

## ТЕКТОНИЧЕСКИЕ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ ДЕВОНСКОГО ФОСФОРИТООБРАЗОВАНИЯ НА ВОСТОЧНОМ СКЛОНЕ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА

В.П. Шатров

Фосфориты, в принципе, нехарактерный вид минерального сырья для палеозоя восточного склона Урала. Но в 70-80-х годах прошлого века на Полярном и Приполярном Урале были открыты рудопроявления фосфоритов различного генезиса. В основном это два генетических типа – первичные желваково-конкреционные и вторичные – или хемогенно-механогенные фосфориты, связанные с выветриванием фосфатсодержащих толщ.

Наиболее богатыми рудами являются желваково-конкреционные руды Собского рудопроявления в Щучьинском прогибе с содержанием  $P_2O_5$  41 %, связанные с органогенно-обломочными конгломератовидными известняками визейского возраста. Вмещающие слоистые органогенно-обломочные известняки содержат фосфоритовые желваки размером до 7 см, а их содержание в отдельных прослоях достигает 30% [Островский, Костюк, 1985].

В Северососьвинском бассейне на Приполярном Урале впервые рудопроявление фосфатов было открыто тюменским геологом И.Н. Крыловым в 1976 г на р. Арбынье (приток р. Маньи) севернее пос. Усть-Манья (рис. 1, 2). Это

нетрадиционное для Урала фосфатопроявление выявлено совершенно случайно задириковым опробованием глин одного из шурфов при геологической съемке и поисковых работах на девонские бокситы. Оказалось, что материал пробы на 60-75% состоит из карбонат-апатита с содержанием  $P_2O_5$  – 22.29 %.

Позднее нашими работами (они сопровождались проходкой шурфов, опробованием, изучением керна поисковых скважин) установлено, что рудопроявление связано с толщей халотических брекчий полимиктового, существенно вулканомиктового состава [Шатров, 1985, 1987, 1990].

Толща этих брекчий протягивается узкой полосой от р. Маньи на юге до р.р. Лопсия – Нахор на севере, занимая промежуточное положение между основными вулканитами силура на западе и вулканогенно-осадочными и карбонатно-терригенными отложениями нижнего-среднего девона – на востоке. На Арбыньинском участке Сосьвинской экспедицией объединения “Главтюменьгеология” были проведены поисково-разведочные работы с проходкой шурфов и скважин (рис. 2). В нескольких километ-

РУДООБРАЗОВАНИЕ И МЕТАЛЛОГЕНИЯ,  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

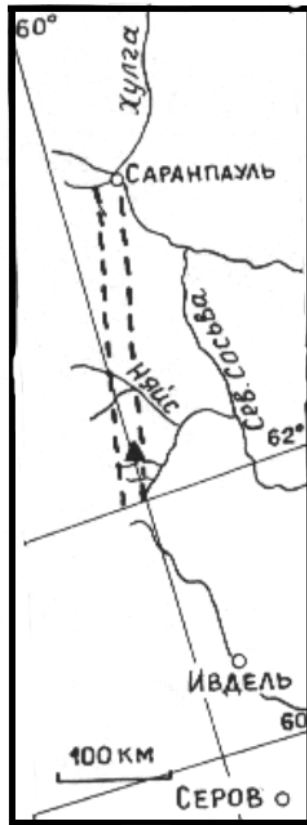


Рис. 1 Обзорная схема восточного склона Приполярного Урала.

Треугольником показано Арбыньинское проявление фосфоритов, пунктирной линией – предполагаемые границы распространения потенциально фосфоритоносных девонских образований.

рах севернее эти породы вскрыты крайней западной скв. 2414 профиля 216, пробуренного при поисках бокситов. Еще севернее обломочная толща обнажается также в береговых уступах р. Лопсии и продолжается далее к северу в бассейн р. Нахор [Шатров, Петрова, 1984].

Породы обломочной толщи являются “материнскими”: продукты их выветривания, как показало опробование, содержат промышленно значимые содержания двуокиси фосфора.

