

Касситерит в грейзенах наблюдается, как правило, в тесной ассоциации с топазом, выделяясь почти одновременно с последним; в кварцмусковитовых разновидностях грейзена содержание рудного минерала резко снижается. В рудных прожилках касситерит также развивается совместно с топазом, иногда образуя почти мономинеральные мелкозернистые агрегаты. Судя по минерализации и постоянной тесной

пространственной связи, оруденелые грейзены и рудные прожилки в генетическом отношении представляют собой неразрывное целое, и появление последних отражает лишь более поздние стадии рудного процесса.

В общем Шумиловское месторождение является характерным представителем пневматолитового типа. Образование рудных тел связано с проявлением весьма подвижной рудоносной среды, обладавшей высоким содержанием фтора. Весьма вероятно, что именно в виде фтористых соединений происходил в частности перенос олова и вольфрама.

Для Нижне-Еловского месторождения, относящегося к пегматитовому типу, довольно определенно устанавливается связь с более глубинными гранитными интрузивами. Рудными телами являются мощные, выдержанные пегматитовые дайки, приуроченные к четко выраженным трещинам скалывания в метаморфизованной песчанико-сланцевой толще палеозоя.

Минералогический состав оловоносных пегматитов Нижне-Еловского месторождения довольно сложен, причем отчетливо устанавливается несколько стадий минералообразования, последовательно сменяющихся во времени.

К наиболее ранней стадии относится, в основном, образование светлымчатого кварца, микроклина, шерла и раннего граната; в этот период происходит лишь ничтожное отложение касситерита.

Вторая стадия характеризуется внедрением значительных масс существенно-альбитового аплита, иногда заметно грейзенизированного и местами содержащего незначительную вкрапленность касситерита.

Наконец, третья стадия характеризуется широким развитием грейзенизации и альбитизации. Процессы грейзенизации, несколько предшествующие альбитизации, сопровождаются образованием обильного топаза, флюорита, калиевых слюд, содержащих от 1.4 до 1.79 F, и крупнокристаллического касситерита. Альбитизация выражается в появлении крупных скоплений альбита, отчетливо замещающего микроклин. В этот период наблюдается также и не менее интенсивное выделение касситерита. Таким образом, рудообразование приурочено, в основном, к поздним стадиям пегматитового процесса и связано как с проявлением пневматолитовой газовой фазы, обогащенной фтористыми соединениями, так и с внедрением остаточного пегматитового расплава.

В Восточном Забайкалье О. Д. Левицким было произведено предварительное изучение Этыкинского месторождения, генетически связанного со своеобразным амазонитовым гранитом, почти повсеместно содержащим тонкорассеянные топаз и касситерит. Месторождение представлено серией непостоянных топазо-кварцевых жил, характеризующихся весьма сложным минералогическим составом. Среди нерудных минералов установлены, помимо кварца и топаза, циннвальдит, калиевый полевой шпат, альбит, берилл, триплит и другие еще точно не определенные фторсодержащие фосфаты. Рудные минералы представлены касситеритом, вольфрамитом, арсенопиритом, пиритом, халькопиритом, сфалеритом и очень обильным галенитом. Последовательность минералообразования сильно осложнена явлениями повторного отложения одних и тех же минералов в результате проникновения новых порций рудоносных растворов.

В генетическом отношении Этыкинское месторождение принадлежит, в основном, к пневматолитовому типу, характеризуясь вместе с тем некоторыми особенностями более низкотемпературных месторождений и, в частности, обильным развитием галенита.

В пределах Дальнего Востока Е. А. Радкевич изучалось Сталинское месторождение, принадлежащее к очень своеобразной и важной группе сульфидных оловорудных проявлений. Одновременно собран материал по минералогии Синанчинского месторождения.

Сталинское оловорудное месторождение, открытое в 1937 г., представлено рядом параллельных зон, простирающихся в направлении СВ 45° и падающих под углом 55—60° на северо-запад. Генетически эти зоны относятся к нарушению типа надвигов или крутых взбросов; по положению в пространстве они параллельны простираанию основных складок района.

Рудные зоны вмещают сульфидные жилы и сетчатые зоны, слагающиеся из ряда параллельных прожилков. Текстура руд в жилах грубополосчатая, обусловленная чередованием полос черного крупнокристаллического сфалерита и пирротина. В подчиненном количестве встречаются арсенопирит, галенит; сравнительно небольшим распространением пользуются станнин, халькопирит, блеклая руда, касситерит.

Жильные минералы являются обычно резко подчиненными: они представлены кварцем, анкеритом, кальцитом.

Судя по данным предварительной микроскопической обработки, касситерит выделялся в процессе рудообразования в течение длительного промежутка времени: выделялась 1-я генерация его, связанная с арсенопиритом и кварцем, затем частично касситерит отлагался одновременно со сфалеритом и, наконец, встречаются прожилки касситерита, пересекающие сфалерит и более молодой пирротин. Очень интересным являются часто наблюдаемые колломорфные текстуры касситерита, свидетельствующие о его отложении из коллоидов.

В Сталинском месторождении мы имеем новый для Приморья тип касситерито-сульфидного месторождения. В отличие от Синанчи, где касситерит появляется лишь в эпитермальную фазу, здесь довольно ярко выражена кварц-арсенопирито-касситеритовая фаза, очень характерная для большинства месторождений данного типа. В этом отношении Сталинское месторождение несколько напоминает Хапчерангу (Забайкалье), однако последующее образование повторных генераций касситерита, выделяющегося вплоть до поздних стадий процесса, приближает его к Синанче. Таким образом, по типу оно является переходным между Синанчей и Хапчерангой.

В К а л б а - Н а р ы м с к о м оловорудном районе М. Ф. Стрелкиным, при участии И. Г. Ченцова и Л. Н. Рутченко, продолжалось изучение генезиса оловянных и олово-вольфрамовых месторождений.

Наиболее детальные исследования были проведены на месторождениях Бай-Мурза, Чердолак и Мын-Чынкур; значительный материал собран также по месторождениям Кара-Гоин, Калаи, Топкан, Восточно-Калбинскому и ряду других.

Проявления оловянного и олово-вольфрамового оруденения, известные в пределах Калба-Нарыма, генетически связаны с гранитным батолитом варисского возраста, прорывающим песчанико-сланцевые отложения верхнего девона — нижнего карбона.

Рудные тела располагаются в эндо- и экзоконтактных зонах батолита, залегая среди гранитов, кварцевых порфиров, плагиогранит-порфиров и пород песчанико-сланцевой толщи. Кварцевые порфиры и плагиогранит-порфиры представлены небольшими телами и условно объединяются под общим названием малых интрузий.

Проведенными исследованиями установлена определенная закономерность в распределении оловорудных жил, выражающаяся в том, что в гранитах и песчанико-сланцевой толще встречаются как пегматиты,

так и кварцевые касситеритсодержащие жилы, в то время как в малых интрузиях обнаружены только представители кварц-касситеритового типа.

Морфология оловоносных жил несомненно контролируется характером трещиноватости вмещающих пород к моменту проникновения в них рудоносных дериватов; характер минерализации в генетически различных трещинах также имеет свои специфические особенности. Это особенно отчетливо выявляется при изучении оловоносных пегматитов, приуроченных как к пологим контракционным трещинам (трещины разрыва), так и к более поздним крутопадающим трещинам скалывания.

Общей чертой оловоносных пегматитовых жил является интенсивное развитие процессов альбитизации. Грейзенизация играет значительно меньшую роль; характерно в частности ничтожное развитие таких специфических минералов грейзенов, как топаз и флюорит.

Альбит представлен в основном двумя разновидностями: клевландитом и сахаровидным альбитом, причем каждый тип оловоносных пегматитов характеризуется преимущественным развитием той или другой разновидности. Так, для пегматитов, выполняющих контракционные трещины, характерен клевландит, для крутопадающих пегматитовых жил типичен сахаровидный мелкозернистый альбит. Для первой группы очень характерно также обильное развитие полихромного турмалина, крупнопластинчатого мусковита и лепидолита и весьма малое распространение сподумена. В пегматитах второй группы турмалин и лепидолит играют малую роль, а мусковит представлен мелкочешуйчатой разновидностью; вместе с тем резко возрастает содержание сподумена.

Касситерит обнаруживается в обоих типах оловоносных пегматитов. Следует, однако, особо подчеркнуть, что облик его не остается постоянным: в пологих жилах касситерит крупнозернистый (до 1—2 см в поперечнике), тогда как в крутопадающих жилах подавляющее распространение имеют мелко- и даже тонкозернистые его разновидности.

Образование касситерита во многих случаях тесно связано с процессами альбитизации и грейзенизации и повсеместно он встречается в альбит-грейзеновой ассоциации. Эти наблюдения в совокупности с данными о взаимоотношениях других минералов позволяют наметить определенную последовательность минералообразования в оловоносных пегматитах и установить ряд стадий формирования рудных тел.

К начальной стадии относится отложение калиевого полевого шпата, кварца, сподумена и в качестве аксессуарий — граната и турмалина.

Вторая стадия характеризуется повторным выделением кварца и образованием альбита, касситерита, колумбита, мусковита, апатита и других фосфатов. Именно в этот период происходит развитие процессов альбитизации, грейзенизации и оловянного оруденения. Эта стадия отвечает так называемому пневматолитовому этапу остывания пегматитового расплава. Она отделена от первой периодом межрудных подвижек и связана с привносом огромной массы нового материала.

Третья стадия минералообразования носит уже совершенно иной физико-химический характер и обусловлена проявлением гидротермальных растворов. Здесь мы наблюдаем образование сульфидов, джилбертита и, вероятно, к этому же времени следует отнести образование своеобразных слюдястых псевдоморфоз по сподумену.

Примером сложного олово-вольфрамового оруденения может служить Восточно-Калбинское месторождение, представленное многочисленными кварцевыми жилами в граните. Рудные тела располагаются в экзоконтактной зоне и сравнительно редко переходят в осадочные

породы — сланцы, в которых встречаются более низкотемпературные безрудные кварцевые жилы. Таким образом, здесь мы имеем пример горизонтальной зональности в распределении различных типов минерализации.

Форма и мощность рудных тел изменчива; преимущественное развитие имеют неправильные линзовидные жилы, часто ветвящиеся, переходящие в штокверки.

В контакте с рудными телами вмещающие породы сильно изменены: в сланцах наблюдаются явления мусковитизации, в гранитах — грейзенизации.

Минералогический состав рудных тел несложен. Среди жильных минералов резко преобладает кварц, подчиненное значение имеют мусковит и флюорит, редко встречаются берилл, турмалин, альбит. Рудные минералы представлены вольфрамитом, шеелитом, касситеритом, арсенопиритом, халькопиритом, пиритом и гематитом.

В генетическом отношении Восточно-Калбинское месторождение является представителем группы пневмато-гидатогенных оловянных и олово-вольфрамовых рудных проявлений, имеющих, на ряду с оловоносным пегматитами, широкое развитие в Калба-Нарымской оловорудной провинции.

В Центральном Казахстане до 1939 г. было выявлено лишь два оловоносных участка (Улу-тау и Ишимский), заслуживающих серьезного внимания, и имелись лишь весьма отрывочные данные о проявлениях оловянного оруденения в других пунктах. Вместе с тем широкое развитие гранитных интрузий и значительная общая рудоносность Центрального Казахстана позволяли рассчитывать на обнаружение новых оловоносных площадей.

В связи с этим М. Н. Альтгаузеню было произведено выборочное обследование гранитных массивов Карагандинской и западной части Восточно-Казахстанской областей с целью установления опорных точек и критериев для широких поисково-разведочных работ. Исследованием оловоносность установлена в следующих генетических типах:

1) Пегматитовые жилы и прожилки, содержащие касситерит. Встречены в небольшом количестве; выявленные участки в промышленном отношении не интересны.

2) Оловоносные грейзены, представленные приальбандными оторочками, самостоятельными жилобразными зонами и крупными «пятнами», достигающими размеров 200—250 тыс. м². Мелкие грейзеновые тела не могут являться объектом промышленного использования, но вместе с тем, как показало изучение Улу-таусского и Қзыл-тасского участков, они дают промышленные россыпи. Самостоятельное значение могут иметь более крупные грейзеновые образования типа месторождения Қаз-Қалаи.

3) Кварцевые жилы и прожилки, содержащие касситерит, обнаружены в ряде участков (Қаз-Қалаи, Қызыл-тау, Ишимское и др.). Наиболее крупным является участок Қаз-Қалаи, где наблюдаются кварцевые и кварц-альбитовые жилы с касситеритом, флюоритом, турмалином и арсенопиритом; интересны также мелкие кварцевые прожилки, окруженные грейзеновыми оторочками, встреченные в районе вольфрамового рудника Қызыл-тау. До сих пор промышленных оловосодержащих кварцевых жил не найдено: даже жилы Қаз-Қалаи могут разрабатываться лишь совместно с вмещающими их грейзенами. Тем не менее обнаружение кварцевых жил Қаз-Қалаи и наличие промышленных кварцевых жил с вольфрамитом и незначительными количествами касситерита позволяют рассчитывать на выявление собственно кварц-касситеритовых жил промышленного значения.

Мелкие оловоносные прожилки и жилы представляют интерес, главным образом, как возможные источники образования промышленных россыпей (Каз-Калаи и, возможно, Кызыл-тау).

4) Контактные (скарновые) железорудные месторождения, содержащие олово, обнаружены лишь в 1939 г., и в настоящее время нельзя дать даже предварительной оценки этого типа. Можно лишь подчеркнуть, что аналогичные месторождения в Центральном Казахстане весьма распространены; поэтому при наличии в них достаточно высоких содержаний олова этот тип может дать крупный прирост запасов.

5) Присутствие олова констатировано также в медных, полиметаллических и антимонитовых месторождениях; полиметаллические и частично медные месторождения должны быть подвергнуты ревизии на олово.

6) Россыпи обнаружены в современных аллювиальных, аллювиально-делювиальных и элювиальных образованиях, причем промышленно интересные участки приурочены к аллювиальным и аллювиально-делювиальным отложениям. Выявленные современные россыпи, несмотря на их незначительные масштабы, уже являются объектами промышленной разведки и пробной добычи.

Древние россыпи в Центральном Казахстане пока не обнаружены; имеются лишь отдельные пробы (Кызыл-тас, Чернобаевка), указывающие на наличие касситерита в древне-четвертичных и третичных отложениях. Геоморфологические наблюдения и отдельные разрезы древних долин подтверждают возможность обнаружения древних оловоносных россыпей.

В возрастном отношении проявления оловоносности генетически связаны с гранитами различного возраста. Так, к каледонскому возрасту относятся месторождения Улу-тау и Ишимское; с варисскими гранитами связаны месторождения Кызыл-тас, Кызыл-тау и некоторые другие. Большинство описываемых проявлений оловянного оруденения генетически и пространственно связано с лейкократовыми розовыми гранитами, несущими черты гипабиссального происхождения и часто представленными порфиридовидными разновидностями. Исключением является вновь открытое месторождение Каз-Калаи; оно расположено в метаморфической толще и генетически, возможно, связано с двуслюдяными, не гнейсированными светлосерыми гранитами, обнажающимися в 2—3 км от месторождения.

В распределении оловоносных интрузивов также намечается известная закономерность, заключающаяся в приуроченности их к тем площадям, где в той или иной степени развиты толщи докембрийских слюдяных сланцев и гнейсов. Возможно, что подобная связь определяется особенностями литологического (химического) состава сланцев и гнейсов, слагающих докембрий. Отметим, что в других оловоносных областях и, в частности, в близлежащем Калба-Нарымском районе замечена связь оловянных месторождений с глинистыми толщами; это положение, быть может, подтвердится в Центральном Казахстане.

Часть выявленных оловоносных точек (Улу-тау, Ишимское, Кызыл-тас, Кызыл-тау, Каз-Калаи) заслуживает серьезного внимания, и все говорит за то, что в ближайшие годы Центральный Казахстан будет включен в ряд промышленных оловоносных районов СССР.

Кроме экспедиционных работ была поставлена лабораторная минералогическая работа по олову.

Находки касситерита в россыпях и в шлихах постоянно вызывают вопрос о том, какого типа коренное месторождение явилось источником обнаруженных вторичных концентраций касситерита. Правильный ответ

на этот вопрос дал бы возможность рационально направить поиски коренных месторождений олова. Поэтому в число работ по олову было включено изучение типоморфных особенностей касситеритов в различных типах месторождений.

Я. Д. Готман были всесторонне изучены касситериты из многих оловорудных месторождений СССР, в том числе из большинства сколько-нибудь промышленно важных. Выяснилось, что можно уверенно отличать касситериты пегматитовых жил от касситеритов кварцевых, кварц-полевошпатовых и сульфидно-касситеритовых жил. Что касается касситеритов из кварцевых и кварц-полевошпатовых жил, с одной стороны, и касситеритов сульфидно-касситеритовых жил, с другой, то различия между ними очень не резкие и по многим свойствам они близки друг к другу.

В соответствии с этим Я. Д. Готман выделил среди кристаллических касситеритов два типа:

- 1) касситерит из пегматитовых жил — дипирамидального габитуса и
- 2) касситерит из всех прочих месторождений — призматического габитуса.

Кроме того, закономерно меняются и другие свойства касситеритов различного генезиса. В частности подмечено, что касситериты из пегматитовых жил непрозрачны, а для кварцевых, кварцево-полевошпатовых и других гидротермальных жил они становятся более прозрачными; точно так же цвет минерала и цвет порошка для последних меняется в сторону более светлых оттенков; двойники и зональность кристаллов обычны для кварцевых и кварцево-полевошпатовых жил, а для других типов жил они наблюдаются реже; содержание тантала и ниобия в касситеритах из пегматитовых жил выше, чем для прочих типов месторождений; точно так же цирконий, галлий и бериллий в касситеритах из пегматитовых жил встречается чаще, а вольфрам, индий, ванадий, наоборот, реже и т. д. Что касается удельного веса, величины двупреломления и показателей преломления, то следует заметить, что они не могут служить для различия типов касситерита.

Так как касситериты в пегматитовых жилах выделяются не в магматическую стадию, а в пневматолитовую и, может быть, в гидротермальную (процесс альбитизации), т. е. в те же стадии, когда образуются касситериты кварцевых, кварц-полевошпатовых и сульфидно-касситеритовых жил, можно утверждать, что температурные пределы выделения касситерита в пегматитовых жилах близки температурам образования касситерита в прочих месторождениях. Поэтому различия в свойствах касситеритов разных генетических типов объясняются не столько температурами выделения их, сколько различными концентрациями тех или иных химических компонентов в растворах, из которых образуются касситериты.

Пегматитовый расплав, как остаточный расплав, характеризуется обогащением летучими компонентами и веществами, свойственными самым кислым дериватам гранитной магмы, продукты же обычного пневматолитического и гидротермального процессов даже кислой магмы всегда содержат также химические компоненты, свойственные основным магмам. Такое объяснение подтверждается составом примесей в различных касситеритах. Так, например, касситериты пегматитовых жил характеризуются повышенными по сравнению с другими касситеритами концентрациями Nb, Ta, Zr, Hf, в них отмечается присутствие Ga и Be и ни в одном случае не обнаружен V, столь обычная примесь других касситеритов. Общеизвестно также, какое влияние оказывают даже незначительные изменения состава растворов на габитус выделяющихся кристаллов.

Таким образом, по свойствам касситерита в шлихе или в россыпи в большинстве случаев нельзя ответить на вопрос, является ли источником россыпи кварц-касситеритовая или сульфидно-касситеритовая жила, но касситериты из только что названных типов жил в шлихе или в россыпи можно легко и быстро отличить от касситерита из пегматитовых жил. Что же касается решения вопроса об источнике россыпного касситерита в тех случаях, когда будет установлено непегматитовое его происхождение, то здесь, кроме совокупности свойств самого касситерита, может помочь парагенезис минералов в россыпи или в шлихе.

К двум указанным типам кристаллического касситерита следует добавить деревянистое олово, кристаллографически не поддающееся определению, с радиально-концентрическим строением затвердевшего геля. Химически оно характеризуется такими примесями, которые или вовсе не встречаются в других типах или встречаются очень редко, а именно: Ag, Zn, Pb, Mo, As, Sb, Ge, Bi; кроме того, образцы деревянистого олова содержат ряд тех же примесей, которые характерны для касситеритов из пегматитовых жил, это: Nb, Be, Ga, Mn. На ряду с этими примесями здесь присутствуют W и In в концентрациях, свойственных самым низкотемпературным касситеритам. Эти особенности химического состава образцов деревянистого олова объясняются тем, что, затвердевая в виде коллоидальных масс, они захватывали значительное число веществ. Наличие же примесей от Nb до Sb указывает на широкий температурный интервал, в течение которого происходит затверждение деревянистого олова, что вполне согласуется с взглядами Линдгрена и Герценберга на роль коллоидов в образовании оловорудных месторождений.

В связи с указанными работами по олову находится также законченная в 1939 г. монография С. Г. Саркисяна «Петрография рыхлых касситеритсодержащих отложений Забайкалья».

В этой работе отмечается наличие кластического касситерита в юрско-меловых песчаниках. В период юры и мела уже существовали и разрушались касситеритоносные коренные породы в Восточном Забайкалье. Физические свойства касситерита неодинаковы в месторождениях различных типов: в пневматолитовых месторождениях зерна касситерита трещиноватые, крупные, сравнительно небольшого удельного веса и светлой окраски; в пегматитовых жилах зерна касситерита обычно с меньшей трещиноватостью, изменчивой величины, с большим удельным весом и черной цвета; в сульфидных месторождениях зерна касситерита мелкие, хрупкие, темной окраски.

Экспериментальные исследования показали, что наиболее стойкими к переносу являются зерна касситерита из пегматитов, менее стойкими — из кварцевых и кварцево-полевошпатовых жил и, наконец, быстро разрушающимися — зерна касситерита из сульфидных месторождений. Данные экспериментальных исследований находят свое объяснение в физических свойствах касситерита.

Таким образом, наиболее благоприятными типами коренного оруденения для образования россыпей касситерита являются месторождения пневматолитового и пегматоидного типа.

Петрографическими исследованиями рыхлых касситеритсодержащих отложений выявлены спутники касситерита: топаз (при разрушении топазовых оловоносных грейзенов — Шерловая гора), шеелит и отчасти вольфрамит (Ималка, Ирельчак, Зун-Ундур), монацит (при наличии пегматитов и гранитов — Борщовочный хребет), сульфиды (при гидротермальном типе оруденений — Хапчеранга) и т. д.

Эти парагенетические ассоциации минералов в россыпях касситерита могут быть руководящими при поисках касситерита. К другим практически важным выводам работы С. Г. Саркисяна относится указание, что наиболее благоприятным для образования промышленных россыпей касситерита является аллювиально-делювиальный тип, образованный путем переноса рыхлого касситеритсодержащего материала временными водными потоками. Зерна касситерита в рыхлых отложениях обычно распылены по вертикали, но больше их скопляется у плотика. Поэтому вопрос о благонадежности той или иной россыпи касситерита разрешается при проходке горных выработок до плотика. Поверхностные же шлиховые рекогносцировки не в состоянии дать окончательных выводов об оловоносности рыхлых отложений того или иного района.

Россыпи касситерита протягиваются от коренного месторождения на 1—2.5 км; перенос на большие расстояния зерен касситерита приводит к их раздроблению, раскалыванию, истиранию и распылению.

РАЗДЕЛ III

СОСТАВЛЕНИЕ КАРТ ПРОГНОЗА

Работа по составлению карт прогноза поставлена перед Институтом геологических наук Академии Наук как одна из основных задач.

Из самого названия видно, что имеются в виду карты, на которых каким-то способом отражены предположения и соображения о возможности нахождения здесь некоторых полезных ископаемых или их комплексов.

Эти предположения не должны быть необоснованным гаданием. Прежде всего карта прогноза должна быть научна. Это положение требует, чтобы то, что изображается на карте, было бы обосновано и чтобы наряду с выражением предположений автора были обязательно представлены на такой карте и фактические основания этих предположений.

Нельзя, разумеется, полно отразить на карте всю цепь рассуждений, приводящих к определенным предположениям, но некоторые требования к карте в этом отношении могут быть и должны быть предъявлены.

Главное положение, лежащее в основе карт прогноза, заключается в том, что каждое месторождение связано с окружающей его геологической обстановкой, т. е. с вещественным составом, возрастом и геологической структурой окружающих это месторождение масс горных пород. Другими словами, мы исходим из того, что между нахождением месторождения, обладающего определенной совокупностью данных геологического строения более или менее значительного участка территории вокруг месторождения существует причинная связь. Нахождение других месторождений, обладающих такой же совокупностью признаков, считается возможным (но не обязательным) на других участках, обладающих тождественными признаками геологического состава и строения.

Действительный прогноз становится возможным только тогда, когда делаются известными определенные факты, касающиеся геологической обстановки в тех районах, где месторождения еще не обнаружены, но где они на основании наличия этой фактической обстановки могут быть. Поэтому на картах прогноза при помощи некоторых условных обозначений непременно приходится изображать факты, которые могут быть проверены наблюдениями на месте и из которых может исходить разведчик в своих поисках.

Так как совокупность прогноза определяется соотношением двух совокупностей фактов:

- 1) фактов, характеризующих само месторождение, и
 - 2) фактов, характеризующих геологическую обстановку их нахождения,
- то на картах прогноза прежде всего изображалось условно то и другое.

Совершенно ясными здесь являются такие особенности этой задачи. За исключением только рудничных планов очень крупного масштаба на картах, отвечающих поставленной задаче, месторождение может быть изображено лишь в виде точки, указывающей его положение, и какого-то условного знака, который отразил бы всю совокупность его особенностей. Для этого предварительно надо принять какую-то классификацию месторождений, так как условным знаком можно выражать только какие-либо классы, типы и т. д., но не отдельные признаки или совокупность признаков, взятых сами по себе. Обыкновенно на первом месте при таком условном изображении месторождений ставится их вещественный состав.

Изображение «геологической обстановки» на карте представляет в сущности не что иное, как геологическую или литологическую карту района.

Однако особенностью карт прогноза является то, что на них должно наноситься отнюдь не все, а только те элементы, которые в данном случае играют решающую роль для распространения рудоносности.

В этом выборе необходимых для карты прогноза элементов геологической карты, в этом разделении существенного и несущественного и заключалась главная работа по составлению карт прогноза. Что бы ни наносить на эту карту, всегда основная предварительная задача — совмещение геологической карты и карты полезных ископаемых — являлась самой ответственной частью, так как ее выполнение определяет фактическую основу карты.

На таких картах показывались некоторые площади, на которых можно встретить месторождения или какие-то направления, вдоль которых их надо искать, причем в большинстве случаев авторы стремились, чтобы они были не какими-то совершенно гипотетическими площадями и линиями, а обладали реальными признаками, которые могли быть прямо или косвенно наблюдаемы в природе теми, кто будет, руководясь такой картой, искать месторождения.

Карта распределения уральских месторождений железных руд коры выветривания в области развития серпентинитов и осадочных бобовых руд юрского времени, содержащих примеси хрома и никеля, составлялась Б. П. Кротовым и его сотрудниками в масштабе 1 : 500 000 и является частью карты восточного склона Урала.

На карте нанесены только показательные элементы геологической обстановки, а именно: площади развития серпентинизированных перидотитов и юрских континентальных отложений, окаймленных с востока нижне- и верхнемеловыми и третичными отложениями и с запада — палеозоем.

Железорудные месторождения указанных двух генетических типов, известные в пределах карты, разбиты на типы и нанесены на карту на следующих основаниях.

К числу месторождений комплексных хромо-никелевых руд, связанных с серпентинитами, предположительно были отнесены все месторождения железных руд, координаты которых попадают в области развития серпентинитов на новой геологической карте Урала в масштабе 1 : 500 000.

По такому признаку на карте Урала на площадях развития ультраосновных пород было отмечено 125 месторождений бурых железняков, причем особыми значками обозначены месторождения хромо-никелевых руд и месторождения, не содержащие этих примесей.

К числу месторождений осадочных бобово-оолитовых руд юрского времени были отнесены, во-первых, месторождения железных руд, ко-

торые по координатам попадали в полосы развития юры на недалеком расстоянии от области развития серпентинитов или в пределы полосы девонских известняков вблизи выходов серпентинитов. Подобно месторождениям хромо-никелевых руд зоны цементации коры выветривания в области развития серпентинитов и среди бобово-оолитовых месторождений, в зависимости от расстояния месторождения от выходов серпентинитов, руды относятся к типу комплексных хромо-никелевых руд или к типу хром- и никельсодержащих руд.

Во-вторых, к числу этих месторождений были отнесены другие месторождения бобовых руд, координаты которых попадают в область развития континентальных юрских отложений в таких районах, где выходов серпентинитов не имеется, но где палеозойский фундамент образован из зеленокаменных пород или осадочных толщ девона или карбона. Месторождения таких бобово-оолитовых руд могут содержать только глиноземистые железные руды и бокситы, без примеси никеля и более значительного количества хрома.

Сверх того, на карте нанесены еще месторождения железных руд алапаевского типа, залегающие на породах каменноугольного возраста среди отложений беликовой толщи, относящиеся к континентальным отложениям мезозоя (триас — нижняя юра?). Эти отложения выходят местами на поверхность, но чаще перекрыты среднеюрскими, меловыми и третичными отложениями, в связи с чем полоса месторождений алапаевского типа обычно окаймляет месторождения бобовых руд с запада или же они залегают под месторождениями бобовых руд средней юры.

Присутствие хрома, никеля и кобальта в железных рудах, которые встречаются на площади развития серпентинитов или в приконтактной зоне между серпентинитами и вмещающими породами, может служить обоснованием для постановки поисков новых месторождений хром- и никельсодержащих железных руд. Новые, еще неизвестные месторождения подобных руд могут быть найдены только в области распространения серпентинитов и во вмещающих их породах на недалеком расстоянии от серпентинита. На этих основаниях на прилагаемой карте распределения месторождений хром- и никельсодержащих руд указанных двух типов на Урале могут быть окаймлены возможные площади нахождения новых аналогичных месторождений.

Карта хромитоносности Урала составлена группой сотрудников под руководством Г. А. Соколова.

Хромитовые месторождения на Урале располагаются исключительно в массивах ультраосновных пород. Поэтому карта прогноза должна в конечном итоге показать для многочисленных ультраосновных массивов, какие из них и в какой мере перспективны по хромитовым рудам и какие не содержат и на основании прогноза не могут содержать промышленных месторождений хромитовых руд.

Геологическими факторами, которые так или иначе могут влиять на концентрацию в промышленных количествах хромитовых руд в каждом данном массиве, являются:

- 1) эпоха внедрения интрузива (возраст интрузива);
- 2) относительный уровень внедрения магмы, что определяется возрастом толщ, вмещающих данный интрузив;
- 3) тектонические условия, существовавшие в период внедрения и остывания интрузива;
- 4) форма и условия залегания интрузива;
- 5) петрографический состав интрузива;
- 6) характер и степень эрозии интрузива.

На составленной карте перечисленные факторы показаны только

для 30 ультраосновных массивов, причем для 28 из них данные проверены или вновь получены полевыми исследованиями хромитовой группы; для двух массивов использованы только литературные данные.

В число характеризуемых 30 массивов входят 11 массивов, обладающих промышленно значимыми месторождениями хромитовых руд, 6 массивов с выработанными и заброшенными месторождениями, 6 массивов с известными, но в настоящее время по различным причинам не эксплуатируемыми промышленными месторождениями и 7 массивов с незначительными проявлениями хромитоносности.

Для каждого из массивов показаны особыми значками также имеющиеся данные по его хромитоносности, типам и качеству руд.

Для выяснения геологических закономерностей распределения хромитовых руд важно знать, сколько в данном массиве их было выявлено в целом. Для экономических заключений надо знать, сколько подсчитанных руд еще не вынута, осталось в недрах. В соответствии с этим цветной кружок показывает суммарные запасы (добытые + оставшиеся в недрах) и запасы невынутых руд.

Для исчисления суммарных запасов были использованы архивные и статистические данные по добыче руд с начала эксплуатации месторождений данного массива; естественно, что в некоторых случаях удалось получить лишь приблизительные цифры, однако достаточные для наших целей.

Элементы прогноза можно было выразить двумя способами:

а) для массивов, геологически освещенных и с выявленными уже хромитовыми месторождениями, указываются предположительные перспективные запасы категории C_2 , которые могут быть уточнены разведкой.

б) Для массивов, геологически недостаточно освещенных: 1) знаком «+» указывается, что массив на основании прогнозов может содержать месторождения хромитовых руд, а потому заслуживает геологического картирования в масштабе 1:50 000 с поисками; 2) знаком «±» обозначается, что в массиве вероятны некоторые запасы руд, но прогноз менее обоснован, чем в первом случае; 3) знаком «—» обозначается, что массив не перспективен и с точки зрения хромитоносности не заслуживает дальнейшего изучения.

Несмотря на то, что число графически охарактеризованных массивов составляет только около $\frac{1}{5}$ числа всех ультраосновных массивов Урала, все же некоторые существенные выводы в отношении хромитоносности Урала могут быть намечены и на данном этапе освоения материалов и составления карты. Кратко эти выводы могут быть сформулированы следующим образом.

Все важнейшие в настоящем или в прошлом по хромитоносности массивы располагаются в двух структурно-геологических зонах Урала: а) в полосе нижнепалеозойских отложений к востоку от хребта Урал-тау и далее на юг и юго-запад в зоне погружения антиклинала Урал-тау на юг; б) в среднепалеозойских отложениях непосредственно к востоку от полосы больших гранитных интрузий восточного склона Урала.

Обширное поле нижнекаменноугольных отложений на Среднем и частью Южном Урале, располагающееся между западной и восточной полосами гранитных интрузий, содержит большое число ультраосновных массивов, однако все они характеризуются сравнительно слабой хромитоносностью.

Небольшой Сарановский массив, с его крупнейшими по запасам месторождениями низкохромистых руд, залегающий в нижнепалеозой-

ских свитах западного склона Урала, является единственным в своем роде и не имеет на Урале своих аналогов по геологическому положению.

Среднепалеозойские толщи юговосточной Притобольской части Урала содержат ряд ультраосновных массивов, частью слабо хромитоносных. Несколькими более значительными ресурсами хромитов обладал Южно-Аккаргинский массив в верховьях р. Тобол.

Большинство промышленных по масштабам рудных тел хромистого железняка залегает среди дунитовых и дунито-гарцбургитовых фаций массивов. Перидотитовые фации, как правило, не содержат промышленного хромитового оруденения. Исключением из этого правила являются перидотитовые массивы упомянутой выше полосы среднепалеозойских толщ к востоку от больших гранитных интрузивов.

Для интрузивов, форма которых приближается к лакколлитовой и для части интрузивов факолитового типа исследованиями группы выявлена их послонная дифференциация, с залеганием перидотитовых и пироксенитовых зон вверху, дунитовых — внизу и дунито-гарцбургитовых — посреди.

Для таких массивов существенным геологическим фактором хромитоносности является степень эрозии: чем глубже эродирован массив, чем в большей мере раскрыты дунитовые фации интрузива, тем выше его практическая хромитоносность.

Качество хромитовых руд и, в особенности, состав рудообразующего хромшпинелида тесно связаны с петрографическим составом данного хромитоносного интрузива в целом. Так, руды перидотитовых массивов упоминавшейся восточной полосы среднепалеозойских отложений относятся к среднехромистым, маложелезистым; руды дунитовых интрузивов являются высокохромистыми, маложелезистыми; руды тех массивов, где с дунитами ассоциируют значительные массы пироксенитов, часто показывают повышенную железнитость и т. д.

Зависимость между петрографическим составом интрузивов и качеством хромитовых руд требует дальнейшего изучения и теоретического обоснования.

На основе выявленных и выявляемых закономерностей распространения хромитоносных массивов и распространения хромитовых месторождений внутри отдельных массивов возможны конкретные указания о наиболее перспективных по месторождениям хромитов районах и участках.

Закончена Ф. И. Вольсоном схематическая карта распределения рудных месторождений в Западном Тянь-Шане.

В пределы Западного Тянь-Шаня входят северные районы Таджикистана, центральные районы Киргизии и часть районов Узбекистана, находящиеся в пределах Чаткальского, Кураминского и Ферганского хребтов Тянь-Шаня. Эта территория общей площадью свыше 25 000 км² представляет типичную геосинклинальную область, испытавшую каледонскую складчатость, внутренняя структура которой была сформирована в эпоху варисской складчатости. Область эта подверглась деформациям и в течение альпийской складчатости, которые выразились, главным образом, в глыбовых перемещениях отдельных палеозойских участков и в образовании незначительной складчатости в мезо-кайнозойских отложениях.

В Западном Тянь-Шане геологоразведочными работами последнего десятилетия выявлено значительное количество рудных месторождений, главным образом гидротермального происхождения, которые в общем могут быть сгруппированы в 36 рудных узлов. Значительная часть

этих месторождений открыта при участии Ф. И. Вольфсона в период с 1930 г. по 1937 г. включительно, причем материалы по этим месторождениям обрабатывались им и его сотрудниками. Анализируя весь имеющийся материал, удалось подметить ряд закономерностей:

1) приуроченность гидротермальных месторождений к небольшим тектоническим нарушениям, сопряженным с крупными разломами, прослеживающимися на протяжении многих десятков и даже сотен километров;

2) связь полиметаллических месторождений и частью висмутовых с верхневарисскими гранит-порфирами, а мышьяковых, золотых и частью медных — с верхневарисскими диорит-порфирами;

3) благоприятными вмещающими породами для гидротермальных месторождений Тянь-Шаня являются известняки (главным образом известняки D₃, C₁), туфо-порфиры верхнего палеозоя и частью гранитоиды первой фазы варисского вулканизма;

4) приуроченность инфильтрационных урано-радио-ванадиевых месторождений и осадочных месторождений марганца восточной Ферганы к третичным отложениям.

Все это Ф. И. Вольфсон попытался выразить на карте в масштабе 1 : 500 000. С этой целью на карту были нанесены гранитоиды, среди которых были выделены каледонские, ранневарисские и поздневарисские интрузии, затем известняковые толщи, туфо-порфиры верхнего палеозоя и мезо-кайнозойские отложения, а также главнейшие тектонические нарушения и, наконец, известные рудные месторождения Тянь-Шаня, среди которых выделены три группы: действующие рудники, месторождения, заслуживающие разведки, и месторождения, заслуживающие только упоминания. Далее на карте намечены те площади или зоны, где можно рассчитывать открыть поисковыми работами месторождения тех или иных металлов. В некоторых случаях такие площади удалось оконтурить, в других случаях были намечены только общие перспективные зоны. И в том и в другом случае особыми значками (химическими символами) указаны те металлы, которые можно предполагать открыть на том или ином участке, в виде химических символов с вопросительным знаком.

Таким образом, карта эта наглядно изображает те районы западного Тянь-Шаня, на которых должны быть проведены детальные поисковые работы на различные металлы.

В Северном Приаралье уже в продолжении нескольких лет (с 1937 г.) сотрудниками института под руководством А. Л. Яншина проводились экспедиционные работы по изучению общей геологии и тектоники этой малоисследованной территории. В результате была составлена карта и дан прогноз существования в Северном Приаралье артезианских бассейнов пресных вод, прогноз, уже подтвержденный разведочными работами и получающий практическое применение.

Работы института в Северном Приаралье выяснили ошибочность прежних представлений о геологическом строении этой области. Как показала составленная геологическая карта в масштабе 1:500 000, развитые здесь отложения образуют не единый очень пологий прогиб с практически почти горизонтальным залеганием слоев в его центральных частях, как это предполагалось раньше, а целую серию пологих антиклинальных и синклинальных складок, нередко рассеченных продольными сбросами большой амплитуды и большого протяжения. Установление этого обстоятельства логически привело к выводу о том, что в Северном Приаралье существует не единый артезианский бассейн, а целая серия артезианских бассейнов с различными условиями питания

и дренации водоносных горизонтов, а следовательно, различным их минеральным режимом. При новой тектонической концепции данные нескольких старых скважин оказалось невозможным распространять на всю площадь Северного Приаралья, и появились надежды на открытие здесь, на ряду с минерализованными артезианскими бассейнами, артезианских бассейнов, содержащих горизонты пресных вод.

Многолетний опыт работы советских гидрогеологов в южной полупустынной зоне Союза показал, что степень минерализации артезианских вод здесь зависит, главным образом, не от состава вмещающих воду пород, а от характера питания и дренированности водоносного горизонта. Особенно существенное значение имеет последнее обстоятельство. Хорошо дренированный артезианский горизонт, имеющий воду, постоянно циркулирующую от области питания к области выхода, как правило, не минерализуется или минерализуется очень слабо. Тот же горизонт в соседнем артезианском бассейне, лишенном естественной дренации, будет иметь застойную воду и может показать минерализацию во много тысяч миллиграмм на литр различных солей.

Изучение стратиграфии Северного Приаралья, выделение в разрезе возможных водоносных горизонтов и выяснение условий их залегания для оценки вероятного характера их питания и дренации позволили работавшей здесь бригаде на составленной карте прогноза поисков артезианских вод наметить существование двух артезианских бассейнов с пресными водами: Чокусинского и Челкарского.

Чокусинский артезианский бассейн приурочен к небольшой синклинали, проходящей к востоку от песков Малые Барсуки. Вдоль восточного борта этой синклинали давно были известны и даже эксплуатировались родники, которые считались выходами малодебитных грунтовых вод неглубокого залегания. Лишь выяснение общей геологической картины строения района позволило предположить, что эти родники в действительности представляют собой зону дренации артезианского горизонта в песках среднего эоцена.

Все предположения бригады института относительно Чокусинского артезианского бассейна подтвердились. В настоящее время разработан и утверждён технический проект получения из него 2000 м³ воды в сутки для снабжения ст. Саксаульской. В 1940 г. Оренбургская железная дорога приступает к постройке водозаборных сооружений и водопровода.

В связи с тем, что разведочные работы Трансводпроекта выявили большие потенциальные возможности Чокусинского артезианского бассейна, у бригады возник проект снабжения его водами г. Аральска. После разведки одного из участков Чокусинского артезианского бассейна для водоснабжения ст. Саксаульской бригадой института на основании полученных цифровых материалов была произведена общая оценка его потенциальных возможностей, и в декабре 1939 г. выдвинут проект снабжения его водами г. Аральска, расположенного всего в 55—60 км от возможных мест водозабора, т. е. в два раза ближе, чем от р. Сыр-дарьи. По предварительным подсчетам Трансводпроекта, водоснабжение г. Аральска из Чокусинского бассейна будет стоить на несколько миллионов рублей дешевле, чем снабжение его водами р. Сыр-дарьи. Кроме того, по своему качеству артезианские воды значительно лучше речных, требующих дезинфекции и умягчения.

Второй, значительно более крупный артезианский бассейн с пресными водами, согласно прогнозу бригады института, должен располагаться под обширной Челкарской синклиналию, которая протягивается вдоль западного края Больших Барсуков и пересекается железной дорогой на участке от ст. Каульджур до ст. Конмулла. Основные во-

доносные горизонты этого бассейна должны располагаться на значительной глубине в песках континентального мела, которые на крайнем юге его выходят в брахиантиклинальном поднятии полуострова Куланды, дренируются здесь и дают зону восходящих родников. Благодаря благоприятным гипсометрическим условиям (осевой полосе синклинали соответствует депрессия рельефа), воды Челкарского бассейна на площади свыше 6000 км² должны быть самоизливающимися.

Принимая во внимание вероятный самоизлив вод Челкарского бассейна, нужно думать, что они с успехом могли бы применяться не только для водоснабжения железной дороги, но и в целях поливного земледелия.

Карта прогноза мацестинских сероводородных вод (Черноморское побережье Кавказа) была составлена А. М. Овчинниковым.

Мацестинская сероводородная вода является важнейшим лечебным фактором. По своему типу она является термальной хлоридно-натриевой водой, газирующей азотом с метаном и сероводородом. Общая минерализация доходит до 20 г на 1 л, концентрация сероводорода до 343 мг на 1 л (В. Мацеста). По своему типу, как показали результаты экспедиции Академии Наук СССР, она является метаморфизованной морской водой и может рассматриваться как погребенная вода, имеющая некоторые черты сходства с водами нефтяных месторождений.

Несмотря на огромное внимание партии и правительства к строительству Сочи-Мацестинского курорта, этот последний не был подготовлен к значительному расширению использования гидроминеральной базы. До 1936—1937 гг. на курорте отсутствовала геологическая и гидрогеологическая карта района питания и формирования мацестинских вод, вследствие чего господствовали вульгарно-механистические взгляды на природу и условия циркуляции воды, далекие от современных гидрогеологических представлений. Вся картина происхождения мацестинских вод сводилась к тому, что якобы в отдельных узко ограниченных зонах по вертикальным трещинам поднимаются из больших глубин «коренные струи», разбавляемые по мере подъема пресными водами. Эти взгляды тормозили развертывание работ на курорте.

Экспедиция Института геологических наук Академии Наук СССР 1937—1938 гг. на основе широких геологических и гидрогеологических исследований и сравнительного анализа материала по сероводородным водам Кавказа район мацестинских сероводородных вод рассматривает как единое большое месторождение, представляющее своеобразный артезианский бассейн в известняковых массивах зоны абхазских фаций. Циркуляция воды в этом месторождении имеет пластово-трещинный характер, причем наиболее благоприятные условия создаются в зонах интенсивного развития трещин и разрывов.

На основе работ Сочинской экспедиции непосредственно в районе мацестинских вод, а также на основе обследования минеральных источников всего Черноморского побережья Кавказа в 1937 г., произведенного А. М. Овчинниковым и Ф. А. Макаренко, А. М. Овчинниковым в 1938—1939 гг. составлена карта прогноза распространения этих вод в масштабе 1 : 210 000. На карте показаны гидрогеохимические зоны различных типов вод вместе с областями их питания, причем ясно подчеркивается приуроченность мацестинских вод исключительно к южным районам (в северных зонах аналогичных вод не встречено). Кроме того, показаны места выходов с обозначением типа источника и его дебита.

На карте выделены следующие зоны распространения различных типов минеральных вод на Черноморском побережье Кавказа.

1) Области развития юрских толщ. Между полюсом распространения углекислых струй Кавказа и периферической зоной сероводородных вод на южных склонах Кавказа у побережья выделяется область развития сульфидных и хлоридно-гидрокарбонатных натриевых вод, местами чистых гидрокарбонатно-натриевых вод (Казачья щель). Эти воды связаны с порфиристовыми, песчано-сланцевыми толщами средней и нижней юры как северной зоны флиша, так и южной зоны абхазской фации.

Особенно хорошо полоса сульфидных вод прослеживается вдоль северного края обследованного нами района Черноморского побережья Кавказа.

В южной части порфиристовая юра обнажается лишь при глубоком размыве в известняковых ядрах антиклинальных складок (Ахцу, Дзыхра и др.), где она является относительным водоупором. Обычно в местах выхода порфиритов встречаются мощные пресные родники (в долине рр. Псоу, Бзыбь и др.).

В пределах этой зоны выделяются Ткварчельские, или Аборанские термы, расположенные в верховьях р. Гализи, в районе Ткварчельского каменноугольного месторождения.

Термы эти, при общей слабой минерализации (менее 0,5 г на 1 л), являются сульфатно-хлоридными натриево-кальциевыми водами, чем несколько выделяются от других вод этой зоны. Отличаются они и сравнительно высокой температурой, достигающей до 35°C, и большим дебитом, измеряемым сотнями тысяч литров в сутки.

Минеральные воды Аибги, расположенные в зоне среднеюрских порфиристо-сланцевых пород, представляют группу интересных и довольно разнообразных сульфидных источников (с общей минерализацией 0,2—0,7 г на 1 л) с суммарным дебитом около 200 000 л в сутки.

Наиболее минерализованный источник III дает хлоридно-натриевую воду, источник II «Миндолим», имеющий наибольший дебит, сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатную натриевую воду. Воды остальных грифонов представляют ту или иную разновидность главных выходов. Следует отметить для вод Аибги, при относительно слабой минерализации, повышенное содержание борной кислоты от 6 до 37 мг на 1 л.

Наконец, почти у северо-западного окончания этой зоны в районе Туапсе проявляется группа гидрокарбонатно-натриевых вод Казачьей щели. В этих водах хлоридов значительно меньше, общая минерализация равна 0,5—0,9 г на 1 л. Сероводорода (общ.) 5—7 мг на 1 л.

Таким образом, районы развития средне- и нижнеюрских толщ южного склона Кавказа к югу до пояса углекислых струй дают по небольшим вторичным разрывам всюду слабо минерализованные сульфидные воды, обычно представляющие воды сравнительно неглубокой циркуляции и, следовательно, относительно невысокой температуры, за исключением тех случаев, когда имеются крупные разрывы, создающие благоприятные условия для выходов больших количеств воды (Ткварчели).

2) Северная зона флиша. Районы распространения верхнемелового флиша представляют зону формирования гидрокарбонатно-натриевых вод слабой минерализации (менее 1 г на 1 л). Для этих вод характерно наличие следов сероводорода, представленного в виде гидросульфидного иона HS' , т. е., учитывая высокое $pH = 8 - 8,5$, свободного сероводорода в этих водах почти не имеется, и они могут быть названы слабосульфидными.

Все они связаны с мергельно-глинистыми породами, где в результате выщелачивания, вероятно, получают свою минерализацию. Дебит их невелик; например, в Ольгинском источнике не более 300 л/сутки, в так называемых «Нарзанах» у Новороссийска 3000—5000 л/сутки, а в колодце у Геленджика (Тонкий мыс) при откатке получается цифра несколько более 10 000 л/сутки. Температура их (13—15° С) свидетельствует о неглубокой циркуляции.

3) Районы распространения нижнемелового флиша. В северной части Черноморского побережья выделяется узкая полоса верхнесидеритовой толщи (апт-альб), с которой связан выход весьма характерных солено-бромистых высокоминерализованных вод, газифицированных метаном.

Почти в одной тектонической зоне расположены источники Михайловский и Текосский и несколько севернее Морозовский. Они обладают ничтожным дебитом (100—200 л/сутки); возможно, ряд выходов скрыт под покровом четвертичных аллювиальных и деллювиальных отложений.

Эти районы преимущественного распространения нижнемелового флиша, в которых встречаются полосы как более молодых палеогеновых и верхнемеловых отложений, так и более древних верхнеюрских флишевых отложений, условно выделены в зону хлоридно-натриевых вод.

4) Южная зона абхазских фаций. Районы распространения, главным образом, палеогеновых отложений представляют, подобно районам верхнемелового флиша в северной зоне, зону гидрокарбонатно-натриевых вод слабой минерализации с незначительным содержанием гидросульфидного иона, что позволяет их охарактеризовать как слабосульфидные воды.

Среди источников со следами сероводорода (сульфидных) встречаются отдельные выходы с несколько повышенной минерализацией, но представляющие обычный тип гидрокарбонатно-кальциевых вод, какими является большинство пресных вод района. В ряде таких выходов замечалось повышенное содержание сульфатов.

Наибольшее значение и интерес с точки зрения генезиса сероводородных вод типа Мацесты представляют воды, циркулирующие в известняковых массивах зоны абхазских фаций. На карте хорошо видно, что к этим массивам приурочены, с одной стороны, мощные пресные родники (в Гагринском районе), а с другой, — довольно крупные минеральные хлоридно-натровые источники, выделяющие азот с примесью метана.¹ Особенно характерным для них является наличие сероводорода. Обращает внимание, что минеральные сероводородные хлоридно-натриевые воды проявляются, главным образом, на абсолютных отметках не выше + 30 м над уровнем моря, на переклиналином окончании известняковых ядер крайних к морю антиклиналей, т. е. в приморской полосе.

