

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р



РЕДКОЛЛЕГИЯ СЕРИИ «НАУЧНО-БИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»
И ИСТОРИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ
ИНСТИТУТА ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ АН СССР
ПО РАЗРАБОТКЕ НАУЧНЫХ БИОГРАФИЙ ДЕЯТЕЛЕЙ
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ:

*Л. Я. Бляхер, А. Т. Григорьян, Б. М. Кедров,
Б. Г. Кузнецов, В. И. Кузнецов, А. И. Купцов,
Б. В. Левшин, С. Р. Микулинский, Д. В. Ознобишин,
З. К. Соколовская (ученый секретарь), В. Н. Сокольский,
Ю. И. Соловьев, А. С. Федоров (зам. председателя),
И. А. Федосеев (зам. председателя),
Н. А. Фигуровский (зам. председателя),
А. А. Чеканов, А. П. Юшкевич,
А. Л. Яншин (председатель), М. Г. Ярошевский*

**Е. М. Безрукова,
А. П. Лисицын, И. О. Мурдмаа**

**Пантелеймон Леонидович
БЕЗРУКОВ**

1909 — 1981



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

МОСКВА

1983

Б40 Пантелеймон Леонидович Безруков (1909—1981). М.: Наука, 1983. 192 с., ил. (Научные биографии).

Книга посвящена жизни и деятельности крупного советского ученого, трижды лауреата Государственной премии, члена-корреспондента АН СССР П. Л. Безрукова.

В ней рассказывается об открытии П. Л. Безруковым одного из крупнейших в мире фосфоритовых месторождений Каратау, о его работах в Закавказье. Описываются деятельность ученого в области морской геологии, результаты экспедиционных исследований, проведенных в дальневосточных морях, в Тихом и Индийском океанах. Подчеркивается большой вклад, внесенный П. Л. Безруковым в изучение минеральных ресурсов Мирового океана.

16.1

Ответственный редактор

академик

А. Л. ЯНШИН

Елена Митрофановна Безрукова,
Александр Петрович Лисицын, Ивар Оскарович Мурдмаа

Пантелеймон Леонидович Безруков

1909—1981

Утверждено к печати Редакцией серии
«Научно-биографическая литература»

Редактор издательства Л. П. Ладчук. Художественный редактор Н. А. Фильчагина. Технический редактор З. Б. Павлюк.

Корректоры Н. С. Биргер, В. Г. Петрова

ИБ № 27166

Сдано в набор 10.12.82. Подписано к печати 29.03.83. Т-04594. Формат 84×108^{1/2}.
Бумага книжно-журнальная. Гарнитура обыкновенная новая. Печать высокая
Усл. печ. л. 10,08. Усл. кр.-отт. 10,29. Уч.-изд. л. 11. Тираж 3900 экз.
Тип. зак. 2353. Цена 1 р. 10 к.

Издательство «Наука» 117864 ГСП-7, Москва, В-485, Профсоюзная ул., 90
2-я типография издательства «Наука» 121099, Москва, Г-99,
Шубинский пер., 10

Б $\frac{1601000000-214}{042(02)-83}$ 128 83-II © Издательство «Наука», 1983 г.

От авторов

Пантелеймон Леонидович Безруков был крупным ученым-геологом, членом-корреспондентом АН СССР, трижды лауреатом Государственной премии СССР, отдавшим геологии около 50 лет жизни. Этот полувековой период его деятельности на передовых рубежах советской геологической науки и практики делится на два этапа: с 1929 по 1946 г. он занимался изучением геологии ряда районов территории СССР, а затем до конца своей жизни — геологией Мирового океана.

П. Л. Безруков пришел в геологию в самый разгар индустриализации страны, когда перед советскими геологами со всей остротой встали вопросы обеспечения минерально-сырьевой базы промышленности. Настойчивый труд полевого геолога-съемщика увенчался крупным успехом — открытием фосфоритового бассейна Каратау. Исследование геологии Каратау вывело П. Л. Безрукова в ряды виднейших ученых-геологов нашей страны. Но как бы важны ни были его работы на суше, главным делом жизни ученого стала морская геология, вся недолгая история развития которой в нашей стране неразрывно связана с его именем. Поэтому, характеризуя научную деятельность П. Л. Безрукова, авторы фактически описывают историю становления отечественной морской геологии. Иначе и не могло быть, ибо П. Л. Безрукову было суждено заложить основы этой новой науки, которую он возглавлял все послевоенные годы ее бурного развития.

Именно в период работ по изучению морей и океанов раскрылись в полной мере талант этого выдающегося естествоиспытателя, его незаурядные организаторские способности. Оставаясь до конца своих дней убежденным геологом широкого профиля, П. Л. Безруков, переходя от изучения сухопутной геологии к океанологии, превратился в страстного путешественника-мореплавателя, открывателя неразгаданных тайн голубого континента. Известно высказывание скифа Анахарсиса: «Существует три сорта людей — живые, мертвые и плавающие по морям».

Море требует от человека полной отдачей сил, и Пантелеймон Леонидович отдался ему всем богатством своей натуры.

Авторы предлагаемой вниманию читателей научной биографии П. Л. Безрукова — Е. М. Безрукова, ученики и соратники его в области морской геологии А. П. Лисицын и И. О. Мурдмаа, в течение более чем 20 лет работавшие под его руководством в Институте океанологии им. П. П. Ширшова АН СССР, вместе с ним плававшие по морям и океанам на борту прославленного научно-исследовательского судна «Витязь». При ее составлении мы основывались главным образом на научных трудах и объективных фактах из жизни и деятельности ученого. Но мы не хотели предать забвению также наши личные воспоминания о Пантелеймоне Леонидовиче. Поэтому в книге описаны некоторые эпизоды из совместных путешествий, события личной жизни, устные высказывания ученого, восстановленные по памяти и не претендующие на документальную точность. Мы считали, что такие отступления позволят представить более полно дорогой нам образ П. Л. Безрукова.

Авторы выражают благодарность А. С. Соколову за помощь в написании разделов о геологических работах в Каратау и в Армении и А. В. Живаго за предоставление карты подводной горы им. П. Л. Безрукова.

Молодые годы и первые шаги в геологии

Пантелеймон Леонидович Безруков родился 2 февраля 1909 г. в Москве в семье инженера путей сообщения. Отец его, Леонид Александрович Безруков, окончил в 1907 г. Петербургский институт путей сообщения. Этот институт в конце XIX и в начале XX в. был одним из наиболее известных в Петербурге высших учебных заведений. Он выпускал инженеров высокой квалификации и широкого профиля, прекрасно подготовленных к практической деятельности.

После окончания института Л. А. Безруков стал работать на строительстве мостов Московской окружной железной дороги, которые строились по проекту известного ученого в области мостостроения Л. Д. Проскуракова. В последующие годы жизни он был начальником службы движения Северного направления на станциях Званка, Вологда и Москва. Леонид Александрович был широко образованным талантливым инженером. Будучи студентом, он посещал лекции на словесном факультете Петербургского университета, где прослушал полный курс истории искусств. Это был человек увлекающийся, прекрасный рассказчик. Леонид Александрович писал остроумные и веселые стихотворения к юбилейным датам, бережно хранимые его друзьями. В семье Безруковых долго сохранялась богатая коллекция гравюр и офортов, собранных Л. А. Безруковым.

Мать П. Л. Безрукова, Маргарита Архиповна Безрукова, преподавала в начальных народных школах Московского учебного округа. Она была человеком необыкновенно скромным и добрым, оказывала большое влияние на подрастающих детей. Пантелеймон Леонидович с неизменной нежностью и грустью вспоминал свою мать, которая много сил отдала воспитанию детей.

В семье было три сына и дочь. Дети росли в доме, где очень любили книги. Шкафы были заполнены ими до отказа. Это были книги для юношества, познавательная научная литература, множество монографий по естество-



**Леонид Александрович
Безруков**



**Маргарита Архиповна
Безрукова**

знанию и истории искусств. Родители старались воспитывать детей дисциплинированными, вдумчивыми, развивали в них чувство долга и любовь к Родине. Очень рано, лет с четырех, сыновья начали читать, и любимыми их писателями стали Дефо, Купер, Майн Рид и др. Самым любимым писателем для Пантелеймона Леонидовича в детские годы был Жюль Верн, книги которого оказали большое влияние на его развитие и формирование вкусов. Мальчик хотел стать географом. Благодаря блестящей памяти он совершенно точно воспроизводил содержание романов Жюль Верна в небольшом кругу друзей в школе-интернате, где он учился.

В молодости, а также в зрелые годы Пантелеймон Леонидович очень любил поэзию. Он знал множество стихов. Увлеченность поэзией Лермонтова привела к тому, что уже в ранней юности он стал писать небольшие стихи, а позже поэмы и шуточные послания, нередко приводящие в восторг многочисленных его слушателей-коллег. В стихах была отражена беспредельная любовь к природе, к труду геолога, к искусству. Юному Пантелеймону были свойственны такие качества, как серьезность, доброта, доверчивость к окружающим, необыкновенная скромность. Он был человеком легко ранимым. Все это делало трудными его первые шаги в жизни.

Начальное образование П. Л. Безруков получил в

Болшевской средней школе Московской области. Учился он хорошо, особенно любил математику и географию.

Уже в школьные годы П. Л. Безруков старался помогать родителям, облегчать их домашний труд. Жизнь в то время была трудной: шла гражданская война. Окончив школу, надо было думать о том, чтобы побыстрее приобрести специальность и помогать семье материально. По семейной традиции следовало бы поступить в техническое заведение, по там надо было бы учиться пять-шесть лет, и Пантелеймон принимает решение: он поступает в Московский промышленно-экономический техникум им. В. И. Ленина на счетно-финансовое отделение. Закончив техникум, Пантелеймон Леонидович в 1927 г. стал работать в конторе универмага.

Работая счетоводом и отдавая свою небольшую зарплату семье, Пантелеймон Леонидович начинает посещать лекции в МГУ на геологическом факультете, где в то время их читали известные ученые А. Д. Архангельский, Г. Ф. Мирчинк, Е. В. Милановский, В. И. Лучицкий и др. Одновременно с посещением лекций в университете П. Л. Безруков окончил курсы коллекторов при Научном институте по удобрениям (НИУ). Этот институт был организован в 1919 г., первым директором его стал Я. В. Самойлов. Задачей института было обеспечение сельского хозяйства страны удобрениями.