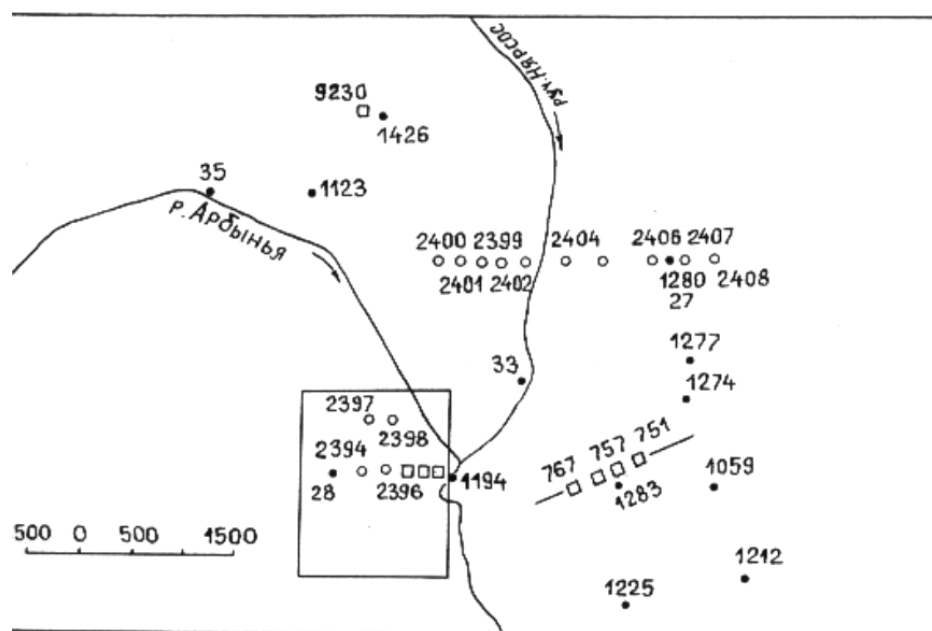
Представлены эти образования переслаивающимися полимиктовыми брекчиями и конглобрекчиями, состоящими из неокатанных и слабоокатанных обломков порфириров, туфов, туфопесчаников, известняков, и содержат прослойки и линзы известняков, вишнево-бурых алевролитов и глинистых сланцев.

Обломки в брекчиях представлены преимущественно вулканитами: различными литокристаллическими и кристаллокластическими туфами, состоящими из обломков пироксен-плагиоклазовых и плагиоклазовых порфириров базальтового и андезито-базальтового состава. Обломочный материал составляет примерно 80% породы, размер обломков варьирует от 0.5-0.7 до 10-15 см, чаще всего 1-3 см. Форма обломков очень разнообразная – изометричная, угловато-изометричная, с неправильными изрезанными контурами, продолговатая. Какой-либо закономерности в распределении обломков не наблюдается.

Под микроскопом это, чаще всего, литокристаллокластические псаммитовые или гру-

Рис. 2. Схема расположения скважин, шурфов и некоторых обнажений Арбыньинского участка.

В контуре – рудопроявление фосфоритов. Остальные условные обозначения на рис. 3.



бые туфы с заметным преобладанием порфирокластов плагиоклаза и пироксена. Далее идут карбонат, хлорит, кварц, магнетит, апатит, эпидот, гематит. Обломки представлены преимущественно пироксен-плагиоклазовыми порфиридами основного-среднего состава, иногда преобладают обломки известняка, реже базальта. Обломки часто гематитизированы и карбонатизированы.

Цемент гидрохимический – хлорит, цеолит, карбонат.

Связующая масса брекчий (20 % объема породы) известняково-туфогенная, состоящая из мелких обломков известняков и вулканитов.

Характерным для нижнедевонских пород является их пестрый красно-зеленый облик: чередование зеленоцветных и красноцветных пород.

Стратиграфическое положение фосфатсодержащей толщи определяется как верхний силур – нижний девон, ближе нерасчлененный. Редкие местонахождения ископаемой фауны найдены несколько восточнее на левом берегу р. Арбыньи в непосредственной близости от восточной границы толщи [Сапельников и др. 1987; Шатров, 1987]. В обломочных известняках обн. 1123 (рис. 2) определены нижнедевонские (лохков) кораллы *Favosites aff. kozlovskii* Sok., *Pseudoamplexus fascicularis* Soshk. Там же, стратиграфически несколько выше в обн. 1194 (устье ручья Нярсос), в толще известняковых конгломератов найдены остатки пражского конодонта *Pandorinellina steinhornensis miae* (Vult.). Ископаемую фауну определяли Сапельников В.П., Мизенс Л.И., Шурыгина М.В., Богоявленская О.В., Милицина В.С., Малахова Н.П., Петрова Л.Г., Шуйский В.П., Черных В.В., Пучков В.Н.