При общности типа ряда выходов (Мацеста, Агура, Петропавловские, Венецианские, Цаиши, Менджи) эти воды появляются из разных горизонтов известнякового массива (готерив-баррема, сенона, палеогена).

Мощные пресные родники в известняковых массивах встречаются и значительно выше на абсолютных отметках 200—300 м над уровнем моря. С другой стороны, в Гагринском районе известны субмаринные пресные источники.

¹ В трещинах Ахунского известнякового массива (верхний и нижний мел) известны вторичные битумы. Битуминозная карбонатная толща верхней юры обнажена в окрестностях Гагр.

Все это свидетельствует, что большую роль в появлении пресных или соленых вод играет дренирование известняковых массивов современной эрозионной сетью. Выше дренажа, где известняки все промыты и представляют карстовую область поглощения атмосферных осадков, при наличии того или иного подпора возникают подземные реки и мощные пресные родники. Ниже дренажа мы попадем в область возможного распространения хлоридно-натриевых вод.

На основе синтеза материала по структурам и условиям циркуляции вод как в Мацестинском месторождении (приуроченном в основном к Ахунскому массиву), так и в ряде других месторождений к югу в зоне абхазских фаций намечены места поисков и разведок сероводородных вод на новых участках (у антиклинальных структур).

Карта прогноза минеральных вод Черноморского побережья Кавказа послужила важным практическим подспорьем в работе экспедиции и является основой для правильного дальнейшего развертывания курортного строительства.

РАЗДЕЛ IV

КАПИТАЛЬНЫЕ СВОДНЫЕ РАБОТЫ

А. Стратиграфия СССР

Еще в 1936 г. Институтом геологических наук было намечено 15-томное издание «Стратиграфия СССР».

1. В 1939 г. вышел в свет первый том этого издания, представляющий собой капитальный труд объемом в 60 авторских листов, посвященный докембрию (главный редактор акад. А. Д. Архангельский).

Первый раздел этого тома, составленный под редакцией В. И. Лучицкого и Б. М. Куплетского, излагает стратиграфию докембрия Кольского полуострова, Карелии, Украины, Воронежского кристаллического массива вместе с районом Курской магнитной аномалии, Урала и Кавказа.

Второй раздел, составленный под редакцией акад. В. А. Обручева, посвящен стратиграфии Советской Азии и состоит из глав, дающих описание докембрия следующих ее частей: Прибайкалья, Западного Забайкалья, Байкальского нагорья с Средне-Витимской горной страной, Патомско-Витимского нагорья, Алданской плиты с Становым хребтом, Дальнего Востока с Восточным Забайкальем, Алтае-Саянской горной области, Анабарского массива, Таймырского края с Северной Землей, Енисейского края, северо-востока Сибири, северо-восточного Казахстана и Средней Азии.

Каждая глава обоих разделов написана лучшими знатоками, лично работавшими в указанных областях, причем почти вся эта большая коллективная работа, а именно: 87% ее объема, исполнена научными работниками Института геологических наук, как показывает перечень лиц, принимавших участие в составлении этого тома: Б. М. Куплетский, В. И. Лучицкий, Н. Г. Судовиков, Е. А. Кузнецов, А. П. Герасимов, Е. В. Павловский, А. И. Цветков, акад. В. А. Обручев, Д. С. Коржинский, А. Н. Чураков, К. В. Радугин, С. В. Обручев, В. А. Николаев.

Этот том подводит итоги тому, что сделано по изучению докембрия и его полезных ископаемых за годы советской власти, так как в дореволюционной России докембрийские образования изучались преимущественно с петрографической точки зрения. За годы же советской власти силами геологов различных учреждений СССР была проведена очень большая работа в связи с тем, что на поиски полезных ископаемых и на геологическую съемку неисследованных пространств было обращено исключительно большое внимание.

Как показывает рассматриваемый том «Докембрий СССР», мы имеем теперь в докембрии Европейской части СССР, в особенности на Украине и в области Курской магнитной аномалии, такие крупные месторождения железных руд, которые вывели СССР на первое место в мире по запасам железа; кроме того, стало ясно, что Дальний Восток

должен и может опираться именно на докембрийские железные руды; в докембрии Восточной Сибири железные руды также обнаружены, но пока не разведаны.

На Кольском полуострове в докембрийских образованиях обнаружены никелевые руды.

На Украине и на Дальнем Востоке известны докембрийские месторождения графита, причем месторождение Союзное (Дальний Восток) имеет весьма внушительные запасы. Для докембрия Восточной Сибири, Кольского полуострова и Карелии мы теперь знаем значительно больше месторождений слюды (мусковита), чем знали раньше. В докембрии Восточной Сибири (Восточный Саян) найдены первые алмазы, что в связи с давно известными находками алмазов в россыпях Енисейского кряжа выдвигает задачу поисков алмазов в Сибири. В докембрии Алданской плиты найдено месторождение корунда осадочно метаморфического происхождения, что делает вероятным нахождение других месторождений этого полезного ископаемого в данной области. Докембрий Урала и Дальнего Востока (Малый Хинган) включает в себе крупные залежи доломита и магнезита. В самое последнее время стала намечаться в Сибири связь между месторождениями марганца и докембрийскими образованиями; но подлинная сущность этой связи еще не разгадана. Почти во всех областях распространения докембрия обнаружено большое количество месторождений строительных камней различного качества. Наконец, при изучении докембрийских образований Сибири и Европейской части СССР обнаружено много месторождений различных полезных ископаемых, которые, хотя и являются более молодыми по времени самого образования, но тесно связаны с докембрийскими отложениями, служащими вмещающим этим ископаемым.

Очевидно, что дальнейшая разведка и особенно поиски новых месторождений полезных ископаемых могут быть правильно поставлены лишь в том случае, если мы вполне правильно и достаточно подробно будем представлять себе историю развития докембрийских образований, т. е. создадим правильную стратиграфию осадочных (метаморфизованных) отложений и выясним условия образования этих осадков, если выясним ход тектонических процессов и если установим последовательность образования магматических пород, причем установим, с какими из них были связаны рудообразовательные процессы. Рассматриваемый том «Докембрий СССР», подводя итоги наших знаний, и ставит себе эту задачу. В нем описывается не только стратиграфия осадочных отложений, но и развитие тектонических структур, циклы метаморфизма, последовательность явлений глубинного и поверхностного вулканизма, а также полезные ископаемые осадочного, магматогенного и метаморфического происхождения. В каждой главе использована вся существующая литература и даже рукописи, а в конце каждой главы дан исчерпывающий список литературных первоисточников.

В конце первого и второго разделов этого тома даны обобщающие главы по докембрию Европейской и Азиатской части Союза.

В настоящее время установлено, что докембрийские отложения земного шара по длительности своего образования составляют первую половину летописи земной коры, если не больше; например, в Северной Америке они уже разделены на 11 геологических периодов, охватывающих археозой и протерозой, тогда как вторая половина отложений этого материка, начиная от кембрийского периода до наших дней, состоит лишь из 10 периодов.

В свете таких больших успехов в американской геологии мы должны признать, что докембрий СССР изучен далеко недостаточно и крайне неравномерно.

Наиболее подробно изучен нами докембрий Кольского полуострова, Карелии и Украины. На Кольском полуострове и в Карелии составлена очень подробная стратиграфия, которая может считаться достаточно прочно обоснованной, так как, с одной стороны, нет существенных разногласий между различными советскими геологами, составившими ее на различных основаниях; с другой стороны, теперь в основном существует полное согласие между этими выводами и выводами финляндских геологов по стратиграфии соседней Финляндии.

Отрадно подчеркнуть, что крупная перестройка наших представлений о стратиграфии нижнего докембрия (археозоя), произведенная за последние годы в Фенно-Скандии, была начата советскими геологами на Кольском полуострове и впоследствии была продолжена и признана правильной финляндскими геологами.

Достаточно подробно разработана и стратиграфия докембрия Украины, причем обнаружено большое сходство между магматическими породами Украины и Кольско-Карельской области; но сопоставление осадочных отложений полностью еще не достигнуто. Вместе с тем для докембрия Украины сделана первая попытка сопоставления его формаций с докембрийскими формациями Северной Америки.

Докембрий Кавказа, Урала и Средней Азии, недавно установленный, еще недостаточно изучен. На Кавказе он уже расчленен на протерозой и археозой, но сопоставление его свит с докембрийскими свитами даже близлежащей Украины еще не представляется возможным.

На Урале далеко не везде доказан докембрийский возраст его древнейших образований, а в некоторых местах является спорным докембрийский возраст его верхних свит, хотя следует отметить, что эти отложения уже расчленены на большое количество свит. Вместе с тем открытие среди этих отложений осадочных железных руд, подобных Криворожским, намечает уже теперь возможность сопоставления докембрия Урала с докембрием Украины.

В Средней Азии мы не только не в состоянии расчленить докембрий на протерозой и археозой, но не можем считать прочно обоснованным даже докембрийский возраст этих отложений.

Состояние наших знаний по докембрию Сибири тоже крайне неудовлетворительно. С одной стороны, здесь, правда впервые, обнаружен докембрий на северо-востоке Азии, на Таймырском полуострове и на Северной Земле. Но с другой стороны, на обширных пространствах Сибири — от Горного Алтая до хр. Сихотэ-Алиня на Дальнем Востоке — мы во многих местах еще не пришли к единодушному мнению о возрасте древних отложений, несмотря на многолетние исследования. В одних местах наличие докембрия, протерозоя совершенно отрицается некоторыми исследователями, которые считают его нижним палеозоем; в других местах установление точной границы между протерозоем и кембрием вызывает большие споры; в третьих местах для двух соседних частей одного и того же горного массива созданы различные схемы стратиграфии протерозоя с различной тектонической структурой. Тем не менее сторонниками докембрия, которые являются в большинстве, проделана большая работа: докембрий расчленен на археозой и протерозой, причем последний разделен на верхний и нижний протерозой.

В виду того, что протерозойские свиты различных горных сооружений еще не сопоставлены или эта работа произведена лишь частично, встала неотложная задача разработки особых методов стратиграфического сопоставления палеонтологически безмолвных свит. В рассматриваемой работе по стратиграфии докембрия СССР намечены такие методы в виде морских следов протерозойского оледенения, осадочных

железных руд, первично-кремнистых осадочных пород (силицилитов), ибо все эти образования могут явиться стратиграфическими горизонтами; намечается для этой цели использовать и ультраосновные породы (перидотитовые пояса), а также существование одинаковых или различных планов тектоники как показателей относительной величины стратиграфических перерывов.

Кроме того, в протерозойских отложениях Западной и Средней Сибири найдено большое количество разнообразных водорослей, которые пока не дают надежной опоры для обоснования палеонтолого-стратиграфического метода; но они являются новым и весьма ценным материалом для познания истории развития растений.

Несмотря на все недостатки в изучении докембрия Сибири, все же сделан первый шаг к сопоставлению его формаций с докембрийскими формациями Северного Китая.

Следует подчеркнуть, что изучение докембрия Сибири привело к изменению представлений о палеогеографии и расположении тектонических структур докембрия Азии, так как теперь стало уже очевидным, что древнейшим элементом советской Азии было не «древнее темя Азии». Вместо него теперь вырисовывается древняя суша — «Протеро-Сибирь», которая во время протерозоя была расположена в середине современной Сибирской платформы, а затем в конце протерозоя была окаймлена с запада, северо-запада, юго-запада и юга системой протерозойских складок. Кроме Протеро-Сибири существовало, повидимому, еще две суши, из которых одна находилась на крайнем северо-востоке Азии, а другая в пределах Горного Алтая.

В заключение необходимо подчеркнуть, что том «Докембрий СССР», ставший библиографической редкостью, успел устареть уже к моменту своего выхода в свет.

Это показывает, насколько быстро растут наши знания в этой области, и намечает необходимость второго издания этой весьма ценной книги.

2. Б. П. Жижченко, В. П. Колесниковым и А. Г. Эберзиным в 1939 г. составлен и сдан в печать XII том издания «Стратиграфия СССР», посвященный неогену.

Материал в этом томе расположен по стратиграфическому принципу. Описанию каждой крупной стратиграфической единицы посвящена отдельная статья, начинающаяся кратким обзором изучения, в котором особое внимание уделяется развитию взглядов на стратиграфическое подразделение описываемого яруса или горизонта. Затем следует глава, посвященная распространению этих же отложений как в СССР, так и за пределами его. Более подробно описываются характер отложений, их фациальные изменения и состав фауны. Эта глава сопровождается палеогеографическими картами и наиболее типичными разрезами. В заключение описания каждого яруса или горизонта довольно подробно рассматриваются физикогеографические условия бассейна и его геологическая история, предлагается детализация стратиграфии, дается краткий обзор полезных ископаемых и намечаются вопросы дальнейшего изучения. Заключительная глава иллюстрирована картами распределения осадков в бассейне и распределения их мощностей. Для некоторых бассейнов даются карты петрографических провинций и течений. Весь том состоит из 17 таких статей. В конце тома дана общая стратиграфическая схема подразделения неогена.

Том «Неоген» не является сводкой обычного типа. Авторами была поставлена перед собой задача подведения итогов знаний о неогеновых отложениях для возможно более детальной разработки геологической истории неогеновых бассейнов.

Детализация стратиграфии рассматривалась как вывод из геологической истории. Каждый стратиграфический горизонт описывался не только как комплекс определенных слоев, охарактеризованный той или иной руководящей формой, а главным образом, как определенный этап развития неогеновых бассейнов.

Такой подход к изучению позволил значительно уточнить и детализировать стратиграфию неогена. Так, например, было установлено, что: 1) аральский ярус имеет добурдигальский возраст; 2) сакараульские слои несомненно принадлежат к бурдигальскому ярусу; 3) возраст онокфоровых слоев точно устанавливается как гельветский; 4) тарханский горизонт относится не к нижнему миоцену, а к тортонскому ярусу (средний миоцен); кроме того, для тарханского горизонта предложено двучленное деление; 5) на фоне общей геологической истории совершенно иное значение получили фолладовые слои — выяснены условия их образования и их разновозрастность (караган и конка); 6) для сармата вместо трехчленного деления предложено пятичленное, как более полно отражающее развитие сарматского бассейна; 7) стратиграфическая схема мэотиса совершенно изменена, а именно: установлено широкое распространение раннемэотических отложений; таким образом, нижний мэотис Андрусова по новой схеме имеет среднемэотический возраст, а средний — верхнемэотический возраст; 8) для понта предложено трехчленное деление — помимо новороссийского и босфорского горизонтов очень широким распространением пользуется более низкий горизонт — евпаторийский; 9) опыт подразделения азербайджанского акчагыла был перенесен на всю область распространения этих отложений; 10) детально разработано тройственное деление апшерона; 11) то же самое сделано для киммерийского яруса; 12) уточнен объем куялницкого яруса.

Все это относится к общеярусным подразделениям, но были также уточнены местные детальные стратиграфические схемы, многочисленность которых исключает возможность перечисления всех изменений, которые были в них внесены.

Детализация стратиграфии неогеновых отложений вызывается самой жизнью. Она возникает в процессе работы многочисленных нефтяных трестов. Для каждого, иногда очень небольшого, района создаются свои стратиграфические схемы, как правило, трудно сопоставляемые со схемами соседних районов. Увязать эти схемы между собой можно только путем детализации геологической истории.

Первый довольно подробный очерк геологической истории дается в неогеновом томе, и в этом его основное значение для геологов и разведчиков, работающих по выявлению новых запасов нефти.

В. Петрография СССР

1. Д. С. Белянкиным и В. П. Петровым в 1939 г. закончено составление очерка по петрографии Грузии.

В соответствии с громадной сложностью геологического строения Грузии естественно также и весьма большое разнообразие слагающих ее горных пород.

Весьма интересно относительное площадное распространение их на территории Грузии. Подсчеты, проведенные на основе составленной карты, показали, что из общей площади Грузии в 69.6 тыс. км² приблизительно одна треть (21.6 тыс. км², или 31%) сложена изверженными породами; 36.3 тыс. км² (или 52%) — осадками дочетвертичного времени; остальные 11.7 тыс. км² (или 17%) занимают крупные поля

четвертичных и континентальных рыхлых накоплений. Дальнейшая более подробная разбивка этих цифр дается в следующей сводке:

а) Изверженные породы. 1) Четвертичные лавы — 6.1 тыс. км² (8.7⁰/о); в том числе лавы: Ахалкалакского плато 4.9 тыс. км², Дожкуз-паура 0.7 тыс. км², Годерского перевала и его окрестностей 0.2 тыс. км², Казбекского района 0.2 тыс. км², Южной Осетии 0.02 тыс. км².

2) Вулканогенные отложения разных периодов — 12.8 тыс. км² (18.5⁰/о); в том числе: юрские породы 6.7 тыс. км², эоценовые 5.2 тыс. км², меловые 0.9 тыс. км².

3) Древние кристаллические породы — 2.3 тыс. км² (3.3⁰/о); в том числе породы: Главного хребта 1.5 тыс. км², Дзирульского массива 0.6 тыс. км², Храмского массива 0.1 тыс. км², Джандарского массива 0.03 тыс. км².

4) Неоинтрузии — 0.03 тыс. км².

б) Осадочные породы. 1) Третичные отложения — 14.7 тыс. км²; в том числе породы: Аджаро-Триалетии (боржомский флиш и туфогены) 3.5 тыс. км², глинисто-песчанистого верхнего эоцена (Рионская плита) 2.3 тыс. км², Кахетии 4.2 тыс. км², долин рр. Куры и Риона и Причерноморья 4.7 тыс. км².

2) Известняки мела — 4.5 тыс. км² (6.5⁰/о); в том числе: Рионской плиты 3.9 тыс. км², Аджаро-Триалетии 0.6 тыс. км².

3) Сланцевые отложения Главного хребта — 15.8 тыс. км² (22.7⁰/о); в том числе: сланцево-диабазовые свиты 3.5 тыс. км², нормальные сланцы 4.1 тыс. км², песчано-сланцевые свиты 2.3 тыс. км², мергелистые сланцы 2.3 тыс. км²; нижнемеловой флиш (свита Геске) 2.4 тыс. км², литографские известняки 1.2 тыс. км².

4) Лагунные отложения юры — 1.0 тыс. км² (1.4⁰/о).

5) Свита Десси (карбон) — 0.3 тыс. км² (0.4⁰/о).

в) Крупные поля четвертичных накоплений: Колхиды и Причерноморья — 4.7 тыс. км²; Горийской и Мухранской долин 1.6 тыс. км²; Куринской долины, ниже Тбилиси, 1,2 тыс. км²; Алазанской долины 2.5 тыс. км²; мелкие участки в Кахетии 1.7 тыс. км².

Как следует из приведенных данных, наибольшим распространением среди осадочных пород пользуются сланцевые отложения Главного хребта; площадь, занимаемая ими, больше, чем площадь всех третичных осадков, вместе взятых. Для изверженных горных пород характерны крайне малый процент интрузивных пород и колоссальное распространение пород эффузивных. Среди четвертичных лав бросается в глаза сравнительно небольшая площадь, занимаемая столь хорошо изученными лавами Приказбекского района.

Главная масса использованных в очерке материалов заимствована авторами из опубликованной литературы, но во внимание приняты и довольно многочисленные рукописи. Общее число источников охватывает около 1200 отдельных названий.

Преследуя цели возможно объективного изложения петрографии Грузии на основе всех этих материалов, авторы присоединили сюда одновременно и свой личный опыт, только отчасти отраженный в литературе. Между прочим, ими устанавливается следующее:

1) Серые и красные граниты Дзирульского массива и Главного хребта, рассматриваемые некоторыми авторами как разновозрастные геологические группы, образуют фактически не больше, как различные фазы единого древнего магматизма, причем в серых гранитах, относящихся к более ранней фазе, сосредоточено больше ассимилированного из боковых пород материала.

2) Вырисовываются, напротив того, совершенно определенно две

возрастные группы грузинских неинтрузий: а) мезозойская (средняя юра — нижний мел), к которой принадлежат довольно многочисленны́е гранитные, грано-диоритовые и габбровые внедрения в Абхазии, Сванетии и Дзирульском районе, и б) третичная (олигоцен, миоцен), обнимающая собой грано-диоритовые, сиенитовые и дацитовые проявления их в пределах Главного хребта (Казбекский район, Рача, Цана и пр.), с одной стороны, и в Гурии и Аджаро-Триалетии, с другой.

3) Все вообще неинтрузии в той или иной мере контаминированы боковыми материалами, но крайний случай такого рода представляют бакско-эцкерские неограниты Сванетии, рассматриваемые авторами как продукт регенерации древних гранитов на контакте их с юрскими диабазами.

4) Специальный тип неинтрузий имеем мы в тешенитах, довольно широко распространенных в Грузии (Окриба и Рача, Ахалцих, Кахетия). Возраст их послемеловой для кутаисских пород, посленижне-олигоценый для пород Ахалциха. Тешениты сильно дифференцированы; в окрестностях Ахалциха с ними ассоциируют весьма своеобразные камптониты с своеобразным фельдшпатидом, по своей оптике и химизму близким к лейциту, но кристаллизующимся в форме ромбических додекаэдров.

5) Детально изученные авторами любопытнейшие контакты тешенитов Никорцминди в Раче с боковыми альбскими мергелями показали развитие в этих последних целого ряда оригинальных силикатов, как то: гидроволластонита, ксонотлита и особенно гибшита, для которого, между прочим, определена и совершенно новая химическая формула: $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ вместо ошибочно предложенной ранее Корню: $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

6) Базальтовые потоки и покровы, сопровождающие туронскую свиту «Мтавари» и рассматривающиеся обыкновенно как более поздние, верхнетретичные, оказываются на самом деле, согласно наблюдениям авторов, синхроничными со свитой, т. е. верхнемеловыми.

7) Четвертичные и верхнетретичные лавы Южной Грузии следующим образом подразделяются по относительному их возрасту и петрографическому составу. Наиболее древними являются покровные излияния базальтов; более молодыми — андезито-дациты, образующие экструзивные конусы и реже основу центральных вулканов. Весь цикл заканчивается многократными излияниями стекловатых андезитов и андезито-дацитов из немногих центральных вулканов (Абул, Самасар и др.).

8) В качестве характерной и довольно постоянной составной части молодых андезито-дацитовых лав указывается авторами кристобалит. Отчасти он замещает первоначальное стекло породы, отчасти кристаллизуется более самостоятельно, в пустотках этой последней. Весьма замечательно, кроме того, нахождение его в качестве новообразования в галлуазитовых песчаниках, контактирующих с базальтом Наманеви.

9) В минералогическом составе глинистых образований Грузии довольно значительное участие принимают галлуазит (батумские «латериты»), монтмориллонит (меловые гумбрины, третичные асканиты), железистый байделит (Чобарети).

2. П. М. Татариновым была представлена обобщающая работа по петрографии восточной полосы габбро-периодитовой формации Среднего Урала. Эта полоса обнимает четыре интрузии основных пород. Наиболее северная из них Алапаевская, протягивающаяся на 55 км, к югу от нее находится небольшой Останинский массив, за ним Режевский и после него, через перерыв около 20 км, крупная Баженовская интрузия.

Для интрузий восточной полосы характерно то, что они сложены почти исключительно перидотитами (гарцбургитами) с незначительным развитием габбро и особенно пироксенитов и совершенно ничтожным — дунитов. Такой состав резко отличает эту полосу от более западных. Отличительной особенностью восточных интрузий является обильно развитая в них своеобразная свита жильных пород. Характерно отсутствие месторождений платины и нахождение крупных месторождений асбеста.

П. М. Татаринским дано описание как всех изверженных пород слагающих интрузий, так и пород, их вмещающих. Алапаевская интрузия представляет, вероятно, акмолит, внедренный в толщу сложенных в складки палеозойских пород. С востока ультраосновная интрузия соприкасается с кремнистыми сланцами, филлитами и переслаивающимися с ними диабазы, порфиритами и туфами. С запада, к северу от Нейвы, ультраосновной массив соприкасается с более молодыми гранитами, а южнее Нейвы с сильно дислоцированными метаморфизованными осадочными породами.

Алапаевский массив сложен, главным образом, гарцбургитами. Характерно широкое развитие разнообразных жильных пород. Жилы эти обладают малой мощностью, сравнительно слабо изменяют вмещающие породы, но обнаруживают интенсивную метаморфизацию самих жильных пород с развитием граната, хлорита, амфибола и др.

В Останинском массиве жильные породы менее разнообразны. Они довольно однообразны также и в Режевском массиве, отличающемся неправильностью своей формы.

Баженовская интрузия представляет крутопадающее на запад линзовидное тело, в центральной части сложенное гарцбургитами, а в северной и западной габбровыми породами. Жильная серия Баженовской интрузии довольно разнообразна.

П. М. Татаринев выделяет следующие основные группы горных пород в описываемом им районе: 1) ультраосновные бесполовошпатовые породы и продукты их метаморфизма (серпентиниты, хлоритовые, тальковые породы и др.); 2) габбро и породы «восточной интрузии» Баженовского изумрудного района, генетически связанные с основными породами восточной полосы; 3) жильные породы ультраосновной и основной магмы и метаморфические породы, из них происшедшие; 4) жильные породы гранитной магмы; 5) породы, вмещающие габбро-перидотитовые интрузии восточной полосы; это группа довольно разнообразных пород, охватывающая граниты, диабазы, порфириты и их туфы, кремнистые и глинистые сланцы, известняки, мраморы и метаморфические, кристаллически-сланцеватые породы.

Каждая из перечисленных нами пяти групп обнимает целый ряд горных пород, описываемых Татариневым в отношении состава минералогического и химического, структуры и геологических отношений.

Работа П. М. Татаринев освещает петрографию чрезвычайно важного комплекса основных пород Урала, с которым связаны имеющие мировое значение месторождения асбеста.

3. Важным для познания петрографии Восточной Сибири выпуском серии «Петрография СССР» является работа Ю. А. Билибина «Последние интрузии Алданского района». Она посвящена описанию исключительно интересных горных пород, образующих, главным образом, пластовые интрузии лакколита, частью дайки. Большинство этих пород относится к редким щелочным породам, в частности псевдолейцитовым. Район распространения этих интрузий обнимает южную часть Алданской плиты. Главная особенность его строения заключается в том, что здесь на сильно складчатых метаморфизованных, пре-

вращенных в кристаллические сланцы и интродированных гранитами, архейских породах полого залегают нормальные осадочные породы кембрия и юры, интродированные послееюрскими магматическими породами. Их интрузии очень часто внедрялись на границе между археем и кембрием, но они залегают также и среди кембрийских пород, которые начинаются базальными песчаниками и конгломератами, но, главным образом, представлены известняками.

Выходы послееюрских интрузий располагаются тремя полосами. Наиболее длинная полоса юго-западная, представляющая пологовыпуклую к юго-западу дугу длиной около 100 км. К ней относятся четыре крупных лакколита щелочных пород: Инаглинский, Томмотский, Юхтинский, Ыллымахский и большое количество мелких лакколитов и штоков.

Вторая полоса интрузий идет параллельно первой в 30 км к северо-востоку от нее, также представляя выпуклую к юго-западу дугу. Она обнимает преимущественно небольшие лакколиты сиенитов и интрузивные залежи порфириновых пород.

Третья полоса интрузий идет в северо-восточном направлении перпендикулярно двум первым, как бы по радиусу их дуг. В юго-западном конце ее расположен крупный Якокутский лакколит щелочных пород. На другом конце развиты мелкие лакколиты и обильные дайки щелочных пород. В остальной части небольшие лакколиты сиенитов и силлы порфириновых пород.

Кроме того, интрузии известны и в некоторых других местах. С интрузиями послееюрских магматических пород связывают месторождения золота этих районов.

Хотя горные породы, слагающие интрузии, весьма разнообразны, признаков дифференциации, происшедшей на месте, не заметно и приходится допускать, что дифференциация произошла в более глубоких магматических очагах.

Все послееюрские магматические породы по возрасту можно разбить на четыре крупные группы, внутри которых возможно и более дробное деление. Эти четыре группы обнимают следующие породы: 1) пластовые интрузии порфириновых пород, кварцевых и бескварцевых порфиров, меланократовых порфиров, биотитовых порфиритов и пр.; 2) лакколиты, штоки и дайки весьма разнообразных щелочных пород: псевдолейцитовых и эпилейцитовых порфиров, псевдолейцитовых сиенитов, псевдолейцитовых тингуаитов, псевдолейцитов, шонкинитов, фояитов, щелочных сиенитов, пуласкиитов, сельвсбергитов, бостонитов и прочих; 3) лакколиты и штоки, реже дайки щелочно-земельных пород: микромонзонитов, меланократовых микросиенитов, авгитовых сиенитов и сиенит-порфиров и пр.; 4) штоки и дайки эгириновых гранитов, грано-сиенитов, гранит-порфиров и грано-сиенит-порфиров.

Эти разнообразные породы являются предметом подробного описания их Ю. А. Билибиным. Он различает среди них 48 типов, начиная от кварцевых порфиров и эгириновых гранитов до псевдолейцитовых пород, с одной стороны, и пикритов и перидотитов, с другой. Исключительно богатый и оригинальный материал, изученный автором, и сравнительная простота геологических условий, в которых залегают изученные породы, являются благоприятными обстоятельствами для рассмотрения сложной проблемы генезиса щелочных магм.

Этим общим вопросам Ю. А. Билибин посвящает последнюю главу своей работы. Он считает возможным выделить среди пород интрузий юры ряды пород, в каждом из которых разнообразие пород может быть объяснено путем кристаллизационной дифференциации одной из трех магм: лейцит-базальтовой, ортоклаз-базальтовой и трахи-базальтовой.

Для объяснения этих исходных магм автор прибегает к гипотетическому представлению о дифференциации трахи-базальтовой магмы путем диффузии диссоциированных молекул при высокой температуре и во всяком случае до начала кристаллизации.

С. Минералогия СССР

В последние годы Институтом геологических наук было начато подготовкой капитальное издание «Минералы СССР» под общей редакцией акад. А. Е. Ферсмана.

Издание ставит своей целью подытожить огромный фактический материал, накопленный со времени издания 11-томного труда Н. К. Кокшарова «Минералогия России», последний том которого вышел почти 50 лет назад. Особенно крупные успехи минералогические работы имели за последние 20 лет, когда при широком развитии геологоразведочных работ в нашей стране было открыто весьма значительное количество новых промышленных месторождений полезных ископаемых. За этот период при детальном исследовании минерального сырья были подробно изучены условия нахождения минералов; кроме того, было обнаружено много новых минералов, сведения о которых рассеяны в многочисленных различных периодических и повременных изданиях советской литературы, а также в рукописных отчетах геологоразведочных организаций. В издании «Минералы СССР» будут собраны все важнейшие сведения о минералах, встречающихся на территории нашего Союза, а также данные исследований, которым когда-либо подвергался тот или иной минерал. В результате будут даны сборники статей по отдельным минералам, расположенным в порядке принятой классификации минералов.

К составлению статей привлечены как сотрудники Института геологических наук, так и крупные специалисты в области минералогии других геологических научно-исследовательских организаций Союза.

1. В 1939 г. находился в печати первый том издания объемом около 30 авторских листов, посвященный самородным элементам (ответственный редактор Н. А. Смольянинов).

В вводной главе дается общая характеристика самородных элементов, приводится классификация и полный список минералов этого класса как известных, так и отсутствующих пока в Союзе.

В первом томе приведено описание 41 минерала. К числу их относятся такие важные в промышленном отношении, как золото, минералы платиновой группы, медь, висмут, алмаз, графит и сера. Описание каждого минерала состоит из двух частей: общей и специальной. В общей части приводятся общие сведения о минерале (физические и химические свойства, условия нахождения в природе, промышленное значение). В специальных разделах статей дается более подробное описание минералов и месторождений СССР в определенном порядке.

В заключительной главе тома дана общая характеристика распространения самородных элементов на территории СССР, значения их для народного хозяйства нашей страны и изложены задачи дальнейших исследований.

2. В 1939 г. был сдан в печать также второй том издания «Минералы СССР», посвященный классу сульфидов, сульфосолей и им подобных соединений Se, Te, As, Sb и Bi (ответственный редактор А. Г. Бетехтин). Объем второго тома составляет 65 авторских листов.

Этот том обнимает большую группу исключительно важных в промышленном отношении минералов. Достаточно сказать, что наша ме-

таллургия цветных и многих редких металлов базируется в основном на сульфидных рудах меди, цинка, свинца, серебра, мышьяка, сурьмы, висмута, молибдена, ртути, отчасти никеля и кобальта. С сульфидными рудами связаны и такие ценные элементы, как кадмий, индий, теллур, селен, германий, галлий, рений и др.

Очерки по отдельным минералам класса сернистых и прочих природных соединений, собранные в этом томе издания «Минералы СССР», показывают, насколько резко возросли к настоящему времени наши минералогические познания по сравнению с дореволюционным уровнем. Не говоря уже о том, что за последнее двадцатилетие весьма значительно расширились наши сведения о распространении отдельных минералов, за этот период открыто большое количество новых, неизвестных ранее у нас минералов. Среди них мы имеем такие важные в промышленном отношении минералы, как пентландит, станнин, никелин, кобальтовые арсениды, теллуриды золота и др. Весьма интересные данные получены по распространению в отдельных сульфидах таких элементов, как селен, теллур, индий, кадмий, галлий, германий и др. Значительно увеличилось также общее количество полных химических анализов отдельных минералов. Наконец, огромные успехи достигнуты в области минераграфического изучения сульфидов, которое за последнее время получило широкое распространение во всех геологических научно-исследовательских институтах нашего Союза. Этим путем удалось не только открыть новые для тех или иных месторождений сульфидные минералы, но также изучить свойства отдельных сульфидов, особенности их строения, свидетельствующие об условиях образования, более точные парагенетические соотношения минералов и пр.

Во втором томе издания «Минералы СССР» описано 95 минералов. В вводной главе так же, как и в первом томе, дана общая характеристика сернистых и им подобных соединений. Приводимая классификация минералов этого класса переработана. В заключительной главе приводится общая характеристика промышленного значения и распространения сульфидных минералов на территории СССР и затем излагаются дальнейшие задачи в изучении минералогии сернистых, мышьяковистых и им подобных соединений.

РАЗДЕЛ V

РАБОТЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ ГЕОХИМИИ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

(Руководитель акад. А. Е. Ферсман)

Геохимия редких элементов была предметом исследования ряда научных сотрудников Института геологических наук.

В 1939 г. изучались селен и теллур, индий, бериллий, цирконий и ртуть.

Работы заключались в составлении сводных монографий по элементам.

Изучением геохимии рассеянных редких элементов занимались, при деятельном участии спектроскопической лаборатории три научных сотрудника.

1. В. В. Щербина в 1939 г. занимался изучением геохимии селена и теллура, заключающимся в суммировании знаний об этих элементах на территории СССР, сводке их важнейших физических и химических свойств, их технологии, а также данных о месторождениях этих элементов за границей.

В работе указывается, что, хотя в геохимических особенностях селена и теллура есть много общего, в целом их геохимические характеристики довольно резко различаются, а именно:

а) условия концентрации селена и теллура неодинаковы; это доказывается закономерным отсутствием теллуридов в месторождениях селенидов и наоборот. В рассеянной форме нахождения (в сульфидах) фазы максимального обогащения селена и теллура часто не совпадают;

б) наиболее устойчивые природные соединения селена и теллура также различны: если для теллура очень характерны теллуриды золота, серебра и висмута и сравнительно редки теллуриды меди и никеля, то для селена его соединения с золотом до сих пор сомнительны. Наиболее устойчивы соединения с серебром, свинцом, сравнительно распространены селениды меди, и крупнейшее мировое местонахождение селенидов (Пакояка, Южная Америка) представлено селенидами никеля;

в) парагенетические ассоциации селенидов и теллуридов различны.

Для селена и теллура характерны две формы нахождения: концентрированная (в форме самостоятельных минералов) и рассеянная (в форме незначительной изоморфной примеси в сульфиде). Рассеянная форма нахождения для обоих элементов преобладает над концентрированной, причем теллур концентрируется легче селена. При меньшей распространенности теллура, чем селена, число теллуридов и их месторождений больше, чем селенидов.

Цифры содержания селена и теллура в земной коре в целом (кларки) отличны от таковых для СССР. Так, кларк селена представляется слишком высоким, наоборот, кларк теллура слишком низким. Однако для изменения цифр кларков нужны данные по распространению селена и теллура в главнейших мировых месторождениях.

Рассеянная форма нахождения селена и теллура для СССР является характерной. В отличие от крупных теллуридных месторождений США, Канады и Австралии, в СССР теллуридные месторождения, невыясненного еще пока масштаба, известны только в Забайкалье. Если месторождения селенидов указываются в ряде мест Южной Америки, Китая, Германии (Гарц) и США, то для СССР селениды до сих пор еще не найдены. Из 120—130 мировых теллуридных месторождений на территории СССР приходится около 15 месторождений и из 40 минералов теллура в СССР известны около 8: тетрадимит, калаверит, петунит, сивьанит, гессит, алтаит, риккардит (?) и теллурит.

Распространение селена и теллура в СССР по отдельным территориям характеризуется следующим образом:

а) Кольский полуостров, Монче-тундра. В медно-никелевых месторождениях в рассеяной форме в средних концентрациях встречен селен, который получается попутно при переработке медно-никелевых руд. Количество теллура незначительно.

б) Норильские сульфидные месторождения содержат в небольшой концентрации селен; теллур неизвестен.

в) Урал на сегодняшний день является главной сырьевой базой селена и теллура. Характерно почти постоянное присутствие в уральских сульфидах селена и теллура, причем в северной части селен преобладает над теллуrom; в районе Карабаша содержание селена и теллура примерно одинаково; в Башкирии теллур преобладает над селеном, однако наблюдаются отклонения. Известно несколько месторождений тетрадимита (непромышленные).

г) Казахстан — картина распространения селена и теллура в высшей степени сложная и запутанная.

В крупнейших медных месторождениях (Джезказган, Коунрад, Боше-куль и в Тургайском сурьмяном месторождении) селен и теллур анализами не обнаружены. В золоторудных месторождениях Степняк, Сталинское и других известны теллуриды висмута и некоторых других металлов. Сравнительно богато селеном Майкаинское колчеданно-полиметаллическое месторождение. В сравнительно очень высокой концентрации теллур обнаружен в полиметаллических месторождениях северо-западного Прибалхашья (П. Д. Федорков).

д) Алтай. Теллуриды известны еще с 1830 г. в Заводинском месторождении. В крупнейших свинцово-цинковых месторождениях (Риддер, Зырянск) селен и теллур анализами не обнаруживаются и известны скорее как исключение.

Наоборот, в прииртышской полосе медно-колчеданно-полиметаллических месторождений (Белоусовское, Березовское и др.) содержание селена и теллура иногда даже более высокое, чем в аналогичных рудах Урала.

Сводка В. В. Шербины указывает на значительное количество селена и теллура в СССР, которые еще очень неполно используются и теряются в процессах металлургии. Полупродуктами и промтоходами, содержащими селен и теллур, являются шламы электролитных или сернокислотных заводов и коттрельные пыли. Кроме того, на золотодобывающих фабриках теллур должен извлекаться из сульфидных концентратов перед их цианированием. Число заводов в СССР (4—5), добывающих теллур и селен, очень невелико. Необходимо организовать попутную добычу селена и теллура там, где в существующих предприятиях они теряются.

2. В. И. Влодавец и Н. М. Прокопенко при участии С. А. Боровика заканчивали исследования по химии и геологии индия. Они пришли к выводу, что индий не образует собственных минералов и

распространен в природе в виде примеси в кристаллических решетках других минералов. Индий установлен в 56 различных минеральных видах, причем в повышенных и высоких концентрациях он встречается всего лишь в 17 минералах. Основной областью распространения индия являются сульфиды, в особенности цинковые обманки. Повышенные концентрации индия наиболее типичны для магматитов и вообще темноокрашенных цинковых обманок.

Проведенные работы дали возможность установить закономерность в распространении индия в различных генетических типах месторождений. Индий наиболее широко распространен в гидротермальных, преимущественно свинцово-цинковых месторождениях (гипотермальных, гипомезо- и мезотермальных месторождениях). Наиболее высокие концентрации индия типичны для гипотермальных и гипомезотермальных месторождений.

На территории СССР индий распространен в следующих генетических типах месторождений:

1) Гипотермальные полиметаллические месторождения (Ак-Тюс, Чалкуйрюк и др.). Для них типичны высокие концентрации индия в цинковых обманках; этот тип месторождений встречается редко.

2) Гипомезотермальные месторождения (Кан-сай, Дарбаза, Буурду, Курган, Калата, Зюзельское, Дарасун и др.). Важная в практическом отношении группа месторождений, как правило, со значительными запасами сульфидных руд и повышенной концентрацией индия.

3) Мезотермальные полиметаллические месторождения (Садон, Кызыл-эспэ, Тары-экан, Текели, Синанча и др.). Этот тип месторождений широко распространен на территории СССР. Преобладают месторождения с низкими концентрациями индия.

Кроме того, индий встречается в гипотермальных и более высокотемпературных оловянных месторождениях (Тарбальджей, Иультии и др.), в скарновых магнетитовых месторождениях (Караваш, Темиртау и др.), а также в зоне окисления сульфидных месторождений. Практическая ценность в отношении индия этих типов месторождений пока еще не ясна.

Основными районами распространения индиевого сырья на территории СССР являются: Средняя Азия (в особенности Киргизия), Кавказ, Дальний Восток, Восточное Забайкалье, Урал, Казахстан, Якутия и Чукотский полуостров. Из них в первых пяти районах уже добывается сырье, содержащее в своем составе индий в практически извлекаемых количествах, а Казахстан будет получать такое сырье в ближайшем будущем. Якутия и Чукотский полуостров относятся к перспективным районам. На территории СССР особенно важное значение в отношении индия имел варисский металлогенический цикл (Киргизия, Карамазар, Казахстан), киммерийский цикл (Восточное Забайкалье) и альпийский металлогенический цикл (Кавказ, Дальний Восток).

Необходимо дальнейшее развитие поисковых работ на индий. Установлены следующие поисковые признаки: для индия типична связь с гранитными и грано-диоритовыми интрузиями, решающее значение имеет обогащенность индием данного магматического очага, генетический тип месторождений, связь с определенными минералами, а также геохимическая ассоциация индия с таким рудным комплексом, в котором на ряду с сульфидами играет роль также олово, а в некоторых случаях вольфрам.

3. В связи с исследованиями по минералогии и геохимии бериллия К. А. Власовым и Е. И. Кутуковой продолжалась обработка материала по минералогии и геохимии Изумрудных копей; были подробно описаны 35 минералов, причем открыто несколько новых для

этого месторождения минералов (факолит, полевой шпат с содержанием до 1,5% BeO , бабенит) и велась обработка петрографического материала, в результате чего несколько иначе освещается вопрос о вмещающих породах жильного изумрудоносного комплекса.

Район Изумрудных копей (Средний Урал) сложен ультраосновными породами, полевошпатовыми, амфиболитами, диоритами и гранитами. Некоторые исследователи Изумрудных копей (Успенский) связывают генезис изумрудов только лишь с ультраосновными породами и тальками, в виде линз залегающими среди полевошпатовых амфиболитов, которые не считались благоприятными породами для образования изумрудов. Такого же мнения придерживаются и некоторые из местных геологов.

Изучая породы одного из самых крупных приисков Изумрудных копей — Первомайского, залегающего в основном в полевошпатовых амфиболитах, удалось установить, что одна из разновидностей полевошпатового амфиболита содержит до 0,14% Cr_2O_3 и, следовательно, является очень благоприятной породой для образования изумрудов. Этот тип амфиболитов встречается на всех приисках, но особенно широко распространен на центральном прииске — Первомайском. Ниже приводится описание амфиболита данного типа.

Макроскопически амфиболит представляет собой сильно рассланцованную породу серовато-зеленого цвета, которая легко колется перпендикулярно сланцеватости по прожилкам, заполненным плагиоклазом и кальцитом, что обуславливает характерную для нее столбчатую отдельность.

Под микроскопом порода в основном состоит из роговой обманки — актинолита и плагиоклаза № 38. Из вторичных минералов наблюдаются минералы группы эпидота и обычно цоизит. Процесс эпидотизации иногда распространен довольно широко. Главными породообразующими минералами являются актинолит — 62,1%, плагиоклаз № 38 — 17,5%, цоизит — 20,4%.

Таблица 3

Данные химических анализов амфиболитов

Компоненты	ш. Пролетарская; штрек 5/42	Отвал ш. Пролетарской	ш. Пролетарская; кваршлаг 25
SiO_2	50.12	52.10	63.98
TiO_2	0.60	0.03	0.03
Al_2O_3	12.22	6.17	13.87
Cr_2O_3	0.14	0.08	Нет
Fe_2O_3	1.60	9.14	5.08
FeO	7.32	5.60	2.80
MnO	0.63	—	—
MgO	11.22	11.36	2.68
CaO	12.21	12.00	5.20
K_2O	0.57	0.16	1.40
Na_2O	1.08	2.20	4.06
$\text{H}_2\text{O}^{-110}$	0.05	0.17	0.23
п. п. пр.	1.80	0.45	0.19
Cl	Следы	0.06	0.04
SO_3	0.17	0.20	0.34
F	0.04	0.14	0.05
Сумма	99.77	99.86	99.95

В табл. 3 приводятся химические анализы хромсодержащих амфиболитов из района Первомайского прииска (1, 2) и, для сравнения, амфиболита другого типа (того же прииска), не содержащего хрома (3).

Таким образом, намечаются два типа амфиболитов: один из них содержит хрома 0.08—0.14% и, следовательно, является очень благоприятным для образования изумрудов, другой хрома не содержит и не может, вероятно, обуславливать появление изумрудов.

Строение изумрудоносных жил, залегающих в амфиболитах, имеет несколько иной характер, чем у жил, пересекающих ультраосновные породы. В последнем случае наблюдается полная серия реакционных зон: в центре находится плагиоклазитовая остаточная часть, обычно в виде отдельных линз, затем по обе стороны следуют флогопитовая или биотит-флогопитовая, хлоритовая, актинолитовая и тальковая зоны. Иногда наблюдаются смешанные зоны: флогопито-хлоритовая или хлоритово-актинолитовая. Если же вмещающей породой является полевошпатовый амфиболит, то тальковая зона совершенно отсутствует, центр жилы представлен плагиоклазитом, за которым следует биотитовая зона и, далее, актинолитово-хлоритовая. Последняя не всегда хорошо выдержана; актинолит часто представлен в виде линз размером до 50×30 см.

Таким образом, при эксплуатации, а также при поисках новых изумрудных участков необходимо ориентироваться не только на ультраосновные, но и на хромсодержащие полевошпатовые амфиболиты. В том случае, когда вмещающими породами являются оталькованные змеевики или тальки, качество изумрудов сильно снижается. Они более трещиноваты и мало прозрачны от большого количества включений талька и флогопита.

Особенно большое значение наличие хрома в амфиболитах имеет для Изумрудных копей, так как необоснованное заключение о том, что вмещающими породами для изумрудоносных жил являются только змеевики и тальки, послужило основанием для закрытия Первомайского прииска (ш. Пролетарская) под предлогом его выработанности. На самом же деле оруденение продолжается в полевошпатовых амфиболитах, и сейчас в связи с восстановлением прииска добывается значительное количество марочных изумрудов.

4. Е. Е. Костылевой велась исследования по геохимии циркония, начатые в 1936 г.

Изучение главных циркониевых минералов СССР как основных форм концентрации циркония дает для них следующие новые данные. Для цирконов, малаконов и циртолитов геохимическое их изучение, структурные данные и новые анализы обосновывают взгляд на малаконы и циртолиты как на самостоятельное образование общей с цирконом химической формулы. Содержания CaO , H_2O , примеси S при однородном и чистом материале являются, вероятно, изоморфным замещением, с компенсационным замещением O группой OH и Si—S, что подтверждает принадлежность циркона к ортосиликату и для элемента циркония в этом минерале характеризует слабо основную его функцию. Рентгенохимическое изучение цирконов главных коренных и россыпных месторождений СССР показывает довольно постоянное содержание в цирконах гафния с колебанием, в пределах точности определения, от 0.3 до 1.0%, постоянное присутствие незначительных количеств J, Nb, Th, в некоторых U, в цирконах Хибинских тундр Sr до 0.5%. Повышенное содержание гафния (до 5%) обнаруживается лишь для циртолитов и малаконов. Изучение цирконов из россыпей Вишневогорского месторождения, доставленных Уралредметразведкой, обнаружило, помимо уже известных для Вишневых гор нормальных

этого месторождения минералов (факолит, полевой шпат с содержанием до 1,5% BeO , бафенит) и велась обработка петрографического материала, в результате чего несколько иначе освещается вопрос о вмещающих породах жильного изумрудоносного комплекса.

Район Изумрудных копей (Средний Урал) сложен ультраосновными породами, полевошпатовыми, амфиболитами, диоритами и гранитами. Некоторые исследователи Изумрудных копей (Успенский) связывают генезис изумрудов только лишь с ультраосновными породами и тальками, в виде линз залегающими среди полевошпатовых амфиболитов, которые не считались благоприятными породами для образования изумрудов. Такого же мнения придерживаются и некоторые из местных геологов.

Изучая породы одного из самых крупных приисков Изумрудных копей — Первомайского, залегающего в основном в полевошпатовых амфиболитах, удалось установить, что одна из разновидностей полевошпатового амфиболита содержит до 0,14% Cr_2O_3 и, следовательно, является очень благоприятной породой для образования изумрудов. Этот тип амфиболитов встречается на всех приисках, но особенно широко распространен на центральном прииске — Первомайском. Ниже приводится описание амфиболита данного типа.

Макроскопически амфиболит представляет собой сильно рассланцованную породу серовато-зеленого цвета, которая легко колется перпендикулярно сланцеватости по прожилкам, заполненным плагиоклазом и кальцитом, что обуславливает характерную для нее столбчатую отдельность.

Под микроскопом порода в основном состоит из роговой обманки — актинолита и плагиоклаза № 38: Из вторичных минералов наблюдаются минералы группы эпидота и обычно цоизит. Процесс эпидотизации иногда распространен довольно широко. Главными породообразующими минералами являются актинолит — 62,1%, плагиоклаз № 38 — 17,5%, цоизит — 20,4%.

Таблица 3

Данные химических анализов амфиболитов

Компоненты	ш. Пролетарская; штрек 5/42	Отвал ш. Пролетарской	ш. Пролетарская; квершлаг 25
SiO_2	50.12	52.10	63.98
TiO_2	0.60	0.03	0.03
Al_2O_3	12.22	6.17	13.87
Cr_2O_3	0.14	0.08	Нет
Fe_2O_3	1.60	9.14	5.08
FeO	7.32	5.60	2.80
MnO	0.63	—	—
MgO	11.22	11.36	2.68
CaO	12.21	12.00	5.20
K_2O	0.57	0.16	1.40
Na_2O	1.08	2.20	4.06
$\text{H}_2\text{O}^{-110}$	0.05	0.17	0.23
п. п. пр.	1.80	0.45	0.19
Cl	Следы	0.06	0.04
SO_3	0.17	0.20	0.34
F	0.04	0.14	0.05
Сумма	99.77	99.86	99.95

В табл. 3 приводятся химические анализы хромсодержащих амфиболитов из района Первомайского прииска (1, 2) и, для сравнения, амфиболита другого типа (того же прииска), не содержащего хрома (3).