Летом 1929 г. НИУ направляет П. Л. Безрукова на полевые работы в Щигровский (Курская обл.) и Моршанский (Тамбовская обл.) районы, где он работает в качестве бурового мастера. В этих районах под руководством геолога Е. В. Орловой проводились исследования фосфоритовых отложений.

С этого времени начинается геологическая деятельность П. Л. Безрукова, которая стала для него второй жизнью. Жить — значит работать: в поле, в институте, дома. Всепоглощающая жажда знаний, исследований, открытий проходит красной нитью через года, десятилетия. Никогда он не будет удовлетворен тем, что сделано. Всегда будет искать что-то новое, непознанное. Он будет подчинять свою жизнь интересам науки. Его жизнь — вечный поиск. Пантелеймон Леонидович говорил, что ему повезло в жизни. Но это «везение» — тысячи километров исхоженных и изъезженных дорог под палящими лучами солнца, под холодными нескончаемыми дождями и колючими изморозьями, это работа в жестокую штормовую по-



П. Л. Безруков в НИУ (1929 г.). Справа налево: П. Л. Безруков, А. Л. Яншин, В. А. Вахрамеев

году и в «ревущих сороковых широтах». Сколько раз он был на краю гибели, но в то же время сколько ярких и счастливых дней он пережил во время проводимых исследований!

Летом 1931 г. П. Л. Безрукову была поручена Институтом по удобрениям первая самостоятельная работа по изучению фосфоритоносных меловых и палеогеновых отложений в бассейне р. Тобол. Необходимость проведения исследований была связана с тем, что систематическое изучение верхнемеловых отложений в указанном районе ранее не производилось, а геологические карты отложений, развитых к западу от р. Тобол, имели сорокалетнюю давность. Работа велась при участии А. Л. Яншина, с которым совершались совместные маршруты по притокам Тобола.

Подготовка к полевому сезону началась зимой в Москве и Ленинграде, где в фондах институтов собирались скудные материалы геологических отчетов и старые карты этого района. Весной начались поисковые работы. Они велись в районе г. Кустаная, в долинах рек Аят, Уй и Тогузак. В своей работе «Верхнемеловые и палео-



**На разведке фосфоритов в Щиграх (Курская область).
Четвертый слева — П. Л. Безруков**

геновые отложения верховьев р. Тобол», посвященной исследованиям в этом районе, П. Л. Безруков делает вывод о широком распространении на Южном Урале мезозойских, главным образом юрских, континентальных отложений. В работе детально освещаются стратиграфия и тектоника изучаемого района. Приводятся профили и разрезы палеогеновых отложений, а также данные по палеогеографии этой территории в палеогене. Работа отличается тщательностью исследования геологических особенностей района, что дает возможность оценить П. Л. Безрукова как квалифицированного и вдумчивого геолога, хорошо разбирающегося и правильно оценивающего все сложные вопросы региональной геологии. Следует отметить необыкновенно ясный и четкий стиль изложения, который позволяет судить о большой эрудиции молодого геолога.

Наличие пятен полезных ископаемых — бокситовых руд — в Примугоджарских степях заинтересовало академика А. Д. Архангельского, который предложил продолжить работы в вышеуказанном районе в 1932 и 1933 гг. Была организована поисковая партия. Начальником ее

был А. Л. Яншин, а геологом — П. Л. Безруков. В задачу поисковой партии входило изучение распространения, состава, стратиграфии и тектоники мезозойских отложений по обе стороны Мугоджар и в бассейне р. Ори. Основное внимание должно было быть уделено поискам в мезозойских отложениях бокситовых руд. Геологическая партия базировалась на небольшой речке у ст. Котыр-тас (к востоку от Мугоджар).

Первым объектом исследования было месторождение бобовых руд Джан-гана, расположенное в 7 км к северу от ст. Котыр-тас в бассейне р. Алабас. Оно было опробовано несколькими шурфами и канавами. Рудное тело (железо-алюминиевые руды) имело небольшие размеры как по простиранию, так и по падению.

Проводились работы по съемке мезозойских и кайнозойских отложений в примугоджарских степях. Работы велись в крайне тяжелых условиях: изнуряющая жара, отсутствие водных источников и большая протяженность пути — до 100 км в сутки и более. Люди очень уставали, но не теряли чувство юмора. П. Л. Безруков рассказывал, как, отправляясь в маршрут, утром онп «заправлялись» ак-туб (белой кашей), а возвращаясь, ели кара-туб (черную кашу).

Закончив съемку восточного подножия Мугоджар, отряд совершил двухдневный маршрут с южной оконечности Мугоджар на Чушкакульскую антиклиналь, где собрал новые данные по стратиграфии мела и палеогена. Путешествие в крайний южный район маршрута дало возможность наблюдать величественные чинки (обрывы) Устюрта, в которых прекрасно прослеживались породы неогена и палеогена. Местность, по которой продвигался отряд, представляла собой выжженную равнину, где встречалось множество змей-щитомордников. Поход по этой степи оказался чрезвычайно тяжелым.

В районе западного склона Мугоджар были изучены пять месторождений бобовых железо-алюминиевых руд. Отряд следовал с севера на юг. На первом месторождении — Каракуль — впервые обнаружили осадочные алуниновые породы. Все месторождения руд, приуроченные к мезозойской красноцветной толще пород, оказались в промышленном отношении неперспективными. Но сам факт распространения бокситовой толщи вдоль обоих склонов Мугоджар был новым и интересным. Кроме мезозойских континентальных отложений, в Примугоджар-

ских степях были изучены морские отложения верхнего мела и палеогена, а также более молодые континентальные отложения.

Начало научных исследований, проводимых П. Л. Безруковым, было положено в Мугоджарах. В 1933—1934 гг. выходят его первые работы в Бюллетене Московского общества испытателей природы [1934:1]¹ и в Трудах НИУ [1934:2, 4]. В 1934 г. выходит его совместная с А. Л. Яншиным монография «Юрские отложения и месторождения бокситов на Южном Урале» [3].

В бассейне р. Ори отряд произвел съемку мезозойских и кайнозойских отложений. Во впадинах древнего послепалеозойского рельефа была обнаружена угленосная толща юрского периода, мощность которой местами достигала 100 м. Затем на р. Аксу в красноцветных отложениях геологами были встречены небольшие месторождения бобовых железняков. В глауконитовых песчаниках палеоцена отмечались морские моллюски и превосходно сохранившиеся отпечатки листьев.

В этот же сезон поисковый отряд исследовал месторождение бобовых бокситов и железо-алюминиевых руд Кызыл-сай, расположенное в 16 км от г. Орска. От г. Орска геологи отправились к р. Губерли и вдоль широтного отрезка Урала провели дополнительную геологическую съемку в районе Хабарнинского серпентинового массива.

Результаты изучения мезозойских отложений и месторождения руд Кызыл-сая в Примугоджарских степях были доложены А. Д. Архангельскому. В 1937 г. вышла вторая монография П. Л. Безрукова и А. Л. Яншина «Юрские отложения и месторождения алюминиевых руд в Примугоджарских степях» [4].

В 1934—1935 гг. Научным институтом по удобрениям и инсектофунгисидам (НИУИФ)² П. Л. Безрукову были поручены поиски фосфоритов хоперского типа на территории между Волгой и Уральским хребтом. Одновременно он должен был выяснить вопрос о присутствии в этой же области датских отложений. Существование последних на Восточно-Европейской платформе достоверно не было известно. Полевые исследования, проведенные на обширной территории, позволили установить, что фосфориты

¹ Здесь и далее в книге так принято давать ссылки на работы П. Л. Безрукова и его же работы с соавторами (год издания и № работы по списку за этот год).

² С 1933 г. НИУ был переименован в НИУИФ.

хоперского типа в районах широтного колена р. Урала и Общего Сырта отсутствуют.

Первым интересным результатом работы было открытие недалеко от небольшого озера Сулу-Куль выходов известняков датского яруса, в которых П. Л. Безруковым были найдены характерная фауна наutilus даникус и многочисленная фауна морских ежей, позднее определенных в Москве М. Б. Баярунасом. Одна область распространения известняков датского яруса была установлена на территории от широтного течения р. Урала между верховьями р. Утвы на востоке и бассейном оз. Челкар — на западе. Другая область распространения осадков датского яруса — западная часть Общего Сырта, расположенная в бассейне рек Деркул, Бол. Узень, Чижа 1-я и Чижа 2-я. Отряду удалось обнаружить и проследить на протяжении свыше 350 км палеонтологически охарактеризованные отложения датского яруса.

Полевые исследования, проведенные в 1934—1935 гг. П. Л. Безруковым, выявили широкое распространение осадков датского яруса на территории левобережья р. Урала (между верховьями Утвы и бассейном оз. Челкар) и в западной части Общего Сырта. На всей этой территории датские отложения залегают на верхнесенонском мелу (с перерывами), содержащем фауну белемнитом, причем в западных частях исследуемой области следы перерыва выражены более резко. К востоку от меридиана Аральска датский ярус представлен преимущественно мелоподобными мшанковыми известняками. На Общем Сырте известняки замещаются сначала слабокремненными мергелями и мергелистыми глинами, а на западе (Меловой Мар) — кварцевыми песками. Фауна датского яруса состоит из морских ежей, многочисленных брахиопод, мшанок, кораллов, наutilusов, устриц и других моллюсков. На левобережье р. Урала нижесызранские отложения ложатся на датский ярус с размывом, в связи с чем его мощность колеблется от 0 до 5 м. На Общем Сырте, где мощность датских отложений достигает 15—18 м, местами намечается постепенный переход от этих отложений к нижнесызранским опокам, чем подтверждается принадлежность последних к монскому ярусу.

