

На основе опыта сооружения PFR фирмы «TNGP» и «BNDC» по заданию УАЭ разрабатывают проекты крупных коммерческих АЭС с быстрыми реакторами CFR электрической мощностью 1300 Мвт. Ожидается, что в 1972 г. последует заказ на головную АЭС такой мощности, а к 1974/75 г. будут размещены заказы на изготовление оборудования и начато строительство реактора CFR. Во всех разрабатываемых проектах в качестве теплоносителя используется натрий при тех же температурах, что и в PFR, применяется интегральная конструкция реактора и окисное, а в перспективе карбидное горючее.

Экономические оценки перспектив развития ядерной энергетики Англии указывают на то, что внедрение быстрых реакторов позволит сэкономить ~500 млн. ф. ст. (по приведенным к настоящему моменту затратам) и решить топливную проблему страны, что особенно важно для Англии, не обладающей собственными ресурсами природного урана. Вместе с тем английские специалисты не рассматривают повышение темпа воспроизводства плутония в качестве главной задачи проектирования быстрых реакторов, доводствуясь величинами времен удвоения порядка 15 лет. Этую позицию можно понять, учитывая масштабы строительства АЭС с тепловыми реакторами (~40 млн. квт к 1980 г.), обеспечивающими плутонием начальный период развития быстрых реакторов, и сравнительно невысокие ожидаемые темпы роста АЭС в дальнейшем (~150 млн. квт к 2000 г.). Удельная стоимость быстрых реакторов, по английским оценкам, близка к стоимости тепловых реакторов.

В отношении проблем безопасности английские специалисты считают, что они решаются для быстрых реакторов так же, как и для тепловых. Учитывая одно из основных требований к АЭС в Англии — строительство их вблизи крупных населенных пунктов, специалисты УАЭ проводят большую работу по ознакомлению энергетиков с техникой быстрых реакторов, чтобы убедить их в безопасности таких установок. С этой же целью выполняются расчетные и экспериментальные исследования «максимальных» аварий, показавшие, что наружный бак и крыша PFR выдерживает аварию, эквивалентную взрыву ~100 кг ТНТ. Конструкция PFR выдерживает также давление паров натрия ~10 атм. Строящийся (PFR) и проектируемый (CFR) реакторы не имеют защитных оболочек. Главная задача усматривается в повышении надежности оборудования, систем управления и защиты, в создании оперативной системы контроля реактора.

Обширные работы развернуты по одной из главных в настоящее время проблем создания быстрых реакто-

ров — изучению распухания сталей под действием быстрых нейтронов. Эксперименты проводятся как на DFR, так и на специальном ускорителе тяжелых ионов переменной энергии в Харуэлле. С помощью ускоренных ионов  $C^{++}$  изучено влияние облучения на стали и сплавы вплоть до доз, соответствующих 400 смещениям каждого атома в решетке (в DFR достигнута интегральная доза  $\sim 40 \text{ смеш/ат}$  (около  $10^{23} \text{ нейтр/см}^2$ ), а в PFR и CFR будет в 1,5—2 раза выше). Эти исследования позволили сделать практически важные выводы.

1. Распухание сталей носит пороговый характер, начинаясь с доз  $6-10 \text{ смеш/ат}$ , а при дозах  $\sim 40 \text{ смеш/ат}$  скорость распухания снижается, стремясь к насыщению.

2. Распухание заметно снижается (при  $<600^\circ \text{ С}$ ) в холоднодеформированных на 15—20% стальях. Максимум распухания сдвигается при этом от  $T \approx 500^\circ \text{ С}$  к  $T \approx 600^\circ \text{ С}$ . Именно такие стали (316 для оболочек тзволов и 321 для шестигранников) и применены в горючем PFR, которое сейчас изготавливается в Уиндскойле.

3. Объемное распухание сталей в горючем PFR не превысит 5% при выгорании 7,5% тяжелых атомов.

4. Высоконикелевые сплавы (нимоник PE-16, 44% Ni, 35,5% Fe, 17% Cr, 3,5% Mo) распухают гораздо меньше сталей (менее 1 об. % даже при дозе облучения  $\sim 250 \text{ смеш/ат}$ ).