Таким образом, намечаются два типа амфиболитов: один из них содержит хрома 0.08—0.14% и, следовательно, является очень благоприятным для образования изумрудов, другой хрома не содержит и не может, вероятно, обуславливать появление изумрудов.

Строение изумрудоносных жил, залегающих в амфиболитах, имеет несколько иной характер, чем у жил, пересекающих ультраосновные породы. В последнем случае наблюдается полная серия реакционных зон: в центре находится плагисклизитовая остаточная часть, обычно в виде отдельных линз, затем по обе стороны следуют флогопитовая или биотит-флогопитовая, хлоритовая, актинолитовая и тальковая зоны. Иногда наблюдаются смешанные зоны: флогопито-хлоритовая или хлоритово-актинолитовая. Если же вмещающей породой является полевошпатовый амфиболит, то тальковая зона совершенно отсутствует, центр жилы представлен плагиоклазитом, за которым следует биотитовая зона и, далее, актинолитово-хлоритовая. Последняя не всегда хорошо выдержана; актинолит часто представлен в виде линз размером до 50×30 см.

Таким образом, при эксплуатации, а также при поисках новых изумрудных участков необходимо ориентироваться не только на ультраосновные, но и на хромсодержащие полевошпатовые амфиболиты. В том случае, когда вмещающими породами являются оталькованные змеевики или тальки, качество изумрудов сильно снижается. Они более трещиноваты и мало прозрачны от большого количества включений талька и флогопита.

Особенно большое значение наличие хрома в амфиболитах имеет для Изумрудных копей, так как необоснованное заключение о том, что вмещающими породами для изумрудоносных жил являются только змеевики и тальки, послужило основанием для закрытия Первомайского прииска (ш. Пролетарская) под предлогом его выработанности. На самом же деле оруденение продолжается в полевошпатовых амфиболитах, и сейчас в связи с восстановлением прииска добывается значительное количество марочных изумрудов.

4. Е. Е. Костылевой велись исследования по геохимии циркония, начатые в 1936 г.

Изучение главных циркониевых минералов СССР как основных форм концентрации циркония дает для них следующие новые данные. Для цирконов, малаконов и циртолитов геохимическое их изучение, структурные данные и новые анализы обосновывают взгляд на малаконы и циртолиты как на самостоятельное образование общей с цирконом химической формулы. Содержания CaO , H_2O , примеси S при однородном и чистом материале являются, вероятно, изоморфным замещением, с компенсационным замещением O группой OH и Si—S, что подтверждает принадлежность циркона к ортосиликату и для элемента циркония в этом минерале характеризует слабо основную его функцию. Рентгенохимическое изучение цирконов главных коренных и россыпных месторождений СССР показывает довольно постоянное содержание в цирконах гафния с колебанием, в пределах точности определения, от 0.3 до 1.0%, постоянное присутствие незначительных количеств J, Nb, Th, в некоторых U, в цирконах Хибинских тундр Sr до 0,5%. Повышенное содержание гафния (до 5%) обнаруживается лишь для циртолитов и малаконов. Изучение цирконов из россыпей Вишневогорского месторождения, доставленных Уралредметразведкой, обнаружило, помимо уже известных для Вишневых гор нормальных

цирконов и малаконов, еще особый тип серых и серо-зеленых цирконов, типа цейлонских, местами ясно метамиктных с повышенным содержанием Th (до 2%) и U (0.4%).

В отношении эвдиалитов и эвколитов полевые работы в Мариупольском цирконовом месторождении и последующий геохимический анализ цирконовых и эвдиалитовых месторождений выяснили, что условием, определяющим выделения эвдиалита, а не циркона, является не только избыток оснований над алюминием, как это установлено в литературе, но и обязательное присутствие значительного количества летучих, в сочетании с факторами, удерживающими эти летучие при высоких температурах в расплаве (преимущественно сильное давление).

Присутствие летучих определяет и последовательность выделения и так называемый агапитовый порядок кристаллизации. Роль летучих в качестве сильнокислотных агентов в расплаве сводится к отнятию от силикатных молекул оснований и вынужденной силицификации по уравнению



Значительное и продолжительное воздействие летучих вызывает и значительную силицификацию силикатных молекул в расплаве и, в связи с этим, выделение в первую очередь бесцветных компонентов: полевого шпата и нефелина (так называемый агапитовый порядок кристаллизации), а вместо циркона простой формулы — ортосиликата, образование эвдиалита сложной формулы $(\text{R}'\text{R}'')_2\text{Zr}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$. Определения летучих (F, Cl, H₂O) в 9 породах Хибинских и Ловозерских тундр, Ильменских гор и Мариуполя и минералогический анализ жильных процессов в них подтверждают существенное влияние летучих на характер выделения циркониевых минералов и порядок выделения минералов.

Составленный Е. Костылевой общий обзор распространения циркония в СССР устанавливает исключительно широкое распространение атомов циркония на территории Союза в виде повсеместного редкого распределения минерала циркона в породах гранитной магмы, в меньшей мере в основных, а также почти во всех типах осадочных пород, на дне водных и морских бассейнов, в породах метаморфических, в рудных месторождениях. Первичная значительная концентрация циркония имеет место лишь в щелочных породах. Главные месторождения (Ильменско-Вишневогорский щелочный комплекс, Мариупольский нефелин-сиенитовый массив и Ловозерские тундры) представляют собой ярко выраженные циркониевые провинции со значительным коэффициентом концентрации циркония. Менее обычна на территории СССР вторичная концентрация циркония в россыпных месторождениях; последние представлены преимущественно русловыми и террасовыми россыпями аллювиально-элювиального типа. Наиболее богатое месторождение — элювиально-аллювиальные россыпи Вишневых гор.

Промышленное значение месторождений трех основных циркониевых провинций Союза вытекает из следующего сравнения коэффициентов концентрации циркония (отношение процента содержания ZrO₂ к кларку Zr равно 0.025) и запасов с таковыми главных промышленных месторождений циркониевых минералов за границей (табл. 4).

Помимо явления концентрации, установлено и значительное рассеяние циркония в виде изоморфной и эндокриптной примеси в ферросиликатах и алюмосиликатах (цеолиты), в некоторых окислах, титано- и ниобосиликатах, в некоторых сульфидных рудах, в баритах, гипсах и кальцитах.

Б. А. А. Сауковым были продолжены исследования в области геохимии ртуть.

Таблица 4

Сравнительная таблица коэффициентов концентрации циркония в различных месторождениях

Месторождения	Коэффициент концентрации	Запасы	Сопутствующие минералы
Вишневогорские россыпи	3	Небольшие	Ильменит, мало пироклора
Мариупольское месторождение (коренная рыхлая толща)	18	Очень большие	Мало ильменита и редких земель; нефелин, альбит и продукты их изменения
Ловозерские тундры (коренные)	100—300	Больше Мариупольского месторождения	В некоторых горизонтах лопарит
Индийские россыпи	134	Десятки тыс. тонн	Ильменит, монацит
Австралийские россыпи	1680	Очень большие (сотни тыс. тонн)	Ильменит, монацит
Бразильские россыпи	536	Очень большие (сотни тыс. тонн)	Ильменит, монацит
Бразильские коренные	3360	Миллионы тонн	Нет

Из предыдущих работ вытекало, что кларк ртути в изверженных горных породах составляет около $5 \cdot \frac{1}{10^6} \%$. В 1939 г. А. А. Сауковым совместно с Н. Х. Айдиньян были изучены разнообразные сульфидные минералы, по преимуществу из гидротермальных месторождений как СССР, так и некоторых иностранных месторождений (материал Минералогического музея Академии Наук СССР). Оказалось, что содержание ртути в сульфидах в общем значительно выше, чем в горных породах, и обычно измеряется сотысячными и десятитысячными долями процента, т. е. что наблюдается увеличение среднего кларка в десятки раз. Как правило, значительно обогащены низкотемпературные сульфиды, особенно антимонит: во всех образцах антимонита из любых его месторождений содержание ртути составляет больше $2 \cdot 10^{-4} \%$, достигая даже тысячных долей процента. Интересно, что иногда повышенное содержание ртути наблюдается у высокотемпературных сульфидов. Это доказывает, что, повидимому, образование их происходило при достаточно высоких давлениях, затруднявших удаление ртути.

Сравнение кларков ртути литосферы и гидросферы привело А. А. Саукова к выводу, что при разрушении горных пород на земной поверхности лишь ничтожная часть атомов ртути (по сравнению с атомами натрия) достигает океана. Возникло предположение, что ртуть в процессах гипергенеза адсорбируется коллоидальными системами.

Это подтверждено было как непосредственно, путем опытов по адсорбции ртути высокодисперсными системами (каолины, марганцовые руды, лимониты и др.), так и изучением содержания ртути в соответствующих природных объектах (марганцовые руды, бурые железняки и др.) Исследования показали, что действительно сравнительно большие количества ртути (обычно десятитысячные доли процента) захватываются высокодисперсными системами, чем, очевидно, в основном и объясняется дефицит ртути в морской воде.

Закончены также исследования по окислению киновари. Было доказано, что помимо активных форм кислорода (озон, перекись водорода) окислителем киновари в природных условиях может быть также сульфат окисного железа, являющийся обычным компонентом нисходящих

вод сульфидных месторождений. При действии его на киноварь происходит окисление последней в сульфат окиси ртути, который частично гидролизуется, частично растворяется в воде и переносится. Реакция окисления значительно ускоряется в присутствии растворенных хлоридов (например, NaCl) и при повышении температуры. Необходимость производства значительного количества анализов сульфидов на ртуть привела к разработке специальных быстрых методов определения ртути, помимо разработанного ранее метода определения малых количеств ртути в горных породах. В случае сульфидов, когда содержание ртути было больше $10^{-4}\%$, была применена отгонка ртути в специально сконструированных трубках и в дальнейшем нефелометрическое определение ртути в азотнокислом растворе по методу А. А. Саукова (Доклады Академии Наук, т. 20, № 5, 1938 г.).

РАЗДЕЛ VI

РАБОТЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК, НЕ ВХОДИВШИЕ В ПЛАН КОМПЛЕКСНЫХ ЭКСПЕДИЦИЙ

А. Минералогические работы

Помимо тех работ по минералогии, которые проводились комплексными экспедициями в связи с охарактеризованными выше тематическими работами, минералогические исследования производились в институте и в других направлениях. Несколько работ имели своим предметом изучение минеральных месторождений, а именно: месторождений вольфрамовых минералов, Лянгарского месторождения контактового типа, минералов Ловозерского щелочного массива.

Другие работы имели целью изучение свойств минералов. Такие исследования производились в оптических лабораториях — по выяснению связи между химическим составом и оптическими свойствами минералов, в магнитной лаборатории — по изучению магнитных свойств минералов и в термической лаборатории — по освещению термических условий кристаллизации кремнезема.

Численно наибольшей была группа, занимавшаяся изучением минералогии и геохимии ведущих вольфрамовых месторождений СССР. Результаты работ вольфрамовой группы нижеследующие:

1. Н. А. Смольянинов продолжал изучение минералогии Джидинского месторождения и обработку минералогических коллекций по Белухинскому и Букукинскому месторождениям.

Произведен ряд химических анализов собранных им родохрозита, триплита, гюбнерита, ферромолибдита, слюды (табл. 5). Установлены некоторые новые для месторождения минералы: апатит, вторичные фосфаты кальция, антлерит, торбернит. Констатировано нахождение в пустотах жил сложного фтористого соединения кальция и алюминия, близкого к геарксутиту (табл. 5, анализы 7, 8), названного парагеарксутитом. Отмечено наличие в месторождении переходных от каолина к парагеарксутиту фтористых образований. Спектроскопическое исследование (лаборатория С. А. Боровика) показало бедность месторождения Ta, Nb, Sn, In и некоторыми другими редкими элементами.

Джидинское месторождение можно характеризовать: 1) исключительно развитым марганцовых минералов — гюбнерита, родохрозита, триплита; 2) значительным масштабом и своеобразной обособленностью молибденитового оруденения, связанного с одной из ранних стадий процесса; 3) крупной ролью летучих компонентов, приведших к грейзенизации пород и к образованию слюдяных оторочек в жилах; 4) развитием родохрозитовых и полевошпато-кварцевых жил и исключительно ярко выраженными роговиковыми жилами, частично с гюбнеритом.

Зона окисления характеризуется развитием окислов марганца по родохрозиту и в необычно большом количестве ферромолибдита по молибдениту.

На месторождениях Белухи и Букуки привлекают к себе внимание многочисленные генерации кварца, позволяющие выделить несколько типоморфных разновидностей этого минерала. Из них наиболее важен по своему значению вольфрамоносный кварц — серый, с «отдельностью», с большим количеством микролитов и сильным неприятным запахом. Газовый анализ показал присутствие в этом кварце большого количества газа (на 362 г кварца — около 30 куб. см): $\text{CO} — 0.0$, $\text{NH}_3 — 0.0$, $\text{H}_2\text{O} — 0.0$, $\text{H}_2\text{S} — 0.0$, $\text{CO}_2 — 0.32$, $\text{O}_2 — 13.6$, горючего 6.39 (сумма), $\text{N}_2 — 79.63\%$.

Типоморфные особенности внешней формы подмечены для флюорита, у которого октаэдры и куб-октаэдры наблюдаются для более раннего, а кубы для позднего выделения. Менее ясны различия для пирита, сфалерита и других сульфидов.

Произведен ряд анализов вольфрамита, выяснивших различный состав вольфрамита не только для разных месторождений и жил, но и для одной и той же жилы. Наблюдения показывают, что состав вольфрамитов зависит не столько от температуры их образования, сколько от химического состава среды, в которой происходило их выделение.

Судя по наблюдениям на рудниках, содержание сульфидов увеличивается с глубиной, однако вольфрамит при этом может не уменьшаться в количестве, поскольку он относится к предыдущей фазе процесса, а сульфидная фаза на нее налагается.

Вместе с сульфидами были встречены редкие зерна оловянного камня (жила Сушанихи) и зерна станнина, до 0.5 см, иногда по оловянному камню, объяснившие давно известный здесь факт наличия признаков олова в рудах.

Значительное распространение на обоих месторождениях (в отличие от Джиды) имеет висмутовый блеск и спорадическое — молибденит.

В карбонатной фазе характерна приуроченность к карбонатам некоторой части берилла. Это явление довольно широко наблюдается также и на Джиде (гидротермальный берилл).

На образцах из Белухи и Букуки в пустотах кварцевых жил встречен (впервые был открыт) и тот парагearthcutit, о котором выше упоминалось для Джиды.

Приведем данные химических анализов отдельных минералов из месторождений Белухинского, Букукинского и Джидинского (табл. 5).

2. П. Д. Федорков заканчивал изучение Прибалхашских вольфрамитовых месторождений. В целях сравнения, летом истекшего года им были также посещены Акче-тау, Кызыл-тао и Май-тас.

Прибалхашская группа вольфрамо-молибденовых месторождений расположена на площади около 20 км² к востоку от медного месторождения Коунрад в виде ряда отдельных рудных участков.

Все рудные тела находятся в пределах так называемого Коунрадского гранитного массива. Граниты представлены: крупнозернистыми биотитовыми, среднезернистыми, мелкозернистыми и гранит-порфировыми разновидностями.

Рудные жилы секут все разновидности гранитов. Простираение жил разнообразное — от широтного до меридионального, но с преобладанием последнего. Протяженность и мощность жил также разнообразны: протяженность измеряется от нескольких десятков метров до 2000 м, мощность от 0.03 до 2.5 м.

По характеру минерализации выделяются следующие типы рудных жил: 1) вольфрамито-молибденитовый, 2) гюбнеритовый, 3) монациторутило-молибденитовый, 4) сульфидный.

1) Вольфрамито-молибденитовый тип кварцевых жил распространен на восточной площади. Жилы, содержащие вольфрамит и молибде-

Таблица 5

Анализы минералов Белухи, Букуки и Джиды

Окислы	Вольфрамит		Гюбнерит Джида, ж. 240	Родохрозит Джида, ж. 1	Триплит Джида, ж. 5	Ферро- молибдит Джида, ж. 45	Парагегарк- сутит	
	Белуха, ж. С, шт. 31	Букука, шт. 3					Белу- ха, ж. А, шт. 40	Джи- да, ж. 1
	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	0.34	0.34	0.53	0.08	0.87	0.00	1.28	1.68
TiO ₂	0.05	0.04	Следы	—	Следы	0.03	0.00	0.00
SnO ₂	0.011	0.010	0.00	—	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	0.20	0.37	—	—	0.08	0.61	31.28	30.79
Fe ₂ O ₃	—	—	—	—	—	17.49	0.75	90.62
TR	—	—	—	—	0.03	—	—	—
FeO	7.10	11.38	0.22	2.00	0.03	—	0.00	0.00
MnO	16.12	11.63	23.65	55.12	55.78	0.00	0.00	0.00
CaO	0.40	0.33	0.10	1.62	3.50	0.10	29.63	30.24
MgO	0.04	0.07	0.07	2.53	1.53	—	0.00	0.00
K ₂ O	—	—	—	—	0.00	—	0.00	0.00
Na ₂ O	—	—	—	—	0.00	—	0.00	0.00
Li ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—
CO ₂	—	—	—	39.26	—	—	—	—
SO ₃	—	—	—	—	—	0.27	—	—
P ₂ O ₅	—	—	—	—	32.42	0.00	—	—
WO ₃	76.15	76.12	75.29	—	—	0.00	—	—
(Ta+Nb) ₂ O ₅	0.035	0.07	0.07	—	—	—	—	—
MoO ₃	0.001	0.010	0.00	—	—	61.37	—	—
Cu	0.015	0.002	—	—	—	—	—	—
Vt	0.001	0.001	—	—	—	—	—	—
Cl	—	—	—	—	0.00	—	—	—
F	—	—	—	—	8.97	—	35.00	35.35
H ₂ O ⁺	—	—	0.00	—	0.05	4.54	16.11	16.03
H ₂ O ⁻	—	—	0.00	—	0.27	13.41	1.19	0.33
Нераствори- мый остаток	—	—	—	0.14	—	2.44	—	—
	100.46	100.37	99.93	100.75	105.53	100.26	115.24	115.04
O-P ₂					3.78 101.75		14.73 100.51	14.88 100.16
Аналитики . .	Холчева		Несте- рова	Некра- сова	Нестерова		Исаков	

нит, маломощны (0.05—0.2 м), имеют небольшую протяженность и пологое падение на восток. Минералогический состав жил довольно прост: наибольшее распространение имеет вольфрамит, значительно меньшее молибденит и замещающий его повеллит, затем пирит, гематит, слюда, флюорит, калиевый полевоы шпат, ярозит, железисто-марганцовые окислы и гипс.

2) Гюбнеритовый тип характерен для рудных тел и жил центральной площади. Кварц этих жил крупно- и грубокристаллический, массивный, серый, с жирным блеском. Минерализация кварцевых тел и жил проявлена слабо и представлена следующим комплексом минералов: гюбнерит, пирит, редко молибденит, а из вторичных минералов широко распространены: ярозит, лимонит, каолин и гипс, редко повел-

лит, шеелит, марганцовые окислы. Рудные минералы располагаются гнездобразно.

3) Монацито-рутило-молибденитовый тип является, по мнению П. Д. Федоркова, более низкотемпературным, чем предыдущие. Минеральные ассоциации, встречающиеся в этом типе, представлены молибденитом, который в зоне окисления почти нацело замещен повеллитом (последний иногда выщелочен), рутилом, монацитом, изредка пиритом. Из нерудных присутствуют в незначительных количествах розовый полевой шпат, светлая крупно- и мелкочешуйчатая слюда и флюорит. Жильный кварц серого цвета, ноздреват, с жирным блеском. Полевой шпат по периферии кварцевого тела образует пегматитовые сростания с кварцем. Концентрация молибденита и повеллита в некоторых участках большой кварцевой жилы значительна и может представлять промышленный интерес.

4) Сульфидный тип оруденения известен в двух формах: а) в виде самостоятельных кварцевых жил и б) как результат переоткрытия более ранних высокотемпературных жил и наложения на них сульфидной фазы. Кварц этой фазы минерализации серого цвета, полупрозрачен, со стекляннм блеском, средне- и мелкокристаллически-зернистый. Минерализация кварцевых жил довольно интенсивная. Она представлена следующим комплексом минералов: вольфрамит, молибденит, пирит, арсенопирит, сфалерит, халькопирит; из второстепенных минералов: вульфенит, повеллит, шеелит. Из нерудных минералов в значительном количестве присутствуют розовый флюорит, альбит, топаз, джильбертит, ярозит, лимонит и гипс, в незначительном количестве гроссуляр и графит. Растворы этой фазы отличались большим содержанием фтора.

Кварцевые рудные тела и жилы сопровождаются изменением вмещающих гранитов, выражающимся в их грейзенизации. Среди грейзенов можно выделить следующие преобладающие типы: 1) слюдистые грейзены, 2) кварц-джильбертитовые грейзены, 3) кварц-флюоритовые грейзены, 4) топазо-флюорито-сульфидные грейзены.

Сравнивая прибалхашские вольфрамо-молибденовые месторождения с наиболее крупными и изученными месторождениями вольфрама в Казахстане, П. Д. Федорков устанавливает ряд общих и характерных для них черт. Главные из них следующие:

- 1) генетическая связь оруденения с гранитами варисского возраста;
- 2) локализация рудных жил в пределах самих интрузивных тел и только в редких случаях в экзоконтактной зоне;
- 3) меридиональное или близкое к нему простирание жил при вертикальном падении;
- 4) наибольшая концентрация вольфрамита в маломощных жилах, в участках их пережимов и резких поворотов;
- 5) рудные минеральные ассоциации в подавляющем большинстве случаев представлены вольфрамитом, молибденитом, пиритом, рутилом и в некоторых случаях монацитом. В окисленной зоне встречаются повеллит (по молибдениту), шеелит (по вольфрамиту), лимонит, марганцовые окислы и др. Характерно отсутствие первичного шеелита;
- 6) химический состав вольфрамов соответствует ряду гюбнерит-вольфрамит;

7) рудные тела всегда сопровождаются грейзеновыми оторочками.

На основании указанных закономерностей П. Д. Федорков считает необходимым поставить работы по обследованию широко распространенных в Центральном Казахстане гранитных массивов варисского возраста. Относительно Коунрадской группы месторождений вольфрама и молибдена он рекомендует возобновить на них разведочные ра-

боты, прерванные без достаточного основания, особенно мощной жилы Восточного участка, где им установлено молибденовое оруденение.

3. Исследованиями вольфрамовых месторождений Урала занимался Ф. И. Рукавишников (см. отчет Уральской экспедиции), а вольфрамовых и молибденовых месторождений Кавказа Д. И. Щербаков и К. И. Чичинадзе (см. отчет Кавказской экспедиции).

4. В. С. Мясников заканчивал изучение Лянгарского месторождения (Средняя Азия) как одного из классических месторождений контакто-метаморфического типа.

Лянгарское месторождение находится на территории Узбекистана в центральной части южного Нут-Атинского хребта. Главное рудное поле Лянгарского месторождения расположено близ водораздела южного Нут-Атинского хребта на северном склоне вершины Тахку (2125 м). Участки, прилегающие непосредственно к вершине Тахку, сложены пологопадающими на запад палеозойскими известняками, составляющими южное крыло антиклинали, а граниты, с которыми связано месторождение, обнажаются восточнее на склонах горы Тахку.

Главное рудное поле вытянуто в меридиональном направлении на несколько километров, при ширине 200—250 м.

Рудоносные скарны залегают здесь между пачкой сланцев в постели и известняками в кровле.

В процессе работы были выделены два типа скарнов, причем первый, или рудоносный, тип по минералогическому составу подразделяется в свою очередь на два подтипа. Рудоносный скарн представляет собой темную, в основном гранат-пироксеновую породу — «тактит». С ним обычно связано шеелитовое и отчасти молибденитовое оруденение. Прототипом этого скарна является кварц-пироксеновая порода, содержащая молибденит.

Второй тип скарнов представляет плотные, мелко- и тонкозернистые, часто полосчатые породы, в состав которых входят, наряду с карбонатами, маложелезистые или безжелезистые минералы, главным образом волластонит, везувиан, гессонит, скаполит и др. Этот тип скарнов залегает в некотором отдалении от тактита, подчинен свите мраморов и располагается в них параллельно напластованию.

В результате детального исследования полосы тактитов в ней была подмечена некоторая закономерность в отношении составляющих ее пород от гранита к мраморам, нарушаемая в частных разрезах отсутствием отдельных представителей. Так, за гранитом следуют одна за другой зоны кварцевой кварц-пироксеновой и кварц-гранатовой породы, затем гранатового и гранат-пироксенового скарна, участками переходящего в гранат-везувиановый или пироксеновый. Обычно граница между тактитом и вмещающими мраморами резкая, и только в отдельных случаях здесь можно видеть неширокую зону волластонитовой породы.

Причиной метаморфизма в месторождении, очевидно, является, с одной стороны, биотитовый гранит, местами близ осадочной толщи переходящий в более основные разновидности типа гранодиорита и кварцевого диорита, а с другой стороны, более молодой аплитовидный гранит.

В составе тактитовых пород обнаружены нижеследующие минералы: пироксен-геденбергит, везувиан, амфибол, лиэврит (очень редко), биотит (гидратизированный, хлорит, флюорит, плагиоклаз, ортоклаз, эпидот, микроскопические выделения апатита; присутствуют пирротин, пирит, молибденит, халькопирит, цинковая обманка и арсенопирит, а из самородных элементов, сопутствующих сульфидам, встречены золото (в незначительном количестве), висмут и теллур.

Пироксен и гранат являются преобладающими в скарне минералами. Иногда вместо пироксена встречаются везувиан или роговая обманка (актинолит). Соответственно этому скарновая порода переходит в роговообманковую или везувиановую разновидность. Эпидот, полевой шпат, роговая обманка, отчасти флюорит и биотит, нередко вместе с кальцитом заполняют небольшие пустоты в скарне, окаймленные крупными кристаллами граната.

Главной шеелитоносной породой месторождения является гранат-пироксеновый скарн, содержащий то мелкую, то крупную вкрапленность шеелита. Установлено также присутствие шеелита явно более позднего, чем вышеотмеченные минералы тактита и шеелит скарновой фазы, так как этот шеелит 2-й генерации связан со своеобразными кварц-полевошпатовыми выделениями, секущими тактитовые породы. Шеелит 2-й генерации отличается крупными размерами кристаллов. Зоны шеелита 2-й генерации имеют небольшую мощность в 15—20 см, жилообразный характер и прослеживаются иногда на значительное протяжение. Они характеризуются высоким содержанием шеелита. В прожилках с шеелитом 2-й генерации установлен следующий парагенезис минералов: калиевый полевой шпат, реже плагиоклаз, шеелит, биотит, хлорит, кальцит, крупнокристаллический кварц и сульфиды: халькопирит и пирит. В зальбандах этих выделений иногда встречаются гранат и пироксен.

Молибденовый блеск присутствует в месторождении в заметно меньших количествах нежели шеелит. Установлено несколько форм выделения этого минерала. Во-первых, молибденит рассеян в виде мелких чешуек среди кварц-пироксеновой породы, являясь в ней как бы акцессорным минералом; во-вторых, его довольно крупные листочки и сферолиты приурочены к пустотам в скарне. В отдельных случаях молибденовый блеск связан с полевошпатовыми и полевошпато-кварцевыми жилками, секущими тактит. Однако наибольшей концентрации молибденовое оруденение достигает в связи с жилообразными кварцевыми выделениями среди гранат-пироксенового скарна.

Спутниками молибденита здесь обычно являются пирротин, пирит, марказит, в редких случаях самородный висмут, крупнокристаллический гранат и реже пироксен. В обогащенных молибденитом участках шеелит часто отсутствует или наблюдается в ничтожном количестве. Намечается как бы антагонизм между этими двумя минералами.

Зона окисления характеризуется довольно большим разнообразием минеральных видов, которые подразделяются на две парагенетические группы, наблюдаемые в различных участках скарна. Из них первая типична для условий «щелочного», а вторая — «кислого» выветривания. К первой группе относятся: окислы марганца, железа, халцедон, гингерит, нонтронит, кальцит и повеллит; ко второй: мелантерит, сера, гипс, марказит, меймакит (табл. 6).

Таблица 6

Анализ меймакита (аналитик В. С. Мясников)		
Нерастворимая в аммиа- ке часть	{ Шеелит	16.28
	{ Окись железа	0.95
MoO ₃		74.68
WO ₃		0.12
R ₂ O ₃		—
CaO		0.22
MgO		—
SiO ₂ (потери после обработки HF)		0.36
H ₂ O ⁺		5.32
H ₂ O ⁻		2.62

Формула минерала может быть представлена в следующем виде:
 $(2\text{WO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})\text{H}_2\text{O}$.

В. С. Мясниковым, кроме того, были произведены химические анализы 15 отдельных минералов тактитовой зоны: пироксена, граната, везувиана, роговой обманки, волластонита и ряда других. Анализы показали (табл. 7) сравнительно небольшую роль фтора и хлора в ру-

Таблица 7
 Анализы минералов скарна

№ анализов	1		2		3	
	В. С. Мясников		В. С. Мясников		С. Г. Цейтлин	
Минерал	пироксен		роговая обманка		гранат	
SiO ₂	47.83		45.35		36.94	
TiO ₂	Следы		Следы		0.16	
Al ₂ O ₃	0.68		5.20		19.09	
Fe ₂ O ₃	0.96		2.46		5.02	
FeO	21.74		29.20		2.63	
MnO	6.39		2.60		4.92	
CaO	22.23		10.97		30.64	
MgO	0.02		2.28		0.10	
K ₂ O	—		0.45		Нет	
Na ₂ O	—		0.35		—	
H ₂ O	0.30		1.45		0.42	
SO ₃	—		0.02		—	
F	—		0.06		—	
Cl	—		Следы		—	
	100.15		100.39		99.92	

дообразовании, судя по тому, что эти элементы, несмотря на благоприятную обстановку, фиксируются лишь в небольших количествах минералами скарна. Такой распространенный минерал, как пироксен, оказывается для Лянгарского месторождения железо-марганцовым геденбергитом при сходстве его оптики с железо-магнезиальным пироксеном типа диопсид-геденбергита. Марганец в заметном количестве присутствует в гранате-гессоните (до 4—5%) и в роговой обманке (около 2.5%), по оптическим свойствам близкой к актинолиту.

Обращает на себя внимание незначительное содержание магния во вмещающих скарн известняках и силикатах скарна. Этим, повидимому, объясняется благоприятная обстановка для образования шеелита, магнезиальные соли вольфрамовой кислоты, как известно, легко растворимы в воде. Следовательно, контактовые зоны изверженных пород с доломитами и другими близкими к ним образованиями менее благоприятны для накопления вольфрама, чем с чистым известняком.

Отсутствие эквивалентных количеств фтора по сравнению с вольфрамом в месторождении заставляет предположить, что этот элемент выносился в зоны контакта, возможно, в форме поликремневых соединений. Об этом говорит тесная связь шеелита с кварцем в скарнах, а также и в жильных выделениях.

5. И. Д. Старынкевич-Борнеман занималась выяснением химической формулы ортита путем химических анализов.

Химическую формулу ортита изучали Энгстрем (1877), Махачки (1930), Алимарин и Фрид (1933), Темпель (1938) и др. Работы их в достаточной степени характеризуют сложность вопроса. Из общей фор-

мулы, данной Махачки для ортита и эпидота $[X_2Y_2Z_3(O, OH, F)_3]$, в которой $X = Ca, Y, La, Mn; Y = Al, Fe''', Mg, Ti; Z = Si, Al]$, не видно, каково количественное взаимное распределение элементов в зависимости от их различной валентности; между тем анализы различных ортитов дают значительные колебания состава (например, FeO от 6.86 до 13.09%; CaO от 3.34 до 15.36%; Al_2O_3 от 8.73 до 19.35% и т. д.).

Для того чтобы выяснить направление в изменении состава в зависимости от физических свойств (уд. вес), надо было выбрать крайние и промежуточные члены ряда эпидот—ортит с наименьшим и наибольшим содержанием какого-либо определенного компонента, например редких земель. Материалом послужил породообразующий ортит из Северной Киргизии (материал Прокопенко), проанализированный И. Д. Старынкевич-Борнеман в прошлом году (анализ I табл. 8). В 1939 г. был произведен лишь анализ одного урал-ортита, частичный анализ разрушенного урал-ортита (анализ II табл. 8) и анализ букландита (анализ III табл. 8).

Таблица 8

Химические анализы ортитов (в %)

Компоненты	I	II	III
SiO_2 . . .	29.92	31.99	37.42
TiO_2 . . .	3.66	0.59	0.21
SnO_2 . . .	0.10	—	—
ThO_2 . . .	0.77	0.97	—
Al_2O_3 . . .	10.71	16.32	23.16
Fe_2O_3 . . .	5.43	5.06	8.45
Cr_2O_3 . . .	11.83	10.38	—
ΣCe_2O_3 . . .	11.93	10.04	4.80
ΣY_2O_3 . . .	0.20	0.08	—
FeO . . .	13.07	9.40	3.02
CaO . . .	9.15	12.28	21.11
MgO . . .	0.10	0.50	0.44
MnO . . .	0.35	(1.05)	—
Na_2O . . .	—	0.10	(0.72)
H_2O . . .	2.82	1.25	0.82
Сумма . . .	100.04	100.01	100.15
Уд. вес . . .	3.928	3.58	3.51

Таблица 9

Атомные отношения

Компоненты	I	II	III
Si . . .	4987	5332	6235
Ti . . .	458	74	26
Th . . .	26	35	—
Al . . .	2100	3200	4541
Fe''' . . .	679	632	1056
Ce, Y . . .	1443	1235	290
Fe'' . . .	1815	1300	419
Ca . . .	1623	2190	3770
Mg . . .	25	124	109
Mn . . .	50	(148)	—
OH . . .	3133	1389	911

I — ортит породообразующий, Северная Киргизия (Прокопенко).

II — урал-ортит, копь № 28.

III — букландит, Ахматовская копь (Мясников).

Из таблицы ясно видно закономерное увеличение Al и Ca за счет уменьшения Fe'' и Ce. Атомные отношения (табл. 9) $\frac{Al}{Ca} + \frac{Fe}{Mn}$ во всех трех анализах приближаются к постоянной величине I — 1.65, II — 1.60, III — 1.50; многие заслуживающие доверия анализы, взятые из литературы (Энгстрем, Клеве, Алмарин), показывают ту же закономерность, не так резко выраженную в виду меньшего диапазона сравнимых цифр. Возможно, что главными химическими соединениями, образующими твердый раствор, являются $Ca_2(Al, Fe''')_3Si_3O_{12}OH$ и $Ce_2F''_2(Fe''', Al)Si_3O_{12}OH$ и второстепенными $Mn_2Fe''_2$, $TiSi_3O_{13}$ или $Ca_2Fe''Ti_2Si_3O_{13}$. Количественное подтверждение этих формул возможно лишь при более детальном изучении литературных данных и производстве новых анализов. Некоторое сомнение возбуждает вода.

6. В. И. Герасимовский продолжал изучение минералов Ловозерского щелочного массива, а именно: ловозерита, манганоильменита, натропала и др.

Ловозерит является новым минералом, известным лишь в Ловозерских тундрах. Свое название он получил по месту нахождения. Ловозерит встречается в виде зерен величиной до 1—2 см. В кристаллах не встречается. Цвет минерала черный. Черта бурая. Блеск смоляной, непрозрачный. Излом от неровного до раковистого. Твердость около 5. Удельный вес 2.384. Перед паяльной трубкой легко сплавляется в непрозрачный шарик белого цвета с розовым оттенком. С бурой в окислительном и восстановительном пламени дает перл бледно-фиолетовой окраски, сохраняющейся и при охлаждении.

Ловозерит оптически *одноосный, отрицательный, $N_m = 1.561$, $N_p = 1.549$. Окраска в шлифе бледнорозовая, со слабым желтоватым оттенком. Плеохроизм выражен плохо, параллельно N_p . Наблюдается плохо выраженная спайность, совпадающая с N_m . Часто наблюдаются двойники, нередко полисинтетические.

Ловозерит в кислотах HCl , HNO_3 и H_2SO_4 не растворяется. Эмпирическая формула ловозерита, по данным химического анализа (выполненного Т. А. Буровой): $(H, Na, K)_2O \cdot (Ca, Mg, Mn)O \cdot (Zr, Ti)O_2 \cdot 6SiO_2 \cdot 3H_2O$. По химическому составу ловозерит принадлежит к группе цирконосиликатов.

Ловозерит является одним из второстепенных или породообразующих минералов некоторых разновидностей порфиридных луювритов, в которых содержание ловозерита достигает 10—20%. Генезис ловозерита разный. Ловозерит, наблюдаемый в мелких зернах, является минералом вторичным по эвдиалиту, а в крупных зернах — первичным минералом.

Нахождение ловозерита представляет большой интерес в научном отношении, подчеркивает еще большую роль позднейших процессов, имевших место при формировании Ловозерского щелочного массива, а также указывает, что роль воды при этом была значительной.

Манганоильменит. Ильменит, встречаемый в Ловозерском щелочном массиве, из-за высокого содержания в нем Mn (14.73% MnO) назван манганоильменитом. Встречается он в пластинчатых и тонкопластинчатых выделениях величиной до 0.5—1 см в породах и до $12 \times 8 \times 1$ см в пегматитах. Цвет минерала железно-черный. Черта черная. Блеск полуметаллический. Непрозрачный. Спайность отсутствует. Излом раковистый до неровного. Твердость 5—6. Удельный вес 4.679.

В крепких кислотах HNO_3 и H_2SO_4 не растворяется, а в HCl растворяется, но очень плохо, окрашивая при этом раствор в яркожелтый цвет. Формула манганоильменита, по данным химанализа (М. Е. Владимирова): $(Fe, Mn)TiO_3$. По химическому составу он занимает промежуточное положение между ильменитом ($FeTiO_3$) и пирофанитом ($MnTiO_3$). Структура манганоильменита, по данным дебаэграммы, не отличается от ильменита.

Нахождение в ловозерском ильмените значительного содержания марганца указывает, что Mn в процессах минералообразования играл большее значение, чем при формировании других щелочных массивов. На это указывает и ряд других фактов: 1) повышенное содержание Mn в шизолите, нептуните, стенструппине, ловерските и др., 2) нахождение минералов со значительным содержанием Mn , неизвестных в других местах (чинглусуит и ловозерит).

Натропал — опал, содержащий в своем составе 7.95% Na_2O . Он встречается в виде намазок и корочек до 0.7 см толщиной на глы-

бах содалитового сиенита и эвдиалитового луюврита (содержащего содалит) в долине р. Чинглисуай. Цвет белый или серый. Черта белая. Блеск от стеклянного до матового. Спайность отсутствует. Излом неровный, до аморфного. Непрозрачный. Твердость до 4. Удельный вес 1.94—2.04. Зернистый. Показатель преломления колеблется от 1.440 до 1.448. Эмпирическая формула $\text{Na}_2\text{O} \cdot 10\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \cdot 5\text{F}$.

Нахождение фосфора в Ловозерском щелочном массиве до последнего времени было известно всего лишь в виде двух минералов — эрикета и апатита. В настоящее время фосфор обнаружен еще в одном из новых минералов и притом в очень интересном сочетании — с титаном и кремнием, образуя фосфотитаносиликат. Нахождение данного минерала (изучение которого еще не проведено) дает начало новой группе минералов, до сих пор неизвестной. Этот факт заслуживает большого внимания в научном отношении.

В летний период 1939 г. В. И. Герасимовский занимался сбором материала из лопаритовых месторождений разных мест и разных генетических типов с целью изучения лопарита, поскольку последний в настоящее время вошел в орбиту хозяйственной деятельности.

Запасы лопарита в Ловозерском массиве громадны. Лопарит здесь является породообразующим минералом лопаритового луюврита, лопаритового урита, лопаритового малиньита и лопаритового порфирированного ювита.

7. Изучение связи между химическим составом и оптическими свойствами главнейших породообразующих минералов проводилось в оптической лаборатории петрографического сектора, где была закончена работа по железомagneзиальным слюдам, выполненная И. А. Островским и В. П. Петровым под руководством Д. С. Белякина. На основании ее можно представить магнезиально-железистые слюды как изоморфную смесь трех компонентов с соответствующими оптическими константами и дать треугольную диаграмму, позволяющую по удельному весу и оптическим данным определить степень участия этих компонентов в составе слюды.

Флогопит	$\text{Ng} = 1.571,$	$\text{Np} = 1.536$
$\text{H}_{16}\text{K}_8\text{Mg}_{25}\text{Al}_{10}\text{Si}_{24}\text{O}_{100}$	$2\text{V} = -0^\circ,$	уд. в. = 2.73
Лепидомелан	$\text{Ng} = 1.689,$	$\text{Np} = 1.613$
$\text{H}_{16}\text{K}_8\text{Fe}''_{16}\text{Al}_{12}\text{Si}_{24}\text{O}_{94}$	$2\text{V} = -0,$	уд. в. = 3.23
Оксилепидомелан (гипотетический)	$\text{Ng} = 1.785,$	$\text{Np} = 1.675$
$\text{H}_{16}\text{K}_8\text{Fe}_{24}\text{Al}_{10}\text{Si}_{24}\text{O}_{111}$	$2\text{V} = \text{большой};$	уд. в. = 3.15

Установлено, что цвет слюды определяется ее химическим составом. Общее количество красителей (FeO , Fe_2O_3 , TiO_2 и MnO) прямо пропорционально логарифму светопоглощения. Форма кривой светопоглощения слюд обуславливается отношением отдельных красителей.

8. В 1939 г. И. А. Островским начата аналогичная работа по группам ромбических и моноклинных пироксенов. Однако пока обнаружены лишь некоторые общие закономерности: увеличение показателя преломления с повышением содержания FeO и MnO , некоторое увеличение показателя преломления при замещении MgO через CaO и т. п.

9. В области изучения магнитных свойств минералов А. А. Турцевым и М. К. Бельштерли была закончена работа по терромагнитным исследованиям биотитов.

Проведенные исследования показали, что в результате термического воздействия биотит претерпевает глубокие физико-химические изменения, в корне меняющие его свойства и структуру. Начальная температура, при которой начинаются изменения биотита, — 600° . При этой температуре:

а) Fe'' почти нацело переходит в Fe''' , причем переход этот сопровождается диффузией в решетку биотита значительного количества кислорода, достигающего 2.05%. При дальнейшем росте температуры происходит слабый восстановительный процесс;

б) изменяется оптическая индикатриса биотита, в связи с чем происходит прогрессивное увеличение $2V$ — от 10.5° и до 44.5° (при 1000°). Увеличение $2V$ не подчиняется закону аддитивности, а имеет скачок при 900° . Увеличиваются также и показатели преломления N_g и N_p ; это увеличение также имеет скачок при 700° ; увеличивается дисперсия оптических осей и появляется плеохроизм и двупреломление в плоскости $N_g - N_p$.

Перечисленные изменения биотита совершаются без разрушения решетки биотита. Разрушение последней происходит при 1100° , когда пластинки биотита становятся хрупкими, звонкими, непрозрачными; при этой температуре происходит магнитное перерождение биотита, переход его в ферромагнитное состояние, выражающееся в резком увеличении магнитной восприимчивости x . Дальнейшее увеличение температуры вызывает максимум x .

$$\left(x = 769.6 \cdot \frac{1}{10^4} \text{ при } 1200^\circ\right),$$

затем следует небольшой минимум

$$\left(x = 510.2 \cdot \frac{1}{10^4} \text{ при } 1270^\circ\right)$$

и вновь максимум

$$\left(x = 837.0 \cdot \frac{1}{10^4} \text{ при } 1400^\circ\right),$$

когда минерал начинает плавиться. Причина магнитного перерождения кроется в том, что при высоких температурах (выше 1100°) выплавляется железистое соединение, по составу отвечающее магнезиоферриту ($MgO \cdot Fe_2O_3$).

Магнитное перерождение биотита позволяет предложить промышленности новый метод магнитного обогащения пегматитов для нужд белой керамики, который может дать совершенно чистый продукт.

10. Второй темой магнитной лаборатории был: «Синтез магнезиоферрита ($MgFe_2O_4$) и его магнитные свойства», причем первый синтез этого соединения был проведен А. А. Турцевым еще в 1938 г.

Магнезиоферрит найден в некоторых железорудных месторождениях Прибайкалья, где содержание его местами доходит до 50%.

Возможность присутствия магнезиоферрита в железорудных месторождениях и совершенно не изученные магнитные его свойства и послужили причиной исследования этого минерала.

В 1939 г. было проведено несколько синтезов магнезиоферрита из исходных соединений (MgO и Fe_2O_3) и сняты основные кривые и магнитные циклы.

Синтезы вскрывают чрезвычайно интересную картину образования магнезиоферрита, а именно: магнезиоферрит кристаллизуется из исходных соединений в твердом состоянии, причем кристаллизация идет не при одной какой-то температуре, а в широком температурном интервале от 1000 до 1850° . Повышение температуры лишь увеличивает скорость кристаллизации, которая при низких температурах протекает весьма медленно. При температуре 1850° смесь плавится, и магнезиоферрит выделяется из жидкого расплава.

Что касается магнитных свойств, то сублимационный магнезиоферрит существенно отличается от плавленого тем, что в низких полях ($H = 50e$) имеется резко выраженный максимум

$$\left(x = 6611.2 \cdot \frac{1}{10^3}; \quad \mu = 84.08 \right),$$

чего не видим в плавленом магнезиоферрите. Величина x на участке максимума такого порядка, что приближается к активным разновидностям магнетитов, которые далеко не однородны. В более высоких полях основные кривые того и другого магнезиоферрита сближаются, и абсолютная величина x близка к таковой магнетитов.

Синтез магнезиоферрита, хотя и позволяет в некоторых случаях объяснить его появление, но далеко недостаточен для восстановления полной картины образования. Для этого необходимо дальнейшее более углубленное изучение условий его кристаллизации, особенно в присутствии различных окислов железа, как это имеет место в рудных месторождениях.

11. К группе работ по изучению свойств минералов относится работа М. К. Бельштерли, изучавшей «Термические условия кристаллизации кремнезема».

Предпосылка была здесь следующая. Свободный кремнезем в формах кристобаллита и тридимита, как показывают исследования последних десятилетий, широко распространен в земной коре.

Одним из актуальных вопросов петрографии является разрешение противоречия между возникновением этих минералов в природе при относительно низких температурах: в пустотах лав, в некоторых опалах и пр., и образованием их же при исключительно высоких температурах в динасе, шамоте и подобных искусственных продуктах.

Автор поставил себе целью насколько возможно сблизить природу и лабораторию путем постановки опытов получения кристобаллита и тридимита при максимально низких температурах путем прибавления к опытной SiO_2 разного рода минерализаторов. В качестве таковых применены были: $NaCl$, KCl , NH_4Cl и Na_2SO_4 . Кроме того, термически исследовался оригинальный природный опал («натропал») из Ловозерской тундры с необыкновенно высоким содержанием (до 8%) окиси натрия (коллекция В. И. Герасимовского).

Метод работы заключался в термической экспозиции кварцевого стекла и опала при различных температурах и разнообразной продолжительности нагревания, с последующим детальным изучением оптических свойств полученных продуктов. Для натропала были получены, кроме того, кривые нагревания и обезвоживания этого вещества.

В результате термооптических исследований кварцевого стекла и аморфной кремнекислоты установлено, что присутствие солей натрия значительно ускоряет кристаллизацию кремнезема в виде кристобаллита, причём эта последняя модификация возникает уже при добавке 1—2% солей натрия при температуре около $700^\circ C$.

На кривой нагревания Ловозерского опала констатированы две остановки: одна эндотермическая при температуре 125° , отвечающая потере воды, и другая — экзотермическая при температуре 585° , обозначающая начало кристаллизации обезвоженного материала.

Оптическое исследование обезвоженного продукта обнаружило слабое увеличение светопреломления при низких температурах. При длительной экспозиции около 700° оптические свойства вещества резко меняются. Появляется двупреломление; средний показатель преломления дорастает до величины $N = 1.532$, что несколько выше, чем у кристаллического вещества $Na_2O \cdot 2SiO_2$, которое можно было бы ожи-

дать встретить здесь, исходя из данных Мороя и Боуэна, и отвечает скорее соединению $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$.

12. Минералогическим музеем им. А. П. Карпинского в связи с получением новых больших витрин была проведена большая работа по созданию новой систематической коллекции. Подбор этой коллекции был произведен так, чтобы в пределах каждого минерального вида были представлены по возможности все его генетические типы с наиболее полным учетом его парагенезиса. При ее организации были выбраны из основной коллекции до 2600 образцов, заключающих около 1100 минеральных видов, которые и были выставлены в восьми больших витринах, а отдельные семейства и более крупные экземпляры в приставных малых.

В 1939 г. в музей поступило 96 коллекций с большим числом минералов (3420). Из них от сотрудников Института геологических наук и музея 29 коллекций, от Бюро минералов и от разных лиц и учреждений 62 и из-за границы 5.

Среди новых поступлений необходимо отметить: 1) богатые коллекции с Северного Урала из месторождений Нер-Ойки и Сураиза, переданные в музей 13-м трестом, собранные Г. Г. Леммлейном и И. П. Шараповым, которые обнаружили в СССР комплекс минералов «альпийских жил»: кварцы, адуляры, брукиты, анатазы, рутилы, аксиниты, пирохлориты и апатиты в образцах исключительного качества; 2) коллекцию В. И. Герасимовского с новыми минералами Кольского полуострова: чкаловитом, чинглусуитом и ловозеритом; 3) коллекцию А. В. Гуляевой — плавиковые шпаты Забайкалья, подлинник и описание; 4) коллекцию члена-корреспондента Академии Наук С. С. Смирнова — касситериты из Якутии; 5) замечательную коллекцию Тетюхэ; 6) коллекцию О. Е. Звягинцева — кристаллы самородной платины из района Норильска и др. Особо надо отметить замечательные сборы, проведенные работниками Бюро минералов Е. Е. Вашман и В. А. Шевелевой на месторождениях среднеазиатских республик, где был собран богатый материал из месторождений Кара-Мазарского района и серных рудников Шор-су.

Среди заграничных коллекций необходимо отметить коллекцию оловянных руд из Боливии, присланную д-ром Р. Герценбергом, и коллекцию минералов из Югославии, присланную д-ром Розицким.

Кроме того, сотрудниками музея были проведены сборы музейного материала на месторождениях Коунрад, Джезказган, Садон, Нагольный Кряж и т. д.

В течение 1939 г. музей провел две большие выставки (по минералам типа альпийских жил и минералам олова) и ряд докладов по ним.

Большую работу провело также Бюро минералов при музее, снабжавшее минералогическими коллекциями вузсы, техникумы, лаборатории и различные отраслевые организации СССР.

В. Исследования по петрографии

Работы по петрографии, не входившие в число экспедиционных исследований, были довольно разнообразными. В их число входили: а) работы общего характера по методологии петрографических исследований и по вопросам систематики и номенклатуры горных пород; б) работы по изучению петрографии отдельных районов и геологии вулканических образований; в) лабораторные работы, целью которых было изучение физико-химических систем, имеющих значение для петрографии и минералогии.