Анализируя литературные данные по соседним районам, П. Л. Безруков приходит к заключению, что к датскому ярусу следует отнести отложения так называемого хоперского горизонта (бассейн р. Хопра и окрест-

ности г. Вольска). Аналогичные отложения встречаются в окрестностях г. Обояни и в некоторых местах западного подножия Урала. В южной части Прикаспийской впадины датские отложения, по-видимому, имеются на оз. Баскунчак и в низовьях Эмбы. У западной окраины Восточно-Европейской платформы датские мергели с богатой фауной открыты на территории Польши. Были сделаны следующие палеогеографические выводы: в конце верхнего сенона на платформе имели место поднятия, обусловившие резкое сокращение площади мелового бассейна. В датское время море, несколько расширив свою акваторию, занимало значительную площадь южной части платформы от Урала на востоке до Волги и Хопра на западе. В центральной части этого бассейна отлагались чистые известняки, ближе к окраинам — кремнистые мергели и глины, вблизи берегов — песчанистые опоки, глины и кварцевые пески, а в отдельных полузамкнутых лагунах — железняки и пластовые фосфориты. П. Л. Безруков приходит к выводу, что датское море заходило также в пределы Днепровско-Донецкой и Причерноморской впадин и через одну из них, возможно, соединялось с бассейном Польской мульды. После отложения датских слоев на платформе имела место вторая фаза поднятий, в результате которых датские породы в ряде районов были смыты. Проявления фаз поднятий не везде отличались одинаковой интенсивностью, и местами процесс осадкообразования не был нарушен, например в некоторых районах Общего Сырта, в бассейне Хопра, на территориях Польши, Крыма и Кавказа.

Глубокой осенью экспедиция добралась до г. Уральска, где началась не менее интересная работа по разборке образцов и ископаемой фауны с последующей отправкой их в Москву.

В г. Уральске экспедиция разделилась на два отряда: один отряд отправился на главную базу НИУИФа на ст. Саракташ на подводе с двумя лошадьми и всем небольшим экспедиционным оборудованием, а другой, в котором был П. Л. Безруков, — на грузовике до ст. Бузулук и поездом до Соль-Илецка, через Оренбург на ст. Саракташ. На станцию прибыли поздно вечером, ехали через село в темноте, заблудились. Когда же подошли к дому базы, ворота оказались открытыми и в них на подводе въезжал А. Л. Яншин, с которым не виделись весь сезон работ. Затем к воротам подъехала другая часть отряда. Так

случайно одновременно собрались все сотрудники отрядов, которые в экспедиционное время были разделены друг от друга сотнями километров Оренбургской степи.

В октябре П. Л. Безруков отправляется с коллектором в район ст. Эмба и в окрестности ст. Переволоцкая. Обе поездки представляли собой отдельные звенья в проведении более широкой работы, посвященной изучению стратиграфии и фосфоритонности смежных слоев верхнего мела и палеогена в юго-восточном районе Европейской части СССР.

Основная цель первой поездки — выяснение стратиграфического положения, возраста и фосфоритонности эмбенской свиты, второй — ознакомление с белыми фосфоритами в кровле мела близ пос. Чесноковского на р. Урале.

В районе ст. Эмба отряд обследовал обнажения по берегам р. Эмбы от выхода ее из Мугоджарских гор до бывшего «Эмбенского поста», а также низовья оврагов, впадающих в нее. При изучении окрестностей пос. Чесноковского был открыт ряд фосфоритовых горизонтов, которые удалось опробовать небольшими разведочными работами (пройдено 13 небольших шурфов и расчисток); для площади около 100 км² была составлена схематичная геологическая карта.

Результаты геологических исследований 1934 г. были опубликованы в нескольких статьях: «О геологическом строении степных пространств к юго-востоку от г. Уральска» [1936 : 3], «Новые данные о геологическом строении северной части Урало-Эмбенской области» [1936 : 4], «Датский ярус Восточно-Европейской платформы» [1936 : 1] и в статьях о фосфоритонности Примугоджарских степей и района ст. Переволоцкая [1937 : 5].

Весной 1935 г. П. Л. Безруков был командирован в комплексную экспедицию ВИМСа и НИУИФа для изучения распределения ванадия в мезозойских угленосных отложениях Южного Урала. Начальником экспедиции был П. Л. Безруков, научным руководителем — В. А. Зильберминц. Маршрут исследователей проходил вдоль западного склона Урала через Оренбург до Стерлитамака. Были обследованы выходы угля на Сакмаре, Белой и Ермолаевском бурoughольном месторождении. Экспедиция посетила Ишимбаевское нефтяное месторождение, а затем повернула на юг и юго-восток в сторону Залаира, к бассейну р. Тапалык на восточном склоне Урала.

Полевые работы часто бывают чреваты неожиданностями, опасностями. Об одном из таких случаев, который мог кончиться трагично, рассказывал в своем дневнике П. Л. Безруков, вспоминая путь отряда при пересечении передового хребта Западного Урала южнее Мракова. «Дорога, которую нам указали, имела колею и круто поднималась вдоль склона горы. В. А. Зильберминц ушел вперед, за ним вели под узцы двух лошадей, тянувших фургон. Я шел за фургоном, а сзади двое участников отряда вели третью, запряженную в легкую повозку лошадь. Когда мы достигли середины подъема, я увидел, что лошади устали, и стал подумывать, где бы остановиться для отдыха. И вдруг неожиданно увидел, что фургон пошел по дороге вниз навстречу мне по наклонной плоскости. Все случилось в считанные секунды. Инстинктивно я попытался задержать фургон, который не набрал еще большой скорости, но из-за веса его не мог оказать ему ни малейшего сопротивления. Тогда я решил отскочить в сторону, но было уже поздно: фургон наехал на меня, и я оказался под ним. Удар в бок, по голове... Мелькнула мысль — это конец! Но, к счастью, я упал вдоль оси фургона, и он прошел надо мною, только слегка задев меня осевыми гайками. А сзади идущие сотрудники видят, что я лежу под фургоном, он продолжает катиться вниз и должен наехать на подводу и вместе с ней свалиться в пропасть! Но помогла колдобина, в которую попало колесо фургона, и он развернулся поперек дороги и остановился на краю обрыва. Я медленно поднялся. Голова кружится, но чувствую, что жив!» Нельзя было брать тяжелую подводу для работы в горах. Позже выяснилось, что дышло, к которому были пристегнуты лошади, от толчка по неровной дороге отошло (выскочил болт от фургона), что и привело к аварии.

Экспедицией было изучено 32 угольных месторождения, большинство из которых представляло несомненный интерес, главным образом благодаря почти повсеместному присутствию в золе углей тех или иных количеств ванадия, а также других ценных металлов (хром, никель, кобальт и германий).

Вернувшись с Южного Урала, после отчета о проделанной работе П. Л. Безруков просит руководство геологического сектора НИУИФа о командировке на Общий Сырт в район ст. Озинки, расположенной на железной дороге между Саратовом и Уральском. В 1927 г. геологом

Г. Н. Каменским в районе этой станции были обнаружены предположительно отложения датского возраста. Изучение их представляло для Безрукова большой интерес в связи с ранее производимыми работами на р. Урале. При обследовании района ст. Озинки и холмов Общего Сырта была собрана богатая фауна морских ежей и моллюсков, подтверждающих принадлежность этих отложений к датскому ярусу. А в одном из пройденных шурфов удалось вырезать в качестве «документа» монолит мергелистой глины, в нижней части относящейся к датскому ярусу, а в верхней — к сызранскому с отчетливой градацией между ними. Всего в Общем Сырте П. Л. Безруков провел две недели, которые дали обильный и интересный материал, на основе которого была написана статья «Датские отложения Восточно-Европейской платформы» [1937:1].

П. Л. Безруков высказывал мнение, что отложения датского яруса следует относить не к верхнему мелу, а к палеогену. С того времени прошло много лет, но вопрос о границе мела и палеогена до сих пор остается дискуссионным и в геологической литературе не получил окончательного решения.

Весной 1936 г. НИУИФ направил П. Л. Безрукова в Башкирию на западный склон Урала для изучения фосфоритоносности артинских отложений. Принятие решения об исследовании последних было вызвано тем, что при камеральной обработке материала, собранного партией Востокнефти на Стерлитамакских горах-одиночках, были найдены высокопроцентные нежелваковые фосфориты.

Из Москвы в Уфу выехала группа сотрудников НИУИФа, где знакомились в фондах Геологического управления с отчетами по районам будущих работ. Затем небольшим отрядом направились на Стерлитамакские шиханы — цепочку отдельных небольших холмов, сложенных рифовыми известняками нижней перми. Мощность фосфоритовых пластов в шиханах резко колебалась, а простирание было так невелико, что практического значения они не имели. На ст. Вязовая участники экспедиции пересели в поезд, направляющийся в Белорецк. Поезд медленно шел по извилистой дороге, огибающей горные гряды, покрытые хвойными лесами, то поднимаясь вверх по склону, то резко опускаясь вниз. Особенно величествен был хр. Зигальга, сложенный докембрийскими кварцитами и поросший высокими стройными елями. На закате дня леса выглядели сказочно красивыми, в них было столько пер-

воздушной красоты и величия, что участники отряда, как замороженные, не могли оторвать глаз от дивной картины. Севернее г. Белорецка отряд произвел восхождение на гору Ирмель. Дальше путь экспедиции лежал к долине р. Юрюзань, в береговых обрывах которой были исследованы отложения верхнего мела, карбона и нижней перми. Наблюдались также выходы горючих сланцев, самовозгорающихся где-то на глубине, которые в месте выхода теплового потока образовывали грязевые ванны, использовавшиеся местным населением как лечебные. Перебравшись на р. Ай, отряд обнаружил близ пос. Никитино в карьере глауконитовые пески верхнего сенона с характерной фауной — двустворчатыми моллюсками. Это была первая находка пород верхнего мела на Уфимском плато.

Из Красноуфимска после встречи с прибывшим из Москвы профессором А. В. Казаковым, обсудив дальнейший план совместного маршрута, отправились в с. Арти, которому обязан своим названием артинский ярус.

В с. Арти купили лодки и поплыли на них по р. Уфе, изобилующей перекатами, где приходилось тянуть лодки волоком. По берегам реки изучали обнажения пермских пород. В конце лета П. Л. Безруков поехал в г. Свердловск. Работая в геологических фондах, он в одном из отчетов нашел указание о содержании фосфора в палеогеновых марганцевых рудах известного Марсятского месторождения и решил посетить его. В карьере можно было видеть разрез толщи марганцевых руд. В основании пластов руд был обнаружен слой фосфоритных желваков, который ранее не был известен.

При знакомстве с послепалеозойскими отложениями Уфимского плато Пантелеймон Леонидович обнаружил в Красноуфимском районе поверх так называемых «верхнетретичных» осадков несколько небольших по площади отложений верхнего мела и тем самым окончательно смог доказать принадлежность к мезозою если не всей, то значительной части до сих пор проблематичной толщи пород. Результаты проведенных работ были изложены в статье «К открытию мезозойских отложений на Уфимском плато» [1938:1].