Одновременно ведутся поиски и других путей борьбы с последствиями распухания (поворот пакетов на  $180^\circ$ , некоторое увеличение зазоров, охлаждение стенок пакетов ниже  $500^\circ \text{ С}$  и т. д.). Отмечается существенное влияние радиационного крипа сталей на работу топливных сборок.

Для изучения физики быстрых реакторов используется критическая сборка «Зебра» в Уинфриде, развита методика «подгонки» нейтронных констант с помощью макроскопических экспериментов. Там же проведен расчет использования  $U^{235}$  в быстром реакторе, который показал, что такой реактор может быть и хорошим конвертером для выработки и накопления плутония.

Члены делегации выступили перед английскими специалистами с сообщениями о разработке быстрых реакторов в СССР и подготовке к пуску реактора БН-350 в г. Шевченко.

Ознакомление с работами по быстрым реакторам в Англии убеждает в обобщенной пользе дальнейшего развития контактов между специалистами обеих стран, вкладывающих большие усилия в это перспективное направление ядерной энергетики.

В. В. ОРЛОВ

## КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

### Международный геохимический конгресс

В конце июля 1971 г. в Москве проходил Первый международный геохимический конгресс, организованный Академией наук СССР и Международной ассоциацией геохимии и космохимии при участии ЮНЕСКО. В оргкомитет конгресса поступило около 400 докладов из 23 стран. Более половины из них было заслушано и обсуждено; содержание остальных докладов отражено в сборнике тезисов, опубликованном к открытию конгресса.

В соответствии с современным уровнем знаний все внимание участников конгресса было сосредоточено на геохимическом анализе наиболее важных природных процессов и рассмотрении проблем источника вещества, способов его переноса и отложения. Подобная целенаправленность и широта постановки проблем обусловили проведение всей работы не только на пленарных заседаниях, но и на четырех секциях. Первая из них охватила геохимические проблемы магматических про-

цессов, вторая — гидротермальных, третья — метаморфических и четвертая — осадочных. Кроме того, в рамках конгресса были проведены геохимический симпозиум по проблеме «Человек и биосфера», объединенное заседание I и III секций, посвященное проблеме происхождения гранитов, и рабочее совещание гидро-геохимической секции Международной ассоциации геохимии и космохимии.

С развитием космических полетов и после изучения первых образцов лунных пород внимание геохимиков все больше привлекают проблемы происхождения нашей планеты и отдельных геосфер. Основываясь на закономерностях распределения элементов в железных и каменных метеоритах и используя термодинамические константы элементов и их соединений, А. П. Виноградов (СССР) изложил новую гипотезу о разделении строительного материала планет под воздействием высокотемпературных многостадийных процессов еще в плазменном протопланетном облаке как первопричины известной зональности строения Земли. Особое значение в истолковании причин зонального распределения вещества в космическом облаке автор гипотезы придает полиморфизму железо-никелевых сплавов, стабилизирующей роли никеля, входящего в состав сплавов и определяющего состав примесей, и последующей агломерации сконденсированного вещества, сопровождающейся вытеснением из ядерных частей облака силикатных компонентов и концентрацией последних в периферийных оболочках, соответствующих современной мантии. Только дальнейшие процессы эволюции вещества привели к выплавлению земной коры по механизму зонной плавки. Возможность многократного проявления последней под влиянием радиоактивного распада долгоживущих изотопов и приливных течений в неидеально упругом слое верхней мантии показана Е. А. Любимовой (СССР) на основе рассмотрения термической истории Земли.

Представления о химизме среды и физическом состоянии вещества в верхней мантии и глубинных частях земной коры были развиты во многих докладах, характеризующих как результаты экспериментальных исследований, так и итоги геохимического изучения комплексов глубинных ультраосновных пород и условий формирования рифтовых долин на дне океанов.

Экспериментальная оценка условий частичного плавления магмы и эволюции ее состава при давлениях и температурах, соответствующих глубинам порядка 60—100 км от земной поверхности, представлена в сообщении Н. И. Хитарова с сотрудниками (СССР) и в тезисах И. Куширо и др. (Япония). По данным советских исследователей, эволюция основной толеитовой магмы приводит к обогащению расплава кремнеземом и к отделению твердых остатков типа пироксенитов и эклогитов. Японскими учеными показано петрогенетическое значение больших количеств воды во внутренних частях Земли. Среди других сообщений этого направления общий интерес вызвали результаты геохимического изучения эклогитов, о которых доложила Н. Бакун-Чубарова (Польша), и обобщение материалов по бурению дна Тихого океана, представленное в совместном докладе участников экспедиции на судне «Гломер Челленджер» (А. П. Лисицын — СССР, А. Фишер и др.— США).