а. Работы по методологии петрографических исследований и по систематике горных пород

1. Академик А. Н. Заварицкий в области методологии теоретической петрографии разрабатывал графический метод изучения химизма горных пород. Огромное число химических анализов горных пород, накопившееся в мировой литературе, до сих пор не использовано в надлежащей мере для получения тех выводов, которые этот фактический материал мог бы дать. Одной из важных причин, препятствующих этому, является недостаточно разработанная методика сравнения и сопоставления анализов. Этим занимались многие петрографы, стремясь представить в более ясном виде основные особенности химизма пород при помощи замены непосредственных данных анализа вычисленными из него другими числовыми выражениями, являющимися, таким образом, функциями отношений, данных в анализе. Идя по этому же пути, А. Н. Заварицкий также остановился на системе простейших числовых характеристик химического состава, отображающих данные анализов, но при этом так, что 1) сохраняется однозначное соответствие тех и других и 2) достигается возможность однозначного графического представления химических составов при помощи векторов. Графический способ позволяет легко подметить и формулировать закономерности химизма различных комплексов изверженных горных пород, для которых этот способ был применен.

В течение 1939 г. он был приложен для решения следующих вопросов.

1) Была выяснена степень корреляции особенностей реального минералогического состава пород с принятыми простейшими числовыми характеристиками химического состава. Оказалось, что существуют соотношения между главными признаками минералогического состава и параметрами числовых характеристик, выражающиеся такими приблизительными, эмпирически найденными формулами:

$$а) \text{ Для количества } qu \text{ модального кварца (в \%)} \text{ и параметра } Q \\ \sim 5/8Q + 7 > qu > 5/6Q + 1$$

с вероятностью 0.8;

б) для цветового индекса I (color index) и b .

$$9/4b + 9/2 > I > 6/4b + \frac{6}{2}$$

с вероятностью около 0.9;

в) для анортитовой составной части (an) в модальном плагиоклазе (в %) и параметра c

$$3.7c + 4 > an > 3.7c - 4$$

с вероятностью около 0.75;

г) для количества (F) модальных щелочных составных частей (ортоклаз, фельдшпатида и альбитовая часть плагиоклаза) и параметра имеет место явно ассиметричное расположение точек, определяемых координатами F и a . Наиболее густо они расположены вдоль линий $F=4a$ и постепенно рассеиваются в сторону линии $F=3a+5$.

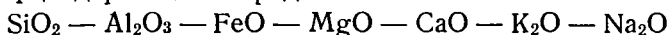
Эти отношения, очевидно, характеризуют точность выражения модального состава и во всех других способах составления числовых характеристик, которые основаны на условном разделении извести полевошпатовой и свободной.

2) Применение графического анализа было сделано для ряда провинций новейших изверженных пород как тихоокеанского, так и атлантического полушарий и, кроме того, для отдельных, более изученных

вулканических районов (Везувий, четвертичные лавы Армении и др.). Тот же графический метод был применен и для представления явлений дифференциации во времени.

2. В законченной монографии «Закономерности ассоциации минералов в метаморфических и метасоматических породах архея Восточной Сибири» Д. С. Коржинский показал соотношения между химическим и минералогическим составами высокотемпературных пород алдано-сланянского геологического комплекса.

Для кварцсодержащих пород системы



оказались возможными два парагенезиса с максимальным числом (семь) минералов невариантного (при данной t и p) состава: 1) кварц + плагиоклаз (33% An) + ортоклаз + биотит + роговая обманка + клинопироксен ± гиперстен; 2) кварц + плагиоклаз (около 90% An) + биотит + роговая обманка + клинопироксен + гиперстен + фаялит.

В отношении роговой обманки интересна та особенность, что вместе с ортоклазом роговая обманка может встречаться лишь в отсутствии кальцита или основного плагиоклаза, а именно: плагиоклаза с содержанием аноритовой молекулы более 35%. В породах с кальцитом или основным плагиоклазом вместо роговой обманки с ортоклазом становится устойчивой ассоциация биотита с клинопироксеном и кварцем, которая, наоборот, неустойчива в породах с кислым плагиоклазом (менее 32% An).

Эта особенность, повидимому, имеет общее значение для высокотемпературных пород; так, известно, что ассоциация роговой обманки с ортоклазом типична для гранитов и гранодиоритов, т. е. пород с кислым плагиоклазом. Наоборот, ассоциация клинопироксена с биотитом типична для монзонитов, т. е. пород, содержащих более основной плагиоклаз.

Для кальцитсодержащих пород системы $\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO} - \text{K}_2\text{O} - \text{Na}_2\text{O}$ установлена возможность шести ассоциаций с максимальным числом (шесть) минералов (при данной p , t).

Исследованы парагенезисы также и других минералов: андрадит, сфен, рутил, паргасит и пр.

Исследование парагенезисов метасоматических пород флогопитовых, лазуритовых и других месторождений показало, что в них щелочи, железо и кальций ведут себя вполне подвижным образом, а потому все возможные парагенезисы могут быть изображены полями трехкомпонентной диаграммы $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO}$. Вид этой диаграммы зависит от концентрации вполне подвижных компонентов. С точки зрения геометрической интерпретации эта зависимость диаграммы (состав — парагенезис) от концентрации вполне подвижных компонентов совершенно аналогична зависимости ее от температуры и давления. Примем в качестве двух координат диаграммы концентрации K_2O и Na_2O в растворе. Тогда на этой диаграмме каждой из невариантных ассоциаций минералов будет соответствовать точка, через которую будут проходить кривые моновариантных систем; эти кривые могут быть построены по уравнениям соответствующих реакций, для чего достаточно знать составы минералов. Между этими кривыми находятся дивариантные области, для которых все устойчивые ассоциации могут быть показаны для каждой области одной определенной диаграммой с компонентами $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO}$ (если мы ограничимся пятикомпонентной системой: $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO} - \text{K}_2\text{O} - \text{Na}_2\text{O}$).

Такого типа построение позволяет не только классифицировать на-

блюдаемые типы парагенезисов в метасоматических породах, но и предвидеть еще не наблюдавшиеся. В разобранном случае разные типы метасоматических месторождений алдано-слюдянского геологического комплекса (флогопитовые, лазуритовые, шпинелевые, главколитовые) уложились в разные дивариантные поля описанной диаграммы, т. е. причина разнообразия этих месторождений лежит в различии концентрации щелочей в постмагматических растворах.

Исследование Д. С. Коржинским материалов по Турьинским медным рудникам (Северный Урал) показало, что в этом классическом скарновом месторождении образование высокотемпературных скарнов является результатом метасоматического взаимодействия известняков с силикатовыми породами, в частности с затвердевшими породами самой активной интрузии. Это взаимодействие совершалось при участии постмагматических растворов, приносивших в скарновую зону не только железо, но и магний. Анализ парагенезисов минералов показывает, что при этом взаимодействии наиболее инертным образом вели себя глинозем, кремнезем и известь (помимо фосфора, апатита и титана в сфене), и поэтому именно соотношение этих трех компонентов в породе определяет ее минералогический состав, т. е. последний может быть выражен диаграммой с тремя упомянутыми компонентами. Остальные компоненты, а именно: окислы Fe, Mg, K, Na и пр., ведут себя вполне подвижным образом. При этом в метасоматических породах химический потенциал железа непостоянен, постепенно меняясь от одной части месторождения к другой (например, от гроссуляровых скарнов к андрадитовым), в то время как химический потенциал магния, а особенно щелочей, обладает значительной степенью постоянства, т. е. почти все метасоматические породы месторождения эквипотенциальны в отношении компонентов. Исключением является, например, появление в единичном случае волластонита вместо обычного диопсида. Нормальная последовательность замещения следующая: прежде всего ортоклаз замещается кислым плагиоклазом с кварцем; затем кварц замещается диопсидом, с образованием двуминеральных диопсид-плагиоклазовых пород, лишенных магнетита; после этого основной плагиоклаз замещается гранатом с образованием диопсид-гранатового скарна. Этот скарн затем замещается мономинеральным гранатовым скарном. В свою очередь известняк замещается неширокой зоной диопсидового или, чаще, диопсид-геденбергитового скарна, который замещается затем широкой зоной мономинерального гранатового скарна.

Более поздним является замещение скарнов магнетитом и затем их разложение, связанное с колчеданным их оруденением. В этой стадии подвижность элементов значительно меньше, чем в высокотемпературных условиях, а следовательно, число одновременно образующихся минералов больше. Железо и магний, ранее вполне подвижные, теперь обнаруживают свою инертность, так что, помимо колчеданов, одновременно становятся устойчивыми по пять минералов, например, кварц, кальцит, хлорит, эпидот, магнетит.

Щелочи, однако, продолжают оставаться вполне подвижными, так что, например, цоизит и пренит не встречаются в скарнах, а вместо них образуется серицит. Но и магний обладает еще некоторой степенью подвижности, в силу которой актинолит и тремолит, развивающиеся в начале разложения пироксена, сейчас же вслед за тем растворяются и остаются только в виде тонких волокон, вросших в защищающий их кварц.

Интересны также явления, связанные с недостаточной подвижностью кислорода: при нормальном для данной стадии (стадии образова-

ния халькопирита) потенциале кислорода устойчив магнетит, а не гематит. Однако в случае разложения андрадитового скарна получается избыток кислорода (так как андрадит содержит окисное железо), и вместо магнетита первоначально выделяется гематит, позднее частично восстанавливаемый в магнетит, т. е. происходит возвращение потенциала кислорода к нормальному уровню. Так можно объяснить генезис «мушкетовита», т. е. псевдоморфоз магнетита по железному блеску. В пользу такого генезиса говорит постоянная приуроченность мушкетовита к разложившимся андрадитовым скарнам, что установлено для ряда скарновых месторождений. Наоборот, при разложении геденбергитовых скарнов нередко имеет место образование ильваита, т. е. минерала с более низкой степенью окисления, чем магнетит, соответственно с закисной формой железа в геденбергите.

З. Б. М. Куплетский (при участии О. И. Ковалевой) занимался решением задачи, имеющей важное значение для систематики изверженных пород, по нахождению средних устойчивых типов на основе «количественно-минералогической характеристики горных пород».

В 1939 г. была закончена разработка количественно-минералогической классификации гранитоидов, уже опубликованная в предварительной форме (Доклады Академии Наук, 23, № 6, 1939). Здесь дается диаграмма для определения гранитоидов по их минералогическому составу. Используя пять сечений тетраэдра, в вершинах которого помещаются основные компоненты гранита: кварц — ортоклаз — плагиоклаз — цветные и второстепенные минералы, Б. М. Куплетский и О. И. Ковалева получили пять треугольных диаграмм, на которых выделены поля распространения главных семейств гранитоидов. Нанося на соответствующее сечение тетраэдра количественно-минералогический состав гранитоида, полученный подсчетом минералов под микроскопом, можно сразу определить, к какому семейству относится исследуемая порода (гранит, гранодиорит, кварцевый сиенит и т. п.).

В настоящее время Куплетским, Ковалевой и Малышевым проводится разработка количественно-минералогической классификации лампрофиров, для которых, как известно, не удается установить надежных признаков разделения по химическому составу. В виду недостатка в литературе данных по количественно-минералогическому составу лампрофировых пород, работу пришлось начать с подсчетов минералогического состава лампрофиров как советского происхождения,* так и из классических месторождений Западной Европы. К началу 1940 г. удалось собрать 124 характеристики лампрофиров по количественно-минералогическому составу и приступить к первым попыткам разграничения лампрофиров по этому признаку.

в. Работы по изучению петрографии отдельных районов и геологии вулканических образований

1. В. И. Лучицкий и Ф. Е. Рудик продолжали свои работы по изучению гранитоидов Украины, их пегматитов и металлоносности. В 1939 г. исследованиями были охвачены два района — район Вольны с его разнообразными гранитоидами и одновременно развитыми габбровыми породами и район Приазовья, где гранитоиды в значительной своей части отличаются щелочным характером; одновременно с ними здесь также присутствуют основные и ультраосновные породы. По первому району проводилась обработка материалов, собранных по преимуществу в 1938 г., по второму — велась полевая работа и частичная обработка материала.

На Волини большой интерес представляют взаимоотношения между четырьмя группами гранитоидов, образующими крупные, более или менее самостоятельные, массивы, именно: 1) гранат-кордиеритовых гранитоидов юго-запада Волини, 2) биотитовых гранитов житомирского (равномернозернистые) и коростышевского (порфиroidные) типов, 3) гранитоидов типа рапакиви и 4) связанных с последними гранитов коростенского типа. Большой научный и практический интерес представляют сравнительное изучение этих гранитов и выявление генетических и возрастных взаимоотношений между породами основными (габбро и анортозиты) и кислыми (граниты типа рапакиви и коростенскими).

Проведенными исследованиями было установлено, что имеется тесная связь между гранитами и гранат-кордиеритовыми гранитоидами, нередко на ряду с гранатом, кордиеритом, шпинелью содержащими также и включения, среди которых видную роль играют перекристаллизованные и измененные остатки мергелистых и карбонатных пород; по направлению к северу они сменяются биотитовыми гранитами житомирского типа, среди включений которых особенно видную роль играют глинистые породы, представленные биотитовыми и биотит-рогообманковыми роговиками, широко развитыми в частности по р. Тетереву. Одновременно с этим выясняется тесная связь и по всем признакам одновременности образования гранитов типа житомирского, богатых пегматитами, и гранат-кордиеритовых, почти полностью лишенных их.

Сравнительное изучение гранитов житомирского и коростенского типов показало одновременность их образования и отличие друг от друга только в отношении структур (равномернозернистая в первых, крупнозернистая и порфиroidная во вторых).

Характерно широкое развитие связанных с гранитами житомирского типа пегматитов, переходящих в аплиты, инфицирующих и глубоко изменяющих вмещающие глинистые породы с преобразованием последних в биотитовые магматиты различных типов. Мощность пегматитовых жил достигает 10 м, число их по рр. Тетереву, Быстре и др. исчисляется сотнями. Оруденения, связанного с пегматитами этой группы гранитоидов, обнаружить не удалось. Кроме полевых шпатов и кварца, эти пегматиты отличаются наличием биотита, мусковита (размером иногда до 20—25 см), магнетита, пирротина.

Исследование рапакиви и коростенских гранитов, прорывающих более древние биотитовые граниты, подтвердило, что возраст этих двух типов одновременный; отличие между ними выражается, в основном, в различной степени их кислотности. Детальное изучение минералогического состава и структурных особенностей габбровых пород и находящихся в контакте с ними рапакиви показало, что ряд минералов, входящих в состав рапакиви, с одной стороны, и габбровых пород, с другой, тождественен; таковы тождественные микропертиты с совершенно одинаковыми чертами пертитовой и в особенности микропертитовой структуры, биотит, амфиболы, пироксены, оливин (в ряде случаев последний присутствует не только в габбровых породах, но и широко распространен в рапакиви, отличаясь значительным содержанием молекулы фаялита). Тождественны также и типичные перитектические преобразования магнезиально-железистых минералов, входящих в состав как основных, так и кислых пород.

Изучение пород в районе Турчинки показало взаимодействие их друг с другом, при наличии гранит-пегматитовых образований в анортозитах и частичной пренинизации и эпидотизации последних.

Характерной особенностью рапакиви, как показали исследования

1939 г., является наличие в нем касситерита как акцессорного минерала; присутствие его обнаружено в шлихах. Не менее характерно развитие в рапакиви пегматитов и других продуктов последних стадий магматического процесса с топазом и пьезокварцем, а также широкое распространение в районе развития рапакиви касситерита в наносах; это даёт основание считать, что область массива рапакиви и коростенских гранитов должна быть выдвинута как перспективная в отношении не только пьезокварца и топаза, но и оловоносности. Исследованиями 1939 г. разрешается также и спорный вопрос об относительном возрасте основных пород и рапакиви на Волыни в пользу одновременного их, в общем, образования.

В Приазовье был обследован ряд гранитоидов, главным образом, двух районов — Западного и Восточного Приазовья. В районе Западного Приазовья Ф. Е. Рудиком изучен особенно детально район развития гранитоидов и связанных с ним мощного пегматитобразования, для которого установлено не менее трех различных возрастов.

Особенно детально изучены были гранитоиды и связанные с ними пегматиты в районе сел. Елисеевки по р. Чокраку с ее крупными внедрениями пегматитов, содержащими колумбит, апатит, гранат, мусковит и другие минералы, при мощности пегматитовых жил местами до 100 м. Изучение этого месторождения показало его крупное перспективное значение не только в отношении мусковита и полевого шпата, но и колумбита, обладающего значительно большим развитием, чем это было известно; необходимо усиление добычи его одновременно с мусковитом и полевым шпатом путем тщательного просмотра добываемого пегматита.

Изучение района сел. Андреевки с его крупными пегматитовыми месторождениями по р. Килтичьей даёт основание считать его районном исключительно мощного развития пегматитов, также по крайней мере трех возрастов; металлоносность наиболее мощно развитых пегматитов незначительна; значение его как источника полевошпатового сырья (калиевого полевого шпата и самого пегматита в целом) перспективно очень велико.

С большими затруднениями столкнулось выяснение связи между пегматитами и гранитами, так как массивы последних отделены от областей развития пегматитов значительными площадями без обнажений.

На территории данного района и далее на север и юг от него можно видеть значительное распыление гранитных масс с образованием многочисленных и разнообразных мигматитов, связанных частью с типичными глинистыми породами, преобразованными в биотитовые мигматиты и местами биотит-графитовые мигматиты (тетерево-бугского возраста). Видную роль играют здесь резко отличные от биотитовых мигматитов амфиболовые мигматиты, большей частью тонко инъцированные и расланцованные, а также близкие к ним амфибол-пироксеновые и пироксеновые с более слабо выраженной инъекцией, нередко сильно расланцованные. С пироксенсодержащими мигматитами окрестностей сел. Осипенко тесно связаны оливиновые породы, среди которых выделяются породы типа перидотитов, в большей или меньшей степени преобразованные в куммингтонитовые перидотиты.

Разнообразие мигматитов усиливается еще тем, что амфиболовые мигматиты представлены крайне разнообразными типами, среди которых имеются также и ксантофиллит-амфиболовые мигматиты (район сел. Андреевки).

В районе Восточного Приазовья обращено было особенно большое внимание на дальнейшее изучение щелочных гранитоидов; с этой целью осмотрен район нижнего течения р. Кальмиуса, где удалось

установить, что разведываемое в настоящее время месторождение плавленого шпата, сопровождаемого цинковой обманкой, свинцовым блеском и другими минералами, приурочено к щелочным гранитам и сиенитам. Тем самым намечается область, на территории которой следует и дальше ставить поисковые работы.

Ознакомление с новыми материалами, в частности петрографа Рудика, обнаружившего присутствие баркевикитовых пород в районе Нагольного кряжа, дает основание считать, что область развития щелочных магм прослеживается на восток от нефелин-сиенитового массива и щелочного района Приазовья вплоть до Нагольного кряжа.

Возможно, что именно с такого рода магмами связаны месторождения цветных руд Нагольного кряжа. Не исключается возможность нахождения в Донбассе также и плавленого шпата, присутствие которого отмечено и в районе Еленовских известняковых карьеров.

2. Акад. А. Н. Заварицкий летом 1939 г. совершил поездку в Армению с целью изучения новейших вулканических образований этой страны. Часть времени была посвящена общему предварительному ознакомлению с четвертичным вулканизмом страны, для чего был предпринят ряд экскурсий совместно с группой местных геологов и при участии лучшего знатока геологии Армении К. Н. Паффенгольца, что в особенности обеспечило успех этих экскурсий.

Произведенные наблюдения с несомненностью убеждают, что в четвертичное время Армения была ареной вулканизма, дававшего излияния базальтов и частью андезитов, относящихся к тому типу, который в последнее время получил название ареальных излияний (в том смысле, в котором термин употребляется Зандером, Рекком и др.) или multiple vent basalts Тиррела. Представление о сходстве вулканической Армении с Исландией, выдвигавшееся Ф. Ю. Левинсон-Лессингом, является ошибочным, будучи основано на смешении четвертичных и третичных вулканических пород. В частности, ошибочно принимался за четвертичный вулкан горный массив Алагез, представляющий, как показал К. Н. Паффенголец, брахиантиклиналь из третичных вулканических образований. А. Н. Заварицкий и другие участники экскурсии могли убедиться в огромном значении ледниковой деятельности в создании морфологии Алагеза. В ледниковом цирке, принимавшемся за кратер, в довольно большом количестве попадают в осыпях куски слоистых псаммитовых туфов, повидимому отложенных в водном бассейне, выходы которых были обнаружены раньше Паффенгольцем и в стенках кратера.

Четвертичные извержения в Армении происходили во многих пунктах и давали, с одной стороны (в районе Алагеза, частью Еревана), накопления туфов, а с другой — относительно небольшие излияния основных лав. Обыкновенно в месте выхода лавы на поверхность, где лава дольше всего оставалась жидкой и где выделялись газы, возникал шлаковый конус. Среди ряда примеров особенно интересными являются окрестности курорта Исти-су. Здесь излияние базальта произошло на дне речной долины; базальт заполнил эту долину, а в головной части потока возник конус из шлаков и лапиллей, строение которого хорошо вскрыто теперь разработками с целью добычи этих пирокластических материалов для строительства курорта.

Кроме указанных выше экскурсий, А. Н. Заварицкий занимался более детальным изучением вулкана Голгата, расположенного к северу от массива Алагеза в синклинали депрессии между ним и Памбакским хребтом. Голгат представляет один из значительных четвертичных вулканов Армении. Его базальтовые лавы изливались далеко в сторону Лениакана и простирались до подножий Алагеза и Памбак-

ского хребта, где они ограничивались более древними третичными вулканическими образованиями. Вершинная часть Голгата представляет насыпной конус, главным образом из лапиллей и небольшого количества вулканических бомб со свойственными базальтовым лавам формами последних. Строение конуса прекрасно видно в его размытой восточной части. С половины северо-западного склона спускается поток; гряда, тянущаяся на север от шлакового конуса, также представляет обособленный поток. Пологие склоны вулкана заняты, видимо, целым рядом потоков, уже частью разрушенных и давших начало многочисленным «чингилам».

Место выхода базальтовых лав, кроме вершинного конуса, было обнаружено в 2½ км западнее, где имеются даже остатки кратера на холме, представляющем размытый конус, характерный значительным участием вулканических бомб в его строении. Следы вулканических выходов замечены еще в двух местах.

Налегание лав Голгата на речные отложения наблюдалось около сел. Еганляр, а на порфиновые породы третичного возраста — восточнее сел. Хан-Вали. В окрестностях этого селения геологом Армянского филиала Академии Наук СССР С. М. Лусяном, принимавшим участие в работах А. Н. Заварицкого, был обнаружен минеральный источник типа нарзана.

с. Изучение вулканов Камчатки

В Институте геологических наук в Москве производилась обработка научных материалов, собранных на Камчатке сотрудниками Камчатской вулканологической станции и частью других. Главным образом, эта работа заключалась в минералогическом и петрографическом исследовании продуктов деятельности вулканов.

В 1939 г. вулканическая деятельность на Камчатке заключалась: 1) в прекращении (в марте) извержений из Ключевского вулкана и его побочных кратеров, начавшихся в апреле 1937 г.; 2) начались (в сентябре) извержения из вулкана Плоский Толбачик, причем извержения носили эксплозивный характер. В выбросах наблюдалось большое количество волос Пеле, свидетельствующих о значительной жидкости магмы; 3) в остальные месяцы этого года деятельность Ключевского вулкана, а также Авачинского и Мутновского (по данным В. Ф. Попкова и Н. Ф. Сосунова) выражалась, главным образом, в более или менее интенсивном выделении газообразных продуктов.

Температуры фумарол побочных вулканов Ключевской сопки были у Билюкая от 50 до 600°, у Тирануса от 125 до 550°, у Туйлы от 225 до 470° и у Кургурича от 95 до 150°. Состав газов последних трех вулканов H₂O, HCl, O₂ и N₂, а в первом, кроме этих газов, CO₂, CO и H₂. Среди возгонов преобладали хлористые соединения, изредка фтористые и еще реже серноокислые соединения. Более детальное изучение возгонов, произведенное С. И. Набоко, показало, что возгоны из первой порции лавы обладают повышенным содержанием Cu, Co, Ni, Cr и V. Из второй порции лавы обогащаются Ba, Sr и Ti. Кроме того, возгоны кратера Билюкая, расположенного гипсометрически ниже всех (900 м), относительно обогащены Ba, Sr, Be и Bi. В возгонах Тирануса (1000 м) обнаруживается дополнительно Ag и Sn, а в воронках взрыва (1700—1800 м) и Mo и Pb. Наблюдается также некоторая приуроченность элементов к определенным температурным интервалам. Так, Pb и Mo обнаружены только в фумаролах, имевших на дневной поверхности температуру 150°, Be и Bi — 200° и Ag и Sn — 500°.

Для извержений 1937/38 г. из Ключевского вулкана А. А. Меняйловым и С. И. Набоко наблюдались такие особенности: стромболианский тип извержений с элементами вулканского, некоторая зависимость вулканических выделений от атмосферного давления и три фазы вулканической деятельности в пределах цикла извержений. Первая фаза характеризовалась преобладанием излияния над эксплозиями; вторая, наоборот, преобладанием эксплозий над излияниями и третья — прорывом ряда побочных кратеров и их деятельностью. Последние прорвались на трещине почти широтного направления. Самый активный и самый нижний кратер Билукай дал поток лавы длиной в 12 км. Излияние лавы из него происходило в три приема. Для этих лав и рыхлых продуктов подмечается увеличение кислотности в зависимости от повышения гипсометрического положения кратеров, из которых они изливались. В этом же направлении идет изменение минералогического состава, а именно: появление ромбического пироксена (которого нет в лавах нижних кратеров) на ряду с моноклинным в лавах верхнего кратера Козея. Химический состав лав кратеров 1938 г. более кислый, чем у кратеров 1932 г. Кроме наблюдений над деятельностью действующих вулканов, сотрудниками Вулканологической станции производились исследования других вулканов Камчатки.

Исследования А. А. Меняйлова и С. И. Набоко в Верхне-Еловском районе, в котором находятся вулканы: Орловый, Лежитц, Юрточный, Кинынок, Кунфилок и Шероховатый, показали, что наиболее древними образованиями в этой местности является эффузивная свита, представленная порфиритами и базальтами, сопровождаемыми туфовыми образованиями. Более молодыми являются миоценовые песчано-глинистые отложения, трансгрессивно перекрываемые верхнеплиоценовыми песчано-галечными отложениями. Вышеупомянутые вулканы прорывают эти осадочные образования; таким образом, они являются представителями постплиоценового вулканизма. Самыми молодыми осадочными породами являются ледниковые отложения, выраженные в озерно-холмистом ландшафте долин р. Матерой Еловки.

Вулканы Лежитц, Юрточный и Кунфилок представляют собой моногенные куполы трахиандезитового состава; вулкан Шероховатый такого же состава приближается по форме к щитовидному. Вулкан Кинынок сложен лавами дацито-липаритового состава. На нем, как и на предыдущих вулканах, не обнаружено признаков кратера, и все они имеют некоторое сходство с куполами Оверни.

В расположении трахиандезитовых экструзий наблюдается линейное расположение примерно в северо-северо-восточном направлении. Липарит вулкана Кинынок, а также внедрения мелких дацито-липаритовых тел, происходили по трещинам этого же направления.

Самым молодым, наиболее сохранившим форму вулканической постройки, является вулкан Орловый, представляющий собой вулкан центрального типа с лавами андезито-базальтового состава.

В отношении химического состава лав выяснилось, что в дацито-липаритах и трахиандезитах преобладает Na_2O над K_2O (при сравнении с подобными породами из других районов Камчатки). Базальты же вулкана Орловый не обладают указанными соотношениями. Таким образом, эта особенность химического состава присуща только лавам более ранней в этой местности фазы вулканизма.

В строении Верхне-Еловского района принимают значительное участие кислые эффузивы, занимающие в систематике пород промежуточное положение и имеющие несколько более щелочный характер по сравнению с лавами других районов Камчатки.

Принимая во внимание химический и минералогический составы, вытекающую из этого близость дацито-липарита больше к липарито-андезиту, чем к липарито-трахиту, и, наконец, широкое распространение в области андезитов и базальтов, можно считать, что эти породы являются дифференциатами базальтовой магмы.

Работами В. И. Влодавца в районе Карымского вулкана был открыт ряд неизвестных до сих пор потухших вулканов (Академии Наук, Белянкина, Крайний, Однобокий, Разлатый, Сухой, Соболиный, Березовый и Промежуточный). Действующий Карымский вулкан является стратовулканом, лавы его дацитового состава. Карымский вулкан расположен в кальдере опускания, которая срезала половину соседнего вулкана Двор. Благодаря этому разрезу можно восстановить характер деятельности вулкана и последовательность изменения состава лав этих вулканов. Начальная стадия вулкана Двор была эксплозивной, затем она сменилась эффузивной, причем состав лав был андезитовый. В дальнейшем вулкан вступил снова в стадию эксплозивной деятельности, а затем в эффузивную, причем состав лав в этот раз был базальтовый. После излияний базальта произошел сильный взрыв, который разрушил вершину вулкана. Вслед затем произошло излияние андезита. После излияния андезита произошло образование вышеупомянутой кальдеры опускания, в середине которой возник затем новый Карымский вулкан, изливавший и изливающий в настоящее время дацитовую лаву. Характер деятельности последнего вулкана вначале существенно был эксплозивный, а затем эффузивный. Карымский вулкан в настоящее время извергает наиболее кислую, среди действующих вулканов Камчатки, лаву дацитового состава. И вообще Карымский район отличается значительным развитием дацитовых лав. Они наблюдаются в вулканах Академии Наук, Белянкина и Сухом.

Вулканы Разлатый и Соболиный изливали преимущественно базальтовую лаву, а вулканы Однобокий и Крайний — андезитовую. Лава западного склона вулкана Малый Семячик базальтовая, а северного склона андезито-базальтовая, почти андезитовая, являющаяся более древней лавой по сравнению с первой. Последняя лава, весьма вероятно, принадлежит не Малому Семячику, а рядом расположенным вулканам Березовому или Промежуточному. Что касается изменения состава лав во времени, то в общем оно идет в порядке увеличения их кислотности, но в отдельных случаях наблюдается и переменяемость в изменении состава.

Следует отметить наличие кристобалита во многих лавах Карымского района и наличие тридимита и изредка кристобалита в мелких прожилках туфобрекчий.

С морфологической точки зрения Карымский район отличается наличием кальдер, образовавшихся как в результате опускания определенных участков, так, главным образом, в результате центрального или бокового взрыва.

Кроме того, В. И. Влодавцем была закончена сводка всех химических анализов (189 валовых анализов, 3 неполных анализа и 37 определений SiO_2) изверженных горных пород Камчатки, а также сопоставление данных относительно связи наиболее активных вулканов Камчатки с полосами повышенной сейсмической активности.

Продолжая исследования ранее собранных им на Камчатке материалов, акад. А. Н. Заварицкий изучил эксплозивные обломки, выброшенные из вулканов Авачи и Козельской сопки. Среди этих эксплозивных обломков имеются горные породы как родственные (комагматические) лавам этих вулканов, так и чуждые, посторонние.

1) Наиболее распространенными, в довольно большом количестве встречающимися на склонах сопки Авачи, а также вокруг Козельской, являются выбросы зернистой оливиновой породы из светлозеленого или желтоватого оливина с молекулярным отношением $MgO : FeO = 10 : 1$ и с содержанием 0.4% NiO. В некоторых образцах развивается, замещающая оливин, зеленая роговая обманка.

2) Преимущественно в районе Козельской встречаются выбросы перидотитов как с ромбическим пироксеном, типа грацбургитов, так и с моноклинным (верлиты). И в этих породах иногда наблюдается развитие зеленой роговой обманки, обычно замещающей клинопироксен.

3) На восточном склоне Козельской сопки были собраны образцы крупнозернистого пироксенита из моноклинного пироксена, иногда с характерной решеткой вrostков ильменита. В некоторых случаях также развивается роговая обманка, местами в пегматитообразных прорастаниях с пироксеном.

4) Чрезвычайно широко распространены среди выбросов Авачи куски микротинитов — диоритоподобных пород, состоящих, главным образом, из плагиоклаза и зеленой обыкновенной роговой обманки. Состав плагиоклаза меняется от битовнита до лабрадора, а в некоторых случаях, при зональной структуре минерала, до андезина в наружной кайме. Характерно во многих образцах присутствие стекла, склеивающего местами минералы породы, а также зажатого между кристаллами участков основной массы с андезитовой микроструктурой. Структуры микротинитов очень разнообразны, и среди них можно выделить ряд разновидностей. Помимо выбросов из вулкана, микротиниты на вулкане Авачи очень часто встречаются также в виде гомеогенных включений в роговообманковых андезитах, образующих куполообразные экструзии.

Особенно интересны выброшенные из вулкана Авачи куски чуждых горных пород.

5) Наиболее распространенными из них являются беловатые плотные, иногда зернистые, довольно тяжелые породы. Когда они более крупнозернистые, в их составе можно распознать невооруженным глазом волластонит. Под микроскопом они представляются состоящими из волластонита и зеленого моноклинного пироксена со свойствами геденбергита. Иногда присоединяется гранат, а в некоторых образцах он является, на ряду с волластонитом, главной составной частью. Кальцит, встречающийся довольно редко, имеет вид вторичного. Структура таких пород обыкновенно неравномернозернистая, часто очень тонкая. Несомненно, это — метаморфизованная сильно известковистая порода, может быть, даже известняк.

6) Небольшим распространением среди выбросов пользуются на вулканах Авачи куски плагиоклазово-гиперстеновых роговиков с небольшой примесью кварца.

7) Столь же редки выбросы мало измененных кремнистых сланцев, почти сохранивших свою первоначальную структуру.

8) Наконец, был встречен частью впаиванный в андезит обломок измененного мелкозернистого кварцевого песчаника, в котором значительная часть кварца подверглась перерождению в тридимит, и, как новообразование, появились призмочки гиперстена.

d. Изучение физико-химических систем, имеющих теоретическое значение для петрографии и минералогии

Работа этой группы, руководившаяся чл.-корр. Д. С. Белянкиным, состояла: 1) из исследования физических свойств минералов и горных пород (М. П. Волярович), 2) из опытного

изучения гетерогенных физико-химических равновесий в силикатных системах (А. И. Цветков).

По первому разделу М. П. Волярович и его сотрудники (Л. И. Корчемкин и А. А. Леонтьева) занимались: 1) изучением влияния давления, до 1000 атм, на физико-химические свойства расплавов горных пород и 2) изучением вязкости расплавов горных пород и других силикатов при атмосферном давлении.

По первой части исследований в процессе испытания аппаратуры для давления до 1000 атм. и температур до 1300° проведены были опыты нагревания горных пород и минералов при давлении 1000 атм. до 800° (М. П. Волярович), причем в случае осадочных пород (глины, глинистые сланцы), а также цеолитов и пр., в них наблюдались некоторые изменения структуры.

Далее, по методу запаянных платиновых капсюль, были поставлены исследования растворимости воды в базальтовом стекле при давлениях до 600 атм. и температурах до 1300° (М. П. Волярович и Л. И. Корчемкин). Химические анализы образцов, полученных при этих предварительных опытах, показали содержание воды в них при указанных условиях около 2%.

По второй части исследований была измерена вязкость в интервале размягчения по методу растяжения стержня серии кристаллических, эффузивных (естественных) горных пород и сплавленных из них стекол (М. П. Волярович, А. А. Леонтьева и Л. И. Корчемкин). При этом установлено, что вязкость всех естественных образцов (базальт, андезит, дацит) оказывается выше, чем у любого из стекол, сплавленных из этих пород. Это объясняется более кислым составом стекла, которое вначале выплавляется при нагревании породы за счет микролитов, а также наличием кристалликов твердой фазы у естественных образцов пород. В случае естественных образцов связь с химическим составом не обнаруживается, но вязкость оказывается больше у тех пород, у которых микролиты и вкрапленники крупнее. При изучении вязкости обсидианов и водосодержащих стекол (кулибинит, пехштейн) было установлено, что при изменении содержания летучих на 0.1% вязкость понижается в несколько раз (А. А. Леонтьева).

Далее были поставлены опыты по измерению вязкости и плотности системы силикат — сульфид (FeS), в которой Д. П. Григорьев наблюдал ликвацию. Вычисляя на основании этих опытов скорость падения капель сульфида в силикате, А. А. Леонтьева установила, что скорость расслоения двух фаз этой системы определяется не только вязкостью и плотностью, но, повидимому, и явлениями поверхностного натяжения на границе силикат — сульфид.

С целью экспериментального изучения условий образования структур изверженных горных пород были поставлены опыты (М. П. Волярович и Л. И. Корчемкин) по течению расплавов, содержащих пластинчатые кристаллы гематита, и по фильтрации кристаллов из таких расплавленных систем. Оказалось, что кристаллы располагаются по линиям течения, причем степень упорядоченности структуры возрастает с увеличением градиента скорости. Опыты по фильтрации кристаллов при помощи пористых огнеупоров и платиновых сеток показали малую вероятность явления фильтрпрессинга в крупном масштабе; скорость фильтрации расплава через пористые тела оказалась весьма малой, в соответствии с законом Дарси. С другой стороны, обнаружено скопление кристаллов гематита у твердой стенки огнеупора, повидимому, в связи с процессами течения.

А. И. Цветков и И. В. Борисевич занимались экспериментальными исследованиями в системе $\text{CaSiO}_3\text{—CaS}$.

Чрезвычайная трудность экспериментирования с силикато-сульфидными системами обусловлена, главным образом, свойствами сульфидного компонента. Этот последний легко окисляется при высоких температурах, химически активно воздействует на материал тигля, быстро кристаллизуется и нередко плавится при очень высокой температуре. К тому же получить исходный химически чистый сульфид не легко.

При проведении экспериментальной работы с системой $\text{CaSiO}_3\text{—CaS}$ исследователи считали обязательным соблюдение следующих условий: 1) химическая чистота исходных препаратов, 2) предотвращение окисления сульфида в процессе опыта, 3) точная фиксация температуры, 4) точное определение состава выделяющихся фаз, 5) предотвращение ассимиляции материала тигля расплавом.

В предпринятом А. И. Цветковым и И. В. Борисевич опытным исследованием системы $\text{CaSiO}_3\text{—CaS}$ все это осуществлялось следующим образом.

CaSiO_3 готовился прямым сплавлением в платиновом тигле углекислого кальция ($\text{CaCO}_3\text{—}99.92\%$) и кремнезема ($\text{SiO}_2\text{—}99.95\%$), взятых в соответствующем отношении. Сульфид — CaS — приготавливался по сероводородному методу, несколько видоизмененному А. И. Цветковым и И. В. Борисевич, так что получался препарат, содержащий до 97% CaS и 3% CaO , довольно стойкий на воздухе.

Для предотвращения окисления сульфида при плавке авторы применяли нейтральную атмосферу, с использованием для этого газонепроницаемого корундитового цилиндра в качестве рабочего пространства, наполняемого азотом в криптоловой печи, соответственно конструктивно измененной.

Точная фиксация температур производилась при помощи платино-платинородиевой термодпары, градуированной при помощи потенциометра по точкам плавления химически чистых препаратов (Pb , Sb , NaCl , Cu , $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$, Pd).

Контроль состава фаз осуществлялся микроскопически, путем определения показателей преломления в иммерзионных жидкостях и сплавах.

Плавки производились в платиновых микротиглях (емкость до 1 см^3) из платиновой фольги.

В качестве основного метода исследования был применен статический метод Шеферда; в отдельных случаях записывались кривые охлаждения прямым и дифференциальными методами.

В результате проведения многочисленных плавок разнообразных составов, с содержанием до 50% CaS включительно, установлено наличие в твердом состоянии при условии медленной кристаллизации всегда двух фаз: псевдоволластонита с показателями преломления, точно отвечающими этому минералу ($N_g = 1.650$, $N_p = 1.610$) и ольдгамита, характеризующегося свойственной данному минералу оптикой ($N = 2.13$).

При закалке расплавов, содержавших до 15% сульфида, получалось однородное стекло, расплавы же с большим содержанием сульфида в виде чистого стекла получить не удалось — всегда образовывалось наряду со стеклом то или иное количество кристаллического продукта, несмотря на то, что закалка осуществлялась мгновенно, под ртутью.

Исследование светопреломления стекол обнаруживает рост его с увеличением содержания в них сульфида до 15% CaS (для стекла CaSiO_3 $N = 1.624$, для стекла с 15% CaS $N = 1.684$).

Кристаллическая часть закаленных сплавов состояла из обычного ольдгамита (CaS) и псевдоволластонита с повышенными против нор-

мального показателями преломления, причем изменение последних происходит закономерно до предела $Ng^1 = 1.715$ и $Nr^1 = 1.676$ при 8—10% CaS. Кроме этих фаз, в сплавах, богатых сульфидом, обнаруживалось то или иное количество двухкальциевого силиката с характерными для этого минерала константами.

Согласно с тем только что приведенными данными, твердые растворы CaS в CaSiO₃ образуются, вопреки Глазеру, но образуются они только при высоких температурах, а при низких, в случае достаточно медленного охлаждения сплавов, они должны распадаться на чистые CaSiO₃ и CaS, что вполне согласуется с данными П. И. Лебедева. Однако, вопреки П. И. Лебедеву, предполагавшему неограниченную смесимость компонентов, полученные данные указывают на растворимость сульфида в силикатах максимум до 8—10%.

Опыты с получением стекол различных составов заставляют усомниться в явлениях ликвации в данной системе, устанавливаемых Глазером. Правда, в интервале предполагаемой ликвации чистых стекол получить не удалось (частичная кристаллизация), но отсутствие каких-либо следов эмульсий во всех случаях закалок крайне характерно.

В случае сосуществования сульфида кальция и двухкальциевого силиката твердые растворы, как показали опыты, совершенно отсутствуют.

С. Работы по стратиграфии и тектонике

а. Стратиграфические работы на территории Европейской части СССР и Западной Сибири

Кроме стратиграфических исследований, выполнявшихся сотрудниками экспедиции на территории Европейской равнины, на Урале, Кавказе и в Казахстане, значительное число работ в этой области геологической науки охватило и другие районы. Эти работы заключались в освещении: стратиграфии протерозоя Западной Сибири (на основе палеогеографических данных), палеозоя Урало-Алтайского орогена, верхнего палеозоя территорий, тяготеющих ко Второму Баку, и разработки на их примере методов построения детальных стратиграфических схем, в изучении истории развития центральной и западной частей Кавказа с освещением условий формирования флишевых толщ и выяснением соотношений между развитием органического мира и историей бассейна и других вопросов.

В результате проведения этих работ были получены следующие выводы:

1. По стратиграфии протерозоя Западной Сибири продолжались исследования по выяснению условий распространения в этой области тиллитов как показателей эпохи позднепротерозойского оледенения Азиатской части СССР. Эти работы проводились А. Н. Чураковым, который в течение первой половины 1939 г. произвел критическое изучение литературных материалов, касающихся описания древних свит северо-западной части Восточного Саяна, и показал полное тождество стратиграфии протерозоя и его протерозойской тектоники в этой части Саяна и в Кузнецком Ала-тау; кроме того, изучением последовательности образования глубинных магматических пород ему удалось установить, что в Восточном Саяне между кембрийскими и протерозойскими отложениями существует такой же большой перерыв, как и в северной части Енисейского кряжа между отложениями того же возраста. Итоги этой работы представлены в виде рукописи, подготовленной к печати: «Протерозой северо-западной части Восточного Саяна».

В течение лета А. Н. Чураков продолжал геологические исследования в северной части Горного Алтая, имея в виду установить там наличие ледниково-морских образований протерозойского возраста. Основанием для постановки этой работы явилось наличие протерозойских морских филлитов, с одной стороны, в Кузнецком Ала-тау, с другой, на юго-востоке Горного Алтая в Курайском хребте; кроме того, в литературе известны довольно многочисленные указания на то, что в северной части Горного Алтая древние метаморфические свиты содержат такие обломки и глыбы чуждых пород, которые естественнее всего было считать ледниково-морскими образованиями, тем более, что свиты литологически неотличимы от протерозойских отложений Кузнецкого Ала-тау.

Однако исследования, произведенные А. Н. Чураковым, показали, что описанные в литературе глыбы чуждых пород в действительности не существуют и представляют собой иные образования. Так, в долине р. Бии, около дер. Куреево Озеро, глыба кремнистого сланца, погруженная в известняки, оказалась прослоем силицилита, выступающим среди известняков в виде небольшого утеса; обломки кремнистого сланца, погруженные в известняки на левом склоне долины рч. Паепаул, оказались обломками тех же пород, свалившихся с вершины горы и залегающих на поверхности почвы; глыба диабаз в сланцах около дер. Киска оказалась прослоем песчаника и т. п. Вместе с тем оказалось, что в граувакковой свите самой долины р. М. Иши и в долине рч. Учек существуют внутрiformационные конгломераты весьма сложного петрографического состава. Они не образуют правильных прослоев, а залегают в виде небольших гнезд, в которых гальки и обломки разобщены одна от другой, т. е. находятся в осадочной породе как бы во взвешенном состоянии.

Кроме того, к югу от пос. Верхний Паепаул в свите известняков, залегающих под граувакковой свитой, найдено скопление угловатых обломков мрамра при полном отсутствии следов тектонического дробления в самой свите.

Можно с большой вероятностью считать эти конгломераты и брекчию ледниково-морскими образованиями, тем более, что граувакковая свита лежит на известняковой без базального конгломерата, а мощная известняковая свита содержит прослой первично-осадочных силицилитов, столь характерных для енисейской свиты протерозойского возраста в Кузнецком Ала-тау.

Исследования, произведенные на северном берегу Телецкого озера, показали, что там кембрийские отложения с археоциатами залегают без базального конгломерата на размытой поверхности сильно дислоцированных сланцев, образующих толщу огромной мощности, в которой лежит Телецкое озеро. Эти сланцы, которым до сих пор приписывался нижнесилурийский возраст, надлежит, очевидно, относить к протерозою. Кроме того, удалось установить, что те сланцы, которые выступают на северо-восточных берегах этого озера в Камгинском заливе, входят в состав протерозойской свиты и не являются девоном, как считалось до сих пор. Изучение своеобразной брекчии, которая выступает на северо-восточном берегу Телецкого озера в мысе Айран и описывалась одними исследователями как тектоническая брекчия, а другими как древняя осыпь, в действительности представляет собой древний делювий, заполнивший широкую тектоническую (?) трещину.

В заключение необходимо указать, что в бассейне р. М. Иши в трех местах были обнаружены кварц-баритовые жилы, а к югу от с. Чоя, около пос. Сельковского, обнаружена кварцевая жила со свинцовым блеском. Эти четыре месторождения, хотя и не имеют сейчас практи-

ческого значения, все же показывают, что и в северной части Горного Алтая мы находим отчетливые признаки гидротермальных процессов. Следовательно, не только южную, но и северную часть этой горной страны нельзя считать таким участком литосферы, в котором эрозионные процессы начело смыли всю ее верхнюю часть с ее былыми рудными месторождениями. Наоборот, теперь мы видим и здесь такие явления, которые создают вполне достаточные теоретические предпосылки для постановки поисковых работ на рудные месторождения, связанные с гидротермальными процессами. Надо только иметь в виду, что обилие лесов и четвертичных наносов потребует применения в первую очередь шлихового и геофизических способов поисков.

2. Работы по стратиграфии и палеозоя Урало-Алтайского орогена проводились почти исключительно Казахской и Уральской экспедициями. Как уже было изложено, ими было освещено строение нижнепалеозойских отложений Центрального Казахстана и разработана стратиграфическая схема нижнего палеозоя. По более молодым отложениям в отчетном году было закончено изучение стратиграфии и фаций палеозоя Джезказган-Улутавского района и дано описание брахиоподовой и фораминиферовой фауны ишимского карбона. Кроме того, следует отметить исследования Д. М. Раузер, изучавшей нижнекаменноугольные фораминиферы Центрального Казахстана. Они оказались очень своеобразными по видовому составу, на 88% состоящими из новых форм.

Отложения зоны Etroungt охарактеризованы наиболее четким комплексом фораминифер и являются выдержанным стратиграфическим горизонтом большой площади Центрального Казахстана. Те же своеобразные этренские эндотиры наблюдаются по всему Южному Уралу и в Поволжье, что указывает на свободную связь в это время Казахстана с Уралом и Поволжьем.

Турнейская микрофауна представлена, как обычно для турнейских отложений, очень бедно и не позволяет сделать каких-либо сопоставлений с другими районами.

В визейском ярусе наблюдается слабая дифференциация в распределении фораминифер по разрезу, очень медленное развитие всего комплекса, о чем свидетельствует небольшое число филогенетически близких форм и резкое преобладание местных видов. На основании характерного соотношения фораминифер и их стратиграфического положения удалось выделить четыре комплекса фораминифер.

Наиболее богатым по числу видов является III (снизу) комплекс, в основном соответствующий верхнегигантелловым слоям (по терминологии В. Н. Крестовникова). В этих же слоях наблюдается в Центральном Казахстане иммиграция некоторых форм, отмеченная по р. Ишиму и на юге Джезказганского района. Эти находения указывают на то, что в это время можно предполагать некоторое сообщение как с восточным склоном Урала, так и с Ферганой.

Специфичность визейских фораминифер затрудняет возрастную оценку их сообществ. Все же некоторые виды, как-то: климакаммины и зоштафеллы, позволяют верхнегигантелловые слои считать по возрасту не древнее верхней половины окской свиты.

3. Основные работы отдела по стратиграфии верхнего палеозоя проводились на территориях, тяготеющих ко Второму Баку и Куйбышевскому строительству. Задачей этих работ являлась разработка дробных стратиграфических схем, которые могли бы удвоить возрастные требования социалистического строительства, и уточнение на них биостратиграфических и палеогеографических методов стратиграфических исследований. Основной задачей

этих работ, проводившихся Д. М. Раузер-Черноусовой, было изучение детальной стратиграфии верхнекаменноугольных отложений района строительной площадки Куйбышевского гидроузла, которое должно было осветить геологическое строение этого участка. Для этого требовалось детализировать стратиграфическую схему, выработанную ранее на основе изучения фузулинид для Царево-Курганского района и проверить палеонтологическим методом стратиграфическое значение литологических маркирующих горизонтов рабочей стратиграфической схемы геологов строительства.

Весь разрез верхнего карбона, общей мощностью в 330—350 м, был разбит на следующие пачки, считая снизу:

1) Горизонт с *Triticites montiparus*. Охарактеризован, кроме *T. montiparus*, массовыми фузулинеллами группы *Fusulinella usvae*. Мощность 80—100 м.

2) Свита с *Triticites irregularis*. Характерна также *Fusiella granum oryzae*, *Triticites acutus* и др. В этой свите отмечены стустковые известняки, которые могут иметь корреляционное значение. Мощность около 20 м.

3) Свита с *Triticites acutus*. Встречены также *Triticites rossicus*, *T. arcticus*, *Fusulinella usvae* и др. Характерны прослойки органогенно-обломочного известняка с фузулинами. В основании свиты обычно лежат глины, а в кровле гипсы и их аналоги. Мощность 15—20 м.