На простирании к северу в скв. 2414 профиля 216 на глубине 76.0 и 86.3-89.3 м встречены обломки органогенных известняков, переполненные члениками криноидей, водорослей, ругоз, мшанок, брахиопод, остракод, тентакулитов. Здесь же найдены фораминиферы *Eerlandia levata* Pron., *Tubeporina gloriosa* Pron., *Parathuramina paulis* Вык., *P. graciosa* Pron., *P. aperturata* Pron., указывающие, по мнению Л.Г. Петровой, на пражско-эмский возраст заключающих их осадков [Шатров, Петрова, 1984].

Непосредственно восточнее (и выше по разрезу) породы толщи сменяются хорошо фаунистически охарактеризованными терригенно-карбонатными и вулканогенно-осадочными по-

родами эмса-эйфеля (рис. 3). На Арбыньинском участке эти отложения представлены переслаивающимися мелкообломочными туфами, туфопесчаниками, туфоалевролитами, глинистыми обломочными известняками, известняковыми конгломератами, глинистыми сланцами, аргиллитами. Часто породы пропитаны глинисто-гематитовым вишнево-бурым цементом, что придает отложениям характерный красноцветный облик.

Фосфатные проявления локализуются в горизонтах выветрелых первично обогащенных фосфором пород и приурочены к участкам с эрозионными и эрозионно-аккумулятивными формами рельефа. Маломощная (до 3.5м) кора выветривания брекчий локального или трещинно-карстового типа имеет зональное строение (снизу-вверх):

а) Горизонт каменного элювия – выветрелые вулканомиктовые известняковые брекчии.

б) Горизонт глинистого структурного элювия – глина светло-серая, желто-серая, с обломками устойчивых пород и с тонкими корочками (скорлупками) фосфорита (фосфатные пеллеты). Это и есть фосфатсодержащий горизонт. Термографический анализ глин указывает на монтмориллонит-гидролюдистый их состав. По результатам рентгеноструктурного анализа установлены монтмориллонит и основной фосфат. Опробование показало содержание  $P_2O_5$  от 11 до 28 %. Содержание  $P_2O_5$  в исходной продуцирующей породе 0.36 – 1.4 %.

Всем образцам глин свойственны довольно высокие содержания фосфорного ангидрита (11-28 %) и низкие – углекислоты (1.36-2.93 %).

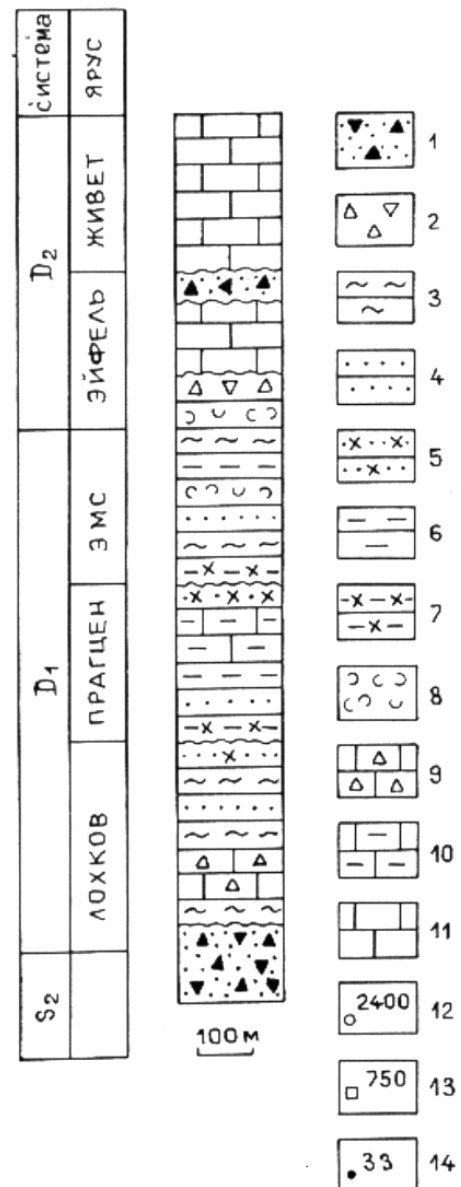
Судя по этим параметрам, фосфатный минерал представлен низкокарбонатным фторкарбонатапатитом (франколитом) или близким к нему фосфатным минералом. Фосфаты Арбыньинского участка напоминают глиноподобный фосфат, который описывают И.И. Гинзбург и И.А. Рукавишникова [Гинзбург, Рукавишникова, 1951] в наблюдавшейся ими на Среднем Урале карстовой полости известняков.