По намеченному плану надо было посетить г. Соликамск. Цель поездки состояла в том, чтобы познакомиться с кернами глубинных буровых скважин, которые прошли весь кургунский и артинский ярусы. По разрешению главного инженера Калининского комбината т. Глушко было реше-

но отобрать ряд образцов верхнеартинских пород для последующего анализа их в лабораториях Москвы на содержание фосфора и для сравнения их с фосфатными породами стерлитамакских отложений.

Научные результаты полевого сезона 1936 г. были приведены в трех статьях, опубликованных в Трудах НИУИФа за 1937, 1938 и 1941 гг. [1937:2; 1938:1; 1941:2]. Некоторые данные были использованы при написании, по предложению И. И. Горского, пояснительной записки к «Геологической карте Урала» (масштаб 1 : 500 000) [1939:1], опубликованной ВСЕГЕИ.

Результаты исследования артинских фосфоритов западного склона Урала были доложены П. Л. Безруковым в 1937 г. на Башкирской геологической конференции в г. Уфе.

Открытие и исследование фосфоритового бассейна Каратау

Одним из главных этапов многогранной научной деятельности П. Л. Безрукова можно считать открытие и исследование крупнейшего в нашей стране Каратауского фосфоритового бассейна.

Более 35 лет работает горно-химический комбинат Каратау, объединяющий сейчас несколько крупных рудников. На любой географической карте обозначены города Каратау и Жанатас — центры фосфоритной горной промышленности, соединенные железнодорожной веткой с г. Джамбул. В Южном Казахстане и Средней Азии построен ряд крупных заводов по переработке каратауских фосфоритовых руд. Эти заводы производят для сельского хозяйства страны ежегодно миллионы тонн фосфатных удобрений. Кроме минеральных удобрений, на заводах производятся разнообразные виды продукции, извлекаемые из фосфатных руд.

П. Л. Безруков в своем дневнике писал: «В то время, когда я начал вести первые поисковые работы на фосфориты в Каратау, район был пустынным, кое-где встречались небольшие аулы, где жили казахи, а таперь возвышаются огромные корпуса заводов и фабрик, и приятно сознавать, что в освоении минеральных богатств Каратау вложена крупица моего труда».

Что же послужило основанием для поисков в горах Каратау фосфоритовых месторождений?

Летом 1936 г. при изучении литологических материалов, собранных в 1935 г. геологом И. И. Машкарой, обратил на себя внимание образец темной породы, который был найден в северо-восточной части хр. Каратау. Образец был прислан на анализ в химическую лабораторию Казгеолтреста (г. Алма-Ата). Анализ показал высокое содержание в нем глинозема — 73,68%, что и позволило И. И. Машкаре интерпретировать эту породу как богатую алюминиевую руду. Была подана докладная записка об открытии в Каратау бокситов, причем в ней указыва-



П. Л. Безруков (1940 г.)

лось, что химический анализ выполнен под личным наблюдением автора. Докладная записка была переслана в Москву в Главное геологическое управление и вызвала большой интерес. Присланный одновременно с этой запиской образец темной породы был направлен в ЦНИГРИ для проверочного анализа. Результат анализа оказался неожиданным: «алюминиевая порода» содержала всего 1,13% (!) глинозема и 33,1% фосфорного ангидрида, т. е. представляла собой высококачественный фосфорит нежелвакового типа. Это открытие привлекло к себе внимание геологов. НИУИФ включил в свой план работы на 1937 г. проведение в горах Малого Каратау геологопоисковых работ. Директор института академик Э. В. Брицке поручил провести эти работы П. Л. Безрукову. Следует отметить, что информация о нахождении фосфоритов поступала в НИУИФ из разных районов Советского Союза почти ежегодно. Проверка этих сведений далеко не всегда оправдывала возлагаемые на них надежды. В случае с породой из Казастана из-за ограниченности сведений, весьма разноречивых, не было уверенности в том, что в Каратау могут находиться промышленные месторождения фосфоритов. Поэтому сведения, полученные Пантелеймоном Леонидовичем для поисковых работ, были весьма скудными, а срок работ определен в 3 месяца. Небольшой период вре-



**Поисковые работы в Казахстане. Палатка П. Л. Безрукова
в Каратау**

мени ушел на камеральную подготовку: знакомство с многочисленной литературой и фондовыми отчетами по геологии района хр. Малого Каратау. Большую помощь своими советами в отношении организации геологических работ в районе Каратау оказал геолог В. В. Галицкий, работавший в течение нескольких лет на Большом Каратау.

Ознакомиться с образцом темной породы Пантелеймону Леонидовичу не пришлось, но он не сомневался в том, что не пропустит фосфориты в поле и определит, фосфорит это или боксит.

К концу апреля подготовка к полевым работам была закончена, и 2 мая П. Л. Безруков и студент Московского нефтяного института Н. Цитенко выехали в Казахстан. В Соль-Илецке к ним присоединился переводчик и рабочий Ташим Байчужинов, спутник многих прежних экспедиций. Через четыре дня маленький отряд прибыл в г. Джамбул (быв. Аули-Ата).

Купив пару хороших киргизских лошадей, а также небольшую телегу и нагрузив ее геологическим оборудованием, отряд направился на северо-восток от Джамбула к отрогам Малого Каратау. Хребет Каратау — крайний се-

веро-западный отрог горной системы Тянь-Шапя. Хребет Малый Каратау простирается параллельно хр. Большой Каратау в северо-западном направлении.

Породы нижнего палеозоя Малого Каратау, к которым приурочены фосфориты, появляются на поверхности в 80 км от Джамбула, за впадиной пресного оз. Бийликоль, и простираются в виде нескольких параллельных полос (блоков) примерно на 120 км.

Поисковые работы начались в середине мая, когда склоны холмов и гор были покрыты зеленой травой и яркими цветами мака. Любуясь окружающим ландшафтом, маленький отряд не знал еще, что идет на штурм подземных кладовых, заключающих в себе огромные запасы «камня плодородия». Позже П. Л. Безруков писал в своих стихах:

Мы знать не могли, что сулят нам скалистые гряды,
Несметные залежи руд иль обманчивый миф...
Найдем ли хотя бы Актюбу мы в виде награды
Иль скромно вернемся с пустым рюкзаком в НИУИФ.
Но вот перед нами открылась долина Кароя.
Кембрийские сланцы... Контакт доломитовых плит...
И вдруг, как медведь посреди комариного роя,
Меж груды обломков чернеет внизу фосфорит.

Геологи медленно продвигались по долине Малого Кароя, лежащей между двумя грядами тамдайских доломитов — Бултуку и Актау. В районе речек Тамда и Коктал на контакте доломитов и песчаников были обнаружены слои черных пластовых фосфоритов. Обследовав эти выходы пластов на поверхность, отряд направился по р. Каршабанты, где также обнаружил маломощные пласты фосфоритов, не имеющих промышленного значения. Продолжая продвигаться по долине Малого Кароя, выявили еще ряд фосфоритных месторождений. Одно из них, расположенное в замкнутой долине (антиклинальной складке), в хр. Актау, получило название Джилан (по-казахски джилан — змея): здесь исследователи были атакованы большим количеством змей.

Более интересными оказались выходы пластов в небольшой антиклинальной складке, обнаруженной в 1 км к северо-востоку от Малокаройской долины. Здесь мощность пластов фосфорита достигала 3—40 м, и, судя по общему виду, они были более богаты фосфорным ангидридом. Это месторождение решили назвать Тьесай (вер-

блюд) — на склоне балки увидели пасущихся верблюдов. На обследование участка ушло несколько дней. Произвели небольшую расчистку и определили приблизительно его площадь. Затем при маршруте через доломитовую гряду Актау, параллельную Малокаройской долине, было открыто месторождение фосфоритов Аксай. Оно было плохо обнажено, и его нельзя было изучить без значительного объема земляных работ. Средств на проведение указанных работ у отряда не было, поэтому оценку месторождения П. Л. Безруков отложил на более позднее время.

Несколько маршрутов было сделано в долину р. Большой Карой, где фосфоритовые руды не были найдены. Возвратившись в Малокаройскую долину, поисковая партия достигла горы Джетымал, у подножия которой разбили лагерь. Ежедневные маршруты производились по радиальным направлениям от палаток, расположенных у горы.

Во второй половине июня стоянка отряда была организована в долине р. Беркуты, где были встречены обнажения мощных пластов фосфоритов и черных кварцитов. Последние так накалялись на солнце, что к ним невозможно было притронуться. Малокаройская долина замыкалась за р. Беркуты, а в следующей за нею долине было обнаружено наиболее крупное фосфоритовое месторождение, названное Коксу по названию речки, пересекающей это месторождение. Мощность фосфоритной толщи здесь достигла 50 м, а общая мощность пластов фосфоритов — более 12 м. В этом районе было открыто также несколько небольших месторождений, в том числе Акджар.

Маршрут экспедиции проходил по малонаселенным местам. На р. Беркуты был встречен небольшой аул, а на р. Коксу — лишь несколько зимовок. Нагромождение скал, палящее солнце... Ни дерева, ни куста, где можно было бы немного передохнуть от душающей жары. Вдали иногда мелькало стадо архаров или джейранов, и опять бесконечная тишина, даже птиц не было слышно. Однажды отряду повезло: к палатке вечером подошел казах и принес небольшого кабана. Был устроен роскошный ужин.