Участники конгресса уделили большое внимание обсуждению условий охлаждения магматических расплавов (Ф. К. Шипулин — СССР) и формированию гидротермальных растворов, связанных с магматическими процессами и высокотемпературным метаморфизмом.

Важно при этом отметить, что наряду с данными экспериментальных исследований фазовых равновесий при высоких давлениях водяного пара (В. Маршалл — США, Л. Н. Когарко — СССР, Д. Гамильтон и Д. Ноулан — Англия и др.) для истолкования условий кристаллизации расплава и природы гидротермальных растворов в настоящее время широко привлекаются результаты изучения газово-жидких включений (В. Б. Наумов, Н. П. Ермаков, Ф. П. Мельников, В. А. Калужный, С. Д. Малинин — СССР, В. Иомырляну — Румыния, Л. Бауман и др.— ГДР и др.).

А. И. Тугаринов (СССР), обобщивший результаты работ по изучению газово-жидких включений в минералах примерно из 1000 месторождений мира, сообщил, что плотность гидротермальных растворов обычно находится в пределах 0,7—1,0 г/см<sup>3</sup>. Для тех случаев, когда гомогенизация включений происходит в газовую фазу, последняя представлена высокоплотной углекислотой (0,35—0,9 г/см<sup>3</sup>). Гидротермальное минералообразование наблюдается в широком интервале температур 850° С при давлениях в сотни и тысячи бар, что в большинстве случаев превышает величины нагрузок, создаваемых толщей пород. Выпадение минералов из углекисло-водных гидротермальных растворов связывается главным образом со снижением давления углекислоты, обусловливаемым либо дегазацией по тренчевым зонам, либо карбонатизацией вмещающих пород. Обогащение растворов углекислотой, по изложенным А. И. Тугариновым представлениям, благоприятствует обратному процессу — выщелачиванию компонентов из вмещающих пород.

В истолковании истории образования кислородсодержащей атмосферы, определяющей весь ход гипергенных геохимических преобразований, у участников конгресса выявились разногласия, превратившие ряд выступлений в небольшую, но интереснейшую дискуссию. А. В. Сидоренко совместно с В. А. Тепляковым и др. (СССР), принимая богатые глиноземом породы докембрия за метаморфизованные формации кор выветривания, графитовые скопления — за преобразованные вещества органического происхождения, а широкое проявление щелочного метасоматоза — за свидетельство существования соленоносных отложений, и объясняя выявленные в докембрийских породах изотопные отношения серы фракционированием, аналогичным современному, считают, что атмосфера еще 3·10<sup>9</sup> лет назад была кислородсодержащей. По мнению этих ученых, все геохимические факторы в раннем докембрии принципиально не отличались от фанерозойских. В противовес этим представлениям А. Б. Ронов (СССР) на основе систематического изучения разновозрастных пород Русской платформы, Канадского щита и некоторых других территорий, а также анализа ряда геологических процессов и явлений пришел к выводу о существовании значительной эволюции состава атмосферы и океана.

Представлениям А. В. Сидоренко противопоставил свои взгляды и канадский геолог Р. Фолинби. Основываясь на данных прецизионного радиологического датирования и результатах геологических наблюдений, этот исследователь считает, что все архейские (I докембрий, 3,5—2,6·10<sup>9</sup> лет) месторождения сформировались в бескислородной атмосфере. Ураноносные конгломераты Витватерсранда и Блейнд-Ривера, относящиеся к началу II докембра (2,6—2,2·10<sup>9</sup> лет), судя по громадным количествам пирита, содержащего тонкорассеянное золото, образовались в неокислительных условиях. Значительные количества кислорода

в атмосфере появились позже, чем  $2,2 \cdot 10^9$  лет назад, на что указывает образование джеспилитовых формаций, содержащих окисное железо, яшмы и карбонаты.

Для читателей нашего журнала наибольший интерес представляют результаты геохимических исследований процессов, приводящих к образованию значительных количеств урановых минералов или минеральных комплексов, обычно находящихся совместно с ними в единых рудных зонах.