Вероятно, эти фосфаты представляют собой остаточные-инфильтрационные образования, сформировавшиеся в карстовых углублениях, развитых в пределах распространения карбонатно-вулканогенной толщи, содержащей пачки известняков. Первичные фосфаты не найдены, но, вероятно, они присутствуют в продуцирующей материнской породе, о чем свидетельству-

РУДООБРАЗОВАНИЕ И МЕТАЛЛОГЕНИЯ,  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Рис. 3. Сводная стратиграфическая колонка силуро-девонских отложений участка р. Арбыньи.

1 – брекчия и конглобрекчия крупнообломочная полимиктового состава с прослоями и обломками известняка, гематитизированных глинистых сланцев, песчаников, алевролитов, 2 – брекчия крупнообломочная преимущественно карбонатная, 3 – сланцы кремнистые, кремнисто-глинистые, 4 – вулканомиктовые гравелиты, песчаники, алевролиты, 5 – те же породы с известково-глинистым гематитовым цементом, 6 – аргиллиты, сланцы глинистые, известково-глинистые, 7 – те же породы с гематитовым цементом, 8 – туфы преимущественно основного и среднего состава, 9 – известняк обломочный глинистый вишнево-бурый, с прослоями известнякового конгломерата, 10 – известняк серый, розово-серый, вишнево-бурый глинистый, с прослоями известково-глинистых сланцев, 11 – известняк серый, светло-серый массивный водорослевый, часто мраморизованный, 12 – скважины поисково-разведочные, 13 – шурфы, 14 – обнажения.



ют скорлупки темно-серого, возможно, первичного фосфорита с содержанием  $P_2O_5$  28.46 %.

Все известные залежи фосфатного сырья относятся к различным генетическим типам. Фосфориты Арбыньинского участка образовались в результате гипергенной фосфатизации и относятся к эпигенетическим фосфоритам коры выветривания. Месторождения вторичных руд – продуктов выветривания фосфатонесных пород известны во Франции, Бельгии, Марокко, США (Флорида), Казахстан (Каратау), а в России – Среднее Поволжье, Приуралье. Эпохи повышенного фосфатонакопления отвечают периодам интенсивного развития процессов выветривания, и многие ученые связывают накопление фосфоритов с повышенным привносом фосфора из развивающихся на континентах кор выветривания. Первым эту идею, применительно к желваковым и зернистым фосфоритам, выдвинул Н.С. Шатский [Шатский, 1955]. Многие исследователи [Бушинский, 1960 и др.] указывали на связь высоких концентраций фосфора с оолитовыми железными рудами и бокситами.

Повышенное содержание фосфора объясняется также продолжительным временем пребывания материнских пород в континентальных условиях, благоприятных для обо-

гащения их фосфором. Фосфор образует концентрации в эпохи корообразования на платформенной суше и при размыве поступает в бассейн седиментации.

Например, Ашинское месторождение фосфоритов на Южном Урале образовалось в результате химического выветривания слабо фосфатизированных артинских известняков ( $P_2O_5$  0.6-2.2 %), и его формирование происходило в результате выщелачивания карбонатного материала и накопления остаточного фосфата.