В начале июля была получена телеграмма, в которой указывалось, что химическими анализами подтверждается высокое качество фосфатных руд. А еще через некоторое время прибыл из Москвы главный инженер геолого-

разведочного отдела института Б. М. Гиммельфарб. Пантелеймон Леонидович вместе с ним объехал все месторождения, открытые на данном этапе работ. Б. М. Гиммельфарб сообщил, что в институте открытие фосфоритового бассейна произвело большое впечатление и рекогносцировочному отряду выделяются дополнительные средства для продолжения геологопоисковых работ. П. Л. Безруков посвятил открытию месторождений в Каратау несколько стихотворений. Вот отрывки из одного из них:

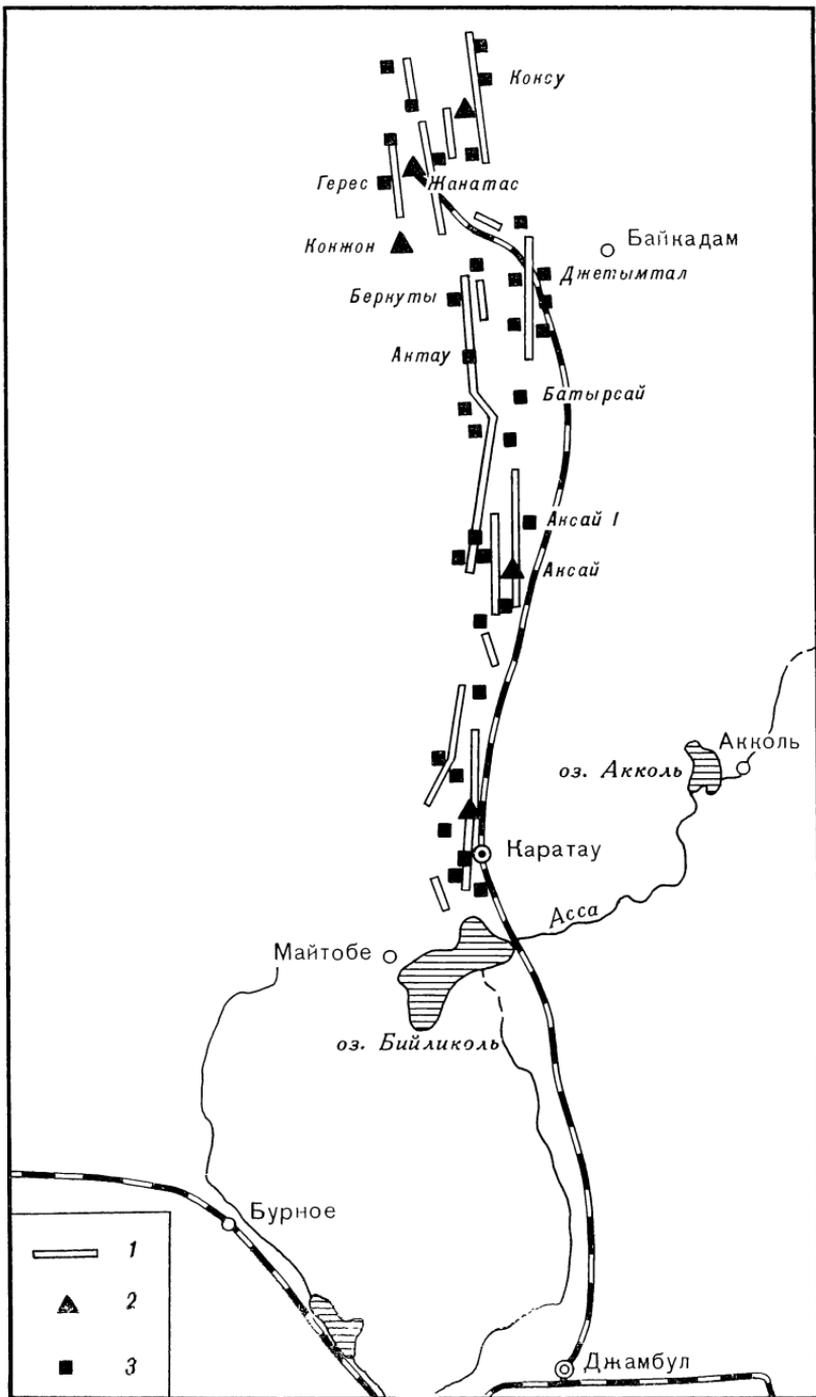
Близ подножий вершин Алатау зубчатых,
На границе безводной Голодной степи,
Был в горах Каратау, веками заклятых,
Фосфорит у природы прикован к цепи.

.
Здесь в кембрийское время, на грани столетий,
Волны моря кидались вперед и назад,
И на дно равномерно, впервые на свете,
Осадились огромною массой фосфат.
Долго в недрах лежали слои фосфоритов...
В складках мяло их, рвал их безжалостный сброс,
Прорывало горячею магмой гранитов...
Фосфорит сверху снова слоями сброс.

В августе группа рабочих под руководством прибывшего из Москвы прораба произвела расчистку обнажений и проходку канав на месторождении Коксу, а затем Учбас, расположенных в той же Коксуйской продольной долине. На участке Коксу было добыто 1,5 т фосфоритовой руды для технологических опытов. В сентябре разведочная группа отправилась в Алма-Ату для доклада правительственным органам Казахской ССР об открытии каратауских фосфоритов.

В 1938 г. П. Л. Безруковым был сделан доклад в НИУИФе и сдан отчет в дирекцию об исследовании фосфоритов северо-восточной ветви хр. Малый Каратау (200 с.), в котором давалась характеристика геологии района и предварительная оценка 25 фосфоритовых месторождений бассейна. В этом же году были опубликованы в печати три статьи, посвященные бассейну Каратау [1938:3, 4, 5].

Поисковые работы продолжались в пределах Малого Каратау и в ближайших к Джамбулу районах Таласского Алатау. В 1938 г. поисковый отряд состоял из геологов П. Л. Безрукова и Г. Н. Рюрикова и небольшой бригады



рабочих. Работы велись главным образом на месторождении Аксай, которое исследовалось более подробно (был выполнен большой объем земляных работ). Оно расположено в 140 км от Джамбула, фосфоритный пласт его имел среднюю мощность 10 м; это месторождение было перспективно для промышленного освоения.

Отряд сделал два больших маршрута за пределы Каратау. Один из них проходил через Таласский Алатау на речку Кумыштат, где, по данным геолога В. А. Николаева, были развиты доломитовые известняки того же возраста, что и тамдинские доломиты Каратау. В основании этих известняков был обнаружен лишь пласт слабо фосфоритизированной породы, содержащей менее 10% фосфорного ангидрида.

Второй маршрут был осуществлен в район ст. Бурни, к юго-западу от Джамбула. Близ этой станции у подножия Таласского Алатау находится заповедник Аксу-Джабаглы, один из старейших и живописнейших в нашей стране. Его длина около 40 км, а ширина около 20 км. Заповедник пересекают стремительные реки Аксу, Джабаглы и Бальдабек. С севера он граничит с Джамбульской областью. Геологическая партия провела там три дня, осматривая обнажения пород докембрия. В заповеднике не было обнаружено рудных пластов.

Затем отряд вернулся в Джамбул и отправился в Коксу с тем, чтобы обследовать соседние с ним районы. На месторождении Коксу под руководством Б. М. Гиммельфарба были начаты разведочные работы. На участке уже возвышались небольшие строения, в том числе корпус химической лаборатории; началась детальная съемка участка, проходились буровые скважины, закладывались канавы для установления границ месторождения.

В день приезда в Коксу неожиданно опасно заболел Пантелеймон Леонидович, местный врач потребовал немедленной операции. Был срочно вызван санитарный самолет, который доставил больного в областной центр Чимкент. После операции П. Л. Безруков вернулся в Москву, так как по состоянию здоровья он не мог продолжать ра-

←

**Обзорная карта фосфоритовых месторождений, открытых
П. Л. Безруковым в период 1937—1940 гг.**

1 — выходы фосфоритов; 2 — главнейшие фосфоритовые месторождения;
3 — другие разведанные фосфоритовые месторождения

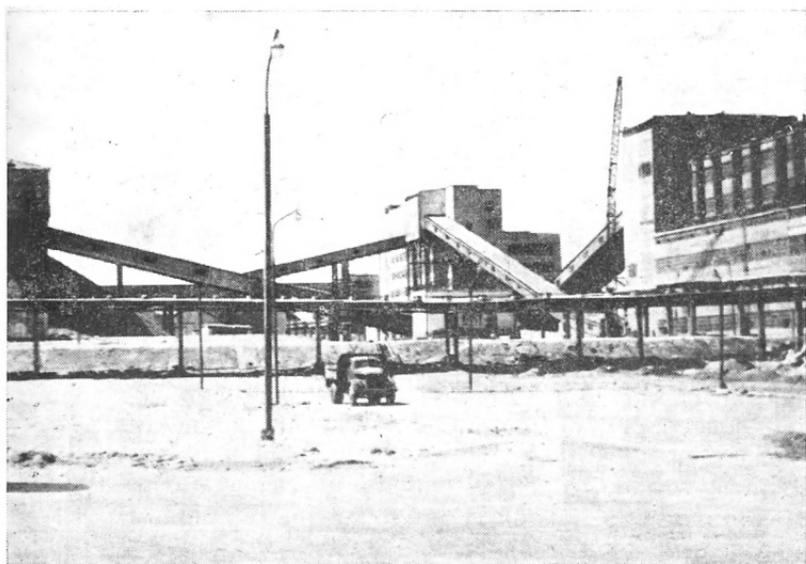
боту. В результате поисковых работ 1938 г. было выявлено богатое месторождение Аксай, где было намечено в следующем году начать разведку. Кроме того, близ р. Коктас обнаружили еще одно месторождение — Тешиктас, на котором фосфоритоносная толща вместе с покрывающими и подстилающими породами была прорвана каледонскими гранитами и фосфориты у контакта с интрузией переходили в апатитовые породы. Об этом интересном факте П. Л. Безруковым была написана статья в Докладах АН СССР [1939:3].

В 1939 г. геологопоисковые работы были продолжены.

Разведочные работы в районе Коксу продолжались под руководством Б. М. Гиммельфарба, а на месторождении Аксай — под руководством И. М. Курмана. Возникли разногласия относительно того, какое из этих месторождений считать наиболее перспективным и с которого из них следует начинать эксплуатацию. Эти дебаты были прерваны: при поисковых маршрутах П. Л. Безруковым в начале лета было открыто еще одно крупное месторождение фосфоритов — Чулактау, расположенное в 90 км от Джамбула. Оно имело один мощный пласт, который претерпел контактный метаморфизм. При изучении этого месторождения лагерь геологов был разбит на берегу р. Тамды, ниже выхода ее из гор, примерно в 2 км от Чулактау. Местность была пустынна, лишь сизо-серые скалы нависали вдали, да шумел и искрился на солнце поток воды. Позднее там, где стояла одинокая палатка поискового отряда, вырос современный город Каратау.

«Вспоминаю тот жаркий день в начале июля, — рассказывал П. Л. Безруков, — когда я впервые показал Чулактау Б. М. Гиммельфарбу, А. С. Соколову, И. М. Курману и приехавшему геологу Щербине. Температура воздуха в тот день достигала 42°C , и мы, после осмотра участка, долго „отмокали“ в речке Тамук». Было решено, завершив работы по разведке месторождения Коксу, вернуться их той же осенью на Чулактау.