4) Свита с ругозофузулинами. Очень пористые известняки с массовыми ругозофузулинами, переслаивающиеся с органогенно-шламмовыми известняками. Хорошо отбивается и методом каротажа, как порода с очень малой сопротивляемостью. Мощность 20—25 м.

5) Пачка слоев с *Triticites fortissimus*. Шламмовые и афанитовые известняки с *Triticites* с аксиальными уплотнениями. Мощность 10 м.

6) Свита с *Triticites praeexilis*. Шламмовые известняки с линзами афанитов. Мощность 15—17 м.

7) Комплекс слоев с *T. sp. a ex gr. praeexilis*. Органогенно-обломочно-фузулиновые известняки. Верхняя граница комплекса очень четкая по фаунистическим, нижняя по литологическим признакам. Мощность 2—3 м.

8) Комплекс слоев с *Triticites communis*. Характерны также *T. atelicus*, *T. lucidus*, *T. secalicus var. samarica* и др. Состоят из чередования органогенно-обломочных, копрогенно-стустковых, обломочных, водородослевых и фузулиновых известняков, фузулиниды частью во всех разностях. Мощность около 5 м.

9) Пачка слоев с квазифузулинами. Шламмовые и афанитовые известняки. Мощность 5—7 м.

10) Комплекс слоев *Triticites stuckenbergi* и медвежатник. Характерный вид группы *T. stuckenbergi* и *T. paraarcticus*. Литологически очень близки к горизонту 8. Медвежатник — стустковый известняк с крупными клубкообразными скоплениями водородослей — лежит в кровле горизонта. Мощность около 7 м.

11) Свита *Triticites exilis*. Преимущественно перекристаллизованные известняки и доломиты. Мощность 17—20 м.

12) Горизонт с *T. jugulensis* и слои с *T. rossicus*. Доломиты, часто сахаровидные. В основании лежит «псевдоолит». Мощность 55—65 м.

13) Псевдофузулиновая толща. Характерна *Pseudofusulina krotovi*, *T. socalicus*, *Rugosofusulina stabilis*. Мощность около 20—25 м.

14) Швагеринаовая толща. Выражена нормально, но в изученных скважинах не представлена.

Таким образом, дробность расчленения разреза Красной Глинки достигнута вдвое больше, чем по разрезу Царева Кургана. Часть гори-

зонтов с широким распространением по всей Самарской Луке (горизонты 1, 12, 13 и 14) вполне подтвердились и в разрезе Красной Глинки. Наибольшая дробность достигнута в средней части разреза, в пределах трех горизонтов старой схемы. Например, горизонт с *Triticites raagarcticus* и *T. stuckenbergi*, мощность в 40 м, разбит на 5 пачек очень небольшой мощности. Эти ассоциации фораминифер носят местный и фациальный облик, приурочены к определенным типам пород, но увязываются с более общей стратиграфической схемой.

Наибольшую ценность представляют собой маломощные пачки № 7—10, состоящие из двукратного чередования мелководных и более глубоководных осадков, очень специфического облика, с характерным сообществом фузулинид, которые могут быть прекрасно использованы для сопоставления скважин. Являясь заведомо фацией, а не стратиграфическим горизонтом, эти пачки хорошо выдерживаются в пределах строительной площадки. Но далее к северу уже наблюдается изменение некоторых комплексов этих пачек, что указывает на местный характер небольших колебательных движений изучаемого участка, проявившихся в частой смене фаций, гипсообразовании и отложении глин, отсутствующих в разрезе прилегающих районов.

Построение ряда профилей через изученные скважины позволило установить спокойное залегание верхнекаменноугольных отложений с нормальным падением на юго-восток. Слабое погружение с амплитудой в 4—5 м на 1 км наблюдается по осевой части площадки Куйбышевского строительства и небольшие поднятия того же порядка — вдоль восточного и западного краев ее.

Литологическая часть работ проводилась В. П. Масловым, которым была детально исследована одна из скважин на площадке Куйбышевского строительства и выделены основные типы карбонатных пород. Выяснилось, что сингенетическими признаками можно воспользоваться для стратиграфической увязки скважин между собой. Таким методом было построено несколько точных геологических разрезов. Несмотря на то, что многие литологические горизонты фациально меняются или первичные признаки исчезают в связи с перекристаллизацией, увязка двух соседних скважин всегда возможна благодаря корреляции их по большому числу указанных выше первичных линзовидных пластов. Дальнейшая работа по литологической корреляции скважин производится на строительстве предложенным методом.

Установленная приведенным исследованием возможность применения фузулинид и литологического метода для сопоставления скважин и по более мелким стратиграфическим единицам и местным фациям, выдерживающимся в пределах небольших районов, имеет особое значение для нефтяной геологии Второго Баку.

Стратиграфия верхней части верхнего карбона, швагеринового горизонта, уточняется путем монографической обработки швагерин (С. Ф. Щербович и Д. М. Раузер-Черноусова). Подготовленные к описанию около 30 видов швагерин подтвердили приуроченность группы *Schwagerina gobusta* и *S. fusiformis* к нижней части горизонта и группы крупных шарообразных швагерин к его верхней части.

4. По стратиграфии пермских отложений в отчетном году продолжалось изучение соленосных отложений Приуралья П. И. Луниным в области Ишимбаевского Приуралья.

На основании полученных им данных нижнепермские соленосные отложения Ишимбаевского Приуралья, покрытые кирпично-красными плотными глинами с прослоями плотных мергелей и песчаников того же цвета, впервые подразделены на семь следующих толщ, считая сверху вниз:

Толща P_1^7 . Темносерые плотные мергели с прослоями конгломератовидных известняков. Темносерые и буровато-серые плотные глины с прослоями грубозернистого песчаника, с обрывками растительных остатков, с включениями круглой гальки, в верхней части с линзами глинистых ангидритов и гипса. Мощность 9—283 м.

Толща P_1^6 . Голубые и голубовато-серые ангидриты с прожилками темносерой глины в зонах депрессии и с линзами каменной соли. Мощность 9—491 м.

Толща P_1^5 . Буровато-серые и бурые глинистые, пористые, местами кавернозные доломиты, пропитанные жидкой нефтью. Темносерые песчаники и глины с обрывками растительных остатков. Мощность 3—293 м.

Толща P_1^4 . Голубые и голубовато-серые ангидриты с прожилками темносерой глины в зонах депрессии, в верхней части местами сменяющиеся каменной солью. Мощность 4—505 м.

Толща P_1^3 . Темносерые песчаные глины и песчаники с прослоями сильно битуминозного доломита и мелкозернистого песчаника с обрывками растительных остатков. Буровато-серые и темносерые, местами глинистые мелкопористые доломиты, пропитанные жидкой нефтью. Мощность 3—82 м.

Толща P_1^2 . Каменная соль и голубые ангидриты с тонкими прожилками темносерой глины. Мощность 5—226 м.

Толща P_1^1 . Серые, темные и буровато-серые пористые доломиты с включениями угловатых обломков серых кавернозных доломитов и с раковинами брахиопод, мшанок и криноидей, аммоней, кораллов из группы *Cladochonus* и с обрывками растительных остатков; по простиранию замещаются темносерыми плотными глинами и песчаниками. Мощность 10—57 м.

С₃. Известняки верхнего карбона.

В результате установлено: 1) полное совпадение разреза соленосных отложений на рифах и в зонах депрессий; 2) резкое сокращение мощности соленосной толщи на рифах за счет сокращения мощностей каждой толщи в отдельности, а не за счет выпадения отдельных толщ из разреза.

Сопоставление стратиграфических разрезов соленосных отложений Ишимбаевского Приуралья и песчано-глинистых отложений с аммонейми артинского облика из восточных районов устанавливает полное их совпадение, что указывает на фациальное замещение соленосных отложений кунгурского типа песчано-глинистыми отложениями артинского типа на восток.

Полное совпадение дает и сопоставление стратиграфического разреза соленосных отложений Ишимбаевского Приуралья с разрезами таких же отложений из района В. Чусовских городков, Казани и Балахны.

По сводному стратиграфическому разрезу нижнепермских отложений Среднего и Южного Приуралья для времени отложения соленосных отложений устанавливается трехкратное внедрение моря, связанное с горообразовательными процессами и вызвавшее опреснение бассейна.

5. По стратиграфии континентальных свит антраколита в текущем году продолжались работы М. Ф. Нейбург. В первую очередь была дана сводка по стратиграфии угленосных отложений Кузнецкого бассейна, разрез которого может быть признан классическим и исходным для сравнительно-стратиграфической корреляции

угленосных отложений, подобных кузнецким и широко развитых в пределах советской Азии.

В дальнейшем было разработано стратиграфическое расчленение Кузнецкого бассейна на основе истории развития растительности с учетом фаунистических данных и литологических изменений.

Вся толща осадков верхнего палеозоя бассейна, за нижнюю границу которой М. Ф. Нейбург (в противоположность М. Д. Залесскому) принимает конгломерат, перекрывающий собственно морские отложения нижнего карбона, делится ею на две свиты: нижнюю и верхнюю.

Каждая из этих свит характеризуется своим составом флоры (и фауны), который в основном своем сообществе не повторяется в соседней свите. Вмещающие растительные остатки и фауну породы данной свиты также представляют нечто целое: свита обычно в основании сложена грубообломочным материалом, который вверх по свите начинает подчиняться глинистым породам с пластами угля. Таким образом, свита охватывает комплекс отложений, образовавшихся в течение промежутка времени, начало которого было ознаменовано усилением положительных движений суши, вызвавших интенсивный размыв повышенных участков, с быстрым сносом продуктов размыва. По мере выработки некоторого профиля равновесия в понижение или котловину на ряду с грубообломочным материалом начинает сноситься и более тонкий глинистый материал, и наконец, в отдельные моменты возникают условия, благоприятные для образования торфяников. Эти условия наиболее устойчивыми оказывались к концу отложения данной свиты. Таким образом, верхняя часть характеризуется интенсивным углеобразованием, и лишь новое усиление положительных движений надолго прерывает его, давая накопление грубозернистого материала низов вышележащей свиты. Явления, вызывавшие процессы интенсивного размыва и накопления терригенных осадков, конечно, влекли за собой параллельно и достаточно заметные, хотя и постепенные, изменения в условиях обитания растений как в пониженной водной или заболоченной среде, так и на суше, в связи с чем основные этапы в развитии растительности должны совпадать в той или иной степени с литологическими границами между свитами. Следовательно, каждая свита, по М. Ф. Нейбург, выражает один большой, полный цикл осадкообразования, включающий одну фазу углеобразования и один основной этап в развитии флоры. Второстепенные этапы в развитии флоры, выделенные в пределах этих двух главных, легли в основу расчленения свит на более дробные единицы — фитостратиграфические горизонты.

При таком понимании объема и содержания свит в разрезе Кузнецкого бассейна и сопоставлении его с разрезом Минусинского бассейна оказывается, что общее направление угленакопления в том и другом бассейнах, по крайней мере в пределах нижней свиты, по-видимому, было сходным. Последовательность в угленакоплении едва ли является случайностью. Она выражает направление развития углеобразования в пределах рассматриваемого геологического отрезка времени не только в Кузнецком и Минусинском бассейнах, но и в других районах Сибири, занятых аналогичными отложениями. Эта закономерность, если бы ее удалось подтвердить на большем количестве примеров, могла бы иметь руководящее значение для промышленных разведок на уголь в новых районах.

Рассмотрев вопрос о возрасте верхнепалеозойской части отложений бассейна на основе палеоботанических данных, М. Ф. Нейбург пришла к выводу, что возраст угленосных отложений рассматриваемого бассейна не может устанавливаться путем сравнения элементарного со-

става флоры его с элементарным составом флор других бассейнов европейского, катазиатского или гондванского типа. К этому вопросу необходимо подходить с точки зрения истории развития оригинальной кузнецкой флоры и связи ее с более древними нижнекаменноугольными и девонскими местными флорами. Это подтверждает взгляд, что возраст нижней свиты бассейна определяется как верхнекаменноугольный в широком понимании (при двучленном делении карбона), а верхней — как пермский; для большей детализации возраста сейчас данных еще не имеется.

В связи с разработкой указанного вопроса, М. Ф. Нейбург был обработан материал, переданный геологами Казахстанского филиала Академии Наук из Северо-восточного Прибалхашья. В этом материале были найдены остатки *Leptophloeum cf. sibiricum* Krysch., морфологически сходные с некоторыми отпечатками, которые в нижней свите Кузнецкого бассейна определяются как *Angarodendron obrutschevi* Zal., и ряд других форм.

В результате всех этих работ и обработки других палеоботанических материалов закончено монографическое описание верхнепалеозойской флоры Кузнецкого бассейна, заключающее 181 вид растительных остатков, из которых 45 приводятся впервые.

6. В 1939 г. В. П. Масловым проводилось изучение карбонатных толщ мела на южном склоне Западного Кавказа в районе Сухуми — Кутаиси в целях выяснения генезиса пород, ограничивающих области развития флиша. Изучение нескольких детальных разрезов от низов мела до палеогена, собранных в ряде районов Абхазии и Западной Грузии, позволило наметить основные типы пород, слагающих толщу мела, и осветить роль органических остатков в отложении осадка. Карбонатные породы были разделены на 6 основных типов со многими разновидностями: А — афанитовые известняки, Ф — фораминиферовые известняки, О — органогенно-обломочные известняки, Ш — органогенно-шламовые известняки, Д — доломиты и М — мергели. Некоторые типы пород характерны или преобладают в определенных стратиграфических подразделениях. Так, датский ярус характерен типом О, сенон — типом Ш, турон — типом А, гольт — глинами и типом М, апт — типами М и А, ургон — типом Д. Среди остатков организмов исключительно крупную роль играют планктонные фораминиферы и кокколито-фориды, слагающие нацело типы А и Ф. Красная окраска пород связывается с приносом красного железисто-глинистого материала течениями, что вызывает локальное распределение красного цвета в толще мела. Изучались также кремни, сингенетическое происхождение части которых доказывалось сохранившимися в кремневой субстанции неизменными неясными организмами *Xanthidium*. Кроме кремневого геля, существовавшего на дне моря, в изученных свитах встречаются также и кремни, образованные под дном водоема на небольшом расстоянии, путем инфильтрации кремневых коллоидов в слабо затверделую породу. Изучение глауконита показало существование сингенетического минерала. Как чисто вторичные явления в карбонатных породах мела довольно часто встречаются сугур-стилолиты, обусловленные процессами поверхностного растворения известняков под давлением.

7. Б. М. Келлером в отчетном году закончено изучение флишевых отложений верхнего мела Западного Кавказа и начаты работы на западном склоне Южного Урала по изучению уральского флиша.

По законченным работам, касающимся кавказского верхнемелового флиша, основные полученные результаты заключаются в следующем.

1) Флиш — это мощные морские толщи частого чередования различных пород с ритмичным распределением в них обломочного материала, более грубозернистого в основании каждого ритма. Характерной особенностью флиша является присутствие в нем глыбовых брекчий и спутанного напластования.

Ритмичность в распределении терригенного материала флиша является типом слоистости осадочных образований. Соответственно этому признаку может быть предложена следующая классификация осадочных толщ: а) флишевые свиты, б) недоразвитые флишевые свиты с неясно выраженной ритмичностью, в) плитняковые свиты, состоящие из однородных, но четко обособленных пластов, благодаря присутствию между ними тонких терригенных прослоев глин или песчаников, г) слоистые свиты, д) массивные свиты, лишенные слоистости.

В образовании флиша следует различать образование терригенной части осадка и накладывающуюся на него химическую седиментацию. Терригенная часть флишевой толщи определяет ее характерные признаки как флиша. Химическая седиментация сообщает флишу более мелкие различия, свойственные каждой эпохе и важные в стратиграфическом отношении.

2) Флишевые отложения верхнего мела, широко развитые на западном погружении Главного Кавказского хребта, путем микропалеонтологического и стратиграфического методов исследования были подразделены на 9 горизонтов, относящихся к 7 ярусам общепринятой схемы расчленения верхнемеловых отложений. В пределах флишевой зоны выделяются: 1) туфогенная флишевая толща сеномана с *Acanthoceras rhotomagense* Defr. и другими аммонитами, покрываемая кремнистой пачкой так называемого ананурского горизонта; 2) плитняковые красноцветные известняки нижнего турона с *Inoceramus labiatus*; 3) известняковый флиш верхнего турона с *Inoceramus* cf. *lamarcki* Parch. и *Globotruncana linnaeana* d'Orb.; 4) красноцветные плитняковые известняки коньякского яруса с прослоями мягких мергелей; 5) недоразвитые флишевые толщи сантона с *Globotruncana caucasica* Keller и мелкими устрицами; 6) флишевая толща кампанского яруса с *Inoceramus balticus* Bohm., *Pachydiscus* sp., *Globotruncana stuarti* Lapp.; 7) недоразвитый флиш и плитняковые мергели маастрихта с *Globotruncana conica* White и *Pseudotextularia variatus* Rzehak.; 8) темные тонкослоистые плитняковые мергели с *Globorotalia* sp., *Globigerina pseudo-bulloides* Plummer, *Gl. triloculinoides* Plummer.

Выработанная схема подразделения верхнемелового флиша была сопоставлена с разрезами известняковых фаций, примыкающих к зоне распространения флиша. Эти известняковые толщи были изучены к югу от флишевой зоны в Сочинском районе и к северу между рр. Пцхой и Лабой.

3) Выяснение стратиграфии верхнего мела и истории развития Западного Кавказа в верхнемеловую эпоху позволяют подметить ряд закономерностей в образовании флишевых отложений. Прежде всего устанавливается, что переход от флишевых отложений к смежным фациям происходит на Западном Кавказе повсеместно в области малых мощностей и трансгрессивных перекрытий. Эти области, закрытые в Альпах и Карпатах крупными покровами, на Западном Кавказе могут быть изучены достаточно подробно. При этом устанавливается, что смена фаций при переходе от области распространения флиша к зоне трансгрессивных перекрытий очень резка; на протяжении каких-нибудь 5 км однородные мергели переходят во флиш, и мощности отложений увеличиваются раз в 15—20 (Сочинский район, северо-западный Кавказ).

Малая мощность или отсутствие осадков в ряде случаев свидетельствует о восходящих тенденциях в развитии данного участка земной коры, большие мощности — о нисходящих. Морфологически первые области чаще всего будут поднятиями, вторые депрессиями земной поверхности. Мы можем полагать поэтому, что зона накопления флиша была ограничена поднятиями и что верхнемеловой флиш отлагался в обширном прогибе и на склоне прилегающих поднятий. Таких поднятий в верхнемеловое время на Западном Кавказе существовало два: примыкающее к зоне флиша с севера мы будем называть Адыгейским, с юга — Черноморским.

4) Проведенная работа по изучению верхнемелового флиша Западного Кавказа позволяет подойти к прогнозу полезных ископаемых, развитых в этой области. При этом устанавливается, что а) основные месторождения цементного сырья связаны с плитняковыми толщами, б) ареалы распространения нижнемеловой нефти и гелия приурочены, главным образом, к Адыгейскому поднятию.

Изучение флишевых и смежных с ними отложений западного склона Южного Урала было начато Б. М. Келлером летом 1939 г. в Мрановском районе БашАССР, где осуществляется переход песчано-глинистых толщ девона и карбона Южного Урала к известняковым толщам, развитым в бассейне р. Белой. Одновременно ряд маршрутов был проделан в более южных районах развития песчано-глинистых отложений. В результате проведенных работ выяснилось, что очень типичные флишевые толщи, относящиеся по возрасту к верхнему карбону, развиты на Южном Урале между рр. Уралом и Асселью.

По р. Ассели эти отложения характеризуются типичной трехчленной флишевой ритмичностью. Пласты песчаника, более грубозернистые в основании, несут на нижней поверхности характерную скульптуру и бугристость, отличающуюся, правда, от гиероглифов мезозойского и третичного флиша. С верхнекаменноугольным флишем связано широкое развитие глыбовых конгломератов, также очень типичных для флиша. Более древние песчано-глинистые толщи изучаемой части Южного Урала не являются типичными флишами; большинство из них по типу своего строения приближается к недоразвитому флишу (песчано-глинистая толща верхнего девона, виле, башкирских слоев).

Изучение строения каменноугольных отложений бассейна р. Ика показывает, что наиболее полно последние представлены в восточной полосе выходов этих пород на дневную поверхность; в более западной полосе среднекаменноугольные отложения представлены конгломератами. Таким образом, здесь наблюдается отступление от традиционной схемы, согласно которой поднятия в каменноугольное время располагались на Южном Урале на востоке и интенсивно мигрировали на запад. В данном случае мы имеем дело с поднятием, разделявшим уральский прогиб и платформенные фации, к востоку от которых и происходило накопление мощных известняковых толщ. Это поднятие может быть прослежено от р. Белой до р. Сюрана, не менее чем на 60 км по простиранию.

Так же как и в альпийских складчатых областях переходные области между флишевыми и иными песчано-глинистыми отложениями и известняковыми толщами характеризуются очень сложным тектоническим строением. По р. Б. Ик Б. М. Келлером указывается существование покрова. Здесь с юга на север по левобережью р. Б. Ик тянется ряд свит девонского и каменноугольного возраста. Подходя к реке, свиты эти обрываются и на их простирании появляется широкое поле распространения песчано-глинистых отложений нижнего карбона и башкирских слоев. В подошве левого борта реки под аллохтонным

комплексом на протяжении более 300 м вскрываются раздробленные катаклазированные породы. Описанный покров служит продолжением покрова, описанного А. А. Блохиным в бассейне р. Белой. По имени сел. Муратымова, возле которого особенно отчетливо устанавливается описанное покровное строение, можно назвать его Муратымовским покровом.

8. В. П. Ренгартеном, изучавшим зональность в распределении фаций и фаун меловых отложений Кавказа, подобраны материалы по рудоносным фациям Закавказья из собственных сборов, а также из коллекций других лиц — по Бибрасскому району Азербайджана и по разным пунктам Малого Кавказа и Армении. Выяснено распространение рудистов в следующих горизонтах: верхний баррем, сеноман, нижний турон, верхний сanton и кампан. Приступлено к палеонтологическому описанию видов рудистов. По предварительному определению, в коллекции присутствуют представители родов *Requienia*, *Joucasia*, *Monopleura*, *Caprotina*, *Plagiptychus*, *Sphaerucaprina*, *Caprinula*, *Agria*, *Praeradiolites*, *Radiolites*, *Sauvagesia*, *Coradiolites*, *Durania* и *Lapeirouseia*.

Из сопоставления стратиграфических колонок меловых отложений по ярусам, фациям и мощности можно наметить для восточной части Малого Кавказа три зоны наибольшего накопления осадков, разделенные двумя зонами с уменьшенным накоплением. Зоны вытянуты в общекавказском направлении, с северо-запада на юго-восток. Северная зона накопления проходит по северной окраине Малого Кавказа вдоль долины р. Куры. По линии Муров-даг — Агдам намечается зона поднятий, где местами весь мел представлен одним только маастрихтом. Особенно полные серии меловых отложений наблюдались вдоль линии Хатаванк — Шуша — Джебраил. Здесь верхнесенонские отложения выражены флишевой фацией. Вторая зона поднятий установлена вдоль правобережья р. Акер-чай, где маастрихт трансгрессивно перекрывает среднюю юру. Третья зона накопления намечается вдоль правобережья р. Базар-чай. Здесь особенно полно представлены отложения нижнего мела. Впервые для Восточного Закавказья В. П. Ренгартену удалось доказать наличие в Кафанском районе баррема в ургонской фации с рудистами, нижнего апта в мергельной фации с аммонитами и *Orbitolina* и верхнего апта, выраженного песчаниками с богатой аммонитовой фауной.

9. В исследованиях по стратиграфии третичных отложений основное внимание было уделено вопросу выработки методов сопоставления слоев, плохо охарактеризованных фауной и притом не имеющих общих форм на основе палеогеографических построений.

Эти работы проводились под руководством Б. П. Жижченко, которым предложено было в указанных случаях производить сопоставление на основе изучения истории изменений теплового и солевого режимов бассейна, являвшегося местом образования изучаемых осадков. Преимущество такого метода обуславливается тем, что в ряде случаев температура и солевой режим одинаковы в различных частях морского бассейна, заселенных различной фауной. Одинаковое же для всех частей бассейна изменение температурного и солевого режимов в геологическое время дает возможность уверенно сопоставлять слои, образовавшиеся в одинаковых условиях, даже в том случае, если в них не встречено ни одной общей формы.

Выводы об одинаковом солевом и температурном режиме в различных участках обширных водоемов были получены в результате изучения теплового и солевого режимов современных бассейнов.

Одновременно для проверки получаемых выводов было приступлено к разработке стратиграфии майкопских отложений Кавказа, для чего в составе Кавказской экспедиции был организован коллектив геологов и палеонтологов, приступивших в 1939 г. к сводке материалов по стратиграфии, флоре, фауне и бионии майкопских отложений отдельных районов.

Необходимостью выявления закономерностей развития бассейнов и их фауны определялось направление работ В. П. Колесникова. Стратиграфические схемы только тогда потеряют свою условность, когда они не только будут построены на руководящих окаменелостях и маркирующих горизонтах, но будут также отражать смену событий вообще. Стратиграфическая схема должна являться выводом из геологической истории.

В этом направлении им велись работы по изучению бакинской фауны (развитие и происхождение). Особо интересными оказались микромеланиды. Выяснилось, что бакинские микромеланиды, как и вообще все каспийские представители этого рода, не являются близкими к настоящим микромеланидам из конгериевых пластов Кроации, а представляют собой эндемичный понто-каспийский род *Turricaspia*, сформировавшийся в апшероно-акчагыльское время. Этот род был разбит на три секции: *Turricaspia s. s.* (*T. caspia* Eichw., *T. subcaspia* Andrus., *T. lincta* Milasch., *T. inflata* Dyb. et Gr.), *Laevicaspia* (*T. spica* Eichw., *T. elegantula* Dyb., *T. grimi* Dyb., *T. turricula* Dyb., *T. apschonica* nom. nov.) и *Trachycaspia* (*T. dimidiata* Eichw., *T. pseudodimidiata* Dyb. et Gr.).

При изучении развития каспийских гастропод, естественно, нельзя было оставить в стороне вопрос о закономерностях развития моллюсков в замкнутых бассейнах в зависимости от их режима. Установлено, что режим таких бассейнов в основном определялся движениями земной коры. В эпохи наиболее сильных движений предгорные впадины стягивали к себе значительные массы воды; море регрессировало; площадь испарения уменьшалась; повышалась соленость вод; моллюски, не выдерживая сильного изменения условий жизни, вымирали частично или полностью. В сравнительно более спокойные эпохи фауна, приспособляясь к изменяющимся условиям, начинала сильно варьировать. В наиболее же спокойные эпохи имели место трансгрессия замкнутых бассейнов и пышный расцвет моллюсков. Изменчивость видов при этом резко снижалась. Если такая обстановка удерживалась в течение большого промежутка времени, то развитие фауны начинало идти в несколько ином направлении. Многие виды вымирали, вытесняясь наиболее приспособленными к жизни в данных условиях моллюсками, число особей которых возрастало.

Изучение закономерностей позволило еще далее расширить работу и приступить к параллелизации плиоценовых и четвертичных отложений замкнутых бассейнов Черноморской и Каспийской областей. Выяснилось, что, в то время как в каждой из этих областей развитие фауны шло по разным путям, характер движения земной коры и изменение размеров бассейнов были очень сходными. Сопоставление геологической истории Черноморской и Каспийской областей дает возможность параллелизовать киммерийский ярус с балаханским (эпоха регрессии), а акчагыльский с куюльницким (эпоха трансгрессии). Значительное усиление движений земной коры, имевшее место в конце акчагыла, вновь повлекло за собой регрессию как в Черноморской, так и в Каспийской областях. Помимо того, оно сопровождалось не менее сильным развитием Предкавказской впадины, через которую акчагыльские воды проникли на короткое время в Черно-

морскую область. Следующая эпоха вначале характеризуется низким стоянием уровней бассейнов, вновь потерявших связь между собой. К середине эпохи развивается трансгрессия и восстанавливается кратковременная связь между ними. К концу эпохи орогеническая деятельность резко усиливается и моря регрессируют. Бассейн Каспийской области в это время был заселен апшеронской фауной, а в бассейне Черноморской области обитала фауна чаудинского типа (чаудинская, краснокутская, гурийская). Параллелизация четвертичных отложений основана на следующих данных. В Черноморскую область *Cardium edule* L. проник в узунларское время, а в Каспийскую — в послехвалыинское. Следовательно, каспийский бассейн в продолжение всего хозарского и хвалынского веков был изолирован. Таким образом, можно параллелизовать узунларскую эпоху усиления движений с такой же хозарской эпохой, а карангатскую трансгрессию с хвалынской.

Сверх плана была проведена работа по упорядочению систематики сарматских гастропод. Эта работа является подготовительной к дальнейшему развитию темы в 1940 г. (закономерности развития неогеновых фаун каспийского типа). Многие встречающиеся в сарматских слоях раковины ошибочно причислялись к родам *Trochus*, *Vissinum*, *Bulla* и пр., что оказывало неблагоприятное влияние на разработку геологической истории. Как было выяснено, эти роды в Сарматском море не обитали. Здесь жили *Gibbula*, *Calliostoma*, *Calichna* и др.

В. В. Меннер изучал стратиграфию майкопских отложений, ведя работы по установлению последовательности развития во времени ихтиофаун майкопских бассейнов с целью использования их для корреляции разрезов отдельных районов. Общие наметки в этом направлении были даны еще в 1927 г. работами Н. С. Шатского и В. В. Меннер и в 1933 г. В. В. Богачева. Однако применение полученных ими данных на практике требовало значительной детализации выдвинутых ранее положений и распространения полученных выводов на более широкую площадь и в первую очередь на Западный Кавказ, где И. М. Губкиным была разработана схема литологического расчленения майкопских отложений, значительно детализованная впоследствии К. А. Прокоповым.

В результате работ этого года удалось палеонтологически охарактеризовать нижние горизонты этой схемы и для ряда районов (г. Сухуми) уточнить это расчленение. Выяснилось, что во всех изученных разрезах северного склона Кавказа с полным развитием хадумских отложений и в Сухуми могут быть выделены четыре последовательных фаунистических горизонта.

I. Горизонт с многочисленными *Planorbella* sp. и скудной конхиофауной. Из рыб в нем встречены *Lepidopus leptospondylus* Heck., *L. brevispondylus* Heck., *Nemopteryx crassa* Ag. и многие другие.

II. Горизонт с фауной *Aeoliscus* ex gr. *talgensis* n. sp., *Fistularia* sp.

III. Остракодовые мергели с очень скудной конхиофауной и крупными чешуями *Eloripidae* и *Cadidae* и некоторых других групп.

IV. Надостракодовые слои с богатой фауной мелких рыб. *Nemadulus* cf. *musceli* Рауџа, *Capros* ex gr. *caprossoides* Cosm., *Lepidopus* (*Beuthodesmus*) *leduevi* n. nov., *Priacanthus* sp. и ряд других форм, близко родственных среднеолигоценным формам Германии и фауне верхних горизонтов менелитовых сланцев Карпат.

Таким образом, не только подтверждается выделение на Северном Кавказе некоторых литологических комплексов и по фауне, но в то же время намеченные фаунистические комплексы позволяют уже значительно точнее датировать возраст нижних слоев хадумского горизонта. В Сочинском районе к ним приходится относить всю флишеподобную

толщу олигоценовых отложений (мацестинская, хостинская и сочинская свиты), достигающих свыше 1500 м мощности. По этим же признакам аналоги этих отложений удастся доказать и в окрестностях Тбилиси (нижняя песчано-глинистая толща Варенцова); особенно четко они выделяются в окрестности г. Сухуми, где можно выделить все вышеперечисленные четыре горизонта.

Верхнемайкопские отложения оказались в изученных районах значительно слабее охарактеризованными фауной. Однако в результате работ все же удалось установить одновременность отложений ольгинской свиты с конхиофауной и богатых рыбных слоев Черной речки, залегающих в окрестностях г. Орджоникидзе на 150 м стратиграфически ниже верхней границы майкопских отложений.

10. Изучение геологической структуры района строительства Соликамского гидроузла и составление структурной карты, а также специальное изучение трещиноватости, с целью выяснения ее генезиса, служили темой работ П. Е. Оффман, А. И. Мушенко, Е. В. Постникова и Б. Б. Потемкина при консультации Н. С. Шатского.

Район работ охватывает течение р. Камы на отрезке между дер. Григорово и Бороново в Соликамском районе, Молотовской области, куда входит целиком район изысканий гидроузла под плотину и прилегающей части водохранилища.

Коренные отложения исследованного района представлены казанским и кунгурским ярусами пермской системы.

Кунгурский ярус нижней перми слагает соляная толща (P_1kg_2) и глинисто-мергельная (P_1kg_3). В составе последней ранее выделялась еще гипсоносная толща, объединенная с глинисто-мергельной, как не имеющая стратиграфического значения.

Соляная толща (P_1kg_2) вскрыта рядом буровых скважин, обычно на небольшую глубину. Интересно отметить, что на разных участках района под глинисто-мергельной толщей залегают различные стратиграфические горизонты соляной толщи.

Над соляной толщей залегает глинисто-мергельная толща (P_1kg_3). Литологически она представлена глинами с прослоями мергелей или мергелями с подчиненными прослоями глин, иногда сплошь глинами, содержащими прослой и включения гипса, реже — ангидрита, кристаллы пирита и включения халцедона. Мощность глинисто-мергельной толщи, в связи с особенностями геологического района, колеблется от 0 до 360 м.

Выше залегает плитняковая толща, отнесенная при сопоставлении с разрезами Краснокамско-Полозненского района к казанскому ярусу (P_2kz_1). Плитняковая толща в основном сложена мергелями и известняками, часто доломитовыми. В верхней части толщи выделяется характерная доломитовая пачка, прослеживающаяся по большому количеству разрезов в районе. Мощность плитняковой толщи равна 40—45 м.

Над плитняками залегает песчанико-известняковая толща, сложенная известняками и мергелями с прослоями глин, а также песчаниками, развитыми, главным образом, в средней части разреза. Среди пород этой толщи также выделяются две характерные пачки, прослеживающиеся по всему району. Мощность толщи составляет 45—50 м.

Заканчивается разрез коренных отложений красноцветной толщей (P_2kz_2), представленной чередованием песчаников и глин с прослоями мергелей и известняков в нижней части разреза. Видимая мощность этой толщи доходит до 200 м.

Тектоника района рисуется в следующем виде. Покрывающие соль породы сложены в пологие крупные складки с меридиональным про-

стиранием и пологими углами падения, не превышающими 3—5°. В долине р. Камы к сводам пологих антиклиналей приурочены мульды различной величины, не имеющие сопряженных с ними антиклинальных структур. К этим мульдам приурочены сбросы с амплитудой до 200 м и круглыми углами падения. Глинисто-мергельная толща в основании мульд имеет сильно уменьшенную мощность и на отдельных участках совершенно отсутствует. В местах, прилегающих к сбросам, глинисто-мергельная толща перемята и обладает небольшой мощностью.

Структура надсоленосных пород не согласуется с рельефом соляной залежи и, повидимому, не отвечает строению самой соляной толщи. Последнее, за недостатком фактического материала, выяснить пока что не удалось.

Перечисленные факты дают указания на вероятный генезис описанных мульд, образовавшихся, повидимому, за счет оседания пологих антиклиналей, которое могло происходить в результате выщелачивания и разрушения приподнятых частей соляного массива.

При изучении трещиноватости района выяснилось, что среди тектонических трещин, имеющих региональное распространение, наблюдаются три системы: по простиранию пород, по падению и одна — диагональная система.

В направлении диагональной системы трещин развиваются описанные выше сбросы, связанные с мульдами. С системой трещин, идущей по простиранию пород, связаны нарушения типа сбросов, развитые в древних оползнях по правому берегу р. Камы у сел. Тюлькино.

В районе развития мульд и сбросов трещины выполнены гипсом и каменной солью, трещины же в тектонически спокойных участках не выполнены или на стенах их отлагаются соли железа и марганца, выпавшие из поверхностных растворов.

в. Геологические работы в Восточной Сибири

В течение ряда лет Академией Наук производились геологические работы в Восточной Сибири. Эти работы, состоявшие в изучении геологического строения Байкальской нагорной области и Сибирской платформы, продолжались в 1939 г. несколькими сотрудниками Института геологических наук.

1. Е. В. Павловским была составлена геологическая карта масштаба 1:2 500 000 всей Байкальской нагорной области, а также тектоническая и геоморфологическая карта того же масштаба.

При изучении обширного геологического материала как старого, так и нового, Е. В. Павловский пришел к выводу о возможности расчленения докембрия Байкальской нагорной области на три разновозрастные серии пород, с каждой из которых связаны специфические интрузивы и экструзивы, а именно: архейскую, нижнепротерозойскую и верхнепротерозойскую. Нижний кембрий отделяется от разнообразных докембрийских пород в настоящее время совершенно отчетливо. Изучение его фаций как в вертикальном направлении, так и по простиранию, позволяет восстановить в общих чертах историю области в течение докембрия и в начале палеозоя и разобраться в сложном комплексе движений земной коры (на данном участке) в это время.

Выделяются два участка геосинклинального типа, начавшие развиваться в нижнем кембрии: северный Патомско-Витимский и южный Южно-Прибайкальский, входящий в состав обширной складчатой каледонской области, протягивающейся из Восточного Забайкалья в широтном направлении к Восточному Саяну. Остальная часть Байкальской

нагорной области в эпоху каледонид играла роль платформы и разделяла два выделенных выше участка проявлений каледонской складчатости.

В заключение приводится сопоставление Байкальской области со скандинавскими каледонидами и устанавливаются черты сходства и различия между этими областями проявления каледонской складчатости.

В Иркутской области Е. В. Павловским летом 1939 г. была проведена геологическая съемка в масштабе 1 : 1 000 000.

В геоморфологическом отношении новым и интересным является широкое развитие древних долин, вытянутых в северо-восточном направлении и пересекающих современный Лено-Ангарский водораздел. Эти древние долины непосредственно связаны с аналогичными древними долинами Западного Прибайкалья, как это было установлено работами Е. В. Павловского в 1935 и 1936 гг. Древние долины частью использованы современной речной сетью, частью располагаются на современных водоразделах. В большинстве древних долин сохранился древний аллювий, представленный, главным образом, грубыми песчано-галечными отложениями, состоящими из докембрийских и кембрийских пород Западного Прибайкалья.

Весьма любопытным является также факт локализации юрских угленосных отложений в древних долинах. Юра прикрыта толщей древнего аллювия.

В геологическом отношении интересны наблюдения над составом и взаимоотношениями мотской и умановской свит нижнего кембрия. Обе свиты прослежены вдоль всей восточной окраины планшета и, очевидно, тянутся и далее на северо-восток вдоль побережья Байкала. Наибольшей фациальной изменчивостью обладает мотская свита, полные разрезы которой изучены в южной части района. Местами эта свита отчетливо контактно метаморфизована. Гораздо более устойчива и однообразна по составу нижележащая умановская свита. Эта последняя, в полном соответствии с наблюдениями Е. В. Павловского в Западном Прибайкалье, залегает трансгрессивно и несогласно на метаморфизованных отложениях верхнего протерозоя (кочергатская и другие свиты верхнепротерозойского комплекса).

Вышележащие отложения среднего и верхнего кембрия пластуются совершенно согласно с мотской свитой. В основании среднего кембрия, в пунктах выходов его нижних горизонтов, соленоносная толща, повидимому, отсутствует. Разрез кембрия, изученный достаточно детально, ляжет в основу специальной литологической работы Н. В. Фроловой. Тектоника района характеризуется сплошным развитием крупных, сравнительно простых складок кембрия на востоке района, плавно сменяющихся спокойным залеганием верхнего кембрия на Западе. В этой последней части района лишь изредка спокойное залегание красноцветных пород нарушено резкими, но мелкими складками антиклинального типа, флексурами.

Из полезных ископаемых обращает на себя внимание каменный уголь, найденный в коренном залегании в южной части водораздела рр. Ангары и Лены. По типу он приближается к углям Черемховского каменноугольного бассейна и связан с юрскими отложениями.

2. И. И. Катусенок занимался обобщением имеющихся материалов по тектонике юга Сибирской платформы. В результате этих работ составлена основа структурной карты юга платформы в масштабе 1 : 2 500 000.

Для выяснения нормального разреза и структур на границе платформы с Байкальским нагорьем в 1939 г. проведены дополнительно

полевые работы в Прибайкалье, в районе верховьев р. Лены (долины главных притоков Лены: Правой Иликты, Ваная, Бирюльки, Негнедая и др., а также побережья Байкала, от верховьев р. Ваная до верховьев р. Правой Иликты). При этом составлена геологическая карта миллионного масштаба.

Район работ охватывал переходную зону между окраиной Сибирской платформы и Байкальской складчатой областью. Это дало возможность изучить наиболее полно вскрытые здесь нижние свиты кембрия и подстилающие их свиты верхнего протерозоя, их взаимоотношения и структуру этой переходной области.

Выяснено, что окраина Приленской возвышенности в данном районе сложена отложениями верхнего, среднего и нижнего кембрия. В переходной зоне к Байкальской области и на побережье Байкала имеют широкое распространение свиты байкальского комплекса верхнего протерозоя — качергатская, улунтуйская и голоустенская. Отложения верхнего и среднего кембрия представлены типичными для Приленской возвышенности красноцветными отложениями верхоленского яруса (Cm_3) и известково-доломитовым комплексом (Cm_2).

Нижний кембрий представлен двумя свитами: базальной ушаковской и верхней — мотской красноцветной свитой, аналогичными таковой в Западном Прибайкалье. Характерным и новым фактом является выясненное широкое распространение ушаковской свиты значительно дальше на северо-восток, чем до сего времени предполагалось. Она слагает средние части долин р. Правой Иликты, Чанчера и Ваная и уходит на северо-восток, видимо, до большой северной дуги в верховьях Лены. Литологически свита представлена граувакками с линзами конгломератов, серыми аркозовыми песчаниками и черными брусчатými и тонкоплитчатыми глинистыми сланцами. Галька и валуны конгломератов состоят из подстилающих метаморфических пород качергатской, улунтуйской и голоустенской свит верхнего протерозоя. Таким образом, фиксируется наличие крупного перерыва между ушаковской и качергатской свитами, который соответствует нижней границе кембрия.

Отложения нижнего кембрия подстилаются трехслойным байкальским комплексом верхнего протерозоя, представленным сверху вниз качергатской, улунтуйской и голоустенской свитами. Эти свиты слагают предгорную часть Приленской возвышенности и окраину Байкальского и Приморского хребтов; в виде длинной полосы северо-восточного простираения они вытянуты вдоль всего западного побережья Байкала на исследованном участке.

Литологически эти свиты представлены комплексом слабо метаморфизованных пород: 1) качергатская свита — зелено-серые глинисто-сланцевые сланцы и песчаники с прослоями кварцитов; 2) улунтуйская свита — темные и светлые кристаллические известняки; 3) голоустенская свита — светлые, розоватые и лиловатые кварциты, зеленые и серые слюдяные сланцы.

В структурном отношении район представляет переходную зону от интенсивно складчатой области Байкальского и Приморского хребтов к спокойно залегающим породам Сибирской платформы. На окраине платформы хорошо выражены крупные формы складчатости северо-восточного простираения. Спокойно залегающие на большом протяжении в долине р. Лены красноцветные отложения верхнего кембрия на окраине платформы сменяются рядом широких и пологих антиклиналей и синклиналей, достигающих в ширину 10—20 км и вытянутых в северо-восточном направлении на многие десятки километров. Одна из наиболее крупных синклиналей пересекает диагонально долину

р. Лены между сел. Бирюльское и Кодогон. К юго-востоку от нее расположена крупная синклиналь, пересекающая долину Лены в районе сел. Дудовка полосой около 10 км и вытянутая в северо-восточном направлении не менее чем на 100 км.

На предгорной части Приленской возвышенности подобные крупные складчатые формы осложнены более мелкими крутыми складками, нередко опрокинутыми на северо-восток. Здесь наблюдается общее моноклинальное погружение пластов по мере удаления от нагорья к платформе и смена выходящих на поверхность различных свит — более древней голоустенской на побережье Байкала в стратиграфически восходящем порядке до наиболее молодой — верхнего кембрия в долине Лены. В самой предгорной части района наблюдается ряд линий тектонических разломов с надвигами по сравнительно пологим плоско-стям, падающим на юго-восток.

Кембрийские отложения залегают трансгрессивно и несогласно на размытой складчатой поверхности свит верхнего протерозоя. Направление же складок как кембрия, так и докембрийских пород нагорья почти совпадает и имеет северо-восточное простирание. Таким образом, известные для данного района две древние тектонические фазы — предкембрийская и посткембрийская — имели общее направление складкообразовательных движений.

З. Г. Э. Фришенфельдом закончено составление «Обзорной геологической карты северо-восточной части Сибирской платформы» в масштабе 1 : 5 000 000 и составлен очерк геологического строения района.

Современная гидрографическая сеть и основные формы рельефа плоской возвышенности северо-восточной части Сибирской платформы несут черты приспособления к основным тектоническим структурам, развитым в пределах платформы и окружающих ее складчатых зон. Районы древних кристаллических глыб, представляя огромные куполообразные поднятия среди кембрийских отложений, имеют возвышенности, достигающие абсолютных отметок 1000—1500 м. Окружающие их синклинальные впадины, выполненные мезозойскими отложениями, характеризуются абсолютными отметками 200—350 м. Связь геоморфологии со структурными элементами наблюдается и в пределах депрессии — в Ленско-Вилуйской и Хатангской впадинах (соляные структуры). В приплатформенной полосе верхоянской складчатой зоны формы рельефа — альпийского типа, отличаясь от форм рельефа собственно складчатой зоны, где они имеют более сглаженные очертания.

Осадочные геологические отложения платформы отличаются значительными мощностями примерно в 7—8 км. Характер отложений нижнего и среднего кембрия говорит о развитии во время их осадкообразования пологих структур, способствовавших образованию соленосных и битуминозных пород. Древнепалеозойские отложения западных частей верхоянской складчатой зоны (Хараулахский и Аллах-юнский районы) имеют платформенный характер. Среди силурийских отложений соленосность и битуминозность развиты в меньшей мере. Верхние свиты «тунгусских» отложений, по некоторым данным, мезозойского возраста. К концу палеозоя — началу мезозоя приурочена основная масса излияний и интрузий траппов, которые прослеживаются значительно восточнее указываемой в литературе «границы» их распространения (Хараулахский и Аллах-юнский районы). Массовое развитие траппов, прослеживаемых в пределах всей платформы, связано с геологическими отложениями в пределах от силура до триаса и наблюдается всюду, где сохранились отложения этих геологических возрастов. В районах распространения более древних отложений на-

блюдаются лишь «корни» трапповых интрузий. В пределах мезозойских синклинальных впадин отложения палеозойского возраста, включающие и интрузии траппов, трансгрессивно перекрываются отложениями морской юры (лейас). В юрских отложениях, на границе с меловыми, прослеживается фосфоритообразование. Некоторые данные говорят о вероятности более широкого палеогеографического распространения мезозоя в пределах платформы по сравнению с современными границами. Вероятна разновозрастность угленосных отложений Хатангской и Ленско-Вилуйской синклинальных впадин, которые должны быть отнесены к меловому периоду.

Строение платформы отличается определенной «пластичностью». Основная структура рассматриваемой части платформы — Анабарский куполообразный массив — испытывал поднятие в каледонскую, герцинскую и альпийскую складчатости. Вероятно, что Алданская глыба имеет сходное строение. Эти две глыбы разделяются каледонской складчатой зоной, уходящей в пределы мезозойской впадины. Каледонская складчатость отмечается и в приплатформенной полосе верхоянской складчатой зоны (Хараулахский и Аллах-юнский районы). Мезозойская синклинальная впадина срезает простирание каледонской складчатой зоны. Древнеальпийская складчатость имеет характер приспособления к более древним. Признаки дислокации альпийского возраста наблюдаются на платформе и вне мезозойских впадин, а также в переходной полосе к верхоянской складчатой зоне.

По характеру и обилию рассматриваемые здесь тектонические структуры напоминают нефтяные и соляные структуры США. Например, месторождения нефти верховьев рр. Оленека и Толбы могут сопоставляться с месторождениями склонов Канадского щита (например, месторождения штата Нью-Йорк); район среднего течения р. Лены и водораздела рр. Лены, Н. Тунгуски и Чоны — с огромной областью аппалахской нефтеносной зоны; соляные структуры Хатангской и Вилуйской впадин — с областью Гольфа. Вполне вероятно, что область Тунгусской впадины можно будет сопоставлять с подобными же структурами нефтеносных областей внутренних каменноугольных бассейнов США.

Обращает на себя внимание еще одна зона: переходная от платформы к верхоянской складчатости, в нижнем течении р. Лены и в районе Усть-Вилуя — Сангара и вдоль нижнего течения р. Алдан — р. Ман.

Правобережье нижнего течения р. Лены заслуживает внимания с точки зрения поисков высококачественных углей. Необходимо также дальнейшее изучение коренных месторождений платины р. Вилуя.

Наиболее перспективные районы должны быть в ближайшие годы подвергнуты площадной съемке миллионного масштаба. Первоочередного изучения заслуживают районы среднего и нижнего течения р. Лены, нижнее течение рр. Вилуя, Алдана, нижнее течение и приморская полоса рр. Хатанги, Анабара, Оленека как наиболее перспективные и в геологическом и в экономическом отношении.

Летом 1939 г. Г. Э. Фришенфельдом совершена поездка в Якутскую АССР. Главные результаты произведенных при этом исследований заключаются в следующем.

В районе сел. Покровского (р. Лена) изучены кембрийские отложения, описанные геологом Атлаговым как толща немых отложений. В этих отложениях собраны среднекембрийские трилобиты и обнаружены битуминозные известняки. В 10 км от сел. Покровского (вниз по течению реки) в мезозойских отложениях левого коренного берега собрана морская фауна. В результате этого граница морских отложе-

ний переносится километров на 50 к югу против ранее установленной (морские отложения были известны только около сел. Табаги), и должна быть уменьшена мощность нижнеюрских отложений. Установлено более крутое падение палеозойских отложений по сравнению с мезозойскими. Изучен ряд мощных источников подмерзлотных вод, дающих возможность сделать выводы о наличии структурных проявлений.

В районе пос. Сангар — устье р. Вилюя произведены дополнительные исследования тектоники Усть-Вилюйского хребта, исследованного Г. Э. Фришенфельдом в 1934 г. Установлен, взамен намечавшегося тогда погружения антиклинальной складки к юго-востоку, поворот дислокации к востоко-юго-востоку. Изучены дислокации по р. Вилюю, близ его впадения в р. Лену, и по р. Берге (левому притоку р. Лены в районе пос. Сангара). Дислокации эти отличаются от дислокаций правобережья и, в отличие от весьма выдержанного характера последних, выделяются неправильными вздутиями, что приводит Г. Э. Фришенфельда к убеждению о надвиговом характере дислокации правобережья. Прослежены зеркала скольжения и трещины расщепления с гидротермальной минерализацией. По р. Вилюю описаны месторождения углей (Сога-хая и Оюн-хая) с дислоцированными пластами углей, мощность которых достигает 5 м. Качество углей, повидимому, не ниже качества углей Сангарского месторождения. Взяты образцы углей для испытания их коксуетности.