Что касается источника фосфора Арбыньинского рудопроявления, то им была древняя кора выветривания, развившаяся в конце силура – начале девона на прилегающей с запада вулканической Северососьвинской суше – под-

нятии, являющимся северным продолжением Петропавловского поднятия с известными месторождениями девонских бокситов СУБР. Широкое развитие в разрезах девона Северного и Приполярного Урала красноцветной седиментации свидетельствует о близко расположенной размываемой суше.

Каждой эпохе фосфоритообразования предшествует эпоха глубокой эрозии, выравнивания горного рельефа, формирование кор выветривания [Холодов, 2003], т. е. эпоха орогенеза. В конечном итоге именно орогенез и его активность определяют накопление терригенного материала в бассейне седиментации. Раннедевонская эпоха на Урале, его западном и восточном склонах, разделенных с начала палеозоя осевым Центрально-Уральским поднятием древних пород, характеризовалась доминирующими вертикальными движениями, периодическим осушением мелководного шельфа и превращением его в денудационную поверхность и зону обширных пенепленов с коро- и бокситообразованием (пражский ярус Северного Урала и СУБР).

Становление СУБР было предопределено тектонической эволюцией в палеозое всего североуральского сегмента Уральского подвижного пояса и вмещающего бокситовый бассейн Петропавловского орогенного поднятия, под которым понимается западная Кумбинско-Петропавловская структурно-фациальная зона (СФЗ) Тагильского прогиба [Шатров, 1975, 2003]. Эта зона в конце силура – начале девона в результате воздымания превращается в тектонически устойчивую платформенную блоковую структуру, в пределах которой геосинклинальные условия уже не возобновлялись.

Фосфаты в первичных фосфатсодержащих отложениях, очевидно, имеют биохемогенную природу. Биогенный фосфат получается за счет раковин криноидей, брахиопод, фораминифер, гастропод, ругоз и другой фауны. Хемогенный – приносится из зоны интенсивного природного выветривания. В этапы высокого стояния уровня моря возобновляется рост рифовых построек. На восточном склоне Урала в силуре и девоне формируется мощная линейная рифовая система, протягивающаяся с перерывами до Щучьинского прогиба. Рифообразование и биос – важные элементы в сложной системе фосфатонакопления (как и бокситонакопления): растворенный  $P_2O_5$  усваивается планктоном, осаждается в донных ловушках, затем

уже в прибрежной зоне или на суше накапливается в коре выветривания.

Наиболее богатыми фосфатными рудами на восточном склоне Урала являются желваково-конкреционные руды Собского месторождения в Щучьинском прогибе, связанные с органогенно-обломочными известняками визейского возраста. Такие органогенно-обломочные глинистые известняки вишнево-бурой окраски широко развиты по всему Северососьвинскому бассейну. Они известны в верхнем силуре, нижнем и среднем девоне. Наибольшим развитием формация брекчеевидных органогенных известняков пользуется в нижнем девоне, слагая иногда значительную часть разреза лоховского яруса. Их мощность 200-500 м. Такие же известняки, но карпинского горизонта эмса, широко развиты севернее в бассейнах Маньи, Лопсии, Нахор.

Судя по геологии Арбыньинского рудопоявления, наибольшие перспективы мы связываем с гипергенными фосфоритами. Рудопоявления этого типа всегда локализуются в областях распространения первично-фосфатных, чаще всего карбонатных пород, но могут быть связаны и с терригенными и терригенно-карбонатными отложениями. В конечном итоге вторичные фосфориты образуются за счет площадного и линейного корообразования на разновозрастном фосфатсодержащем субстрате. Как известно, эпохой интенсивного корообразования на Урале была девонская.

Таким образом, девонский фосфатный бассейн характеризовался продолжительными крайне мелководными и платформенными условиями осадконакопления. Это были эпиконтинентальные бассейны, не имеющие связей с океаном, характеризующиеся теплым и влажным гумидным климатом. Об этом также свидетельствуют широкое развитие рифов и теплолюбивая биота.

Вышеизложенное дает право уверенно предполагать широкое развитие процессов фосфорогенеза в пределах всего восточного склона севера Урала, связанного с девонскими отложениями. В равной степени речь идет как о первичных, так и о гипергенных проявлениях фосфоритов. Находки этого полезного ископаемого на Полярном и Приполярном Урале позволяют нам выделить потенциально фосфоритоносную провинцию, протянувшуюся вдоль восточного склона севера Урала.