К истолкованию природы источников рудного вещества геохимики в настоящее время широко привлекают результаты изотопных исследований. Однако возможность их применения для определения абсолютного возраста минералов на конгрессе подробно не рассматривалась. Главное внимание исследователей изотопных отношений кислорода, углерода, серы, свинца и других элементов было сосредоточено на решении принципиальных вопросов о происхождении минералов и истории развития геохимических процессов. Экспериментальные исследования, выполненные С. Б. Брандом, Г. С. Плюсниным и др. (СССР), не только подтвердили возможность фракционирования изотопов легких петрогенных элементов при метасоматозе, но и установили, что фракционирование изотопов лития, наибольшее при низких температурах и уменьшающееся с повышением температуры, может быть использовано для построения литиевого геотермометра. Потери радиогенных изотопов аргона и стронция при тепловом метаморфизме древних пород, обусловленном неогеновой интрузией, как показали работы Л. Л. Шанина, И. Б. Иванова и др. (СССР), могут быть весьма значительными. Они создают такие различия в соотношениях изотопов, которые улавливаются в одном кристалле флогопита и дают по калий-аргоновым отношениям возраст для его центральных частей 1750 млн. лет для краевых 10–20 млн. лет. Весьма низкие отношения  $\text{He}^3/\text{He}^4$  в урановых ( $10^{-10}$ ) и высокие в литиевых ( $10^{-5}$ ) минералах, точно так же, как и соответствующие рассчитанные отношения этих изотопов в гранитах и некоторых других геологических образованиях, по мнению Э. К. Герлинга и др. (СССР), подтверждают представление об образовании  $\text{He}^4$  в основном при радиоактивном распаде урана и тория, а  $\text{He}^3$  — в результате ядерных реакций.

В последнее время для истолкования генезиса минералов все больше используется изотопное отношение кислорода. Обобщения, сделанные А. М. Мигдасовым и др. (СССР), показали обогащенность тяжелым изотопом кислорода ювелирных вод и ювелирной углекислоты по сравнению с современной морской водой. В то же время, судя по изотопному составу кислорода древних карбонатных, кремнистых и фосфатных пород, морские воды в прошлом отличались еще меньшей долей  $\text{O}^{18}$ . Четкая приуроченность  $\text{C}^{12}$  к биогенным образованиям и определенное повышение содержания  $\text{C}^{13}$  в преобразованных углеводородах могут быть использованы для решения определенных генетических вопросов (В. С. Лебедев — СССР). К сожалению, работы в этом направлении весьма ограничены.

Исследования Е. К. Лазаренко и Г. П. Мамчур (СССР) свидетельствуют об определенном поисковом значении данных по изотопам углерода. Оригинальность проблемы изотопных отношений углерода состоит в том, что по содержанию  $\text{C}^{13}$  неокисленные формы (графиты) резко отличаются от всех окисленных форм (карбонаты, газы), соответствующих биогенному углероду. Это обстоятельство приводит к выводу (Й. Хёфс —

ФРГ) о первичном небиогенном происхождении восстановленной формы углерода.

Анализ закономерностей распределения изотопов серы привлек внимание советских и зарубежных исследователей. Значение этого направления работ наиболее четко выражено в тезисах представленного В. И. Смирновым (СССР) обобщения результата изучения руд колчеданных месторождений. Среди всех исследованных месторождений им выделены два генетических типа. Первый, судя по данным декрепитометрии, — высокотемпературный ( $200$ – $450^\circ\text{C}$ ) — отличается выдержаным соотношением изотопов серы, близким к метеоритному стандарту. Это соответствует представлениям о непосредственном накоплении сульфидов их первичных глубинных источников, связанных с базальтовой магмой. Второй — низкотемпературный (менее  $100^\circ\text{C}$ ) — характеризуется широкими вариациями изотопов сульфидной серы, что связывается с приповерхностными, в том числе и бактериальными, процессами, сопровождавшимися заметным фракционированием изотопов серы. Ф. В. Чухров совместно с Л. П. Ермиловой (СССР) на основе изучения сульфидных и баритовых конкреций в толще осадочных пород установили, что на разделение изотопов серы оказывает влияние ряд палеогеографических факторов. По представлениям В. А. Гриненко и др. (СССР), сера платформ тяжелее серы геосинклиналей. Последняя близка к метеоритному стандарту.