После окончания первой геологической съемки Чулактау, выявив пласт фосфоритов, Пантелеймон Леонидович отправился в район Коксу и по пути дополнительно обследовал еще ряд участков. В сентябре, пересекая выровненную поверхность доломитового хр. Бультук примерно в 12 км от Коксу он обнаружил зону разлома и вдоль нее обнажения фосфоритоносной толщи, содержащей



**Там, где стояла палатка Безрукова. Город Каратау,
обогащительная фабрика**

мощные пласты фосфоритов. Последние прослеживались на расстоянии более чем 15 км.

П. Л. Безруков вспоминал: «Первый осмотр месторождения показал, что по своим размерам оно значительно превосходит все ранее открытые. Вернувшись вечером в разведочную партию на Коксу, я во время ужина объявил, что найдено новое крупнейшее месторождение фосфоритов, превосходящее Коксу, Аксай и Чулактау, вместе взятые. К моим словам отнеслись недоверчиво. Даже кто-то воскликнул: „Разыгрывает!“. На следующий день вместе с Гиммельфарбом отправились на участок, и он очень быстро пришел к убеждению, что я не ошибся. По моему предложению месторождению было названо Джанатас, что в переводе с казахского языка означает „новый камень“. Через несколько дней на месторождение была переброшена группа рабочих, которая произвела начальные вскрышные работы, выявившие фосфоритовый пласт мощностью до 30 м».

После освоения месторождений Чулактау и Аксай месторождение Джанатас (или, как его чаще называют, Жанатас) стало третьим крупным объектом разработки фосфоритовых богатств хр. Каратау.

В 60-х годах близ этого месторождения, в долине р. Беркуты, возник поселок, соединенный с г. Джамбулом железной дорогой. В 1969 г. он был преобразован в г. Жанатас — второй город в Малом Каратау. Это название было придумано П. Л. Безруковым еще в 1939 г.

Поздней осенью 1939 г. при маршруте в направлении водораздельного хр. Кокджон было открыто еще одно крупное фосфоритовое месторождение, получившее название Кокджон. Детальное обследование последнего пришлось отложить на следующий год, так как наступили холода и выпал обильный снег.

Летом 1940 г. продолжались исследовательские работы на месторождениях Жанатас и Кокджонское. В последнем фосфориты были особенно высокого качества. Таким образом, в итоге трехлетних геологопоисковых работ в Каратау было выявлено около 45 более или менее обособленных фосфоритовых месторождений, запасы которых можно было ориентировочно оценить в 700 млн. т руды.

Заканчивая свой четвертый полевой сезон и собираясь в Москву, П. Л. Безруков прочел своим товарищам по работе прощальные стихи:

Но мне не забыть своего Каратау!
Четыре сезона прорезали в памяти след,
Где солнце в горах надо мною так долго блистало,
Оставил я золото лучших, счастливейших лет.

Открытие П. Л. Безруковым Каратауского фосфоритового бассейна и его геологическое изучение явились самым выдающимся событием в отечественной фосфатной геологии, получившим высокую оценку: за эти работы П. Л. Безрукову вместе с группой геологов в 1946 г. была присуждена Государственная премия СССР.

За 4—5-летний период (1937—1940 гг.) интенсивных геологических исследований хр. Малый Каратау поисковой партией НИУИФа, возглавляемой П. Л. Безруковым, была проведена огромная по объему и колоссальная по своей результативности работа. При этом нельзя забывать, что выполнена она была при очень скромном полевом оснащении поисковой партии и при весьма ограниченных транспортных возможностях. «Работы велись,— пишет в одном из своих предварительных отчетов П. Л. Безруков,— верхом и пешком». Весьма примечательным является также то, что при маршрутном обследовании весьма значительной и с сильно пересеченным рельефом террито-

рии Каратауского фосфоритоносного бассейна, выполненном за короткий период, от П. Л. Безрукова не скрылось ни одно фосфоритовое месторождение, выходящее на поверхность. К тем 45 месторождениям, которые были открыты, изучены и описаны им за четыре полевых сезона, в последующие 40 лет интенсивных геологопоисковых и разведочных работ в Каратау добавилось только одно, и то «слепое», т. е. не выходящее на поверхность, залегающее на глубине 300—500 м и выявленное с помощью довольно глубоких буровых скважин. Все это не может не вызывать удивления и восхищения сделанными в те годы П. Л. Безруковым в Каратау геологопоисковыми работами.

За прошедшие с того времени десятилетия геологические исследования и геологоразведочные работы в Каратау расширялись, углублялись, но те основы представлений о геологическом строении этого региона, которые были выявлены в результате исследований, проведенных П. Л. Безруковым, сохранились неизменными. Многие, конечно, уточнено, детализировано, получило более развернутое освещение, иногда другие названия, но главные черты геологии и закономерности размещения фосфоритов Каратауского бассейна, установленные П. Л. Безруковым, нисколько не потеряли своего научного и практического значения. Результаты проведенных им исследований опубликованы более чем в 14 работах, 11 рукописных отчетах и, наконец, в его диссертации, которая была представлена в качестве кандидатской и блестяще защищена с присуждением ученой степени доктора геолого-минералогических наук. В этот же период, используя материалы диссертационной работы, П. Л. Безруков написал монографию, в которой дал описание геологического строения фосфоритоносного бассейна Каратау и привел основные результаты геологопоисковых работ. Эта работа была опубликована в сборнике «Фосфориты Каратау», подготовленном к изданию Академией наук Казахской ССР в 1948 г., но вышедшем в свет лишь в 1954 г. Изданный ограниченным тиражом, этот сборник представляет собой сейчас библиографическую редкость. Диссертация хранится в Центральной библиотеке им. В. И. Ленина.

Коротко осветим наиболее важные вопросы, связанные с изучением геологии Каратау и рассмотренные П. Л. Безруковым в указанной работе.

Направленная в 1937 г. в Каратау геологическая партия довольно быстро выяснила, что в северо-восточной ветви хр. Каратау на протяжении более 100 км развита мощная и сложно построенная фосфоритоносная толща.

Северо-восточная ветвь Каратау орографически представляет собой ряд невысоких гряд, разделенных продольными долинами. Гряды в большинстве случаев соответствуют синклиналям, а долины — антиклиналям нижнего палеозоя.

Геологами было установлено, что к стратиграфическому контакту отложений каройской и тамдинской свит приурочена своеобразная серия фосфатных пород мощностью от нескольких метров до 60—70 м.

Фосфоритоносная толща располагается в основании известково-доломитовой свиты нижнего силура, отделяясь от кембрийских сланцев небольшой пачкой доломитов. По возрасту фосфориты относятся к среднему кембрию. Фосфоритоносная толща по своему строению в пределах исследуемого района испытывает значительные изменения. Зона наиболее мощного фосфатонакопления представлена полосой, которая в центральной части этой ветви Каратау совпадает с Актауской синклиналью, а на юго-востоке захватывает северо-восточное крыло Аксайской антиклинали. На северо-западе эта зона располагается между Аксайской и Учбасской антиклиналями. Вкрест простирания складок как к юго-западу, так и к северо-востоку от указанной полосы фосфориты испытывают тенденцию и выклиниванию.

В строении фосфоритоносной толщи принимают участие пластовые фосфориты и более или менее фосфатизированные доломиты, кремни и известково-кремнистые сланцы. Суммарная мощность пластов фосфоритов достигает 70 м, мощность же пластов высокосортного фосфорита — до 10 м.

Фосфориты Каратау относятся к типу пластовых фосфоритов, характерных для областей геосинклиналий. Фосфат в пластовых фосфоритах слагает основную часть пород, а не является лишь цементом обломочного материала. По внешнему виду каратауские фосфориты представляют собой плотные, довольно тяжелые породы черного цвета, залегающие сплошными правильными пластами, разбитыми трещинами кливажа. По деталям микро- и макроструктуры среди них выделяются следующие основные типы: зернистые, оолитовые, пизолитовые

и фосфоритовые конгломераты. Фосфориты состоят в основном из кристаллического и коллоидного фосфата с небольшой примесью кварца, кальцита, пирита и окислов железа.

Содержание фосфорного ангидрида в главных фосфатных пластах колеблется от 25 до 30%, достигая иногда 38%. Содержание окислов железа и алюминия, усложняющих технологический процесс, равно всего 0,5—4,5%.

По своему происхождению фосфориты Каратау представляют собой морские химические осадки. Образование их происходило путем непосредственного выпадения из коллоидных растворов, причем фосфатные зерна, образующие основную часть пород, являются первичным продуктом этого выделения.

После своего отложения на дне морского бассейна фосфатные осадки претерпели длинную цепь диагенетических и метасоматических изменений (окремнение, доломитизация и т. д.). Наконец, в некоторых пунктах (Тешик-тас) под воздействием интрузии гранитов они подвергались термальному метаморфизму и перешли в совершенно своеобразные кристаллические породы, богатые кристаллами апатита.

Переходя к рассмотрению условий образования фосфоритов Каратау, П. Л. Безруков отмечал, что прежде всего надо выяснить характер движений земной коры, которые в конечном итоге предопределили палеогеографическую обстановку фосфатонакопления.

Отложению нижних доломитов в Малом Каратау предшествовали значительные поднятия. Отложением этих доломитов начался новый осадочный цикл, ознаменовавшийся на раннем этапе мощным фосфатонакоплением. Зона максимального отложения нижних доломитов примерно совпадала с зоной наибольших мощностей осадков фосфоритоносной толщи, вытянутой вдоль простирания хребта.

Строение и состав фосфоритоносной толщи на территории Малого Каратау претерпели значительные изменения, что позволило решить вопросы о направлении источников сноса материала терригенного происхождения и о первичной конфигурации бассейна. Береговая линия морского бассейна в эпоху отложения фосфатных осадков располагалась к северо-востоку от Малого Каратау, а более глубокая часть моря — к юго-востоку от него.

Морской бассейн, в котором отложились фосфаты,

представляет собой широкий пролив, ограниченный участками суши (или цепями островов) не только с северо-восточной (Муянкумы), но, возможно, также и с юго-западной стороны.