## РУДООБРАЗОВАНИЕ И МЕТАЛЛОГЕНИЯ, МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В этой связи необходимо указать на одно очень любопытное издание, которое непосредственно касается описываемой территории и фосфоритов Арбыньинского рудопроявления. Это красочный буклет – “Рудный потенциал Ханты-Мансийского автономного округа. Стратегия и тактика геологоразведочного и горно-рудного производства“ (под редакцией К.К. Золоева и др.) [2001]. На стр. 131 читаем: ”В южной части территории (р. Арбынья) отмечено одно проявление фосфоритов. Руды среднего качества. Проявление не изучалось. Целесообразно провести оценку района в отношении перспектив фосфатного сырья.“

По известным причинам большой авторский коллектив названного издания не знал, что на участке рудопроявления и прилегающей территории Сосьвинской экспедицией сразу после его открытия в 1976 г. были проведены поисково-разведочные работы с проходкой скважин и шурфов. Геологами Крыловым И.Н. и Денисовым А.А. была оформлена заявка на открытие Арбыньинского рудопроявления фосфоритов, которая была проверена независимыми экспертами.

Институтом геологии и геохимии в 1990 г. в Объединение “Главтюменьгеология” была представлена рекомендательная записка по продолжению исследований на бокситы и фосфориты на Приполярном Урале, которая была рассмотрена на НТС Объединения и одобрена. Кроме того, материалы по рудопроявлению давно опубликованы. Таким образом, геологическая изученность и рудопроявления и прилегающей территории для слабо освоенного восточного склона Приполярного Урала находится на достаточно высоком уровне.

*Исследования поддержаны грантом  
“Восточная граница Уральского подвижного  
пояса” программы “Кооперация исследований с  
учеными СО РАН”*

### Список литературы

*Бушинский Г.И.* Древние фосфориты Азии и их генезис. М.: Наука, 1960. 195 с.

*Гинзбург И.И., Рукавишников И.А.* Минералы древней коры выветривания. М.: Изд-во АН СССР, 1951. 705 с.

*Островский Л.Я., Костюк М.А.* Собское рудопроявление фосфоритов. Геология и минерально-сырьевые ресурсы Западно-Сибирской плиты и ее складчатого обрамления. Тюмень, 1985. С. 129-130.

*Сапельников В.П., Мизенс Л.И., Шатров В.П.* Стратиграфия и брахиоподы верхнесилурийских – среднедевонских отложений севера восточного склона Урала. М.: Наука, 1987. 223 с.

*Холодов В.Н.* Главнейшие причины возникновения эпох фосфоритообразования в истории Земли. Материалы. 3 Всероссийского литологического совещания. М.: Изд-во МГУ, 2003. С. 34-35.

*Шатров В.П.* Геологическая позиция и палеотектонические условия образования бокситов Петропавловской зоны Тагильского среднепалеозойского погружения. Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Свердловск: ИГТ УрО РАН. 1975. 29 с.

*Шатров В.П.* Первая находка гипергенных фосфоритов в девонских отложениях восточного склона Урала // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Западно-Сибирской плиты и ее складчатого обрамления. Тюмень, 1985. С. 130-132.

*Шатров В.П.* К геологии Арбыньинского рудопроявления гипергенных фосфоритов на Приполярном Урале // Новые данные по геологии Урала. Информационные материалы. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1987. С. 124-132.

*Шатров В.П.* К геологии Арбыньинского рудопроявления гипергенных фосфоритов на Приполярном Урале // Докл. АН. 1990. Т. 315. № 2. С. 461-465.

*Шатров В.П.* Особенности орогенеза и рифтогенеза Тагильского вулcano-плутонического пояса // Докл. АН. 2003. Т. 391. № 2. С. 239-242.

*Шатров В.П., Петрова Л.Г.* Девон центральной части Северососьвинского бассейна // Новые данные по палеонтологии и биостратиграфии палеозоя Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984. С. 37-49.

*Шатский Н.С.* Фосфоритоносные формации и классификация фосфоритовых залежей // Совещание по осадочным породам. М.: Изд-во АН СССР, 1955. Вып. 2. С. 7-100.