По р. Берге прослежено в аллювиальных отложениях большое количество неокатанных глыб палеозойских известняков, среди которых преобладают битуминозные известняки с кембрийскими трилобитами; попадаются также куски горючих битуминозных сланцев, тоже содержащих кембрийские трилобиты. Характер этих глыб говорит за то, что они не могли быть принесены за сотни километров и что, вероятнее всего, коренные их выходы будут обнаружены вдоль левобережья р. Лены в районе пос. Сангара. Тектоническое строение этого района, возможно, имеет сходство с тектоникой района нижнего течения р. Лены.

4. А. А. Арсеньев и П. М. Клевенский работали в Центральном Забайкалье (хребты Цаган-Хунтейский и Цаган-Дабан).

Исследованный район представляет собой типичную для Центрального Забайкалья горную страну с абсолютными высотами до 1800 м. Горные области, занимающие в основном водораздельные пространства, разделяются целой системой крупных депрессий (впадин), ориентированных в широтном и северо-восточном направлениях.

Наиболее значительная, Кижингинско-Худунская впадина, располагается в северо-восточном направлении. Центральная часть ее занята долинами современных рек Худуна, Кижинги и Чесана. На юго-западе и северо-востоке современные долины рр. Кижинги и Худуна не всегда совпадают с направлением депрессии, а местами идут параллельно последней, прорезая значительные горные массивы.

В других случаях ориентировка депрессий совершенно не совпадает с направлением современных рек, которые пересекают их по короткой оси. Такова впадина, располагающаяся почти в центральной части Цаган-Хунтейского хребта и занимающая верховья рр. Сулхары и Саранты.

В большей части района речные террасы мало развиты и нехарактерны для его рельефа. Однако встречаются участки, главным образом в долинах рек приблизительно меридионального направления, врезающихся в хребты, где прекрасно выражены две террасы, высотой 4—5 и 12—15 м. В западной части района лучшим примером может служить р. Брянка. Можно думать, что причиной образования этих

террас послужило поднятие соответствующего участка хребта над местным базисом эрозии.

Современный рельеф, образовавшийся в результате расчленения древнего пенеплена, в значительной мере зависит от слагающих пород. В виду преобладания в исследованном районе средне- и крупнозернистых, легко выветривающихся гранитов и сиенитов, наиболее распространены округленные, мягкие формы рельефа. Местами, однако, на пологих склонах и вершинах поднимаются скалы — останцы. Пади, отчленяющие отдельные отроги друг от друга, не обнаруживают признаков интенсивной эрозии. Роющие овраги небольших размеров приурочены, главным образом, к местам выхода юрских континентальных отложений и в некоторых местах к четвертичным отложениям, главнейшее распространение которых приурочено к описанным впадинам.

Среди коренных пород района господствуют магматические. Описанные выше депрессии, имеющие тектоническое происхождение, разделяют на части глубоко вскрытый интрузивный массив, занимающий большую часть района съемки и уходящий далеко за его пределы.

Массив в пределах съемки сложен гранитом, грано-сиенитом и сиенитом, которые пользуются почти равным распространением. Эти породы обычно связаны между собой постепенными переходами и являются разновозрастными. Гипабиссальная фация сиенитов представлена сиенит-порфирами, связанными с глубинными породами постепенными переходами через порфиридные сиениты. Некоторые разности сиенит-порфиров относятся к позднейшей фазе и образуют жилы как в сиенитах, так и в гранитах. Внешний облик гранитов и сиенитов довольно разнообразен, но преобладают среднезернистые породы желтовато- и фиолетово-розового цвета. Вкрапленники сиенит-порфиров представлены розоватыми полевыми шпатами; основная масса, мелкозернистая или афанитовая, отличается разнообразной окраской — от розовой до зеленовато-черной.

В сиенит-гранитовый массив вплавлены небольшие разрозненные остатки кровли, неоднородной по составу. Более древнюю ее часть составляют кристаллические известняки вместе с принадлежащими к той же свите, но реже встречающимися кварцитами и сланцами. Эта осадочно-метаморфическая свита, которая может иметь как древнепалеозойский, так и докембрийский возраст, встречается часто вместе с ортогнейсами и связанными с последними светлыми катакlastическими гранитами. Те и другие представляют собой остатки более древней интрузии, прорывавшей известняковую свиту и сохранившейся в районе съемки лишь небольшими обрывками среди пород позднейшей гранито-сиенитовой интрузии.

Если для более древней интрузии, почти нацело превращенной в гнейсы, в Западном Забайкалье довольно ясно устанавливается каледонский возраст (по соотношению с фаунистически охарактеризованными свитами Джиды и Чикоя), то гранито-сиенитовый массив, занимающий почти всю площадь описываемого района, является частью второй большой интрузии, для которой наиболее вероятен варисский возраст. К позднейшей, по сравнению с ортогнейсами, фазе магматической деятельности относится диоритовый массив на правом берегу Худуна, дифференцированный от гранодиорита в центре до габбро-диорита в периферических частях. Апофизы этого массива проникают в примыкающие к нему ортогнейсы, вместе с которыми подвергались рассланцеванию.

По расколам, сопровождающим описанные впадины, происходили неоднократные излияния эффузивов. Кроме того, излияния происходили и по некоторым линиям, не сопровождающимся в современном релье-

фе депрессиями, например, в Цаган-Хунтейском хребте по линии Жипхесон — Сулхара — Саранта (широтное направление).

Большинство излившихся пород было в дальнейшем уничтожено эрозией, и в настоящее время мы наблюдаем их выходы в виде узких и длинных полос (иногда с перерывами), вытянутых вдоль края впадин и представляющих собой корни этих эффузий, приуроченные к упомянутым расколам.

В других местах, как на Ильке и Сулхаре, те же мелафиры и порфириты занимают несколько большие площади. По сравнению с крупными покровами в смежных к западу районах БМАССР эти выходы, однако, невелики.

Кроме мелафиров и порфиритов, к основным эффузивам в районе съемки относятся молодые базальты, небольшие и немногочисленные выходы которых встречены в нескольких местах. В одном пункте встречен долерит.

Порфиры сосредоточены преимущественно в восточной части района. По внешнему виду они иногда чрезвычайно сходны с некоторыми разновидностями сиенит-порфиров, хотя отличаются от них как по возрасту, так и по фации. Сиенит-порфиры являются гипабиссальной разновидностью интрузивных пород варисского, если не каледонского возраста, а порфиры — типичные эффузивы, не связанные, вообще, с какой-либо интрузией, излияния которых происходили между концом палеозоя и юрой.

Юрские континентальные отложения приурочены, главным образом, к упомянутым выше тектоническим депрессиям; наибольшим развитием они пользуются в Кижингинско-Худунской долине, хотя и прикрыты здесь в значительной степени современными осадками. В некоторых местах юрские отложения встречены вне современных депрессий на значительной высоте. Таково крупное поле юры в верховьях р. Брянки.

Представлены юрские отложения как нормально осадочными породами — конгломератами, песчаниками, сланцами, глинами и углями, так и туфогенными песчаниками, туффитами и порфирированными туфами, с которыми связаны нормально-эффузивные порфиры. Туфогенные разности, распространенные меньше нормально-осадочных, встречены в южной части долины Кижинги, у дер. Мухортала и в долине р. Тунгуя. Наиболее полный разрез туфогенной свиты прослеживается у дер. Мухортала. Общая мощность свиты около 600 м. В основании ее залегает базальный конгломерат с гальками и глыбами размером до 0.3—0.4 м, имеющий мощность около 20 м. Выше следуют серо-черные туффиты и желтовато-белые туфобрекчии, заключающие в себе гальки гранита и других пород, аналогичные галькам подстилающего конгломерата. Мощность этих переходных слоев не превышает от 8—10 м. Выше залегает мощная толща туфогенных песчаников и туффитов, преимущественно белесовато-светлозеленых, реже красновато-серых, с резкой слоистостью, особенно заметной благодаря частой прослойной смене материала различной тонкости. Грубообломочный материал здесь отсутствует. В средней части толщи в высыпках обнаружен небольшой прослой лилово-розового порфира с прозрачными вкрапленниками санидина. Коренные выходы того же порфира имеются среди пестрых порфирированных туфов, слагающих верхнюю часть свиты мощностью до 200—250 м. Туфы, включающие в себе обрывки слоистых туффитов, подобных развитым ниже, имеют преимущественно зеленую и бурокрасную окраску. Распространены мелкосферические формы отдельности, а также стекловатые разности. Простираение туфогенной свиты почти широтное, СЗ 280°, падение СВ под углом 25—30°.

Установить полный разрез нормально-осадочных юрских отложений невозможно вследствие их плохой обнаженности. В северо-восточной

части Кижингинско-Худунской долины нормально-осадочные юрские отложения вскрыты на 10 м. Здесь чередуются прослой песчаника и конгломерата от 0.2 до 1.5 м, причем конгломераты преобладают в нижней части разреза. Простираение слоев СЗ 290°, падение СВ под углом 8—10°. Сланцы и глины у улуса Шолотуй, на северо-западном краю той же долины, залегают почти горизонтально, но в большинстве случаев залегание юрских отложений нарушено.

В виду почти полного отсутствия нормально-осадочных отложений в нашем районе геологические структуры замаскированы обилием магматических образований, в особенности покровами эффузивных порфиров.

В тех небольших выходах осадочных пород (гнейсы, известняки, сланцы), где удалось замерить элементы залегания, простираение неизменно северо-восточное или востоко-северо-восточное, близкое к широтному, что определенно указывает на северо-восточное направление основных геологических структур.

Это же направление очень резко подчеркивается расположением описанных выше депрессий, сопровождаемых глубокими расколами и излиянием магматических пород по их краям. При этом главные расколы, по которым происходили излияния, всегда располагаются по северному или северо-западному (в зависимости от ориентировки депрессий) краю, южный или юго-восточный край часто сопровождается милонитами, и излияния эффузивных пород вдоль него очень редки.

Из полезных ископаемых встречены уголь в континентальных юрских отложениях, медное оруденение в кварцевых жилах, железное оруденение в контактах гранитов с мраморами, многочисленные минеральные источники и грязевое минеральное озеро.

5. В. П. Масловым была произведена геологическая съемка в районе верховьев рр. Лены и Киренги. Выяснилось исключительное богатство строматолитами среднего кембрия в верховьях р. Лены, причем определены *Collenia umbella* Masl. и *Collenia* sp. В верховьях р. Тонгады найдены следы четвертичного оледенения, которые к югу исчезают.

Д. Работы по геологии четвертичных отложений

Работы эти, кроме работ, входивших в экспедиции, заключались в обобщении данных по стратиграфии четвертичных отложений (Г. Ф. Мирчинк и И. К. Иванова), в связи с чем Г. Ф. Мирчинком проведена работа по новой характеристике миндель-рисских отложений, палеонтологическому обоснованию их стратиграфического положения и по методике расчленения четвертичных отложений в районе древних горных сооружений.

Вопросам обоснования стратиграфии четвертичных отложений посвящена крупная работа — монография В. И. Громова по обоснованию стратиграфии на основе изучения фауны млекопитающих и палеолитических стоянок на территории Союза по рр. Десне и Чусовой и работа О. А. Бобровой и М. М. Жукова по палеонтологическому обоснованию стратиграфии четвертичных отложений в Прикаспийской впадине на основе изучения танатоценозов и руководящих форм моллюсков.

В связи с гидрогеологическими работами в районе Кавказских минеральных вод И. К. Иванова собрала новый материал по палеонтологическому обоснованию возраста пятигорских травертин и, в частности, рисских отложений.

Большое внимание уделялось вопросу о новейших движениях и вли-

янии их на накопление осадков (работы М. М. Жукова по Прикаспийской впадине и К. В. Никифоровой и Е. Н. Щукиной на восточном склоне Урала).

Наконец, должны быть отмечены работы по изучению строения и истории речных долин, поставленные специально по бассейну р. Волги и осуществленные Л. Д. Шорыгиной на участке Самарская лука — устье Вятки и А. И. Москвитиним для Соликамского района на Каме.

1. Г. Ф. Мирчинк, подводя итоги своим исследованиям по изучению нижнечетвертичных отложений центральной части Русской платформы и опираясь на новые геологические материалы, полученные при постройке мостов г. Москвы и канала Москва—Волга, пришел к выводу, что палеонтологическое обоснование стратиграфии четвертичных образований, разработанное Г. Ф. Мирчинком и В. И. Грозовым для внеледниковых областей, может быть распространено и на ледниковую область. Так, можно утверждать, что в начале миндель-рисского века в условиях весьма умеренного климата под Москвой жил *Elephas antiquus*.

Из флоры должны быть отмечены лиственница и пихта. Время оптимума климатических условий характеризуется теплолюбивой флорой Лихвина. Данные по каналу Москва—Волга позволяют говорить о том, что в миндель-рисский век под Москвой жил такой типичный представитель хозарской фауны, как *Elephas trogontherii*. Весьма вероятно, что из этих же отложений района канала происходила другая руководящая форма *Rhinoceros Mercki*.

Такое же обобщение данных, полученных им во время поездок по Алтаю, Салаиру, Среднему и Южному Уралу, а также Е. Н. Щукиной по Алтаю, привело Г. Ф. Мирчинка к выводу, что нельзя распространять методику оценки размеров и характера оледенений, разработанную на молодых складчатых горных сооружениях — Альпах, на более древние горные сооружения Азиатской части СССР. Необходимо учитывать, что эти страны представляли раньше пепелен, испытавший в течение четвертичного периода значительное поднятие. При таких условиях нельзя считать правильным метод оценки размеров оледенения по положению древних снеговых линий в современных условиях, так как положение их за это время изменилось. По той же причине при большем общем похолодании, но в условиях менее приподнятой страны мы должны ожидать меньшего развития ледниковых явлений и, в связи с меньшим расчленением местности эрозией, образования ледников покровного типа. Такой вывод находит себе полное подтверждение в данных по Алтаю (бассейн Катунь), где ледники начала четвертичного периода имели ограниченное распространение и носили покровный характер; следующее оледенение, совпавшее со временем, когда местность была более приподнята, сопровождалось образованием ледников полупокровного типа; наконец, превращение Алтая в век последнего оледенения в высоко приподнятую, глубоко расчлененную горную страну повлекло за собой создание ледников альпийского типа, которые по долинам продвинулись гораздо дальше, чем более древние ледники. Более их продвижение, однако, не может служить доказательством более сильного развития ледниковых явлений и, в частности, похолодания в момент последнего оледенения; оно является только доказательством большей приподнятости страны по сравнению с предшествующим временем.

2. Основным предметом научно-исследовательской работы В. И. Громова было палеонтологическое обоснование четвертичной стратиграфии континентальных четвертичных отложений СССР.

Результаты этой работы, ведущейся уже в течение ряда лет, послужили основанием для монографии, которая закончена в 1939 г. На основании большого фактического материала по четвертичным млекопитающим и ископаемому человеку показано их стратиграфическое значение. Показано, что палеолитические находки охватывают не только верхнюю половину квартера, но, начиная с раннего мустье, должны быть отнесены к нижней его части, именно ко времени до максимума наибольшего (рисского) оледенения. В отношении фауны млекопитающих выделено, кроме современного, пять четвертичных комплексов (таманский, тираспольский, хозарский, позднемустьерский и верхнепалеолитический) и два верхнеплиоценовых (хопровский и ксенунский); показана их взаимная генетическая связь, намечены их ареалы и фациальная изменчивость.

Полевые работы 1939 г., проводившиеся в бассейне р. Десны, на р. Чусовой и на побережье Азовского моря, доставили новый интересный материал.

На р. Десне в районе сел. Пушкари в совершенно определенных стратиграфических условиях — под рисской мореной — было обнаружено в результате систематических поисков скребло мустьерского типа. Этой находкой окончательно решается вопрос о стратиграфическом значении палеолита и устанавливается значительно большая древность его нижней половины, чем это допускалось ранее.

На р. Чусовой близ устья обнаружены мореноподобные образования (или морены), выполняющие долину р. Чусовой и слагающие здесь, повидимому, третью надпойменную террасу (30—40 м), в основании которой лежит до-рисский аллювий и местами коренные палеозойские породы. Из этих же до-рисских отложений, повидимому, происходят остатки мустьерских отщепов и типичного остроконечника, найденного археологами в 1938 г.

К более высокому стратиграфическим горизонтам относится раскопанная в 1939 г. Институтом антропологии МГУ верхнепалеолитическая стоянка Островская, находящаяся вблизи указанного выше мустьерского местонахождения.

Новые факты, полученные на р. Чусовой, позволяют внести существенные дополнения и изменения в составляемую карту четвертичных отложений, значительно передвигая к югу границу максимального оледенения и уточняя стратиграфию этого еще мало изученного района.

Обработка большого фаунистического материала как из палеолита (верхнего) на р. Чусовой, так и из пещер по р. Симу, заполняет огромный пробел в наших знаниях по четвертичной истории средней и северной части Южного Урала, позволяя с уверенностью пользоваться для стратиграфических целей как фауной млекопитающих, так и стоянками палеолитического человека. Кроме того, эти факты дают ценный материал и для истории развития человеческого общества и для истории фауны на территории СССР.

З. И. К. Иванова собрала фауну млекопитающих в травертинах окрестностей г. Пятигорска для установления их стратиграфии. По предварительным данным материал подтверждает сделанные в 1935 г. выводы В. И. Громова и Г. Ф. Мирчинка о разновозрастности отдельных травертиновых комплексов и связи их с террасами р. Подкумка.

Найденные при участии сотрудников Бальнеологического института зубы и часть челюсти *Elephas antiquus meridionaloides* (предварительное определение) позволяют с уверенностью отнести травертины северо-восточного склона горы Машук к миндель-рисскому времени.

4. Стратиграфическая схема четвертичных отложений, установленная ранее М. М. Жуковым по материалам низового Поволжья и Калмыцко-Сальских степей, получила также подтверждение и в Западном Казахстане. Здесь выделены те же четыре яруса (бакинский, хозарский, хвалынский, послехвалынский), представленные аналогичными с Поволжьем морскими и континентальными горизонтами.

Существующее до сего времени представление о приуроченности отдельных руководящих форм к определенным ярусным подразделениям нуждается в значительном исправлении, так как многие руководящие формы оказались распространенными шире во времени.

Так, после работ Д. В. Наливкина (1914) считалось, что группа *Didacna trigonoides* Pall. свойственна лишь новейшим каспийским отложениям: хвалынским и современным. Из тех же хвалынских слоев указывался ее предок *Didacna praetrigonoides* Nal.

Корни этой группы обнаружены в более древних слоях: в хозарских и бакинских.

Группа *Didacna crassa* в определении Наливкина оказалась не тождественной этой форме в описании автора вида Эйхвальда. Эйхвальдовская *Did. crassa* — форма современная, встречающаяся в изобилии в береговых валах моря и богато расцветенная. Наливкинский же вид приурочен к сураханской террасе Южного Каспия или к хозарской Северного. В этом отношении прав был Вассоевич, назвав древнюю форму *Did. Nalivkini*. В аналогичном положении оказались и другие формы: нуждаются в переименовании *Did. baeri* Nal. (non Grim.) из сураханской террасы, *Did. catillus* Nal. (non Eichw.) из бакинской террасы.

Сборы моллюсков на современном пляже восточного берега Каспия дали особенно богатый материал. Фауна восточного берега совершенно отлична от собранной на северном и западном берегах: она богаче в видовом отношении, раковины крупнее и массивнее. Это можно объяснить изолированностью восточного побережья от континентального сноса, т. е. большей соленостью воды и ее прозрачностью. Эта же фауна не сходна с известной по драгировкам фауной дна открытых участков современного моря. Таким образом, намечаются локальные танатоценаты. Они намечены и описаны для хвалынского моря и для бакинского.

Мощность четвертичных отложений на площади Западного Казахстана обычно не велика, особенно в центральной и юго-восточной части. В большинстве случаев она не превышает 25 м, часто и того меньше.

Лишь за пределами Западного Казахстана по долине р. Волги мощность вырастает до 115 м (г. Астрахань).

Параллельно с четвертичными изучались плиоценовые отложения. Составленные карты мощностей акчагыльских слоев, апшеронских и суммарно четвертичных убеждают в неравномерности их накопления. Максимальной мощностью (более 270 м) акчагыльские слои характеризуются в районе, непосредственно примыкающем к месту предполагаемого сброса, у подножья Общего Сырта. Здесь происходили в акчагыльское время, повидимому, сопряженные явления: опускание этой части Прикаспийской впадины и мощная седиментация. Максимальная мощность апшеронских слоев сосредоточивается в районе г. Астрахани и у подножья Ергеней. По отношению к четвертичным следует заметить, что, имея максимальную мощность в районе г. Астрахани, они по направлению к Ергеням утоняются местами до полного выклинивания (Бузгай).

Учитывая вероятную сопряженность опусканий и седиментации, можно представить следующую схему тектонического формирования Прикаспийской впадины. Образование ее относится к преакачагыльскому времени. В дальнейшем идет ее дифференцированное преобразование. В акачагыле особенно интенсивно погружается северная часть и заполняется осадками. Вышележащие слои здесь располагаются уже на почти выровненной поверхности. В апшероне погружается юго-западный угол Северного Прикаспия. В четвертичный период опускание локализуется вдоль Волго-Ахтубинской долины.

Подобные опускания при новой нагрузке толщи осадков ($N_2 + Q$), достигающих суммарной мощности более 600 м, вызывали, повидимому, миграцию каменной соли, залегающей в кунгурских слоях. Это стимулировало возобновление движений в районе соляных куполов, что подтверждается наблюдаемой дислоцированностью слоев вплоть до хвалынских.

Установлены и иные формы проявления тектоники в четвертичном периоде. Методом геоморфологии можно установить стадиальную регрессию хвалынского моря и береговые линии этих стадий. Эти линии не горизонтальны в современном рельефе, что связывается с поднятием Северного Прикаспия. Особенно сильно подняты участки, смежные с Общим Сыртом и долиной р. Волги.

Кроме такого движения конца хвалынского века, в послебакинское время отмечается подъем области южной Эмбы, где в полосе шириной 50 км, граничащей с Усть-уртом, хвалынские слои лежат регрессивно по отношению к бакинским.

Прослеживая уровни отдельных террас вдоль побережья моря к югу от долины р. Волги и Урало-Эмбенского района, легко убедиться, что некогда горизонтальное их расположение в современном рельефе оказывается нарушенным. Изучение построенных кривых колебаний уровней террас позволило прийти к выводу, что террасы деформированы дифференцированными движениями и что движения продолжались в течение всего четвертичного периода, вследствие чего наиболее дислоцированными оказываются наиболее древние (бакинские) террасы.

М. М. Жукову раньше удалось показать, что уровень Каспия за четвертичное время не поднимался сколько-нибудь значительно выше уровня мирового океана. Исходя из этой предпосылки, можно определить положительные и отрицательные подвижки отдельных участков побережья моря.

Максимум поднятий падает на западное побережье Каспия, восточное в целом отстает. В отдельные века четвертичного периода тенденции к поднятию проявляли не всегда одни и те же участки. Подъем испытывают участки побережья, сопряженные с осями орогенов: альпийского (кавказского) и более древних (Донбасс — Мангышлак). От начала четвертичного периода к настоящему времени происходит как бы миграция наибольшего поднятия с юга на север. В бакинский век максимальное поднятие ощущается по северной оси Главного Кавказского хребта (район Рубас-чая). В хвалынское и послехвалынское время в крайних северных хребтах Кавказа (Терский хребет) значительное поднятие претерпел район Северного Прикаспия (до 50 м), причем более интенсивно поднимался участок, примыкающий к подножью Общего Сырта, и менее интенсивно — участок современного северного побережья Каспия.

Сопоставление диаграмм уровней террас бакинской и хвалынской, с одной стороны, и карты мощностей четвертичных отложений, с другой, заставляют прийти к выводу о тенденции к опусканию за четвер-

тичный период участка, расположенного: по западному побережью — от устья р. Терека до дельты р. Волги и по восточному — к северу от Мангышлака и к югу от него, в районе впадины Кара-Гия (оз. Батырь).

Исключая неизвестные нам в геологическом отношении условия южной ванны Каспия, можно вывести заключение о возможности преимущественных современных проявлений отрицательных вертикальных движений по указанным двум, примерно широтным, направлениям к северу и особенно к югу от оси Донбасс — Мангышлак.

5. Участвуя в качестве палеонтолога в работах Западно-Казахстанской экспедиции Академии Наук СССР (1936—1938), О. А. Боброва собрала очень большое количество створок моллюсков хвалынского яруса (до 15 000 экз.). Сборы сделаны из многочисленных точек (204 обнажения), рассеянных на территории Северного Прикаспия (междуречье Волги и Урала и Урало-Эмбинский район).

При обработке материала выяснилось, что облик фауны пространственно очень изменчив. Удалось установить несколько типов танатоценозов и составить карту их распространения. Танатоценозы названы по преобладанию тех или других форм моллюсков.

1) Протрактовый. Охарактеризован фаунистически наиболее полно и обильно. Характерен для открытых участков моря с дном, не очень глубоким и, повидимому, хорошо освещенным. В нем преобладает *Didacna protracta* Eichw. pl. var., но много *Did. ex. gr. trigonoides* Pall., *Dreissensia rostriformis* Desh., *Monodacna* pl. sp. и многие другие.

2) Протрактово-тригоноидный. В участках, более приближенных к прежней береговой линии, количественное содержание руководящей формы первого танатоценоза сокращается, она начинает встречаться одинаково часто с *Didacna trigonoides* Pall. Вообще фауна здесь еще обильна и разнообразна.

3) Тригоноидный. Свойственен участкам дна моря, еще более приближенным к берегу и к источникам опреснения — устьям рек. Преобладает *Didacna trigonoides* Pall. Большую роль в нем получает *Dreissensia polymorpha* Pall. Увеличивается значение родов.

4) Монодакновый. Это танатоценоз опресненных участков дна. Преобладают *Monodacna caspia* Eichw. и *Dreissensia polymorpha* Pall. Редко встречается род *Didacna*.

5) Дрейссензиевый. Встречается в сильно опресненных приустьевых участках моря и в ингрессивных участках рек. Остается лишь *Dreissensia polymorpha* Pall. и редкая *Adacna plicata* Eichw.

В закономерности пространственной смены танатоценозов наблюдается некоторое сходство с распределением современной фауны на дне Каспийского моря.

6. За 1939 г. Л. Д. Шорыгиной была закончена работа о доледниковом рельефе в пределах некоторых районов Московской и Ивановской областей и его связи с накоплением четвертичных толщ.

Работа дала интересный материал по вопросу о времени начала формирования современного рельефа в изученном районе. Сопоставление характера современного рельефа с рельефом постели четвертичных отложений и рельефом поверхности каменноугольных известняков приводит к заключению, что большинство крупных, а также и некоторые мелкие элементы современного рельефа были заложены в континентальную эпоху, предшествующую верхнеюрскому времени. Дальнейшее развитие рельефа пошло по плану, намеченному в это время. Таким образом, доледниковый рельеф изученного района является лишь про-

межуточной, а не начальной стадией формирования современного рельефа.

Далее, анализ характера залегания верхнеюрских отложений показал, что древний рельеф, выработанный в поверхности каменноугольных отложений, оказал сильное влияние на покрывающие его верхнеюрские морские толщи. Это влияние сказалось и на характере залегания юры (они падают по направлению к древним впадинам), и на мощности этих отложений, которая заметно увеличивается во впадинах, и на их фациальном составе, так как глинистые горизонты впадин переходят в песчано-глинистые за их пределами.

Все вышеуказанное приводит к выводу о большом значении изучения древнего рельефа для познания перекрывающих его морских толщ.

Следующим выводом из выполненной работы является установление тесной зависимости между накоплением ледниковых и послеледниковых четвертичных толщ с подстилающим их доледниковым рельефом. Среди областей мощного накопления большую роль играют впадины доледникового рельефа и связанные с ними своим базисом эрозии древние, переуглубленные речные долины. Другим типом областей столь же мощного накопления являются моренные области. Области маломощного накопления четвертичных толщ обычно приурочены к водораздельным участкам возвышенностей доледникового рельефа и краевым участкам впадин, где происходил смыв и вынос рыхлого материала.

В связи с изучением истории формирования Средней Волги и Нижней Камы Л. Д. Шорыгина провела полевые работы и обработала имеющийся материал буровых скважин. Это привело ее к следующим выводам.

Долины рр. Волги и Камы относятся к чрезвычайно древним морфологическим элементам и к моменту ачкагыльской трансгрессии представляли собой хорошо разработанные и резко врезанные узкие речные долины. Участок, занятый современной волжской долиной выше устья р. Камы, признаков такого резкого врезания в доачкагыльское время не носит. В пределах Жигулей неогеновая переуглубленная долина, так же как и современная долина р. Волги, прорезает Самарские ворота. Таким образом, прежние установки (Пермяков) о рисском времени прорыва Самарских ворот не могут считаться правильными.

Обнаружение миндельской террасы в долине р. Волги не только к югу, но и к северу от устья р. Камы, указывает на то, что после ачкагыльской трансгрессии, захватившей долину р. Волги вплоть до Верхней Волги, устанавливается сток вод Верхней Волги в Среднюю Волгу.

Таким образом, и здесь данные, имевшиеся ранее (Шандер) о рисском возрасте прорыва долины р. Волги у г. Казани, не вяжутся с фактическим материалом. Наконец, изучение строения миндельской террасы в пределах Средней Волги показывает, что аллювий этой террасы не является погребенным (Мазарович), а образует самостоятельный морфологический уступ, имеющий цоколь из неогеновых отложений.

Материал, собранный по долине р. Камы, позволил выделить здесь три основные четвертичные террасы, одновозрастные с волжскими. Однако долина р. Камы на изученном отрезке значительно уже и менее асимметрична, чем волжская. Камские террасы из террас накопления часто переходят в цокольные террасы, несущие на себе маломощный покров аллювия.

Все это указывает на то, что четвертичная история долины р. Камы протекала несколько иначе и в несколько иных условиях, чем четвертичная история долины р. Волги.

7. А. И. Москвитин, занимаясь сводной обработкой материалов, произвел дополнительные исследования в целях: а) установления стратиграфии четвертичных отложений и геоморфологии участка изысканий Соликамского гидроузла; б) выяснения характера, направленности и скорости современных тектонических движений.

Исследованиями охвачен как район изысканий Соликамского гидроузла, так и отдельные места долины р. Камы у гг. Краснокамска и Молотова, в 200 км ниже гидроузла, и у сел. Пянтег, в 40 км выше гидроузла, а, кроме того, долина р. Вишеры от ее устья до ур. Шеино, что в 18 км выше устья р. Колвы.

В геоморфологическом отношении изученные отрезки долин сходны между собой; здесь выделяется 5 надпойменных террас и 2 пойменные, не считая прирусловых пляжей и отмелей.

Высокие террасы — абляционные, низкие — аккумулятивные. В долине р. Камы на территории изысканий гидроузла, как и под г. Краснокамском, обнаружены переуглубленные места, выполненные древним галечником, глубиной до 40 м от поверхности, или до 30 м от уреза реки. Повидимому, это бывшие русла. Более древний врез находится под террасами и пологим правым берегом долины р. Камы в районе гидроузла. Глубина вреза 60—70 м от поверхности и до 55 м ниже уреза р. Камы. Подобные же врезы обнаружены скважинами у г. Соликамска. Эрозионная природа их еще не вполне доказана. Рывина на участке гидроузла заполнена внизу глинистыми гравийными супесями с редкими валунами (до 11—12 см) уральских пород и с растительными остатками, в верхней половине — тонкослоистыми глинами и снова валунными супесями, перекрытыми флювиогляциальными суглинками. Среди растительных остатков нижней части выполнения найдены (определенные в 1938 г. А. Я. Ермоленко): редкая пыльца *Pterocaria*, древесина *Cupressinoxylon uralense* Yarm. и много пыльцы сосны, пихты, ели, березы, ольхи и ивы. На основании этих определений нижняя часть выполнений относилась раньше к неогену (верхний плиоцен), а верхняя к доледниковому делювию. Полевые определения пород из скважин, встретивших «доледниковый делювий» и «неоген», позволили А. И. Москвитину высказать предположение о принадлежности «неогена» к ледниковым образованиям или экстрагляциальным долинным образованиям первого оледенения, а среди выше лежащих пород выделить озерные, вероятно, межледниковые (МК) глины, морену второго оледенения и перекрывающие ее флювиогляциальные суглинки. Второе оледенение перекрывало весь район с уже существовавшим в нем сложным рельефом. Морена его встречается как наверху водораздела, так и на 100 м ниже в долине под пойменными или террасовыми песками и галечниками. В некоторых случаях она залегает поверх упоминавшихся галечников древнего вреза, относимых по аналогии с хозарскими отложениями низового Поволжья к миндель-риссу. К последнему оледенению А. И. Москвитиным отнесено время образования первой надпойменной террасы, у которой в районе гг. Молотова и Краснокамска наблюдается два уровня.

Время образования высокой и низкой поймы определяется как послеледниковое, причем высокая пойма наложена на сниженные участки первой террасы, а в торфяниках низкой поймы присутствует пыльца дуба, вяза и орешника, в современных лесах района гидроузла не встречающихся.

В отношении возможности тектонических проявлений, связанных с соляной залежью, собранный материал в первой стадии его обработки позволяет высказаться за отсутствие движений, но количество

данных и проработка имеющегося материала для окончательного суждения недостаточны. Не исключается возможность участия соляного карста, вызывающего местные увеличения мощностей осадков поймы и первой террасы, хотя и эти явления находят достаточное объяснение для первой террасы — в климатических влияниях прошлого, а для поймы — в колебаниях базиса эрозии. Доказательства более низкого стояния базиса эрозии в начале формирования современной поймы можно усмотреть в геоморфологии района гидроузла.

Е. Работы по гидрогеологии

1. Г. Н. Каменским была закончена теоретическая работа, рассматривающая движение подземных вод в неоднородных пластах.

В работе освещается роль неоднородного строения водоносных пластов в процессе формирования поверхности грунтовых вод и основных особенностей их режима. Для главнейших типов неоднородности* — слоистых пластов, пластов с резкой и постепенной изменчивостью водопроницаемости в горизонтальном направлении — выведены уравнения, дающие возможность анализировать влияние различных факторов — водопроницаемости, условий залегания и инфильтрации атмосферных осадков — на формирование потоков подземных вод.

В течение 1939 г. Г. Н. Каменским была выполнена другая теоретическая работа по вопросам неустановившегося движения грунтовых вод. В этой работе рассмотрено применение метода конечных разностей, позволяющего решать задачи неустановившегося движения, не прибегая к обычному интегрированию дифференциальных уравнений движения грунтовых вод. Вместе с тем уравнения в конечных разностях позволяют более конкретно отразить в теории особенности строения природных водоносных пластов: их неоднородность, условия залегания, переменную мощность, изменения во времени питания грунтовых вод атмосферными осадками.

Полученные уравнения позволяют анализировать как естественные процессы колебания уровня грунтовых вод, так и колебания, вызываемые искусственными факторами, как, например, подпором от гидротехнических сооружений и ирригацией. Кроме того, удалось при помощи этих уравнений определять величину инфильтрации атмосферных осадков и ее изменение в течение года, т. е. исследовать баланс грунтовых вод.

В связи со сводной работой по гидрогеологии Западного Казахстана Г. Н. Каменским на основании материалов его прежних работ был составлен очерк «Геологическое строение и подземные воды южной части Общего Сырта». В работе сообщаются новые сведения о стратиграфии и тектонике района. В дополнение к опубликованным ранее сведениям сообщается о новом выходе юры к югу от хребта Ермелычева на р. Чих 2-й, где этот выход отмечает неизвестный из прежних работ купол или брахиантиклиналь. Вместе с этим куполом в работе насчитывается 6 или 7 куполов, аналогичных Озинковскому куполу, где в последнее время открыта соляная залежь. Подземные воды района распределены в следующих главнейших горизонтах: сенонский мел, опоки и пески палеогена, пески и конгломераты неогена. При этом указанные горизонты в межкупольных пространствах и по окраинам Общего Сырта содержат артезианскую воду.

2. В начале 1939 г. Е. Н. Пермяковым закончена и подготовлена к печати монография, представляющая собой сводку существующих данных по гидрогеологии Прикаспийской низменности (см. раздел I «Центрально-Казахстанская экспедиция»).

3. Теоретическая разработка вопроса о фильтрационных свойствах трещиноватых пород привела А. С. Храмушева к выводу, что существующий подход к определению водопроводимости трещиноватых пород, базирующийся на представлении о наличии только какого-либо одного режима движения воды (ламинарного или турбулентного) в пределах воронки депрессии, является неправильным. На самом деле на протяжении кривой депрессии могут иметь место оба режима движения. С другой стороны, в одном и том же сечении при различных понижениях режим также может меняться с увеличением интенсивности откачки воды от ламинарного до турбулентного. Отсюда следует, что подход к определению водопроводимости трещиноватых пород должен быть дифференцированным.

Для более точного определения коэффициента водопроводимости и критических градиентов артезианского потока подземных вод, на основании данных опытных откачек и нагнетаний, разработан новый графо-аналитический метод.

Метод сводится к построению графика, изображающего зависимость расхода от гидравлического градиента $q = f(J)$.

Имея опытный куст скважин, график $q = f(J)$ можно построить для каждой наблюдательной скважины. При этом для наблюдательных скважин, удаленных от центральной скважины, где градиенты малы и, следовательно, имеет место ламинарный режим, график будет представлен прямой на всем его протяжении. Для скважин, близких к центральной, график будет представлен сложной кривой. Точка, находящаяся на конце прямолинейного участка, характеризует критический градиент $J_{кр}$, при котором ламинарный режим нарушается и становится переходным к турбулентному.

Найдя аналитическое выражение опытным кривым, определив параметры, этим самым определяются и необходимые характеристики породы.

Для определения градиентов выведены следующие формулы:

1) Для зоны ламинарного режима

$$I_0 = \frac{\Delta H}{x_0 \ln \frac{x_0}{x}} \quad (1)$$

2) Для зоны переходного режима

$$I_0 = \sqrt[m]{\frac{\Delta H(m-1)}{\frac{x_0^m}{x^{m-1}} - x_0}} \quad (2)$$

3) Для зоны турбулентного режима

$$I_0 = \sqrt{\frac{\Delta H}{\frac{x_0^2}{x} - x_0}} \quad (3)$$

где ΔH — разность абсолютных отметок в двух наблюдательных скважинах во время откачки, находящихся на расстоянии x и x_0 от центральной скважины.

Показатель степени m может быть определен по следующей формуле

$$m = \frac{\lg \Delta H'_{1-2} - \lg \Delta H'_{1-2}}{\lg Q_2 - \lg Q_1} \quad (4)$$

где Q_1 и Q_2 — расход при двух понижениях, а $\Delta H'_{1-2}$ и $\Delta H'_{1-2}$ — соответствующие им разности уровней в двух наблюдательных скважинах.

Изложенный метод разработан для совершенного артезианского колодца.

4. М. Врублевским летом 1939 г. было произведено обследование минеральных источников центральной части Главного Кавказского хребта в пределах верховий рр. Цхенис-Цхали, Риона и самого верхнего течения р. Ардона (район Зарамага). Особое внимание было уделено источникам, расположенным в районах оруденений.

Распространение минеральных источников теснейшим образом связано с тектоникой района и с определенными стратиграфо-литологическими горизонтами. Химический состав воды до известной степени отражает литологический состав горных пород.

Все источники располагаются вдоль Главного хребта, согласуясь с общекавказским простиранием, и позволяют выявить в прихребтовой полосе три гидрохимические зоны. Эти зоны совпадают с определенными геолого-тектоническими элементами района: 1) зона сланцев нижнего лейаса, приуроченная к главному надвику (северная); 2) зона карбонатных пород флиша, приуроченная в основном к контакту сланцев с флишем; 3) зона, приуроченная к песчано-сланцеватой свите верхнего лейаса.

1) Появление сильно минерализованных углекислых источников зоны главного надвига обусловлено тектоническим контактом кристаллических пород Главного хребта со сланцами нижнего лейаса. Непосредственный выход на поверхность минеральной воды и газа может и не совпадать точно с контактной зоной, даже, наоборот, чаще всего источники располагаются в полосе сланцев лейаса и весьма редко вытекают из трещин гранитов почти у самых ледников; но тем не менее все они могут быть связаны с этой тектонической линией.

Как отличительный признак химизма источников этой зоны необходимо отметить несколько увеличенное содержание иона Cl , достигающее у некоторых источников (источник Кароби № 37) 1.5 г/л и более и соответственно увеличенное количество щелочей. Это дает, по Пальмеру, большую первую соленость и вторую щелочность. Воды типа солоно-щелочных или, по номенклатуре Александра, гидрокарбонатно-хлоридно-натровые или натриево-кальциевые. Наиболее типичными источниками зоны, приуроченной к главному надвику, являются источники: Халде, Шхара, Корельдаш № 19, Кароби № 37, Зарамаг № 52.

Содержание бора, по определению С. Г. Цейтлин в лаборатории акад. Вернадского, составляет для источника Кароби 600 мг/л, Зарамаг 27 мг/л и Корельдаш 13 мг/л.

Произведенный анализ газа в источнике Зарамаг показал следующие данные: CO_2 87.9%, CH_4 3.8%, O_2 — нет, N_2 8.3%. Сумма благородных газов 0.109% , $He + N_2 < 0.001\%$.

Обращает на себя внимание большое содержание бора в источниках данной зоны, причем намечается и некоторая закономерность по отношению к хлору — с увеличением последнего увеличивается и содержание бора.

2) Наиболее обильные минеральные источники на южных склонах центральной части Главного хребта приурочены именно к зоне карбонатных пород флиша. Источники зоны флиша особенно характерны выделением в больших количествах свободной углекислоты. В настоящее время никем не оспаривается то положение, что углекислый газ в минеральных водах Кавказа глубинного происхождения. Восходящие струи минеральной газированной воды несомненно связаны с какими-то тектоническими нарушениями в зоне карбонатных пород флиша.

Химизм минеральных вод зоны карбонатных пород существенным образом отличается от химизма как предыдущей гидрохимической зоны, так и последующей. В отличие от источников первой зоны здесь вообще отсутствуют сколько-нибудь значимые количества хлора. Соответственно уменьшаются щелочи, и воды приобретают характер углекислых, гидрокарбонатно-кальциевых, реже натриевых вод. Бор отсутствует или имеются только следы его. Выделяемый газ почти нацело состоит из углекислоты. Например, анализ газа источника Шови № 28: CO_2 99.1%, CH_4 — нет, O_2 — нет, N_2 0.9%. Сумма благородных газов 0,029%, $\text{He} + \text{N}_2 < 0.001\%$.

3) К зоне песчано-сланцевой свиты верхнего лейаса относится часть источников Уцера, группа Уравских источников, источники района сел. Шкеды (Н. Сванетия) и, возможно, источники курорта Муаши (Н. Сванетия). Появление минеральных источников по этой линии, видимо, обусловлено тектоническими нарушениями типа глубоких разрывов, которые несомненно существуют в районе Уцера — Урави. Наблюдаемая сильная раздробленность песчано-сланцевой свиты создает благоприятные условия для циркуляции воды. Источники, в отличие от источников предыдущей зоны, вытекают чаще всего из коренных пород, реже они расположены на задернованных склонах и весьма редко в долинах рек. Обильное выделение углекислоты, отмеченное в источниках предыдущих зон, характерно и для источников песчано-сланцевой зоны, хотя, может быть, и не в такой степени.

По химическому составу минеральные воды песчано-сланцевой зоны весьма сходны с водами зоны главного надвига. Как и в источниках прихребтовой линии, здесь мы наблюдаем резкое увеличение хлора (источники Урави) по сравнению с источниками зоны флиша. Повышается и содержание сильных оснований. Воды приобретают солено-щелочной характер и резко увеличенную минерализацию, особенно в источниках Урави и отчасти Уцера. Повышенная минерализация может быть объяснена и тем, что разбавление пресными водами этих источников происходит в незначительной степени. Отмеченная ранее зависимость содержания бора от количества хлора проявляется и в источниках Урави. Правда, прямая пропорциональность не вполне выдерживается, но во всяком случае содержание бора здесь довольно значительное (6 — 30 мг/л).

5. В 1939 г. группа работников по минеральным водам Института геологических наук закончила составление сводного научного отчета по изучению генезиса и ресурсов лечебных сероводородных вод Сочи-Мацесты и участвовала в качестве руководящей научной бригады Академии Наук в комплексном гидрогеологическом изучении условий формирования Кавказских минеральных вод (Кисловодск, Пятигорск, Ессентуки, Железноводск). И та и другая работы выполнялись по распоряжению Президиума Академии Наук и ходатайству Наркомздрава СССР.

Работы в Сочи-Мацестинском районе велись под руководством В. В. Меннера, Ф. А. Макаренко и А. М. Овчинникова.

В результате проведенных работ по изучению генезиса и ресурсов сероводородных вод Сочи-Мацеста, охвативших значительную часть Черноморского побережья Кавказа, выяснены основные черты формирования сероводородных вод Мацесты, о контурена область их питания и распространения и подсчитаны ресурсы минеральной воды.

Вопреки прежним представлениям, рассматривавшим Мацесту как минеральные воды, поднимающиеся в узколокализованных зонах из глубочайших недр, установлено, что здесь имеется огромный артезианский бассейн с пластово-трещинными условиями циркуляции, в котором мацестинские солено-сероводородные воды имеют широкое рас-

пространение. Бассейн протягивается от р. Лоо на северо-западе до склонов Гагринского хребта на востоке; на севере граница его проходит по массиву Ахцу, на юге и юго-западе погружается под уровень моря. Водоупорным ложем бассейна являются туфо-порфириновые и песчано-сланцевые отложения средней юры, на которых залегают водо-вмещающая толща закарстованных трещиноватых мезозойских известняков мощностью более 1500 м. Последние собраны в пологие, сравнительно, складки и согласно перекрыты мощной толщей палеогеновых глин и песчаников, выполняющих роль водоупорной кровли. Вскрытые до известняков высоко поднятые над уровнем моря окраинные структуры бассейна и ядра внутренних антиклиналей являются площадями питания подземных вод. Здесь же формируется режим минеральных вод бассейна. Пока эти воды вскрыты буровыми скважинами только в приподнятых частях Ахунской и Бытхинской антиклиналей, прилегающих к береговой линии моря, и отчасти в более северной — Ахтырской антиклинальной складке.

Вскрытые ресурсы грандиозны — достигают 11 миллионов литров в сутки, что позволяет считать Мацестинское месторождение сероводородной лечебной воды богатейшим в мире.

По своему генезису воды Мацесты представляют собой метаморфизованную воду древних морских бассейнов.

Эти исследования сопровождались разведочными работами, благодаря которым были открыты новые участки лечебной воды (в 1938 г.). Главным из них является вновь открытое месторождение в самом городе Сочи, в центре санаторного района (на р. Бзугу).

Перспективными являются также места, находящиеся далее к западу — в пределах городской полосы г. Сочи (рр. Гнилушка, Верещагинка, Сочинка), где начато глубокое бурение.

6. На Кавказских минеральных водах работа осуществлялась двумя группами: северной — Пятигорской (Ф. А. Макаренко) и южной — Кисловодской (А. М. Овчинников). Для координации всего комплекса работ на Кавказских минеральных водах был создан Научный совет под председательством проф. Г. Н. Каменского. На основе гидрогеологического изучения Кисловодского района в 1939 г. были уточнены границы области питания водоносных горизонтов, участвующих в формировании кисловодского Нарзана (по долинам рек Хасауту и Эшкакону), причем выяснилась незначительная водоносность древнего массива, сложенного докембрийскими и палеозойскими породами и представляющего цоколь для мезозойских осадочных отложений. Наиболее отчетливо выделились два мощных водоносных комплекса: а) в известняках киммериджа, которые довольно быстро фациально изменяются и в районе Кисловодска совершенно выклиниваются, б) в известняково-доломитовой толще нижнего мела (валанжина), играющей основную роль в формировании кисловодского Нарзана. В области поднятия (к югу от г. Кисловодска) последняя дренирована и является поглощающим горизонтом и областью нисходящих карстовых пресных вод. В местах погружения, ниже дренажной сети, где она открыта водоупорными готеривскими отложениями, она заключает углекислые напорные воды, которые проявляются в Кисловодске в виде известного источника — Нарзан.

Остальные водоносные горизонты имеют второстепенное значение, хотя следует упомянуть, что в красноцветной толще титона имеются отдельные довольно мощные горизонты минеральных вод (Нарзаны-Березовки).

Дополнительные исследования Нарзана были произведены в 1939 г. Бригада Академии Наук принимала участие в выработке мероприятий

по оздоровлению Нарзана, часть которых была осуществлена и дала определенный положительный эффект.

Рассмотрение собранного материала показало, что кисловодский Нарзан расположен как раз в месте бывшего слияния рек Березовки и Ольховки (древние русла этих рек направлены прямо к каптажному колодезю), русла которых в настоящее время искусственно изменены, причём известняки и доломиты разбиты зияющими трещинами.

Динамика пресных вод и динамика углекислых минеральных вод настолько тесно связаны между собой, что всякие нарушения в режиме пресных вод сказываются на режиме минеральных, и поэтому все опытные работы на участке Нарзана должны вестись с большой осторожностью, чтобы не ухудшить положение дел. Во всяком случае, вопросы, связанные с регулированием пресных вод в интересах правильной эксплуатации Нарзана, нельзя еще считать решенными.

В общем работе Института геологических наук подтверждают точку зрения о Нарзана, как о напорной (артезианской) воде, циркулирующей в пластово-трещинном горизонте известняково-доломитовой толщи нижнего мела и выходящей в месте налегания на этот горизонт относительно водоупорных слоев готерива.

С этой точки зрения институт впервые обратил внимание на необходимость разведки к северу от г. Кисловодска (участок Минутка и др.), где могут быть вскрыты новые ресурсы Нарзана.

Подробному рассмотрению подверглись далее данные бурения на р. Березовке в 8—12 км от г. Кисловодска.

Несмотря на то, что буровые работы были сосредоточены у мест естественного выхода углекислой воды, на двух участках, получивших название Нижней и Верхней Березовки, есть основания полагать, что здесь имеет место дренирование водоносных зон, приуроченных к определенному стратиграфическому комплексу — к пестроцветной толще верхней юры. Появление естественных выходов воды в двух пунктах объясняется не наличием тектонических трещин в коренных породах и разломов (как это предполагалось ранее и на которые по существу велась вся разведка), а морфологическими особенностями древнего массива метаморфических пород, изменением мощности и состава пестроцветных отложений. Большую роль сыграла четвертичная история долины р. Березовки, в течение которой произошло подпруживание отдельных участков и создание напора (образование озеровидных котловин), благоприятствующего сохранению и скоплению углекислых минеральных вод. Этим объясняется то, что большая часть вод заключена в четвертичных (аллювиальных и делювиальных) отложениях. Кроме того, значительная циркуляция отмечена в пестроцветных отложениях (особенно в Верхней Березовке); в древнем же массиве, куда вошли 17 скважин, наблюдалась весьма слабая водоносность. Все это создало весьма прихотливую картину гидрогеологических условий месторождения, причём общие ресурсы воды пока не могут быть оценены точно. Вряд ли достоверные ресурсы превышают 200—250 тыс. л/сутки, хотя временно на Верхней Березовке получались фонтаны углекислой воды до 1 млн. л/сутки.