Начало работ П. Л. Безрукова в Каратау совпало с выходом в свет работ А. В. Казакова [1937а, б, 1939] о фосфатных фациях и происхождении фосфоритов. Принципиально новая теория фосфоритообразования пришла на смену безраздельно господствовавшей в течение многих лет биолитной гипотезе генезиса фосфоритов, которая связывала образование фосфоритов с моментами и местами катастрофической гибели организмов. А. В. Казаков предполагал, что фосфориты образуются в области материкового шельфа путем хемогенного накопления фосфатов в обстановке восходящих донных глубинных течений.

Новая теория образования фосфоритов впервые была построена с учетом океанологических данных и закономерностей изменения содержания фосфора в различных зонах океана. Основными резервами фосфора, согласно А. В. Казакову, являются глубинные воды океана, в которые он поступает в результате сноса с континентов. В водах океана фосфор находится в растворенном состоянии и в повышенных концентрациях (до 300—600 мг/л) благодаря высокому парциальному давлению CO_2 . Восходящими течениями эти глубинные воды с высоким содержанием (почти насыщенные) CO_2 и P_2O_5 выводятся на мелководный шельф, где на строго определенной глубине (по А. В. Казакову, 50—150 м) вследствие диффузии углекислоты и нагрева вод парциальное давление CO_2 снижается, воды становятся перенасыщенными фосфатом, и он выпадает в осадок, обычно в фациальном соседстве, с одной стороны, с карбонатом кальция, а с другой — с прибрежными терригенными отложениями.

Данные по фосфоритам Каратау, полученные в результате проведенных П. Л. Безруковым исследований, явились новой и очень мощной поддержкой теории фосфоритообразования, разработанной А. В. Казаковым. Фосфориты Каратау и вся выделенная и изученная П. Л. Безруковым фосфоритоносная толща очень бедны органическими остатками, что существенно противоречило биолитной гипотезе фосфоритообразования.

Вопрос о происхождении фосфоритов до сих пор волнует умы геологов. После открытия фосфоритов Каратау были предприняты попытки привлечь для объяснения их

происхождения биолитную гипотезу. П. Л. Безруков, категорически отвергая эти попытки, в своей работе писал о генезисе каратауских фосфоритов следующее:

«Микроструктура каратауских фосфоритов дает еще более важный материал для суждения об условиях их образования.

Через два года после открытия фосфоритов в Каратау В. А. Соколов и И. И. Машкара [1938] опубликовали статью об их генезисе, в которой они, основываясь на изучении нескольких образцов, пришли к заключению о биогенном происхождении фосфоритов. Аргументы авторов, однако, малоубедительны...

Такое заключение вызывает ряд возражений. Прежде всего мы должны констатировать, что по общему габитусу фосфатные зерна непохожи ни на один из известных типов микрофауны или микрофлоры. В частности, они отличаются и от присутствующих местами в фосфоритах остатков птеропод и водорослей. Ничего общего не имеют они и с копролитами, которым некоторые авторы незаслуженно приписывают решающую роль в образовании фосфоритовых пластов. Зерна, сходные с копролитами, и замещенные фосфатом остатки микроорганизмов в каратауских фосфоритах встречаются, но их значение в общей массе фосфатных зерен не велико. С другой стороны, в значительной своей массе фосфатные зерна являются нормальными оолитами; объяснять же образование оолитовых структур жизнедеятельностью организмов в настоящее время, после проведения многочисленных экспериментальных работ по выделению оолитов из растворов, более чем трудно.

Типичные оолиты в каратауских фосфоритах, как мы видели, связаны постепенными переходами с простыми фосфатными зернами, представляющими сферические сгустки однородного тонкодисперсного фосфатного вещества. Тесная связь между зернами обоих типов говорит об их генетическом родстве и заставляет рассматривать и те и другие как продукты коагуляции коллоидальных растворов. То обстоятельство, что далеко не все фосфатные зерна обладают концентрической слоистостью, в данном случае не столь существенно. Как мы знаем, для образования и роста оолитовых структур требуется целый ряд специфических условий (изменения температуры и рН водной среды и т. д.), которые осуществляются не всегда.

Наконец, размеры фосфатных зерен, как мы видели, колеблются в гораздо более широких пределах, чем это указывают В. А. Соколов и И. И. Машкара.

Слои крупнозернистых и мелкозернистых фосфоритов нередко переслаиваются и сменяют друг друга по простирацию. При этом намечается некоторая зависимость между структурой фосфоритов и расстоянием от берега или глубиной бассейна.

Крупнозернистые и, в частности, пизолитовые разновидности фосфоритов распространены главным образом в окраинных частях зоны фосфатонакопления вместе с фосфоритовыми конгломератами; по-видимому, они отлагались в более мелководных условиях. С точки зрения гипотезы замещения фосфатом микроорганизмов эти изменения не объяснимы. Приняв же, что фосфат выпадал чисто химическим путем, мы можем искать объяснение этим колебаниям в различиях физико-химических условий роста зерен на разных глубинах.

Отрицая участие микроорганизмов в процессе образования подавляющей массы фосфатных зерен, а также их фосфатного цемента, мы считаем вполне возможным, что организмы планктона играли некоторую роль концентраторов фосфатов в придонной части морской воды. Но столь мощное фосфатонакопление не осуществлялось бы без усиленного притока в соответствующую зону кембрийского моря Средней Азии огромных масс растворенных фосфатов и без наличия особых физико-химических условий водной среды, благоприятствовавших фиксации фосфата в осадках и препятствовавших его дальнейшему растворению. При наличии же этих предпосылок естественно могли свободно развиваться и способствовать концентрации фосфата различные микроорганизмы, в том числе, может быть, фосфорные бактерии, но роль их в процессе осаждения фосфата могла быть лишь побочной, второстепенной, а роль хемогенных факторов — определяющей.

Выпадение из морской воды сопровождающих фосфориты кремнистых и карбонатных осадков, в том числе карбонатов железа и марганца, происходило в основном также чисто химическим путем, чему не противоречит нахождение и в них местами остатков организмов (водоросли и др.). Переслаивание этих пород с фосфоритами, различными по составу, текстуре и структуре, указывает на то, что процесс осадконакопления являлся ритмичным

и происходил на фоне общих колебательных движений земной коры.

Главной предпосылкой для накопления в Каратау фосфатов и других химических осадков явились движения земной коры, создавшие определенные условия морского дна и прилегающей суши, обусловившие поступление в бассейн соответствующего материала и способствовавшие возникновению благоприятной для его осаждения гидрохимической обстановки».

Главным в теории А. В. Казакова была связь фосфоритообразования с апвеллингом, что полностью было принято П. Л. Безруковым и получило подтверждение и дальнейшее развитие в его трудах, в работах его коллег и учеников, а значительно позже, уже в период работы в Институте океанологии, при изучении им и Г. Н. Батуриным океанских фосфоритов [1970: 12; 1971: 6; 1976: 1; Батурин, 1978].

В диссертации П. Л. Безрукова в главе о генезисе фосфоритов имеется весьма интересный раздел «Возможные источники накопления фосфата». Идеи и мысли, высказанные в нем, актуальны и сейчас. Поэтому целесообразно кратко пересказать здесь основное содержание этого раздела.

Если вопрос о направлении сноса в Каратауский бассейн фосфатонакопления обломочного материала и других компонентов фосфоритоносной свиты (коллоидный кремнезем, соединения железа, марганца и др.) находит частичное разрешение в отмеченных выше палеогеографических построениях, то выяснить одну из основных проблем фосфоритообразования, а именно откуда в данную часть морского бассейна поступал фосфор, значительно труднее. П. Л. Безруков считал, что независимо от механизма выделения фосфата из морской воды столь мощное фосфатонакопление не могло бы осуществляться без постоянного притока в данную часть среднекембрийского моря огромных масс растворенных фосфатов.

Анализируя варианты возможных источников фосфатонакопления в бассейне Каратау, П. Л. Безруков приходит к выводу, что следует, видимо, принять условия фосфатонакопления по гипотезе А. В. Казакова, которая представлялась ему в то время наиболее разработанной.

Данные по палеогеографии Каратауского бассейна указывают на существование к юго-западу от него более глубокой зоны моря и на возможность поступления из

нее вод холодного глубоководного течения, что и явилось одной из предпосылок для образования фосфоритов Каратау в соответствии с построениями А. В. Казакова.

Что же касается вопроса о характере выделения фосфатов из морской воды, то он, как считал П. Л. Безруков, требует специального рассмотрения.

Открытие П. Л. Безруковым фосфоритов Каратау и установление очень древнего, кембрийского, их возраста имели огромное принципиальное значение для общего понимания геологической истории фосфоритообразования и для расширения поисков фосфоритов в других районах страны, где также развиты древние осадочные комплексы. Ведь в то время, в конце 30-х годов, ни в Советском Союзе, ни за рубежом сколько-нибудь значительных накоплений фосфоритов в древних отложениях не было известно и широко распространенным было представление о том, что в среднем и нижнем палеозое, не говоря уже о еще более древнем времени, фосфориты вообще не образовывались. Это увязывалось с господствовавшей тогда биолитной гипотезой фосфоритообразования.

В результате проведенных П. Л. Безруковым исследований эти неправильные представления были отвергнуты и открылись пути для поисков фосфоритов в древних отложениях. И уже вскоре после открытия месторождения фосфоритов Каратау их стали выявлять в других районах с древними отложениями: на Подкаменной Тунгуске в отложениях ордовика, в кембрийских отложениях Горной Шории и Удско-Селемджинского района, в верхнем докембрии Окино-Хубсугульского бассейна и в других районах. В настоящее время месторождения фосфоритов древнего возраста широко известны и за рубежом — во многих странах Азии, Австралии и Африки; найдены фосфориты в протерозойских и даже архейских отложениях.

Открытый и изученный П. Л. Безруковым Каратауский бассейн сейчас представляет собой крупнейшую фосфатно-сырьевую базу страны. Разведанные по промышленным категориям запасы фосфоритов только на 15 месторождениях составляют на 1.1 1981 г. 543 млн. т (2 219 млн. т фосфоритной руды со средним содержанием P_2O_5 24,5%). Общие запасы бассейна вместе с прогнозами до глубины 1—1,5 км оцениваются в 3,5 млрд. т. Это весьма значительная цифра, потому что общие мировые учтенные запасы фосфатных руд оцениваются в настоящее время в 27—28 млрд. т.