Изотопный состав серы глубинных зон Земли не может быть установлен объективно, так как отсутствуют критерии для распознавания ювелирной серы (В. И. Виноградов, СССР). Океанические базальты, принимаемые за мантийные образования, по изотопным отношениям серы близки к лунным породам. Океан богаче  $\text{S}^{34}$ , а в метаморфизованных породах относительно высоки содержания  $\text{S}^{32}$ . С метаморфизмом связывается вынос  $\text{S}^{34}$  к поверхности. Молодые осадки в целом богаче  $\text{S}^{34}$ , чем древние. Однако прямая зависимость изотопного состава серы от времени, как показал Г. Нильсон (ФРГ), не устанавливается. В то же время им выявлена некоторая закономерная связь изменений изотопного состава серы с рассчитанной валовой продукцией органического вещества на Земле.

И. Минчева-Стефанова и Вл. Амов (Болгария), а также Д. Ричардс (Австралия) пришли независимо друг от друга к выводу об отсутствии необходимости считать свинец материалом мантийного происхождения. Изотопные исследования на месторождениях Болгарии, Новой Зеландии и Южной Австралии свидетельствуют о тождественности соотношений изотопов серы в минеральных ассоциациях месторождений и в определенных подстилающих более древних петрографических комплексах. Это обстоятельство рассматривается как достаточно веский довод в пользу представлений о происхождении свинца месторождений именно из этих подстилающих пород.

В ряде докладов рассматривалась проблема источника компонентов, образующих породы и руды. По мнению Я. Н. Белевцева (СССР), термальные растворы заимствуют железо, медь, торий и уран из осадочно-вулканогенных и метаморфических пород при их перекристаллизации, растворении или переплавлении в условиях метаморфизма или ультраметаморфизма. А. Л. Лискович и Ю. В. Казицин (СССР), обратившие внимание на вынос из зон щелочного метасоматоза железа, магния, кальция и других элементов, пришли к выводу, что вынос радиоактивных урана и тория происходит при образовании ортоклазовых метасома-

титов по гранитоидам и достигает 2,4—15 г/м<sup>3</sup>. В то же время К. Д. Субботин, Р. А. Хазов и др. (СССР) на основе изучения метасоматических пород в западном обрамлении Русской платформы отмечают присутствие в них не только оловянного, бериллиевого и редкоземельного минеральных комплексов, но и наличие акцессорных минералов урана и тория.

Особый интерес для истолкования условий извлечения, перемещения и отложения компонентов гидротермальными растворами представляют результаты изящных работ, выполненных сотрудниками Института экспериментальной минералогии АН СССР. Моделирование метасоматической зональности (В. А. Жариков, Г. П. Зарайский, Ф. М. Стояновская), развивающейся на контакте карбонатных и алюмосиликатных пород, в присутствии раствора хлористого натрия при температуре 600° С и давлении 1000 кг/см<sup>2</sup> показало, что коэффициент диффузии кремния больше, чем кальция и магния. Последним обусловлена определенная асимметрия зональности. По чистому кремнезему развивается волластонит, а по смеси окислов CaO и MgO — диопсидовая и монтанеллитовая зоны. После замены чистых соединений кальция и магния естественными карбонатами, а кремнезема — гранитоидами общая направленность процессов остается неизменной. С введением в раствор FeCl<sub>2</sub> в составе новообразований определенное место в колонке занял магнетит. Экспериментальные данные не только подтверждают идеи, высказанные Д. С. Коржинским (СССР), но и открывают широкий путь к познанию физико-химических условий минералообразования. При экспериментальном изучении фильтрации растворов электролитов (NiCl<sub>2</sub>, CuCl<sub>2</sub> и др.) через тонкие пластины горных пород, проведенном В. А. Жариковым, Ю. В. Алексиным (СССР), обнаружен постоянный дефицит катиона растворенной соли в фильтрате. Выявленная неэквивалентность концентраций катионов и анионов растворенной соли, изменение кислотности растворов при фильтрации экспериментально подтверждают гипотезу кислотно-основной гидротермальной дифференциации Д. С. Коржинского и показывают, что масштабы последней зависят от плотности, состава, концентрации раствора и характера буферных реакций с вмещающими породами. При исследовании одной из наиболее распространенных систем Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—SiO<sub>2</sub>—KCl+H<sub>2</sub>O (И. П. Иванов и О. Н. Беляевская — СССР) установлено, что в условиях образования высокотемпературных метасоматических пород гранитоидной формации, характерных для многих рудных месторождений, переход калия из раствора в твердые фазы сопровождается либо выделением свободной воды, либо ее поглощением из раствора. Повышение температуры смещает равновесие реакции с выделением воды в область меньших значений pH и активности K<sup>+</sup>.