Г. Работы по инженерной геологии

По инженерной геологии в институте был произведен ряд исследований. Одно из них касалось влияния подпора рек гидротехническим сооружением, остальные имели своей целью выяснение инженерно-геологических и технических свойств различных горных пород.

1. Влияние подпора рек гидротехническими сооружениями на переработку берегов было предметом исследования Ф. П. Саваренского и В. А. Ширямова.

Изменение при подпоре реки естественного режима стока и повышение уровня воды в водохранилищах создают условия для переработки берегов. Существующий до настоящего времени в проектировании прием отнесения в полосу подтопления зоны берега в 2—4 м по высоте совершенно неправилен. В то время как в естественных условиях главная роль размывающей деятельности реки принадлежит ее течению, при подпоре главная роль в переработке берега переходит к ветровой волне, которая на волжских водохранилищах может достигать высоты 2 м и больше. Волна, смачивая берег, будет в то же время его разрушать, обладая определенной энергией, зависящей от высоты волны, наклона берега и т. п.

Уровень воды в водохранилищах не будет постоянным, а будет испытывать колебания от гидрологических условий стока и от сработки запасов воды на гидростанциях. Этот интервал колебаний не будет таким, какой существует при естественном режиме между низшим меженным и высшим весенним горизонтом, но все же будет достигать размеров 6—8 м. В пределах этой зоны по высоте и будет сосредоточена размывающая и разрушающая работа волны. Там, где вода водохранилища войдет в соприкосновение с крутым откосом коренного берега, будет разрабатываться наклонная площадка, подобная современному пляжу или бечевнику. Установлена зависимость угла наклона бечевника к горизонту от состава пород и длительности стояния воды на определенном уровне. Выше бечевника крутой откос будет постепенно разрушаться и смещаться вниз в виде обвалов, осыпей или оползней. В простейшем случае над будущим бечевником выработается новый откос коренного берега с присущим ему углом наклона, зависящим от характера пород.

Таким образом, зная геологическое строение берега и гидрологический режим будущего водохранилища, можно составить прогноз переработки берега. Ширина полосы переработки берега будет достигать на волжских берегах 100 м.

Для выяснения процесса переработки берегов обследовались существующие водохранилища системы канала Москва—Волга, а для построения прогноза переработки волжских берегов от Куйбышевской плотины обследовалось правобережье р. Волги в пределах подпора, причем были установлены типы берегов, выяснено геологическое строение их и создана методика построения новых контуров берегов в разных условиях и при разных породах.

2. Юрские глины г. Москвы и окрестностей изучались Н. В. Коломенским и Ф. П. Саваренским.

Здесь к глинам относятся отложения трех ярусов верхней юры: киммериджа, оксфорда и келловея. Последовательный гранулометрический анализ их показывает значительное увеличение глинистости келловея по сравнению с вышележащими глинами и наличие песчаного прослоя на границе киммериджа.

Подробный химический и минералогический анализ позволил Н. В. Фроловой определить количество глинистого вещества, которое весьма близко к количеству глинистой фракции, определенной из гранулометрического анализа. Из более подвижных минеральных соединений можно отметить высокое содержание карбонатов в оксфорде и киммеридже по сравнению с келловеем; наличие гипса, также уменьшающегося в келловее; довольно ровное содержание пирита, особенно повышенное в киммеридже, и устойчивую форму органического веще-

ства. Рентгенографический анализ глинистой фракции показал преобладание монтмориллонита и присутствие до 10—15% гедройцита (Институт почвоведения Академии Наук).

Наличием этих минералов обуславливается высокая емкость поглощения, уменьшающаяся от киммериджа к келловею, несмотря на увеличение в последнем глинистости. Среди поглощенных катионов преобладает кальций.

Юрские глины обладают высокой пористостью, уменьшающейся книзу. Так же ведет себя и естественная влажность. Вопреки порядку распределения глинистой части, пластичность глин, вообще высокая, имеет вполне определенное направление и уменьшается от киммериджа к келловею.

Механические испытания юрских глин показывают среднюю их уплотненность, которая в общем увеличивается к низу разреза. Предварительное превращение породы в грунтовую массу резко снижает сопротивляемость глин сжатию.

Изучение трения и сцепления для юрских глин показало, что величина внутреннего трения достаточно высока, достигая 20—35°. Собственно, это справедливо лишь для глин с естественной структурой. Но стоит нарушить структуру породы, и угол трения снижается до 15—25°. Величина сцепления, как показали опыты, не является величиной постоянной, уменьшаясь по мере увеличения влажности. Нарушение естественной структуры снижает величину сцепления в несколько раз.

Опыты по набуханию глин, по увлажнению и по усадке показали, что юрские глины в силу характера своей коллоидальной части в высокой степени подвержены изменению объема и возникающим отсюда деформациям как при сжатии от усыхания, так и при вторичном увлажнении уплотненного высыханием образца.

Таким образом, юрские глины в естественных условиях залегания с сохранением естественной влажности и структуры могут быть признаны грунтом, обладающим вполне удовлетворительными качествами в инженерно-геологической оценке. Главнейшей задачей в сохранении за породой этих свойств является предупреждение вскрытых глин от влияния атмосферных агентов, которые могут привести к потере первоначальных положительных свойств.

3. Покровные суглинки юго-западного сектора г. Москвы были предметом исследования В. А. Приклонского и Л. Д. Шорыгиной.

В связи с намечаемым при реконструкции г. Москвы расширением строительства в юго-западном секторе желательным было бы получить некоторую инженерно-геологическую характеристику развитых в этом районе покровных четвертичных образований.

Наметилось два типа суглинков. Один тип приурочен к пониженным местам водораздельных пространств (седловинам), отделяясь от нижележащей морены песчаным прослоем, и сам обладает некоторой слоистостью и в то же время лёссовидным обликом. Мощность до 4—5 м.

Минералогический состав тонких фракций указывает на процессы выщелачивания и преобразования суглинков с образованием гедройцита, т. е., по видимому, при участии воды (делювиальный тип).

Другой тип приурочен к водоразделам и иногда к склонам непосредственно над мореной, с которой он генетически связан. По составу более грубый, не слоистый; имеет меньшую мощность (1—1.2 м). По своему генезису тип элювиальный.

Для механической характеристики указанных типов производились

опыты на сжатие и определение величин внутреннего трения и сцепления.

4. Глины и мергели татарской свиты района г. Чебоксар на р. Волге изучались З. А. Макеевым и В. А. Приклонским.

Обследованию подверглись образцы-керны из скважин в одном из створов плотины в районе г. Чебоксар. Скважиной вскрыты породы верхней и средней (по схеме М. П. Казакова) части татарской толщи в зоне заложения сооружения.

Породы верхней толщи (выше отметки + 20 м) принадлежат преимущественно к глинам (78%) и песчаникам (19%) и генетически являются отложениями проточных вод. Породы средней толщи (ниже отметки + 20 м) принадлежат к карбонатным породам (78%), представленным мергелями и известняками, и отложились в условиях незасоленных водоемов.

Вся толща отличается слоистостью и частой сменой пород по литологическим признакам: песчаности, карбонатности и цвету. Одной из первых задач в изучении этой пестрой толщи было расчленение на литологические разности по методу массовых простейших определений: естественной влажности, плотности (по объемному весу), содержанию CaCO_3 и механическому опробованию на пенетрометре (сопротивление проникновению в породу штампа-иглы). Для выбранных таким образом разностей проводилось еще определение пластичности, «воды скольжения», максимальной молекулярной влагоемкости, содержания водорастворимых солей (Cl , SO_4), пористости и пр.

При этом обнаружилось следующее: 1) естественная влажность не превосходит нижнего предела пластичности и близка к максимальной молекулярной влагоемкости; 2) пластичность глинистых разностей пород — средняя; нижний и верхний предел пластичности и воды скольжения обнаруживает параллелизм с опытом на пенетрацию; 3) естественная влажность в среднем уменьшается в разрезе, а содержание CaCO_3 , объемный вес и сопротивление пенетрометру увеличиваются в том же направлении; 4) содержание водорастворимых хлоридов и сульфатов по водным вытяжкам выражается сотыми и тысячными долями процента; 5) среди глинистых пород, особенно верхней толщи, выделяются разности комковатого сложения, обладающие несколько пониженными физическими показателями; природа этого сложения пока недостаточно ясна; 6) углекислая известь в верхней глинистой толще обнаруживается в виде отдельных зерен и скоплений их, в нижней же образует также цемент породы; цементирующую роль играют, повидимому, и соединения железа; 7) приобретая в силу цементации жесткость связей и полускальный характер, глины и мергели при опытах на срез обнаруживают скалывание, сопротивление которому достигает 8.3—31.5 кг/см² для глинистых разностей комковатого сложения и для глин и мергелей нормального сложения до 60—107 кг/см² при пониженной естественной влажности; 8) компрессионные испытания образцов пород татарской свиты показали очень малую сжимаемость для глин и достаточно высокое временное сопротивление на сжатие для мергелей (от 61 до 290 кг/см²).

В общем, породы татарской свиты в пределах изученного разреза обладают вполне благоприятными инженерно-геологическими свойствами.

5. Глинисто-мергелистые породы кунгурского яруса из района Соликамского гидроузла изучали В. А. Приклонский, Н. В. Коломенский, Н. А. Княгиничева, М. Н. Яковлева и Л. И. Курденков.

Чрезвычайно сложная и мало изученная толща пород кунгурского яруса, лежащая над залежью соли, была подвергнута предварительному литологическому исследованию и расчленению на несколько типов (14) по мергелистости, глинистости, пластичности, однородности и содержанию твердых включений. Выделяющиеся типы пород характеризовались по следующим показателям: гранулометрическому составу, содержанию CaCO_3 , водорастворимых солей (Cl и SO_4), плотности (объемный вес) и относительной влажности. Кроме того, была проведена работа по исследованию физико-химических характеристик для этих пород, которая заключала в себе: определение емкости поглощения, определение поглощенного натрия, определение электрокинематического потенциала частиц, определение теплоты смачивания, а также седиментационный анализ.

Величины внутреннего трения и сцепления в породе определялись как в условиях окружения дистиллированной водой, так и растворов NaCl разной концентрации, CaSO_4 и $\text{NaCl} + \text{CaSO}_4$. Величина угла трения для пород кунгурской толщи является обычной для глинистых грунтов и колеблется от $18^\circ 3'$ до $22^\circ 6'$ (по Терцаги). При условии нахождения породы в среде, насыщенной NaCl , величина угла трения снижается примерно на 3° . Сцепление, выражаемое величиной от 0.11 до 0.66 кг/см^2 (по Саваренскому), изменяется в зависимости от уплотнения грунта, но от солевого раствора не зависит.

Проведенные опыты подтверждают применимость гидродинамической гипотезы к объяснению природы трения в грунтах и целесообразность метода определения трения и сцепления по Саваренскому, дающего характеристику физического состояния грунта.

В тех же условиях сравнения поведения глин в водной среде и в среде растворов были поставлены испытания глин на сжатие, причем оказалось, что затопление образца минерализованными растворами не влияет на ход компрессионного процесса, но отражается на ходе свободного набухания породы.

6. Изучение технических свойств горных пород проводилось в лаборатории строительных материалов (главным образом для строительства Дворца Советов и Куйбышевского гидроузла) Б. В. Залеским, Б. П. Беликовым и А. И. Корсунским.

При изучении зависимости прочности горных пород от их состава, структуры и других физических свойств установлено при опытах многократного замораживания, оттаивания и высушивания, что мраморы с размером зерен 0.1—0.2 мм с непосредственным срастанием зерен и зубчатыми контактами (тип Прохорово-Баландинский) не снижают прочности даже после многократных замораживаний, в то время как более мелкозернистые мраморы с неоднородной зернистостью (0.02—0.2 мм) дают довольно значительное снижение прочности.

На доломитах и известняках Самарской Луки установлены следующие зависимости, приведенные в табл. 10.

Таблица 10

Зависимость прочности доломитов и известняков Самарской Луки от структурных особенностей и физических свойств

Прочность, в кг/см^2	Структурный тип	Пористость, в %	Объемный вес	Водонасыщаемость, в % по объему	Содержание доломита, в %
2000—800	I—IV	3.5—12.0	2.4—2.6	1.7—4.2	40
800—300	IV—VI	12—25	2.0—2.4	8.5—20	40

Прочность определяется, следовательно, совокупностью вышеприведенных факторов. Опыты по водонасыщению указывают на наличие по крайней мере двух видов пористости.

Оказалось далее, что общепринятые способы механических испытаний, достаточные для составления практических заключений и выводов, недостаточно чувствительны для установления тех структурных изменений, которые происходят в горной породе в результате изменений напряженного состояния от многократных замораживаний и оттаиваний. Поэтому был применен метод определения упругих свойств.

Измерения показали, что в результате замораживаний уменьшается область упругих деформаций и увеличивается область деформаций пластических.

При исследовании зависимости прочности палеогеновых кремнеземистых песчаников (Средняя Волга, Сенгилеевский район) от структуры были выделены следующие типы:

I.	С крупностью зерен 0.31—0.46 мм	цемент халцедоновый
II.	" " " 0.25—0.35 "	цемент опалово-халцедоновый
III.	" " " 0.19—0.24 "	цемент чисто опаловый

При изучении большого фактического материала, полученного при исследованиях горных пород, намечаемых к употреблению строительными Дворца Советов и Куйбышевского гидроузла, установлено, что известная методика Гиршвальда, дающая теоретическую долговечность в виде функции структурных и физико-механических факторов, почти не применима для столь неоднородных пород.

Например, в доломитах Самарской Луки взаимоотношение кальцита и доломита, изменяющееся количественно и качественно,¹ сопровождается изменением пористости и водонасыщаемости, предопределяющим фильтрацию.

Если совершенно синдетическую структуру обозначить I, а совершенно диспергентную VI, то по сочетанию вышеперечисленных свойств все доломиты и доломитизированные известняки разделятся на три группы — А, Б и В, что приведено в табл. 11.

Таблица 11

Классификация доломитов и доломитизированных известняков по степени их установки

Группа	Структурный тип	Пористость, в %	Содержание доломита, в %	Водонасыщаемость, в % по объему	Теоретическая долговечность (годы)
А	I—II	0—10	100—80	<3	350—1200
Б	II—IV	0—20	80—60	<5	180—350
В	I—VI	> 20	< 60	<20	25—180

Здесь долговечность в годах приводится по известной шкале Гиршвальда.

Для получения различных коэффициентов были разработаны специальные методы.

Особенно важным и трудным явилось определение истинной пористости. Удалось найти быстрый и надежный метод определения удель-

¹ Под качественным взаимоотношением понимается преобладание синдетической или диспергентной структуры.

ного веса с точностью до ± 0.0005 , применив специальную шлифовку капилляров в пикнометрах и заменив воду спиртом.

Для выяснения условий фильтрации, сорбционных процессов и пористости был применен видоизмененный прибор Меджвика, в котором с большой точностью определялись одновременно: диаметры пор, капиллярная постоянная для данной породы и коэффициент фильтрации, а также кинетика процессов абсорбции и фильтрации.

Для проверки теоретических определений долговечности той или иной горной породы была разработана, осуществлена и введена в действие специальная экспериментальная установка. Она позволяет подвергать изучаемые образцы воздействию основных факторов климатической агрессии, а именно: смачиванию водой, нагреванию, замораживанию, воздействию углекислоты и сернистых газов. Продолжительность воздействия этих факторов, их интенсивность (концентрация) и число циклов могут меняться в очень широких пределах по желанию экспериментатора.

Происходящие изменения изучаются на полированных шлифах и микрохимически.

При исследовании климатической стойкости северокавказских гранитов изучен характер их изменения в природе. Биотит гранита лишь в редких случаях остается неизменным. В большинстве случаев широко развитая хлоритизация и мусковитизация, а также пренитовые псевдоморфозы вызывают обесцвечивание гранита. Все изменения приурочены к трещинам сдвигов, причем в случаях пренитизации пренит заполняет трещины и образует в мусковите и в биотите характерные вздутия по спайности.

Вблизи сдвиговых трещин наблюдается интенсивная серитизация и сосюритизация полевых шпатов, а также образование эпидота и пренита. Все эти изменения связаны с постмагматическими и пневматолитическими процессами, которые затушевывают вторичное (атмосферное) выветривание.

Помимо этих работ, была закончена работа «Мраморы Грузии», содержащая описание главнейших месторождений, практическую их оценку и перспективы их разработки. Дана классификация, намечающая зависимость качества мрамора от возраста и генезиса. Наилучшим по структуре и декоративным качествам типом мрамора являются здесь древние (палеозой) регионально метаморфизованные мраморы. Во всех рассмотренных случаях контактные мраморы мало надежны по мощности и качеству. Работа показала, что Грузия является одним из наиболее перспективных районов добычи мрамора в СССР.

В результате полевых работ была установлена непригодность разрабатываемого строительством Дворца Советов гранита месторождения Кушуга, на основе чего было сделано соответствующее представление строительству.

РАЗДЕЛ VII

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ

В лабораториях и кабинетах института, кроме исследований, имеющих целью решение различных изложенных выше геологических и геохимических задач, производилась разработка самих методов исследований. Главным образом это была разработка методов химических исследований; они частью непосредственно были связаны с производством химических анализов. Кроме того, разрабатывались и физические методы спектрографического и рентгенографического исследования вещества.

Наконец, в оптической лаборатории велась разработка методов оптического исследования.

А. Методы оптического исследования

1. В оптической лаборатории в части разработки методов исследования горных пород в 1939 г. выполнено следующее.

Под руководством Д. С. Белянкина И. Островским разработана методика изучения пористости и минералогического состава доломитизированных известняков в полированных шлифах.

Травление аншлифа 2% HCl в течение 20 секунд растворяет кальцит и не затрагивает доломита, что позволяет с удобством изучать их соотношения в отраженном свете. В связи с этой методикой предложена незначительная переделка бинокулярной лупы, обращающая ее в «металлмикроскоп». При этом свет направляется через один из спаренных микроскопов бинокуляра, падает на объект и через другой микроскоп идет в глаз наблюдателя. Преимуществами являются большое поле зрения, большая светосила. Недостатки — отсутствие поляризованного света и отсутствие на бинокуляре больших увеличений.

2. В. П. Петровым открыт и разработан удобный метод определения удельного веса малых зерен (порядка 0.03—0.10 мм). Зерна помещаются в лунку бактериологического стекла в жидкость определенного удельного веса и накрываются покровным стеклом. Препарат помещается на столик микроскопа, который отклоняется назад до горизонтального положения тубуса. Наблюдая всплывание или погружение зерен в разных жидкостях, как при иммерсионном методе, не трудно подобрать равенство удельных весов.

3. Для облегчения и ускорения определения двупреломления минералов В. П. Петровым составлена номограмма для компенсаторов типа Берек.

Номограмма может быть использована при компенсаторе любой индивидуальной константы и построена с учетом толщины шлифа. Таким образом, отсчет по барабану компенсатора и толщина шлифа графически непосредственно определяют двупреломление.

Наконец, особняком стоят работы по сбору современной литературы по методам оптического исследования. Литературная сводка за последние 10 лет сдана в печать. В этой сводке в частности обращается внимание на желательность для петрографов, не обладающих рефрактометрами, пользоваться в качестве иммерсионных наборов тяжелыми жидкостями, позволяющими контролировать светопреломление по измерению удельного веса.

В. Методы химического исследования

Химические методы разрабатывались в общей химической лаборатории и в лаборатории специальных исследований.

Работа К. А. Ненадкевича и В. С. Салтыковой в лаборатории специальных исследований шла по следующим направлениям: 1) уточнение методики определения золота мокрым путем в сульфидных рудах разных типов; 2) разработка методики определения металлов платиновой группы в сульфидных рудах Норильского месторождения; 3) опыты по извлечению никеля из халиловских руд.

1. Метод определения золота в сульфидных рудах мокрым путем основан на разложении этих руд крепкой серной кислотой и дальнейшей обработке получающегося небольшого остатка кварца, содержащего все золото в виде металла, по одному из обычных методов извлечения золота. В частности, в лаборатории применяется метод иодирования этого остатка с последующим извлечением золота ртутью и взвешивания королька Au после отгонки ртути. В случае пирита халькопирита разложение и дальнейшая обработка протекают очень гладко, так как сульфаты меди и железа легко растворимы и дают очень незначительный остаток, с которым легко оперировать. В случае арсенопирита при охлаждении раствора вместе с кварцем выпадает объемистый осадок мышьяковоокислого железа. Но так как мышьяковоокисное железо имеет достаточно большую растворимость при нагревании, то в этом случае необходимо после разложения работать с очень разбавленными и горячими растворами. При этом весь мышьяк перейдет в фильтрат, и останется небольшой остаток кварца и золота, свободный от мышьяка.

Анализ антимонита осложняется способностью сурьмы выпадать в осадок в результате гидролиза ее солей, что создает большие трудности в дальнейшей обработке нерастворимого остатка. При разбавлении раствора после разложения вместе с кварцем и золотом остается большой плохо фильтрующийся осадок сурьмяных солей, выпавших в результате гидролиза. Вначале была сделана попытка извлечь сурьму из этого остатка кипячением с винноокислыми и уксуснокислыми солями, но этот путь оказался недостаточно удовлетворительным. Поэтому был применен метод предварительного хлорирования сурьмяных руд, который дал очень хорошие результаты. Метод основан на отгонке всей сурьмы из минерала в виде хлорида. Для этого сурьмяная руда смешивалась с хлористым аммонием в фарфоровом тигле, и смесь прокаливалась в небольшой электрической печи при температуре 350—400°. На навеску руды в 25 г вполне достаточно 50 г NH_4Cl . Хлорное золото при этих условиях диссоциирует на золото и хлор, а потому все золото остается в остатке. В результате такой обработки получается небольшой остаток (4—5 г), свободный от сурьмы, который можно непосредственно иодировать в этом же тигле, проводя все последующие операции, как обычно. Результаты получаются вполне удовлетворительные. Был поставлен контрольный опыт с введением определенного количества золота, который показал, что все золото количественно

содержится в остатке и никаких потерь не происходит. По этому методу были проанализированы антимониты месторождений Кулуджун-Бес-Тюбе и Тургай, и все они показали содержание золота порядка 1 г на тонну, т. е. количества, которые пробирным анализом не определяются. В случае присутствия свинца нерастворимый остаток до иодирования обрабатывают раствором уксусноокислого аммония. Остальные обычно встречающиеся в сульфидах металлы определению золота по предложенному методу не мешают.

2. Разработка методики определения металлов платиновой группы в сульфидных рудах Норильского месторождения. Для анализа норильских сульфидных руд был применен тот же метод разложения серной кислотой, который применялся для золотосодержащих сульфидов. В результате обработки руды крепкой серной кислотой получается нерастворимый остаток, содержащий всю платину и палладий в виде металлов, а все остальные металлы в виде сульфатов, легко переходящих в раствор. Дальнейшая обработка сводится к переведению платины и палладия в раствор для отделения от кремнекислоты и разделения их друг от друга. Для этого сотрудники лаборатории остановились на методе хлорирования остатка, причем для того, чтобы сразу получить платину в виде растворимого хлорплатината натрия, заменили применяющийся обычно для хлорирования K_2CrO_4 на Na_2CrO_4 . При этом платина и палладий количественно переходят в раствор, из которого могут быть разделены друг от друга. Для разделения их платина осаждалась насыщенным раствором хлористого аммония и определялась затем в виде металлической, а палладий в фильтрате от платины выделялся в виде палладий-глиоксима. Остальные компоненты руды определялись обычными методами. Определения платины и палладия производились из навески 100 г.

Были проделаны полные анализы средней пробы норильской руды и анализы халькопирита и пирротина. Результаты анализа переданы представительству Норильского комбината, причем данные, полученные лабораторией, вполне совпали с данными Норильской лаборатории, где анализ производился с предварительным получением королька благородных металлов пробирным путем и дальнейшей химической обработкой королька. Это указывает, что метод мокрого разложения сульфидных руд, не уступая по точности другим методам анализа, может с успехом применяться для исследования руд этого типа.

3. Опыты по извлечению никеля из халиловских руд. Для целей извлечения никеля гидротермальным путем был предложен целый ряд способов. В основном эти способы сводятся к обработке руд кислотами: соляной, уксусной и, главным образом, серной. Обработка производится либо непосредственно, либо после предварительного обжига для понижения количества переходящего в раствор железа. Наиболее распространен способ извлечения серной кислотой, как наиболее доступной из сильных кислот. Количество никеля, извлекаемое серной кислотой, зависит от ее концентрации и времени выщелачивания. Расход серной кислоты очень большой и превосходит теоретически необходимое на никель количество в 16 раз. К. А. Ненадквич поставил себе задачу исследовать возможность замены серной кислоты минералом ярозитом, используя его свойство легко отдавать свою серную кислоту при нагревании. Был поставлен ряд опытов по обработке халиловской руды методом прокаливания с ярозитом с дальнейшим выщелачиванием сульфата никеля водой. При этом были установлены следующие показатели: оптимальная температура прокаливания, время прокаливания, количество ярозита, необходимое для максимального извлечения никеля, и время выщелачивания.

Для опытов взяты (в %)

Халиловская руда		Ярозит из Майканна	
CoO	0.13	K ₂ O	0.43
NiO	3.46	Na ₂ O	6.69
CaO	0.02	Fe ₂ O ₃	74.84
MgO	5.72	Al ₂ O ₃	1.44
		SO ₃	32.10
		H ₂ O	10.94

На основании данных анализа было высчитано количество серной кислоты, теоретически необходимое для перевода окислов в сульфаты, пересчитано на ярозит и взят некоторый избыток.

Опыты проводились следующим образом. Навеска руды (обычно 100—150 г) смешивалась с измельченным ярозитом. Смесь, помещенная в фарфоровый стакан, прокаливалась в круглой электрической печи при строгом температурном режиме. После прокаливания стакан охлаждался и прокаленная масса выщелачивалась водой. Выщелачивание проводилось при нагревании и частом перемешивании. Затем раствор отфильтровывался и в нем определялось содержание никеля и кобальта обычными аналитическими методами. Опыты производились при отношении руды к ярозиту по весу 1:1 и 1:2; температура обжига варьировала в пределах от 500 до 750°. Верхний предел температуры ограничен 750°, так как выше начинается диссоциация сернокислого никеля. Время обжига изменялось от 3 до 10 часов.

Установлено, что лучшие условия опыта следующие: $t = 650^\circ$; отношение руды к ярозиту = 1:2 и время обжига 4 часа.

При этих условиях было получено максимальное извлечение никеля, равное 87% от содержащегося в руде. Результаты опытов приводятся в табл. 12.

Таблица 12

Результаты опытов извлечения Ni и Co из халиловских руд

Отношение руда: ярозит	Время в часах	t°	% извлечения Ni	% извлечения Co
1:1	10	750	30	Незначительное количество То же 60 70
1:1	10	700	50	
1:1	6	700	55	
1:2	4	650	87	

4. И. Д. Старынкевич-Борнеман вела работу по следующим темам:

а) Выработка методики полного анализа оловянного камня.

б) Анализ силико-титано-фосфатов Ловозерских тундр.

Наиболее трудным моментом анализа касситерита является его переводение в раствор. Для этого было применено свойство двуокиси олова кристаллизоваться из расплавленной буры, использованное еще Вундером в 1870 г. для получения искусственного касситерита.

Условием успешного сплавления является тщательное перемешивание сплава несколько раз во время плавки; без этого тяжелый порошок минерала остается на дне тигля и не реагирует с бурой. Сплавление заканчивается через 1½—2 часа. Для определения олова сплав после охлаждения растворяют в серной и соляной кислотах, и раствор восстанавливают алюминием для дальнейшего иодометрического титрования. Для определения всех составных частей касситерита сплав переводят в раствор нагреванием с серной и плавиковой кислотами для удаления бора в виде летучего BF₃. После удаления главной части серной

кислоты выпариванием остается сплав с кислым сернокислым натрием ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 12\text{HF} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 4\text{BF}_3 + 2\text{NaHSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$), легко переходящий в раствор при обработке винной кислотой.

В методике полного анализа, принятой ВИМС и ВСЕГЕИ, произведены некоторые изменения, упрощающие ход анализа (см. Доклады Академии Наук, XXIV, № 4, 355, 1939).

По вышеприведенным методам были сделаны два анализа касситеритов Калбинского хребта по материалам Д. Я. Готман (табл. 13).

Таблица 13

Данные анализа касситеритов Калбинского хребта

Месторождения	Уд. вес	SnO ₂	SiO ₂	TiO ₂	ZrO ₂	Ta ₂ O ₅	Nb ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	MnO	Потери	Сумма
В. Бай-Мурзинское месторождение . . .	6.932	96.97	0.06	0.23	0.15	1.22	0.74	0.55	0.03	0.07	100.02
Урунхай . . .	6.950	97.64	0.10	Следы	Следы	0.06	0.81	0.35	0.05	0.015	100.14

При анализе силико-титано-фосфатов (мурманитов) Ловозерских тундр (анализы еще не закончены) выяснено, что данные образцы являются по содержанию P₂O₅ промежуточными между собственно мурманитом, не содержащим P₂O₅, и новыми минералами, проанализированными в 1937 г. Т. А. Буровой, содержащими от 12 до 18.5% P₂O₅.

Одновременно с производством анализов ведется просмотр методики полного анализа и в частности определения P₂O₅ в объектах, содержащих заметные количества титана, циркония и кремния, ибо в обычном ходе анализа образуются, с одной стороны, нерастворимые в кислотах соединения фосфорнокислых циркония и титана, выводящие фосфор из поля зрения аналитика, а с другой — растворимые силико-фосфаты, переводящие кремний в раствор в том месте, где по ходу анализа ему полагается быть в осадке. Поэтому получаются заниженные цифры для SiO₂. Так, сравнение двух анализов, проведенных первый — растворением навески в соляной кислоте (обычный анализ) и второй — сплавлением с содой с последующим выщелачиванием водой, дали следующие поучительные цифры (в %)

	P ₂ O ₅	SiO ₂
1	1.42	27.42
2	5.54	30.85

что лишний раз подтверждает, как внимательно следует относиться к «химическому окружению» при определении каждого элемента и как осторожно следует относиться при анализе сложных минералов к твердо установленным «прописям».

5. В Центральной химической лаборатории, помимо производства большого количества анализов, велась научно-исследовательская работа, главным образом, в области разработки новых методов анализа.

В. А. Смирновым была закончена и подготовлена к печати работа о действии углекислых щелочей на горные породы, являющаяся продолжением его статьи, в которой приведены данные, выражающие суммарный эффект действия щелочи на горные породы. Для того, чтобы ближе ознакомиться с этой реакцией, чрезвычайно важной не только для химиков, но и для петрографов, было проведено

изучение действия углекислого натрия на главные породообразующие минералы — некоторые полевые шпаты.

На основании произведенных опытов было установлено, что: 1) действие углекислого натра на микроклин при 800° сопровождается почти полным вытеснением калия натрием; 2) результаты реакции находятся в прямой зависимости от массы реагирующей щелочи; 3) калий вытесняется с весьма большой скоростью — в течение 10 минут вытесняется свыше 85% всего количества калия; в этот же промежуток времени отщепляется половина кремнекислоты; 4) алюминий при действии углекислой щелочи не отщепляется.

В результате реакции и разложения продукта реакции водой образуется алюмосиликат, по своим физическим свойствам близко напоминающий цеолиты, содержащий свыше 20% воды, легко разлагающийся соляной кислотой с образованием желатинообразной кремневой кислоты и обменивающий при обыкновенной температуре часть своего натрия на тяжелые и щелочно-земельные металлы при взаимодействии с их водными растворами.

Альбит разлагается углекислой щелочью при аналогичных условиях совершенно так же, как и микроклин. В результате реакции из альбита образуется вещество, аналогичное продукту, полученному из микроклина.

Положение алюминия в каолиновом ядре полевых шпатов настолько прочно; что продукты, подобные полученным, образуются из микроклина и альбита также и при сплавлении с кальцинированной содой. Аналогичные продукты должны образовываться также и в естественных условиях при разложении полевых шпатов и принимать участие в рудообразовании, накапливая тяжелые металлы путем фиксации их из циркулирующих растворов.

В связи с этой работой в конце 1939 г., по предложению акад. В. И. Вернадского, был проведен синтез алюмосиликата путем взаимодействия раствора кремнекислого натра на гидрат окиси алюминия, намеченный Лембергом, но не осуществленный им.

В результате синтеза было получено вещество, вполне отвечающее формуле $2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot 0.8\text{H}_2\text{O}$, выведенной В. И. Вернадским для каолина.

Полученное вещество коллоидально. Воды содержит 22.04% вместо требуемых по теории 22.15%. Полученная кривая дегидратации показывает, что при 110° вещество выделяет три молекулы воды, от 110 до 150° — одну молекулу воды, от 150 до 200° — одну молекулу и от 200 до 600° — три молекулы. Исследование вещества продолжается.

При изучении взаимодействия гидрата окиси алюминия и кремнекислого натра выделено еще вещество, имеющее по данным анализа состав $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Исследование его также продолжается.

6. Н. В. Лазаревым закончена разработка методики химического анализа хромита. До последнего времени полный химический анализ хромита представлял собой довольно трудную задачу. По разработанному методу, сущность которого заключается в отгонке хрома в виде хлористого хромита с последующим анализом остатка как обычного силиката, такой анализ может выполняться химиком средней квалификации с достаточной степенью точности.

Далее Н. В. Лазаревым были проведены работы по определению кадмия в полиметаллических рудах. Был уточнен метод, предложенный в 1937 г. Mahr и Ohle (осаждение кадмия солью Рейнеке). Изучены условия отделения кадмия от висмута и меди. Методом с введенными Н. В. Лазаревым дополнениями в настоящее время уже пользуется ряд лабораторий.

На основе последних работ по отделению висмута от свинца разработана методика определения висмута в галенитах, позволяющая определять висмут с большой точностью.

В 1939 г. Н. В. Лазаревым были проведены в укрупненном масштабе опыты по получению фторокси алюминия, которая может полностью заменить фтористый алюминий, необходимый при получении металлического алюминия. Получение фторокси алюминия основано на гидролизе фторсернокислого алюминия при повышенном давлении.

7. А. А. Сауков совместно с Н. Х. Айдиньян разработал экспресс-метод определения ртути в рудах. В основе его лежит отгонка ртути из руды, смешанной с железными опилками или окисью кальция, в специальных трубках из обычного стекла, по форме несколько напоминающих те, которые применяются при определении воды по методу Пенфильда. В течение 2—3 минут из навески руды в 0.5—2 г на пламени обыкновенной горелки легко удается полностью выгнать всю ртуть из шарика трубки в ее узкую часть, которая потом легко отплавляется. Отогнанная металлическая ртуть затем растворяется в азотной кислоте (1 : 1), раствор переводится в коническую колбу и титруется по классическому методу — роданистым аммонием в присутствии железных квасцов. Предлагаемый метод позволяет определять с высокой степенью точности содержание ртути в рудах в пределах от десятков процентов до сотых долей включительно. Из всех существующих методов он является самым быстрым: все операции, включая взятие навески, отгонку и титрование, занимают лишь около 20 минут. Метод очень прост, не требует никаких сложных приспособлений и потому может применяться даже в полевых условиях. В отличие от наиболее распространенного при массовых анализах метода Ешка предлагаемый метод не требует золотых крышек, является более быстрым и гигиеничным. Если содержание ртути меньше сотых долей процента, что легко заметить по ртутному зеркалу после отгонки на узких частях трубки, то может быть применен разработанный ранее А. А. Сауковым нефелометрический метод определения малых количеств ртути в форме соли Рейнеке; при навеске в 1 г таким образом можно определить содержание ртути до 0.0001% включительно.

8. Н. Х. Айдиньян разработала быстрый метод определения мышьяка в рудах и концентратах. Сущность метода заключается в следующем.

Навеска 0.5—1 г мышьяковой руды смешивается с пиритом и прокаливается в тугоплавких стеклянных трубках типа Пенфильда при температуре 900—1000°. Мышьяк при этом количественно отделяется от навески, летит в виде сернистых соединений и, охлаждаясь, осаждается на стенках трубки. Стеклянная трубка, на стенках которой находится весь осажденный сернистый мышьяк, разрезается на три части, переносится в эйлермейеровскую колбу, в которой мышьяк растворяется в дымящей HNO_3 и выпаривается; при этом весь мышьяк переходит в пятивалентную форму.

Раствор пятивалентного мышьяка, содержащий 5—10 см³ свободной азотной кислоты, нейтрализуется аммиаком, разбавляется водой и подкисляется соляной кислотой, после чего к нему добавляется КJ. При этом пятивалентный мышьяк, восстанавливаясь, выделяет из КJ эквивалентное количество иода, который оттитровывается гипосульфитом.

Проверка метода производилась на чистых солях и на рудах и концентратах разных месторождений.

Результаты анализов руд сравнивались с данными анализов, полученными по методу Ледебура. Расхождения с методом Ледебура

в среднем $\pm 0.1—0.2\%$, при содержании мышьяка в рудах от 0.5 до 35%. Метод отличается быстротой (одно определение занимает 1.5 часа). Он прост по аппаратуре, гигиеничен и дешев (малый расход реактивов). Все это дает основание рекомендовать метод для анализа руд на заводах, обогатительных фабриках, при поисках и разведках мышьяковых руд в полевых лабораториях.

9. Е. Н. Исаков закончил разработку метода определения фтора в минералах и горных породах.

На основе детального изучения литературы по анализу фтора разработан новый метод его определения в минералах и горных породах. Сущность метода заключается в том, что фтор отгоняется с серной кислотой в присутствии H_3BO_3 в виде его фторборных соединений. В собранном фторсодержащем дистиллате, упаренном до небольшого объема, фтор титруется нитратом тория в присутствии индикатора алizarинрот. В отличие от старых методов, данный метод прост и точен.

10. Совместно с В. А. Смирновым Е. Н. Исаков разработал метод микрохимического определения кремневой кислоты в силикатах.

Предложенный метод базируется на принципе соответствующего макрометода, в котором устранены невыгодные стороны последнего благодаря применению центрифугирования и сифонирования взамен фильтрации.

На основе химических исследований дается описание нового фторсодержащего минерала из Джидинского месторождения, не описанного в литературе.

Кроме того, изучая природу талькапатита из Шишимских гор (Южный Урал), Е. Н. Исаков установил тождественность талькапатита с апатитом, опровергающую принятое воззрение на природу этого минерала.

Наконец, Е. Н. Исаков исследовал гизингерит из Лянгарского месторождения.

С. Спектральный анализ

Лаборатория спектрального анализа работала в составе: С. А. Боровик (заведующий), сотрудники: Н. В. Лизунов, Л. Н. Индиченко, Ф. И. Сумина.

Работа лаборатории шла по двум разделам: а) выполнялись текущие анализы, б) разрабатывалась и усовершенствовалась методика спектральных анализов.

Текущие анализы можно подразделить на качественные и количественные. Качественные анализы являются предварительной стадией изучения состава минерального сырья. Данные этого анализа были полезны не только геологам, но и химикам, которые могли оценить, какую навеску брать для анализа на тот или иной элемент и на какие элементы нет надобности производить анализа вследствие ничтожной их концентрации. Этим достигается большая экономия средств и времени. Количественные анализы производились на олово, молибден, ванадий, вольфрам, индий, германий, галлий, цирконий, рубидий, цезий, стронций.

По разделу усовершенствования и разработки методики прежде всего следует остановиться на поисках продукта, который, будучи примешан к пробе, стандартизировал бы условия горения пробы в дуге. Как показали работы последнего времени (в том числе и наши), яркость линий данного элемента зависит не только от концентрации самого элемента, но и от валового состава пробы; в неко-

торых случаях наблюдается уменьшение яркости в 10 и даже 100 раз. Опыты, произведенные с серноокислым натрием и с серноокислым калием, дали положительный результат. В одном из опытов удалось даже обнаружить присутствие большой концентрации таллия в отходах производства (пыль из электрофильтра); таким образом, был открыт довольно богатый источник сырья на этот остродефицитный продукт. В развитии этих опытов была (совместно с Н. В. Лизуновым) разработана методика точного количественного определения таллия; при этом можно было использовать линии калия для измерения относительной интенсивности, что дало хорошую точность определения таллия.

Кроме указанных выше текущих анализов и разработки методики количественного определения таллия, Н. В. Лизуновым выполнялась работа на тему: «Разработка методики спектроскопического определения элементов платиновой группы». Им получены следующие результаты.

а) Изучены спектры элементов Pt, Pd, Ir, Rh, Ru, для чего были использованы чистые препараты (Ru, Rh) и природные сочетания (Pt, Pd, Ir). Установлены наиболее благоприятные для анализа области спектра и наиболее чувствительные линии для открытия этих элементов.

б) Для анализа на Pt, Pd, Ir и Ru составлен атлас с указанием мешающих линий различных элементов.

с) Выполнен ряд качественных анализов на Pt и Pd.

В связи с тем, что лаборатория получила трехпризменный спектрограф, обладающий большой дисперсией, была разработана (С. А. Боровик) методика определения цезия по линиям в инфракрасной области. Применение этой методики дало возможность обнаружить повышенное содержание (0.5%) цезия в джильбертите с Туркестанского хребта. Эта методика была использована для анализа на цезий ряда других образцов.

Изучение состава отходов и промежуточных продуктов переработки, проведенное в 1938 г., дало ценные указания на концентрацию редких элементов в этих продуктах. В продолжение этих работ в отчетном году была начата новая работа в этом направлении: исследовались продукты переработки Карабашского мышьякового завода. Оказалось, что эти продукты содержат германий, теллур и кадмий в количествах, представляющих промышленное значение.

Так как основным пособием при проведении работы лаборатории является атлас линий железа и других элементов, то была предпринята работа по составлению такого атласа. Эта кропотливая и требующая большой тщательности работа выполнена Л. Н. Индиченко под руководством заведующего лабораторией. Атлас размножается фотографическим путем, и, таким образом, им будут обеспечены не только работники лаборатории, но и многочисленные практиканты, которые обучаются спектральному анализу в лаборатории института.

Следует еще отметить результаты, полученные при исследовании касситерита (27 образцов) различного генезиса. Эта работа показала, что касситериты пегматитовых жил содержат повышенные количества Nb, Ta, Zr, Fe, Mn.

В кварцевых и кварц-полевошпатовых жилах касситериты характеризуются присутствием ванадия; Nb, Ta, Fe встречаются реже; чаще встречается W. В касситеритах из сульфидно-касситеритовых месторождений наблюдается повышенное содержание V, более частое наличие W, In, Mn. Вместе с тем было установлено, что природное соединение SnO_2 , не содержащее никаких примесей, является кристаллом совершенно бесцветным и прозрачным.

Д. Рентгено-спектральный анализ

В течение 1939 г. сотрудники рентгено-химической лаборатории И. Б. Боровский, М. А. Блохин и Л. А. Гржибовская вели работы по следующим темам:

1. Разработка методики количественного, рентгено-спектрального анализа редких элементов.

Основное содержание работы составило: определение переходных коэффициентов между относительной интенсивностью линий спектра и весовыми количествами определяемого элемента и элемента сравнения. Эти коэффициенты были установлены на искусственных смесях для элементов цериевой группы редких земель (церия, лантана, празеодимия, неодимия), тантала, висмута и олова.

Усовершенствование методов анализа позволило довести чувствительность качественного анализа до 0.01% (в частности для олова).

2. Влияние химической связи на К-абсорбционные и эмиссионные спектры некоторых элементов семейства железа (определение валентности).

Работа явилась продолжением исследований 1938 г. и проводилась в 1939 г. на различных соединениях марганца и хрома. Результаты работ даны в статьях (см. ниже).

3. Разработка новой мощной рентгено-спектральной аппаратуры.

Была спроектирована оригинальная модель лабораторного спектрографа с изогнутым кристаллом по Кошу и рационализирована модель вакуум-спектрографа с изогнутым кристаллом по Иоганну. По чертежам лаборатории на механическом заводе ИГИ Академии Наук было приступлено к изготовлению обоих спектрографов.

Правительственной комиссией по внедрению научных достижений в промышленность была признана важность этих аппаратов для промышленности.

4. Выполнение текущих анализов для различных секторов института.

За год было проведено более 6000 полуколичественных элементоопределений и около 150 точных анализов редких элементов.

Доказаны многочисленными контрольными анализами и получили общее признание неоспоримые преимущества рентгено-спектрального анализа как по скорости, так и по точности, при определении элементов Nb, Ta, TR, Hf, Sr, Y, Re перед химико-аналитическими методиками. Такие же преимущества имеет рентгено-спектральный анализ при определении элементов P, Zr, Mo, W, U, Th, Sn, Ti, V, Cr, Mn, Co, N, Fe и Pb при часто встречающемся сложном составе анализируемых проб.

Результаты работ сотрудников лаборатории достаточно подробно описаны в печатных работах (см. в конце список работ).

Е. Рентгено-структурный анализ

Рентгено-структурная лаборатория в 1939 г. находилась в стадии организации. В настоящее время в лаборатории имеются два работающих структурных аппарата. К концу года М. И. Захаровой были смонтированы две ионные трубки с вакуумными стеклянными установками и две электронные трубки. Кроме того, была изготовлена универсальная камера качания Лауэ. Начато исследование нового минерала из Ловозерских тундр — чкаловита. Первым этапом полного определения структуры чкаловита явилось определение класса, к которому относится данный минерал. Определение производилось методом Лауэ по элементам симметрии. Отсутствие осей симметрии 6-го, 4-го и 3-го

порядков указывает на то, что кристалл не относится ни к кубической, ни к тетрагональной, ни к гексагональной системе. Наличие осей симметрии 2-го порядка указывало на принадлежность кристалла к ромбической системе. В виду того, что по лауэграммам нельзя отличить плоскость отражения от оси 2-го порядка, по данным рентгено-анализа можно отнести данный минерал и к классу C_{2v} и к классу D_2 . Оптические данные указывают на наличие плоскости отражения, следовательно, данный минерал относится к классу C_{2v} , обладающему одной осью 2-го порядка и двумя плоскостями отражения.

Проводился также фазовый анализ как в разрезе идентификации данного минерала со стандартными, так и в разрезе выяснения отдельных исследовательских вопросов.

Так, например, при исследовании содалита разных цветов было установлено, что изменение его окраски не связано с изменением кристаллической решетки.

Исследование самородного золота (образец М. Н. Ложечкина) показало, что оно представляет собой двухфазную систему, состоящую из твердого раствора меди и серебра в золоте и интерметаллического соединения (Au, Cu, Ag).

**РАБОТЫ, ПРОИЗВОДИВШИЕСЯ В СВЯЗИ С РАЗРЕШЕНИЕМ
СПЕЦИАЛЬНЫХ ЗАДАЧ****А. Работы, непосредственно связанные со строительством
Куйбышевского и Соликамского гидроузлов**

В 1939 г. производились работы по изучению инженерно-геологических свойств доломитовой муки, по химико-литологическому изучению доломитовой муки, по геолого-литологическому изучению татарской толщи, изучению инженерно-геологических свойств главнейших литологических типов татарской свиты, изучению влияния сооружения Куйбышевского гидроузла на режим грунтовых вод, исследованию вопроса о переработке берегов водохранилища при подпоре на ряду с другими геологическими вопросами в районе гидротехнических сооружений.

1. Доломитовая мука района Куйбышевского строительства изучалась в инженерно-геологическом отношении Н. В. Родионовым и Н. П. Капустинской.

Эта рыхлая разность известково-доломитовых пород в районе возведения плотины внушала опасения в смысле выноса или растворения ее потоком фильтрующихся в основании плотины вод.

Доломитовая мука представляет собой порошокатую массу с преобладанием зерен диаметром от 0.01 до 0.05 мм. Иногда встречаются более крупные частицы, являющиеся агрегатами отдельных зерен или кусочками доломитизированного известняка, за счет разложения которого образовалась мука. Залежи доломитовой муки образуют в доломитизированных известняках и доломитах гнезда и в свою очередь могут заключать участки более или менее сохранившейся породы. По своему составу доломитовая мука состоит из зерен доломита, иногда с некоторым содержанием кальцита.

Явления механической и химической суффозии породы зависят от ее водопроницаемости. Для выяснения этого свойства были поставлены опыты с дистиллированной водой и водой с растворенными в ней солями и CO_2 . Опыты велись исключительно на образцах с ненарушенной структурой, что очень затрудняло постановку опытов.

Различные образцы обладали разной водопроницаемостью — от 7 до 90 см в сутки. Замечено, что водопроницаемость в первые дни опытов иногда увеличивается за счет выщелачивания кальцита, содержащегося в небольших количествах в муке, а затем снова значительно падает за счет распада агрегатов и заилиения пор мелкими зернами доломита.

Опыты по химической суффозии показали, что при малой растворимости доломита, из которого состоит мука, и малой водопроницаемости муки фильтрующаяся вода насыщается карбонатами уже в начале

своего пути и в дальнейшем лишена агрессивности. Опыты показали также, что при напорных градиентах от 0,2 до 1,8, т. е. значительно превосходящих те, которые образуются под плотиной, механическая суффозия не будет иметь места.

В отношении сжимаемости и трения доломитовая мука ведет себя сходно с «фракционными грунтами», т. е. с породами песчаного состава, при нагрузке проявляет неупругую деформацию, а при сдвигающих усилиях обладает высоким коэффициентом внутреннего трения (свыше 40°).

2. Химико-литологическое изучение доломитовой муки проводилось в лаборатории осадочных пород, руководимой акад. А. Д. Архангельским. Работы по изучению доломитовой муки велись в следующих направлениях: 1) изучение химико-минералогической характеристики доломитовой муки и пород, среди нее встречающихся (Н. В. Фролова и Э. С. Залманзон), 2) выяснение степени и характера растворимости доломитовой муки и некоторых образцов в скальных доломитах с целью выяснения происхождения доломитовой муки (Н. В. Соловьев).

По первому вопросу было выяснено, что доломитовая мука района Куйбышева пестра по своему гранулометрическому и минералогическому составу, но вместе с тем, что везде частицы муки меньше одной десятой миллиметра соответствуют чистому доломиту. Изучение доломитовой муки и обломков пород, в ней встречающихся, ясно подтвердило, что доломитовая мука представляет продукт разрушения известковистых доломитов под влиянием действия на них агрессивных вод. Образование доломитовой муки из всего комплекса пород зависит, при прочих равных условиях, от двух факторов: состава породы (степень содержания доломитов, окремнение) и структуры породы (характер и величина пористости). Окремненные породы, чисто доломитовые породы, породы, обладающие плотным сливным сложением, остаются среди доломитовой муки в виде останцов различного размера — от 0,1 мм до нескольких метров в диаметре.

Опыты по фильтрованию дистиллированной и углекислой воды через зерна пород показали: 1) что скорость растворения куйбышевских доломитовых пород значительно (в 2—2,5 раза) превышает скорость растворения мраморовидного шишимского доломита, взятого как эталон сравнения; 2) что одновременно с растворением куйбышевские доломиты разрушаются с образованием доломитовой муки; 3) что скорость растворения входящего в доломитовые породы свободного кальцита во много раз больше скорости растворения доломита. Повышенная растворимость куйбышевских доломитов может быть частично объяснена их пористостью, благодаря чему во много раз увеличивается поверхность растворения, но главным образом, повидимому, некоторой разницей в их минералогическом составе. Можно допустить, что в состав доломитов района строительства, помимо зерен доломита, входит в небольшом количестве изоморфная смесь кальцита и магнезита. Отличить такую смесь от доломита под микроскопом пока не представляется возможным, но наличие ее в породе подтверждается рядом наблюдений: а) значительной щелочностью ($\text{pH} = 8—9$) воды, находящейся в длительном соприкосновении с породой; б) периодическим появлением в углекислом фильтрате через такую породу незначительного избытка магния, эквивалентного по кальцию; в) наличием в некоторых образцах доломитовой муки небольшого избытка MgCO_3 (до 0,5%); г) термическими кривыми этих пород, дающими, правда, слабую, но характерную остановку, типичную для MgCO_3 .

Из опытов можно сделать некоторые заключения.

1) Образование доломитовой муки является частным, своеобразным случаем процесса карстообразования. Доломитовая мука и рыхлые выветрелые доломиты могут образоваться благодаря выветриванию известковистых доломитов за счет преимущественного выноса из них кальцита, как это наблюдается во многих местах земного шара.

2) Частично как доломитовая мука, так и рыхлые пористые доломиты могли образоваться в результате выветривания загипсованных доломитов за счет преимущественного выноса из них гипса.

3) Качество муки в смысле ее гранулометрического и минералогического состава определяется, с одной стороны, особенностями пород, выветриванием которых она образовалась, а с другой — самим процессом выветривания (характер агентов выветривания, время взаимодействия и т. д.).

4) Учитывая малый коэффициент фильтрации доломитовой муки и ее сравнительно небольшую растворимость, Н. В. Соловьев считает главным врагом строительства сильную трещиноватость и пористость карбонатных пород, окружающих доломитовую муку. Благодаря их большой фильтрующей способности (по трещинам и порам) возможны: а) образование новых гнезд (скоплений) доломитовой муки за счет разрушения скальных пород; б) размыв струями воды уже существующих гнезд муки. В качестве мер борьбы с этими явлениями автор рекомендует возможно шире применять искусственную цементацию и заиливание пород, лежащих под основанием плотины.

3. Многочисленные опыты, касающиеся стойкости пород в районе Куйбышевского гидроузла, произведенные группой работников, возглавляемой И. И. Гинзбургом и Б. В. Залесским, подтвердили естественное предположение, что большей долговечностью обладают доломиты, а не известняки, и притом плотные доломиты в большей степени, чем пористые, что позволяет считать плотные доломиты наиболее подходящими из местных пород для бетонных работ Куйбышевского гидроузла.

4. Наиболее интересным результатом изучения влияния сооружения Куйбышевского гидроузла на режим подземных вод, выполняемого Г. Н. Каменским и М. А. Вевировской, является районирование области подтопления в зависимости от геологических, геоморфологических и гидрогеологических условий и разработка методики расчета подпора на основе специально сконструированного прибора.

5. Большой интерес не только для строительства Куйбышевского гидроузла, но и вообще для всех научно-практических работ района Второго Баку представляют работы Д. М. Раузер-Черноусовой и В. П. Маслова по изучению стратиграфической схемы верхнего карбона, результаты чего уже изложены выше. На основе этих работ была разработана методика и осуществлено расчленение карбона на пачки в 2—5 м, что позволило детализировать представление о структуре района строительства и точнее подойти к решению вопроса о выборе места сооружения плотины.

6. Большой интерес представляют также предварительные результаты работ по тектонике Соликамского района, проведенных П. Е. Оффманом, А. К. Мушенко, К. В. Потемкиным и др. Было установлено, что господствовавшие до сего времени представления о тектонике нуждаются в коррективах в связи с необходимостью учитывать роль растворения соли и элементы соляной тектоники. Проведенные в связи с этим работы по изучению трещиноватости позволили выяснить закономерность в распределении, связанную с тектоникой. Разработанная методика изучения трещин осваивается на месте.

7. Работа А. И. Силина имела целью изучить процессы выщелачивания соленосных пород. Изучив водоносные горизонты (казанский и кунгурский) по пути пополнения их пресными водами с водоразделов, условия засоления в сочетании с данными по тектонике, А. И. Силин приходит к выводу о том, что в районе Соликамского гидроузла выщелачивание происходит в размерах, не имеющих практического значения, причем оно в зоне Зуевских створов, где имеются сбросы, больше, чем в зоне Тюлькинских створов.

8. Работы А. И. Москвитина по изучению четвертичных отложений Соликамского района, о которых уже было сказано, были направлены на детальное изучение морфологии и строения террас.

9. А. С. Храмушевым (см. выше) была разработана методика проведения опытных работ по изучению фильтрации в трещиноватых породах применительно к геологическим условиям Куйбышевского гидроузла.

В. Химико-минералогическое изучение технических продуктов

Изучение это производилось под общим руководством Д. С. Белянкина, касалось преимущественно огнеупоров и шлаков, получающихся при металлургических процессах, и дало важные практические результаты. Б. В. Иванов в 1939 г. занимался специально огнеупорами медеплавильных печей и отчасти импортным доломитом; В. В. Лапин изучал основные мартеновские и феррохромовые шлаки, а также шлаки медного производства; Д. С. Белянкин, кроме общего руководства, выполнил совместно с Б. В. Ивановым работу по хромо-доломиту, с В. В. Лапиным — по камням в стекле.

Некоторые главнейшие итоги всех этих работ сводятся к следующему:

1. Б. В. Иванов исследовал динас из отражательной медеплавильной печи Корсакпайского завода.

Как известно, динас в своде уральских медеплавильных печей (Кировград, Карабаш) показывает плохую службу (обычно от 2½ до 6 месяцев); в то же время динас в корсакпайской отражательной печи служит до 1,5—2 лет. Представляло большой научный и практический интерес выяснить те факторы, которые обуславливают хорошую службу динаса на Корсакпае. Проведенное микроскопическое исследование корсакпайского динаса установило следующее:

1) В результате службы в своде медеплавильной печи в динасе разбиваются лишь 3 зоны, вместо обычных 4, столь характерных для мартеновского динаса; полностью отсутствует кристобаллитовая зона.

2) Тридимитовая наиболее горячая зона кирпича покрыта тонкой корочкой (в 1—2 мм), состоящей из бурой глазури, с кристаллизацией в ней высокоогнеупорного минерала муллита.

Отличная служба динаса в своде корсакпайской печи обуславливается образованием на нем именно этой защитной корочки муллита за счет работы печи на пылеугольном многозольном топливе, зола которого имеет высокое содержание глинозема.

2. Кроме того, Б. В. Ивановым исследовался «огнеупор Платонова» для рафинировочных медеплавильных печей. Огнеупор этот, представляющий собой железные трубки по длине стандартного кирпича с набивной магнезитовой массой, показал значительно лучшую службу в рафинировочных печах, чем обычный магнезитовый кирпич.

Микроскопическое изучение отслуживших трубок установило, что огнеупорная масса и здесь приобретает зональное строение; обычно

развиваются две зоны: 1) неизменная, белая и 2) перерожденная, темнобурая. Минералогический состав неизменной зоны представлен бесцветным периклазом, форстеритом, минералом, близким по своим оптическим свойствам к кордиериту, и стеклом. В перерожденной зоне исчезают кордиерит и стекло; форстерит и периклаз сильно улучшают свою кристаллизацию, образуя плотный кристаллический сросток. Периклаз приобретает различную окраску от светложелтого до черного цвета.

Повышенная термостойкость «огнеупора Платонова» и объясняется, очевидно, образованием означенного кристаллического срастания за счет окисления железных трубок и вхождения окислов железа в виде твердых растворов в периклаз.

3. В связи со все возрастающим потреблением в металлургии основных огнеупоров большое народнохозяйственное значение в настоящее время приобрела проблема получения высококачественных огнеупоров на базе доломита. Обожженный доломитовый кирпич обладает, однако же, большим недостатком — склонностью к рассыпанию вследствие гашения на воздухе свободной извести, образующейся при обжиге доломита. Для улучшения качества доломитовых огнеупоров нашими отечественными исследователями были получены доломитовые огнеупоры с добавками кварцита и хромита. Поскольку минералогический состав хромито-доломитовых огнеупоров никем не описывался, Д. С. Белянкиным и Б. В. Ивановым было предпринято специальное их исследование, показавшее, что особенностью этого огнеупора является весьма сложный химико-минералогический состав возникающего в нем минерала алита. В состав этого минерала здесь входят, с одной стороны, элементы хрома различных степеней окисления и, с другой — двухкальциевый силикат. В твердый раствор периклаза, наоборот, хром почти совершенно не входит, и в нем содержатся только элементы железа и марганца.

Учитывая отсутствие сведений о минеральном составе импортного доломитового кирпича со свободной известью, Б. В. Ивановым было предпринято микроскопическое его изучение до и после службы в стенке 8-тонной электропечи завода «Электросталь». Оказалось при этом, что неслуживший доломитовый кирпич состоит из периклаза, трехкальциевого силиката — алита, свободной извести и браун-миллерита. В состав мертеля входят главным образом элементы мелкоразмолотого кирпича, а также небольшое количество полевшатового песка (до 5% общей массы). В кирпиче, прослужившем 62 плавки в стенке электропечи, отмечены две зоны: 1) неизменная и 2) бурая, более горячая. Минералогический состав последней характеризуется более крупной и совершенной кристаллизацией в ней минерала алита.

Данные эти показывают, что при соблюдении необходимых предосторожностей, касающихся хранения кирпича и приемов его выкладки в печь, и доломитовый кирпич со свободной известью может отлично служить в стенках электропечей. Одновременно данные эти могут служить для выбора рецептур при налаживании производства отечественного доломитового огнеупора.

4. Исследование мартеновских шлаков. В продолжение работ 1938 г. по изучению шлаков скрап-процесса в 1939 г. В. В. Лапиным исследовались шлаки более широко распространенного рудного процесса плавки. Он установил, что минералогический состав шлака меняется в зависимости от химического его состава следующим образом. В начале плавки в шлаках с основностью $(\text{CaO} : \text{SiO}_2) < 1.40$ выделяются марганцово-железистые монтичеллиты переменного состава. С повышением основности образуется уже двухкальциевый сили-

кат и далее к нему присоединяется $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$. При основности > 2.40 начинает кристаллизоваться браун-миллерит ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$).

Магнезия шлака в основном присутствует в виде периклаза, попадающего в шлак при разъедании им футеровки печи; зерна периклаза, находясь в жидком шлаке, увеличивают его вязкость.

В более кислых шлаках конца плавки снова выделяется монтичеллит, но уже содержащий меньше Fe и Mn.

Полученные результаты указывают, как и в случае скрап-процесса, на возможность основываться при рудном процессе на минералогическом составе и структуре шлаков в качестве контроля за выплавкой стали для определения, во-первых, основности шлака и, во-вторых, разъедающего действия шлака на магнетитовую футеровку печи.

5. Своеобразной особенностью ферро-хромовых шлаков, образующихся при выплавке феррохрома, является возникающая в них сильная неоднородность по содержанию хрома в верхних и нижних частях шлака (1—3% Cr_2O_3 вверху и 18—20% внизу). Ведущимися работами, начатыми еще в 1937 г., установлено, что неоднородность эта обуславливается следующими причинами.

Загружаемая в электропечь руда (хромит) погружается в нижние горизонты печи и там постепенно расплавляется. При замедленной диффузии хрома в верхние слои шлака равновесия по хрому в нем при этом не достигается. С другой стороны, не весь хромит расплавляется, наблюдаются реликтовые зерна его в шлаке. Наконец, в процессе остывания шлака в изложнице в нем выделяется хромовая шпинель, опускающаяся в нижние горизонты еще жидкого шлака и вместе с остатками руды еще более обогащающая низ шлака хромом.

6. Совершенно своеобразный характер руд Джезказгана (окисленные руды) по сравнению с уральскими сульфидными рудами обуславливает и своеобразие шлаков, получающихся при их плавке. Минералогия этих шлаков не была изучена ранее. Поэтому представляет интерес исследование, проведенное В. В. Лапиным как для нормального, так и для необычного шлака, образовавшегося в штейне отражательной печи Корсакапайского завода.

В нормальном шлаке вместо характерного для уральских шлаков фаялитового минерала кристаллизуется пироксен геденбергитового типа; присутствует также стекло и остатки шихтного кварца.

Шлак из апейка по химическому составу оказался весьма близким к некоторым богатым глиноземом базальтам острова Мул и Камчатки. В отношении минералогического состава шлак отличается от обычных базальтов наличием, наряду с плагиоклазом, магнетитом и стеклом, также и муллита; пироксен и оливин в нем отсутствуют. Не исключена, повидимому, возможность кристаллизации муллита в некоторых разновидностях базальтов, особо богатых глиноземом.

7. Конверторные медные шлаки состоят в основном из $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ и SiO_2 .

В системе $\text{FeO} - \text{SiO}_2$ Боуэном и Шерером установлено наличие одного силиката — $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$. Однако металлурги (Маклеллан и др.) считают, что в конверторном шлаке образуется не $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$, а $4\text{FeO} \cdot 3\text{SiO}_2$ или что существует твердый раствор SiO_2 в $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$.

Проведенное В. В. Лапиным исследование конверторного медного шлака Кировоградского завода с выделением из него силиката показало, что последний является фаялитом, в котором лишь часть FeO замещена ZnO; последнее обстоятельство понижает показатель преломления шлакового фаялита, вопреки мнению Маклеллана, что пониженное сопротивление шлакового силиката объясняется вхождением в его твердый раствор SiO_2 .

На основании анализа диаграммы равновесия в системе $\text{FeO} - \text{SiO}_2$ автор устанавливает, что наиболее приемлемыми являются шлаки, отвечающие составу фаялита и к нему прилегающие до состава эвтектики: фаялит-кремнекислота (менее кислые из последних составов).

8. Кроме только что перечисленных работ по огнеупорам и шлакам, Д. С. Белянкиным и В. В. Лапиным выполнена, как было указано, также и еще одна свертлановая работа, имевшая своим предметом камни в стекле. Поводом для ее возникновения послужило обращение к ним московского завода колбочного стекла — помочь в выяснении природы появившегося на заводе стекольного брака в виде крайне неприятной длинно-вытянутой свили по продольнику колб. Произведенное исследование показало, что в свиллях накапливается фосфор и кристаллизуется минерал апатит. Одновременно был определен и источник этого фосфора — шихтный щелковский доломит, с его аналитическими $0.04\% \text{P}_2\text{O}_5$. Апатит в качестве камня в стекле оказался совершенной новостью для стеклодувов. Впервые в московском колбочном стекле констатированы были также и еще некоторые другие минералы, не называвшиеся раньше в стекольном браке: β -глинозем, шпинель и монтичеллит, обязанные своим происхождением стеклоприпасу (шамот и термоизоляция шамота).

С. Исследования газоносности в угольных месторождениях Донбасса

В итоге работ, рекогносцировочных и частью детальных по изучению геологических условий газоносности угольных месторождений Донбасса и влияния их на газообильность шахт, определились следующие главнейшие геологические факторы газоносности:

- 1) степень угленасыщенности отложений донецкого карбона (свит, содержащих рабочие угольные пласты),
- 2) физические свойства углей и пород,
- 3) состав и строение угленосной толщи (распределение углей и различных пород в геологических разрезах крупнейших складок Донбасса и отдельных участках),
- 4) тектонические факторы (тип складок, размеры, нарушения, трещиноватость).

Кроме того, газообильность шахт зависит от изменений под влиянием горно-технических процессов естественных геологических условий.

Влияние указанных факторов на газоносность рассматривается как суммарное.

Скопления метана, связанного с углем, располагаются в угленосной толще неравномерно и зависят от распределения угольных пластов и пропластков, сгруппированных в различных частях свит. Кроме того, угли, обладая значительной пористостью, содержат в себе свободный метан.

Физические свойства, в частности плотность и газопроницаемость углей и пород, обуславливают коллекторную способность угленосной толщи и миграцию газов в ней. Установлено, что наибольшей пористостью обладают угли и затем вмещающие угольные пласты глинисто-сланцевые породы. Песчаники, как более плотные породы, являются в большинстве газонепроницаемыми.

Таким образом, угли и глинисто-сланцевые породы следует выделить в комплексы, обладающие скоплениями метана, а в угленосной толще такие зоны, к которым приурочена наиболее высокая основная газоносность.

Роль наиболее плотных и газонепроницаемых пород (песчаников) заключается в том, что ими разделены и изолированы газоносные зоны угленосной толщи. Детальные исследования газоносности углей и пород, проведенные в целике одного из участков Боково-Хрустальского района, наметили наличие зон повышенной газоносности, приуроченных к отдельным комплексам угольных пластов и пород в свите S_2^6 .

Влияние тектоники определяется условиями залегания угленосной толщи, типом и размером складок и нарушениями. Влияние последних отражается на изменении структуры пластов угля и сплошности пород. Крупные нарушения, сопровождающиеся разрывами толщи (сбросы, сдвиги, надвиги), влияют на миграцию газов, соединяя или изолируя отдельные газоносные участки угленосной толщи.

В пределах крупных складок имеются значительные колебания в угленасыщенности в зависимости от строения и состава угленосных свит. На газообильность шахт влияет тип складок и условия залегания, в частности элементы залегания (углы падения) крыльев складок.

Основываясь на изложенном выше влиянии геологических условий на газообильность шахт, можно констатировать, что выделения газа в атмосферу рудничных выработок происходят за счет:

а) газа, содержащегося в углях (в связанном и свободном состоянии) в связи с разгрузкой угля от давления, происходящего при вскрытии пласта и разработке его;

б) из толщи пород, вмещающих угольный пласт, и из углей, залегающих в комплексе с этими породами.

В зависимости от существующей трещиноватости и дополнительных нарушений, вызываемых горно-техническими работами, происходит дренаж всего комплекса газоносных пород на участке шахты.

Отсюда вытекает, что газообильность рудничных выработок по отдельному рабочему пласту следует рассматривать как следствие дегазации газоносной зоны, к которой принадлежит разрабатываемый пласт, и показатели метанообильности выработок следует относить ко всей зоне вмещающих пород с заключенными в ней углями.

Влияние условий залегания угленосной свиты на газообильность шахт отражается следующим образом. На крыльях крутой антиклинальной складки разработке подвергается одновременно большая группа (до 10 и более угольных пластов), тогда как в полого залегающих крыльях горно-технические условия допускали разработку не более двух пластов. Следовательно, в первом случае при крутом залегании пластов газоносная зона дренируется целым рядом выработок, тогда как при пологом залегании дренаж осуществляется всего лишь одной-двумя выработками. Естественно, что показатели метанообильности выработок шахт, находящихся в условиях пологих падений пластов, будут всегда выше, чем в шахтах в крутопадающих пластах.

На ряду с этим также естественно и то явление, что выработки по некоторым крутопадающим пластам будут иметь значительно пониженную газообильность при условии некоторого отставания разработок по ним и дренажа зоны опережающими работами соседних пластов.

Роль плотных газонепроницаемых пород, о которых говорилось выше как о разделяющих и изолирующих газоносных зонах, проявляется также и в явлениях суффлярных газовыделений в шахтах.

Для мощных толщ песчаников, при их плотности и монолитности, являются характерными единичные (редкие) трещины, пересекающие породу по всей ее мощности. При встрече горными выработками такой трещины из нее начинает выделяться газ, содержащийся в ближайшей изолированной газоносной зоне. Длительность действия (для-

щегося месяцами) суфлярных струй и чрезвычайно большие количества газа, выделяющиеся при этих явлениях, свидетельствуют также о наличии громадных скоплений метана в газоносных зонах угленосной толщи.

На основании всего вышесказанного следует, что содержание метана в различных зонах и участках угленосной толщи зависит:

1) от степени угленасыщенности (количества мощности углей и содержания углистого вещества, рассеянного в породах);

2) от распределения угольных пластов и пропластков и пород с различными физическими свойствами, т. е. строения и состава угленосной толщи;

3) от тектонических условий.

Следовательно, изменения в угленасыщенности, составе и строении угленосной толщи в пределах крупных складок Донецкого бассейна обуславливают и различную газоносность для отдельных участков.

Поэтому изучение газоносности в пределах больших промышленных районов, занимающих площадь крупнейших складок Донецкого бассейна, должно вестись путем детальных исследований геологических и физико-химических условий на отдельных участках с последующими увязкой и сводкой всех результатов для целых районов и тектонических элементов Донецкого бассейна.

СПИСОК РАБОТ СОТРУДНИКОВ ИН-ТА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК, ВЫШЕДШИХ ИЗ ПЕЧАТИ В 1939 г.

- Арсеньев А. А. Олекмо-Витимская горная страна. Геоморфологический очерк правобережья р. Витим. Изв. Акад. Наук, сер. геогр. и геофиз., 1939, № 1.
- К стратиграфии архея долины р. Олекмы (Восточная Сибирь). Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 6.
- Асташенко К. И. Зунит, зунитовые породы и связанные с ними руды. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 5.
- и Молева В. А. Цуниит и цуниитовая порода Карабаса. Доклады Акад. Наук, нов. сер., 1939, 22, № 6.
- Архангельский А. Д. О некоторых спорных вопросах тектонической терминологии и тектоники СССР. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 1.
- Барсанов Г. П. и Сумин Н. Г. Геологический музей им. А. П. Карпинского. Краткий путеводитель. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- Белянкин Д. С. Техническая петрография на службе промышленности. Вестн. Акад. Наук, 1939, № 2—3, 137—139.
- Динасы и кварциты. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- К вопросу о неинтрузиях Центрального Кавказа. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 2.
- О петрографической работе Б. З. Коленко. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 3.
- Петрография на фронте силикатного и металлургического производства. Тр. 3 Совещ. по эксперим. мин. и петр. Акад. Наук. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- Химико-минералогические реакции динаса. Тр. Совещ. по огнеупорам, 1939.
- По поводу термина «техническая петрография». Вестн. Акад. Наук, 1939, № 8—9.
- и Донская Е. В. Термооптическое исследование минерала актинолита. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 1.
- и Иванов Б. В. К петрографии хромито-доломитового огнеупора. Изв. Акад. Наук, техн. отд., 1939, № 9.
- и Лапин В. В. Кристаллизация апатита—новый вид камня в стекле. Инж.-техн. бюлл. Главстройстекло, 1939, № 5, 18—21.
- Маслов Я. С. и Петров В. П. Магматические проявления в северо-западной части Гурии в Закавказье. Тр. Петр. инст. Акад. Наук, 1939, вып. 14, 37—65.
- и Петров В. П. On the Krystallisation of the Kangasniemi Orbiculas Granite. Journ. Geol., 1939, № 7.
- и Петров В. П. Гибшит в Грузии. Доклады Акад. Наук, 1939, 24, № 4.
- Бетехтин А. Г. К вопросу об изучении рудных месторождений. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 2.
- Блохин А. А. О стратиграфии и возрасте толщ западного склона Урала. Сов. геол., 1939, № 9.
- Блохин М. А. Влияние химической связи на $K\beta$ -группу рентгеновского спектра хрома (краткое сообщение). Доклады Акад. Наук, 1939, 25, № 5. Полностью работа напечатана в Журн. эксперим. и теорет. физ., 1939, № 12.
- Боброва О. А. Танатоценозы Хвалынского моря (Северный Прикаспий). Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, 1939, вып. 2—3.
- Богданов А. А. Новые данные о геологическом строении южной и западной окраин Карагандинского бассейна. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 4.
- Бонштедт Э. М. Определение удельного веса минералов в тяжелых жидкостях. М. Изд. Акад. Наук, 1939, 56.

- Бонштедт Э. М. Некоторые результаты просмотра минералов в ультрафиолетовом свете. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 4.
- Борисевич Е. К. Сырьевая база природных горючих газов в СССР. Геолог. изученность в мин.-сырьев. базе в СССР к 18 съезду ВКП(б). ОНТИ, 1939.
- Боровик С. А. Полевой спектральный анализ. Статья в книге акад. А. Е. Ферсмана—Геохимические и минералогические поиски полезных ископаемых. М. Изд. Акад. Наук СССР, 1939.
- Спектроскопическое исследование состава продуктов переработки мышьякового завода. Доклады Акад. Наук, 1939, № 3.
- † и Готман Я. Д. О содержании редких и других элементов в касситеритах различного генезиса из месторождений СССР, по данным спектрального анализа. Доклады Акад. Наук, 1939, 23, № 4.
- и Калинин С. К. О нахождении германия в рудах и промышленных отходах. Сов. геол., 1939, 9, № 4—5.
- и Ковальский В. В. Микро- и ультраэлементы мозга. Физиолог. журн. СССР, 1939.
- Покровская Г. Л. и Прокопенко М. Н. Распространение индия в горных породах. Доклады Акад. Наук, 1939, 25, № 7.
- и Прокопенко Н. М. Новые данные о распространении индия в Казахстане. Доклады Акад. Наук, 1939, 24, № 9.
- Боровский И. Б. и Блохин М. А. Рентгено-спектральный анализ. ОНТИ, 1939.
- И. Б. Боровский. «Методы рентгено-спектрального анализа». Труды Всесоюзной конференции по аналитической химии, т. I, 1939, 135—142.
- М. А. Блохин. «Влияние химической связи на K_{α} группу эмиссионных линий хрома». Доклады Академии Наук, т. XXV, № 5, 1939, 380—383 (на двух языках). Журн. эксп. и теорет. физики, т. IX, вып. 12, 1939, 1516—1526.
- Вахрамеев В. А. и Смирнов А. Д. Башкирские слои в северном Тянь-Шане. Доклады Акад. Наук, 1939, 25, № 8.
- Влодавец В. И. Химический облик изверженных пород Камчатки. Бюлл. Вулканол. ст. Акад. Наук, 1939, № 5.
- О связи вулканов Камчатки с сейсмической активностью. Бюлл. Вулканол. ст. Акад. Наук, 1939, № 6.
- Каримская группа вулканов. Бюлл. Вулканол. ст. Акад. Наук, 1939, № 7.
- Воларович М. П. Вычисление энергии активизации и теплота плавления полевых шпатов и пироксенов из измерений их вязкости. Доклады Акад. Наук, 1939, 24, № 9.
- и Леонтьева А. А. Исследование вязкости метеоритов. Доклады Акад. Наук, 1939, 22, № 9, 594.
- и Леонтьева А. А. О скорости падения жидких капель в расплавах. Журн. физ. хим., 1939, 13, № 6, 846.
- Леонтьева А. А., Корчемкин Л. И. и Фридман Ф. С. О влиянии домоорита на вязкость и плотность диорита. Тр. Инст. геол. наук Акад. Наук, петр. сер., 1939, вып. 20, № 6, 51.
- Вольфсон Ф. И. и Медведюк А. А. Полиметаллические месторождения района Эльбрус и его окрестностей. Сов. геол., 1939, 9, № 1.
- Герасимовский В. И. Чкаловит. Доклады Акад. Наук, 1939, 22, № 5.
- Пегматиты Ловозерского щелочного массива. Тр. Инст. геол. наук Акад. Наук, 1939, вып. 18, № 5.
- Ловозерит—новый минерал. Доклады Акад. Наук, 1939, 25, № 9.
- Гинзбург И. И. Никеленосность и кобальтоносность марганцевых руд СССР. Сов. геол., 1939, 9, № 4—5.
- и Пономарев А. И. Адсорбция никеля и др. металлов водными силикатами железа. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 1.
- и Савельев И. И. Образование никелевых месторождений силикатных руд на Южном Урале. Изв. Акад. Наук, 1939, 6.
- Готман Я. Д. Некоторые аномалии свойств касситеритов. Доклады Акад. Наук, нов. сер., 1939, 23, № 5.
- Григорьев И. Ф. Полосчатые интрузивные порфиры Змеиногорского района. Сб., посвящ. 50-летию науч. и педаг. деят. акад. В. А. Обручева, т. 2, М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- Основные задачи геологических работ по цветным металлам в 3-й пятилетке. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 2.
- и Елисеев Н. А. Геологическая карта Рудного Алтая планшеты XIII—4 и XIII—5 (Кольвано-Змеиногорск). Сб. Материалы по геологии Рудного Алтая. М.—Л., 1939.
- Громов В. И. Остатки фауны из пещеры Чогарак-Коба (Крым). Бюлл. Ком. по изуч. четверт. периода, 1939, № 5.

- Громов В. И. Остатки фауны из грота Буран-кая (Крым). Бюлл. Ком. по изуч. четверт. периода, 1939, № 5.
- Критический реферат работы Brunner. Eine Glacialfauna usw. из Zs. Dtsch. Geol. Ges. Бюлл. Ком. по изуч. четверт. периода, 1939, № 5.
- Краткий систематический и стратиграфический обзор четвертичной фауны СССР. Сб., посвящ. 50-летию научн. и педаг. деят. акад. В. А. Обручева, т. 2. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- Остатки млекопитающих из четвертичных отложений в бассейне р. Верхней Ангары. Тр. Инст. геогр. Акад. Наук, 1939, вып. 31.
- Остатки фауны из Шапкинских комов в Ленинградской области. Учен. зап. Ленингр. гос. унив., сер. геогр. наук, 1939, № 25, вып. 1.
- Губкин И. М. Задачи нефтяной геологии в третьей пятилетке. Тр. Геол. конфер. Азерб. ССР. Баку, изд. Азерб. фил. Акад. Наук, 1939.
- Жуков В. А., Толстой М. П. и Троянский С. В. Артезианские воды каменноугольных отложений Подмосковной палеозойской котловины. Тр. Всесоюзн. инст. мин. сырья, 1939, вып. 153.
- Жуков М. М. Миграция дельт рр. Волги, Камы и Урала за послеледниковое время. Тр. Сов. секции Междунар. ассоц. по изуч. четверт. периода, 1939, вып. 4, тезисы докладов.
- Результаты изучения четвертичных отложений в Урало-Эмбенском районе. Тр. Сов. секции Междунар. ассоц. по изуч. четверт. периода, 1939, вып. 4, тезисы докладов.
- Раздел «Геологическая карта». Пособие к практическим занятиям по курсу общей геологии. Изд. Моск. геол.-разв. инст., 1939.
- Раздел «Общая геология», Инженерно-геологический справочник, ОНТИ, 1939.
- Новые данные о северной границе распространения апшеронских слоев. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, 1939, вып. 4—5.
- Заварицкий А. Н. Геологический и петрографический очерк Ильменского минералогического заповедника и его копей. Тр. Ильменск. заповедн. М., 1939.
- К вопросу о происхождении железных руд Бакала. Тр. Инст. геол. наук Акад. Наук, сер. рудн. м-ний, 1939, вып. 13, № 2.
- О вулканах окрестностей Мэргэя и их лавах. Сб., посвящ. 50-летию научн. и педаг. деят. акад. В. А. Обручева, т. 2. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- Лавы и связанные с ними горные породы Соммы и Везувия и диаграмма, выражающая особенности их химического состава. Зап. Ленингр. горн. инст., 1939, 12, вып. № 2.
- Геологическая карта Ильменского заповедника. Изд. Всесоюзн. геол. инст., 1939.
- К методике изучения качества железных руд. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 2.
- О названии техническая петрография. Вест. Акад. Наук, 1939.
- О картах прогноза. Вестн. Акад. Наук, 1939.
- и Васнецова О. П. О рисовании шлифов горных пород. Зап. Ленингр. горн. инст., 1939, 12, вып. № 2.
- Зайцев Н. С. О возрасте красноцветных третичных толщ южной части Тургайской впадины. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 3.
- Иванов Б. В. и Жак А. Т. Тиглы высокочастотных электросталеплавильных печей. Огнеупоры, 1939, № 2—3.
- Казаков М. П. и Герасимов П. А. Общая геологическая карта Европейской части СССР, лист 90. Тр. Моск. геол. упр., 1939, вып. 29.
- Калганов М. И. Новокиевское железорудное месторождение. Сб. Орско-Халиловская проблема. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- Промежуточное железорудное месторождение. Сб. Орско-Халиловская проблема. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- Малохалиловское железорудное месторождение. Сб. Орско-Халиловская проблема. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- Каменский Г. Н. Инженерно-геологический справочник. Глава по гидрогеологии. ОНТИ, 1939.
- Влияние строительства канала Москва—Волга на режим грунтовых вод г. Москвы. Сб. Геология для реконструкции Москвы, 1939.
- Определение подпора грунтовых вод при паводке в долине р. Москвы. Тр. Геол. инст. Акад. Наук, 1939, 9.
- Кваша Л. Г. Распределение структур в отливке из сплава диабазы с пикритом. Зап. Ленингр. горн. инст., 1939, 12, вып. 1.
- Келлер Б. М. Фораминиферы верхнемеловых отложений СССР. Тр. Нефт. геол.-разв. инст., сер. А, 1939, вып. 116.
- Колесников В. П. О закономерностях развития замкнутых бассейнов. Доклады Акад. Наук, 1939, 23, № 8.

- Колесников В. П. К систематике сарматских гастропод. Доклады Акад. Наук, 1939, 25, № 8.
- К вопросу о происхождении Каспийских моллюсков. Доклады Акад. Наук, 1939, 25, № 5.
- Коломенский Н. В. Универсальный прибор для определения коэффициентов фильтрации связанных грунтов. Тр. Геол. инст. Акад. Наук, 1939, 9.
- и Приклонский В. А. Методика изучения способности рыхлых горных пород к уплотнению под действием динамической нагрузки. Тр. Геол. инст. Акад. Наук, 1939, 9.
- Константинович А. Э. и Добров С. А. Геологическая карта восточной половины 44 листа. Тр. Моск. геол. тр., 1939, вып. 20.
- Коржинский Д. С. Докембрий Алданской плиты и хребта Станового. Стратиграфия СССР, т. 1. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- Корин И. З. Халиловское месторождение никеля и условия его образования. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 6.
- Костылева Е. Е. К вопросу о химическом составе цирконов. Доклады Акад. Наук, 1939, 23, № 2.
- Кравцов А. И. О происхождении сероводородных минеральных вод Сочи-Мацестинского курорта. Сов. геол., 1939, № 7.
- К вопросу об определении водопроницаемости способом опытной инфильтрации из шурфа. Тр. Геол. инст. Акад. Наук, 1939, 9.
- К вопросу о шахтных водах в Донецком бассейне. Уголь, 1939, № 9.
- Кропоткин П. Н. и Херасков Н. Т. Тектоника северо-востока Азии. Тр. XVII сессии Междунар. геол. конгр., 1939, 2.
- Кротов Б. П. Итоги и ближайшие задачи изучения халиловских железорудных месторождений. Сб. Орско-Халиловская проблема. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- Гнезда в зонах развальцевания как особый тип м-ний хромита в Халиловском районе. Зап. Мин. общ., 1939, 68, № 3.
- Крыжановский В. И. Геологический музей. История развития, структура и будущее строительство. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- Кузнецов Е. А. Геология зеленокаменной полосы Среднего Урала. М. Изд. Акад. Наук, 1939, 248.
- Стратиграфия докембрия Урала. Стратиграфия СССР, т. 1. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- Литвинович Н. В. и Маркова М. Г. Геологическое пересечение Урала по линии — ст. Пашня, город Кушва и Алапаевск. Тр. Моск. геол.-разв. инст., 1939, 13.
- Куплетский Б. М. Стратиграфия докембрия Кольского полуострова. Стратиграфия СССР, т. 1. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- и Ковалева О. И. Опыт радиональной количественно минералогической классификации гранитоидов. Доклады Акад. Наук, 1939, 23, № 6.
- Лабунцов А. Н. Пегматиты северной Карелии и их минералы. Пегматиты СССР, т. 2. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- Лалин В. В. К петрографии продуктов гидратации цементов. Тр. Петр. инст. Акад. Наук, 1939, вып. 14.
- Петрографическое исследование основных мартеновских шлаков по ходу плавки металла. Тр. Инст. геол. наук Акад. Наук, петр. сер., 1939, вып. 20, № 6.
- К минералогии томасовских шлаков. Тр. Инст. геол. наук Акад. Наук, петр. сер., 1939, вып. 20, № 6.
- Лебедев А. П. Петрографические исследования на М. Хингане в 1935 г. Тр. Д.-Вост. фил. Акад. Наук, сер. геол., 1939, 1.
- Лебедев П. И. Подольская чернокитовая формация. Тр. XVII сессии Междунар. геол. конгр., 1939, 2.
- О задачах исследовательских работ по геологии Кавказа. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 2.
- Строеие и возраст земли. Научно-популярный очерк. Изд. Каб. Украин. школ взросл. Наркомпроса, 1939.
- Левинсон-Лессинг Ф. Ю. Проблемы магмы. Статья вторая. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 1.
- Советская петрография в III пятилетке. Наука и жизнь, 1939, № 3, 9—10.
- Левицкий С. Д. Вольфрамовые месторождения Восточного Забайкалья. Месторождения редких и малых металлов СССР, т. 2. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- Леонтьева А. А. Измерение вязкости системы $\text{SiO}_2\text{—B}_2\text{O}_3$ и вычисление энергии активации для стекловидных систем. Журн. физ. хим., 1939, 19, вып. 7, 1020; Acta Physicochim., USSR, 1939, 11, № 2, 257.
- Исследования физических свойств обсидианов в связи с процессом пемзообразования. Тр. инст. геол. наук Акад. Наук, петр. сер., 1939, вып. 5, № 4, 35.

- Ложечкин М. П. Новые данные о химическом составе «медистого золота». Доклады Акад. Наук, 1939, 24, № 5.
- Лучицкий В. И. Щелочные породы Приазовья. Тр. XVII сессии Междунар. геол. конгр., 1939, 2.
- Петрография Крыма. Изд. Акад. Наук, 1939.
 - Стратиграфия докембрия украинского кристаллического массива. Стратиграфия СССР, т. 1. Изд. Акад. Наук, 1939.
 - Воронежский кристаллический массив и район Курской магнитной аномалии. Стратиграфия СССР, т. 1. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
 - Общий обзор докембрия Европейской части СССР, Стратиграфия СССР, т. 1. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- Lutchitsky. General Review of the Precambrian in the U.S.S.R. in Europe. Стратиграфия СССР, т. 1. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- и Минаков М. А. Оловоносность северо-западной части украинской кристаллической гряды. Сов. геол., 1939, 9, № 4—5.
- Макаренко Ф. А. О роли грунтовых вод в образовании пучин на автогужевых дорогах, Тр. Геол. инст. Акад. Наук, 1939, 9.
- Меняйлов А. А. Извержение вулкана Авача в 1938 г. Бюлл. Вулканол. ст. Акад. Наук, 1939, № 6.
- Посещение вершины вулкана Швелуча и его деятельность в 1937—1938 гг. Бюлл. Вулканол. ст. Акад. Наук, 1939, № 7.
 - Макросейсмические наблюдения в Ключевском районе в 1937—1938 гг. Бюлл. Вулканол. ст. Акад. Наук, 1939, № 7.
 - и Набоко С. И. Деятельность некоторых камчатских вулканов в конце 1937 г. Бюлл. Вулканол. ст. Акад. Наук, 1939, № 5.
 - Деятельность камчатских вулканов за I кв. 1938 г. Бюлл. Вулканол. ст. Акад. Наук, 1939, № 6.
 - Деятельность Ключевского вулкана (с 1/IV по 1/X 1938 г.). Бюлл. Вулканол. ст. Акад. Наук, 1939, № 7.
 - и Соловьев Н. А. Деятельность Карымского и Мутновского вулканов (с 18/VI по 30/VI 1938 г.). Бюлл. Вулканол. ст. Акад. Наук, 1939, № 7.
 - и Сосунов Н. Ф. Деятельность Авачинского и Мутновского вулканов (IV—IX 1938 г.). Бюлл. Вулканол. ст. Акад. Наук, 1939, № 7.
 - Деятельность Авачинского и Мутновского вулканов с 1/X по 31/XII 1938 г. Бюлл. Вулканол. ст. Акад. Наук, 1939, № 7.
- Мирилин Г. А. Геологическая изученность СССР и минерально-сырьевая база СССР к 18 съезду ВКП(б), 1939.
- Мирчинк Г. Ф. Четвертичные отложения и связанные с ними образования других систем и задача их изучения. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 2.
- Четвертичные движения правобережной Украины. Тр. Сов. секции Междунар. ассоц. по изуч. четверт. периода, 1939, вып. 4, тезисы докладов.
 - Отчет о командировке в Австрию для участия в работах третьей Международной конференции АИЧПЕ. Тр. Сов. секции Междунар. ассоц. по изуч. четверт. периода, 1939, вып. 4, тезисы докладов.
- Набоко С. И. Газы и температура фумарол Туйлы в 1938 г. Бюлл. Вулканол. ст. Акад. Наук, 1939, № 7.
- Нейбург М. Ф. О девонской флоре северо-восточного Прибалхашья. Доклады Акад. Наук, 1939, 23, № 7.
- Обручев В. А. Докембрий Западного Забайкалья. Стратиграфия СССР, т. 1. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- Докембрий Байкальского нагорья и Средне-Витимской горной страны. Стратиграфия СССР, т. 1. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
 - Докембрий Патомско-Витимского нагорья или Ленского района. Стратиграфия СССР, т. 1. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
 - Докембрий Восточного Саяна. Стратиграфия СССР, т. 1. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
 - Докембрий Анабарского массива. Стратиграфия СССР, т. 1. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
 - Докембрий Таймырского края и Северной Земли. Стратиграфия СССР, т. 1. Изд. Акад. Наук, 1939.
 - Докембрий Енисейского края. Стратиграфия СССР, т. 1. Изд. Акад. Наук, 1939.
 - Докембрий Северо-Восточного Казахстана (Киргизской степи). Стратиграфия СССР, т. 1. Изд. Акад. Наук, 1939.
 - Распространения докембрия в Сибири. Стратиграфия СССР, т. 1. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
 - Важнейшие проблемы геологического изучения Сибири. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 2.
 - О некоторых спорных вопросах тектонической терминологии и тектоники СССР. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 3.

- Обручев В. А. Очередные проблемы геологии в Ленском золотоносном районе. Сов. геол., 1939, 9, № 4—5.
- Знатоки геологии нефти. Некролог И. М. Губкина. Сов. геол., 1939, 9, № 4—5.
- Михаил Антонович Усов (некролог). Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 6.
- Obtscneff W. A. The Precambrian of Siberia. Summary. Стратиграфия СССР, т. 1. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- Овчинников А. М. Проблемы минеральных вод в третьей пятилетке. Сов. геол., 1939, 9, № 7.
- Островский И. А. и Петров В. П. Дисперсия одного флогопита из месторождения Слюдянки. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 1.
- Павловский Е. В. и Цветков А. И. Докембрий Прибайкалья. Стратиграфия СССР, т. 1. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- Пейве А. В. и Смирнов А. Д. Тектоника и фации палеозоя района озера Сон-куль. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 5.
- Петрушевский Б. А. О строении Сарысуйских куполов. Сов. геол., 1939, № 7.
- Структура Тургайской впадины. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 4.
- Артезианский бассейн Мын-булак в Тургайской впадине. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, 1939, № 5.
- и Родин Л. Е. Географическое описание равнины Эшек-анкрен-кыр в Центральных Каракумах. Изв. Геогр. общ., 1939, № 3.
- Попов С. Д. Шлиховой метод. Кн. акад. А. Е. Ферсман: Геохимические и минералогические методы поисков полезных ископаемых. М. Изд. Акад. Наук, 1939, 178—200.
- Преображенский И. А. Оловоносные гранитоиды Борщовочного хребта (Восточное Забайкалье). Тр. Петр. инст. Акад. Наук, 1939, вып. 14, 67—125.
- Пэк А. В. Трещинная тектоника и структурный анализ. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- Рукавишников Ф. И. Материалы и характеристика гранитов Сувундукского массива (Ю. Урал). Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 5.
- Краткое руководство и таблицы для определения минералов. Изд. Свердлов. горн. инст., 1939.
- Саваренский Ф. П. К вопросу определения величины трения и сцепления в связанных грунтах. Тр. Геол. инст. Акад. Наук, 1939, 9.
- Гидрогеология и инженерная геология в Геологическом институте Акад. Наук. Тр. Геол. инст. Акад. Наук, 1939, 9.
- Приклонский В. А. и Коломенский Н. В. Инженерно-геологические условия строительства железнодорожной магистрали Москва—Донбасс на участке ст. Ожерелье-Узловая. Тр. Геол. инст. Акад. Наук, 1939, 9.
- Сауков А. А. Руть в баритах. Доклады Акад. Наук, 1939, 22, № 5.
- Силин-Бекчурин А. И. Краткие итоги инженерно-геологического изучения пород сантона и кампана в районе Донбской плотины. Тр. Геол. инст. Акад. Наук, 1939, 9.
- К вопросу об интермиттенции буровых скважин с газифицирующей минеральной водой. Тр. Геол. инст. Акад. Наук, 1939, 9.
- Смольянинов Н. А. Определитель минералов. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- Сморчков И. Е. Щелочные породы р. Зеравшана в Туркестане. Тр. Петр. инст. Акад. Наук, 1939, вып. 14.
- Старостина З. М. и Красильников Б. Н. О стратиграфии древнего палеозоя левобережья р. Уленты и северной окраины гор Еремен-тау (Казахстан). Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 5.
- Старынкевич-Борнеман И. Д. Об изоморфных замещениях в апатите. Доклады Акад. Наук, 1939, 22, № 3.
- Разложение касситерита сплавлением с бурой и некоторые детали его полного химического анализа. Доклады Акад. Наук, 1939, 24, № 4.
- Степанов П. И. Узлы, пояса и площади с преобладающим угленакплением и их роль в деле изучения угольных месторождений СССР. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 2.
- Очередные задачи науки в области изучения и использования месторождений ископаемых углей СССР. Изв. Акад. Наук, 1939, № 4.
- О применении геофизических методов при изучении угольных месторождений. Вестн. Акад. Наук, 1939, № 2—3.
- Стороженко И. Д. Геолого-минералогическая характеристика вольфрамовых месторождений на Северном Кавказе. Зап. Мин. общ., 1939, 68, вып. 2.
- Хуландойское сурьмяно-вольфрамовое месторождение, Северный Кавказ. Изв. Новочеркасск. индустр. инст., 1939, 5.
- Страхов Н. М. Доманиковская фация Ю. Урала. Тр. Инст. геол. наук Акад. Наук, 1939, вып. 16.
- Теодорович Г. И. О генезисе Ново-Троицкого железорудного месторождения Халиловского типа. Доклады Акад. Наук, 1939, 24, № 3; Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, отд. геол., 1939, 17, вып. 2—3.

- Теодорович Г. И. Пресноводный верхний плиоцен в Орско-Халиловском районе. Сов. геол., 1939, № 4—5.
- К вопросу о расширенной классификации обломочных пород. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 4.
- Новониколаевское железорудное месторождение. Сов. геол., 1939.
- Турцев А. А. К вопросу дегидратации гипса. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 4.
- Файнциммер В. М. К вопросу о методах определения капиллярного давления в рыхлых горных породах. Тр. Геол. инст. Акад. Наук, 1939, 9.
- Федосов А. Е. Физико-механические явления в рыхлых горных породах при усадке и разбухании. Тр. Геол. инст. Акад. Наук, 1939, 9.
- Напряжения усадки в усыхающих грунтах и метод их определения. Тр. Геол. инст. Акад. Наук, 1939, 9.
- Влияние промерзания на прочность грунтов. Тр. Геол. инст. Акад. Наук, 1939, 9.
- Ферсман А. Е. К геохимии и минералогии Крыма. Доклады Акад. Наук, нов. сер., 1939, 25, № 3.
- Геохимия кобальта. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 3.
- Новые данные по геохимии Северного Кавказа. Природа, 1939, № 2.
- Успехи изучения пегматитов гранитной магмы за последние 10 лет. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 2.
- Новые силы в составе Академии Наук СССР. Природа, 1939, № 6.
- Минералогия Крыма. М. Изд. Акад. Наук, 1938; Разв. недр, 1939, № 9.
- Геохимия. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- Геохимические и минералогические поиски полезных ископаемых. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- Фрлова Н. В. Химико-петрографический очерк «сантонских глин» Волго—Дона. Тр. Геол. инст. Акад. Наук, 1939, 9.
- Классификация глинисто- и песчанокарбонатных пород. Сов. геол., 1939, 9, № 7.
- Храмушев А. С. Компрессионные испытания глин как метод геологического исследования. ГОНТИ, 1939.
- Цветков А. И. Докембрий Прибайкалья. Стратиграфия СССР, т. 1. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- и Павловский Е. В. Докембрий Прибайкалья. Тр. XVII сессии Междунар. геол. конгр., 1939, 2.
- Чураков А. Н. История возникновения, задачи и основные проблемы работ геологической части Ойротской комплексной экспедиции (вводная статья). Горный Алтай, сб. 1. Изд. Совета по изуч. произв. сил Акад. Наук, 1939.
- Существует ли протерозой на юге средней Сибири? Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 1.
- Докембрий Дальнего Востока и Восточного Забайкалья. Стратиграфия СССР, т. 1. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- Чухров Ф. В. К минералогии фитоморфоз и ископаемых костей. Тр. Инст. геол. наук. Акад. Наук, 1939, вып. 10.
- О значении полупроницаемых мембран для минерального морфогенеза. Тр. Инст. геол. наук Акад. Наук, 1939, вып. 10.
- Изучение минералогии зоны гипергенеза в рудных месторождениях Центрального Казахстана. Итоги двухлетних работ Центрально-Казахстанской экспедиции, 1939.
- О выветривании ярозитов. Доклады Акад. Наук, 1939, 23, № 3.
- Новые данные о липарите в рудных месторождениях Казахстана. Доклады Акад. Наук, 1939, 22, № 5.
- и Сендерова В. М. Терренгрундит из Успенского рудника в Казахстане. Доклады Акад. Наук, 1939, 23, № 2.
- Шатский Н. С. Орогенические фазы и складчатость. Тр. XVII сессии Междунар. геол. конгр., 1939, 2.
- О движениях и развитии земной коры. Тезисы, Сов. геол., 1939, № 8.
- Об украинском нефтеносном районе. Тр. Нефт. конфер., 1939.
- Щербаков Д. И. Дашкесан как сырьевая база кобальта. Цвет. мет., 1939, № 2.
- Щербина В. В. Окислительно-восстановительные потенциалы в применении к изучению парагенезиса минералов. Доклады Акад. Наук, 1939, 22, № 8.
- Геохимия. М. Изд. Акад. Наук, 1939, 331.
- Юшко С. А. Применение метода отпечатков в минералогии. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1939, № 3.
- Яганова В. Е. Новопетрапавловское железорудное месторождение. Сб. Орско-Халиловская проблема. М. Изд. Акад. Наук, 1939.
- Яницкий А. Л. Новогеоргиевское железорудное месторождение.
- Орловское железорудное месторождение. Сб. Орско-Халиловская проблема. М. Изд. Акад. Наук, 1939.

- Янишевский Е. М. Молибденоносность вкрапленных медных руд Коунрадского месторождения. Сов. геол., 1939, 9, № 10—11.
- и Харитонов М. И. Ауростанское медно-висмутовое месторождение. Сов. геол., 1939, 9, № 4—5.
- Яншин А. Л. О тектонике Северного Приаралья. Доклады Акад. Наук, 1939, № 6.
- Юрские континентальные отложения Урала. Объяснительная записка к геологической карте Урала в масштабе 1:500 000, 1939.
- Юрские морские отложения Урала. Объяснительная записка к геологической карте Урала в масштабе 1:500 000, 1939.
- Третичные континентальные и морские неогеновые отложения Урала. Объяснительная записка к геологической карте Урала в масштабе 1:500 000, 1939.
-