Из сообщений, характеризующих геохимические факторы образования минералов, наибольший интерес вызвали доклады, имеющие прямое отношение к условиям отложения рудных, в том числе радиоактивных минералов. Используя радиографию образцов, облученных тепловыми нейтронами в ядерных реакторах, И. Г. Берзина и С. М. Кравченко (СССР) показали, что уран является хорошим индикатором кристаллизационной дифференциации магмы. Им обогащаются остаточные фракции — основная масса порфировидных базальтов. Концентрация урана в последней намного выше, чем во вкраепленниках магнетита, апатита и сфена.

В низкотемпературных гидротермальных процессах условия кристаллизации рудных компонентов, как

показано Б. И. Омельяненко (СССР), могут значительно отличаться от условий образования окологильных метасоматитов. Разные метасоматические колонки сочетаются с однотипной рудной минерализацией. Установлена прямая связь между способом отложения настурана и свойствами последнего (В. П. Рогова, А. А. Никитин, и Г. Б. Наумов — СССР). Метасоматические генерации отличаются меньшими параметрами кристаллической решетки (5,38—5,40 Å) и большими кислородными коэффициентами (2,49—2,59). В сферолитовых настуронах, сформировавшихся в открытых полостях, соответствующие величины имеют значение 5,40—5,43 Å и 2,43—2,32.

Для истолкования условий концентрации компонентов все чаще используются процессы взаимодействия растворов с ионообменными минералами, которые, согласно экспериментальным данным (Н. Ф. Челищев — СССР), являются лучшими сорбентами в низкотемпературных условиях. Из органических веществ — концентриаторов германия, галлия, урана и ванадия (С. М. Майская, Л. А. Кодина и В. Н. Генералова — СССР) особое место уделяется лигнину, способному обеспечивать миграцию компонентов при деполимеризации и их сохранение при вторичной концентрации. В то же время ураноносные гидротермы преобразуют графит, и, судя по сообщению Н. Т. Соколовой, З. М. Моториной и М. А. Кремневой (СССР), последний утрачивает около настурана упорядоченность кристаллической решетки, размер его зерен уменьшается.

Процессы концентрации радиоактивных веществ в осадочных комплексах связываются с гидрохимической обстановкой; в свою очередь, закономерности распределения урана, радия и дейтерия служат обоснованием для выделения в артезианских нефтегазоносных бассейнах горизонтов с изолированными водами седиментационной природы и определения позиции зон внедрения разновозрастных инфильтрационных вод (Ф. А. Алексеев — СССР). С границами распространения этих вод А. К. Лисицын (СССР) связывает резкие изменения соотношений окисного и закисного железа, значений параметров Eh и pH, концентрации селена, урана и молибдена в породах водоносных горизонтов. Процессы галогенеза, ведущие к концентрации компонентов в эвапоритовых жидкких и твердых образованиях (М. Г. Валашко — СССР), согласно сообщению М. Даллальо (Италия), в отдельных случаях приводят к скоплениям урана в рассолах.

Прикладное значение геохимических исследований, отмечавшееся во многих докладах, совершенно очевидно из прямой связи распространенности элементов в земной коре с масштабами их накопления в рудных месторождениях (Л. Н. Овчинников — СССР). Изучение закономерностей зонального распределения элементов около гидротермальных рудных тел (С. В. Григорян — СССР) представляет интерес для выработки геохимически обоснованных направлений поисково-разведочных работ.

Международный конгресс явился весьма представительным форумом специалистов-геохимиков. Он способствовал правильному освещению больших достижений советской геохимии, ценному обмену научными знаниями и, несомненно, станет хорошей основой для дальнейших совместных работ ученых Советского Союза и зарубежных стран.

Р. П. ПЕТРОВ