Фосфоритовые месторождения Каратау имеют громадное значение для народного хозяйства нашей страны. Открытые месторождения очень быстро промышленно осваивались. Например, месторождение Чулактау было открыто П. Л. Безруковым в 1939 г., в том же году началась его разведка, а в 1941 г. уже стал строиться горно-химический комбинат «Каратау» и начали прокладывать железнодорожную линию к нему от г. Джамбула. В 1946 г. комбинат вступил в эксплуатацию.

Быстро росла добыча фосфоритовой руды на месторождении Чулактау. Для освоения новых месторождений железнодорожная линия была продолжена сначала (в 1959 г.) к месторождению Аксай, а затем в 1963 г. — к самому крупному в Каратау месторождению Джанатас; недавно железная дорога достигла месторождения Кокджон.

К 1958 г. добыча руды в карьере Чулактау достигла 539 тыс. т, а с 1959 г. начал давать фосфоритовую руду также карьер на Аксае. Значительный сдвиг в освоении фосфоритовых месторождений Каратау произошел после исторического мартовского (1965 г.) Пленума ЦК КПСС, взявшего курс на ускоренный подъем сельскохозяйственного производства, и особенно после XXIV съезда КПСС, в решениях которого указывалось на необходимость резкого увеличения производства минеральных удобрений. В «Директивах XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 годы» предусматривалось «значительно увеличить мощности по добыче фосфоритов в Каратауском бассейне, завершить строительство Чимкентского фосфорного завода и Джамбулского завода двойного суперфосфата, ввести в действие мощности на двух новых фосфорных заводах в Южном Казахстане»³.

В 60-х годах в связи с исчерпанием запасов, которые добывались открытым способом, на месторождении Чулактау был введен в эксплуатацию подземный рудник «Молодежный» (1964 г.), а с 1965 г. — карьер на месторождении Джанатас. На базе фосфоритов Каратау построены и введены в эксплуатацию многие химические и фосфорные заводы в Казахстане и Средней Азии. Для дальнейшего наращивания мощностей по добыче фосфоритовых руд в 1978 г. вступил в эксплуатацию рудник Кокджон, а в 1979 г. — Тьесай.

³ Материалы XXIV съезда КПСС. М.: Политиздат, 1971, с. 288.



Присвоение П. Л. Безрукову звания «Почетный гражданин г. Каратау» (1972 г.)

В когда-то выжженных солнцем предгорьях Казахстана, где П. Л. Безруков ставил свою поисковую палатку, теперь раскинулись благоустроенные и быстро растущие города Каратау и Жанатас с многоэтажными домами, зелеными парками и фонтанами.

Поисковая партия П. Л. Безрукова входила в состав Каратауской геологической экспедиции НИУИФа, которую возглавлял Б. М. Гиммельфарб, внесший большой вклад в изучение и освоение фосфатных богатств Каратау. В честь первопроходцев, первооткрывателей Каратау по решению Каратауского горисполкома спроектирована и намечена к сооружению на развилке дорог, ведущих в города Каратау и Жанатас, скульптура, символизирующая, как темный камень плодородия усилием человека порождает колосья.

Последний выезд П. Л. Безрукова на полевые работы в Каратау состоялся в 1945 г., а в следующем 1946 г. он перешел в Институт океанологии АН СССР, где возглавил отдел геологии океанов и участвовал в многочисленных экспедициях на исследовательском судне «Ви-



П. Л. Безруков в Каратау в 1972 г.

тязь». И хотя исследование проблем, связанных с океаном, полностью захватило П. Л. Безрукова, ему очень хотелось еще раз побывать в Каратау, посмотреть плоды своих трудов.

В 1970 г. в г. Каратау секцией фосфоритоносных и галогенных формаций Комиссии по осадочным породам АН СССР был организован всесоюзный семинар по фосфоритам. Самым желанным и почетным участником семинара должен был стать П. Л. Безруков. Но семинар совпал по времени с очередной экспедицией «Витязя», и он не смог на нем побывать, по прислал приветственную радиogramму его участникам.

Но все же П. Л. Безрукову довелось побывать в Каратау. Высоко оценивая его вклад в открытие и изучение фосфоритоносного бассейна Каратау, исполком Совета депутатов трудящихся г. Каратау принял решение присвоить П. Л. Безрукову звание «Почетный гражданин города Каратау».

Вручение этой награды было приурочено к празднованию «Дня химика», на котором в присутствии многочисленных горняков, химиков, строителей горно-химического комбината Каратау председатель горисполкома вручил П. Л. Безрукову почетную грамоту и ленту вместе с красочным национальным казахским одеянием и традиционной меховой шапкой. Так благодарные жители г. Каратау выразили свое уважение и признательность П. Л. Безрукову за тот огромный, неоценимый вклад, который он внес в развитие этого некогда полупустынного района Казахстана.

Геологопоисковые работы на фосфориты в Армении

П. Л. Безруков положил начало поискам фосфоритов в палеозойских отложениях других районов страны.

Когда началась Великая Отечественная война, Наркомат химической промышленности командировал П. Л. Безрукова на Кавказ для проведения геологопоисковых работ на бариты в Грузии и на фосфориты в Армении.

Геологопоисковыми работами на фосфориты в Армении и в прилегающей части Нахичеванской АССР П. Л. Безруков руководил в период 1942—1944 гг. Работы проводились в связи с острой потребностью республик Закавказья в фосфорных удобрениях. Предпосылкой для проведения здесь поисков являлось выявление в 1938 г. Г. И. Бушинским [1940] в хр. Зиндширлу, вблизи ст. Арарат, в толще нижнекарбонных известняков с глинистыми сланцами и кварцитами рассеянных фосфатных зерен — конкреций.

Возглавлявшаяся П. Л. Безруковым Армянская геологопоисковая партия была организована НИУИФом, а с 1943 г. в связи с созданием на базе горно-геологического отдела НИУИФа нового Государственного института горно-химического сырья (ГИГХС) партия была подчинена этому институту. В комплекс работ партии входили маршрутная съемка районов развития палеозойских отложений, проходка канав и расчисток, литологическое изучение разрезов и качественное опробование с целью выявления фосфоритоносных отложений. Кроме П. Л. Безрукова, в работах принимали участие сотрудники института

геологии Л. И. Горбунова (1942 г.), Н. Н. Дунаева и В. Я. Киевленко (1943—1944 гг.).

Ранее в Закавказье перспективными на фосфориты считались только отложения мела — палеогена, но промышленных месторождений в них не было найдено. Открытие в Каратауском бассейне фосфоритов в палеозойских комплексах опровергло господствующее до этого мнение о бесперспективности древних отложений на фосфориты. Поэтому работы П. Л. Безрукова в Армении имели не только практическое, но и важное теоретическое значение.

В результате работ Армянской геологопоисковой партии была выделена фосфоритоносная толща, охватывающая отложения от среднего девона до нижнего карбона. Собственно фосфоритоносные отложения были приурочены к верхнему фамену верхнего девона и имели мощность от 300 до 650 м. Детальное изучение литологии этих отложений позволило установить их полифациальность и ритмичность накопления, обусловленную, по мнению П. Л. Безрукова, высокой мобильностью этого участка земной коры.

Фосфоритовые слои слагали незначительную часть фосфоритоносного комплекса. Их средняя мощность составляла примерно 0,2 м, а количество слоев достигало 20 в наиболее продуктивной части (антиклиналь хр. Зиндширлу). В северном направлении фосфоритоносность уменьшалась.

В результате микроскопического изучения палеозойских фосфоритов Армении были выделены желваковые, зернистые и микрозернистые (пластовые) фосфориты. Фосфатное вещество в значительной части представлено фосфатизированными скелетами птеропод и других организмов. По мнению П. Л. Безрукова, это указывает на сходство армянских фосфоритов с силурийскими фосфоритами Сибири.

Армянская геологопоисковая партия провела работы по изучению перспектив фосфоритоносности всей площади палеозойских отложений в данном районе; была определена стратиграфическая позиция фосфоритоносной толщи, значительно расширены и детализированы данные по стратиграфии, литологии и тектонике палеозоя Армении. Установлено региональное распространение слоев с повышенной фосфатизацией в полосе протяженностью 50 км и шириной 10—25 км. Наиболее перспективный участок —

Арагатское месторождение фосфоритов — получил геологопромышленную оценку с ориентировочным подсчетом запасов. В целом для палеозойских отложений Армении были установлены ограниченные перспективы фосфоритоносности. П. Л. Безруков связывает это с высокой мобильностью данного участка геосинклинали в девонское время, что обусловило невыдержанность фосфоритовых слоев и рассеяние фосфатных образований в мощной толще сопровождающих осадков, хотя суммарная продуктивность фосфоритоносной толщи, как указывает П. Л. Безруков, значительна и достигает 1 т/м^2 .

Учитывая неперспективность палеозойских отложений Армении на выявление промышленных фосфоритовых месторождений, П. Л. Безруков предложил провести поиски фосфоритов в более молодых отложениях, сходных с фосфоритоносными толщами Южного Средиземноморья; кроме того, он рекомендовал изучить девонские отложения Большого Кавказа.

Поиски фосфоритов в палеозое Армении были продолжены в 60-х годах геологами Армении. Установлено, что фосфориты появляются во франкском ярусе, получают наибольшее развитие в верхнефаменском ярусе и отмечаются также в зоне этрен нижнего турне. Фосфоритоносность связана с терригенно-кремнисто-карбонатной формацией мощностью 1000—1900 м. Выделяется семь фосфоритоносных горизонтов. На Зовашенском участке запасы фосфоритов по двум слоям оценены в 5 млн. т (0,35 млн. т P_2O_5). Главный слой 5 имеет мощность 2,7 м при среднем содержании P_2O_5 5,65%.

Для фосфоритоносных отложений палеозоя Армении характерны многочисленность слоев в широком стратиграфическом диапазоне, их разобценность мощными пачками терригенно-карбонатных пород. Наиболее богатыми по содержанию P_2O_5 (20—21%) являются кремнистые фосфориты, залегающие среди кварцитов. Фосфат представлен зернами, обломками фосфатизированных раковин; цемент фосфоритов кремнистый, карбонатный, кремнисто-карбонатный. Богатые разности раскалываются на своеобразные, гладко ограниченные призмы и бруски; подобные разности прослежены П. Л. Безруковым в Каратау.

Таким образом, можно констатировать, что в результате исследований, проведенных П. Л. Безруковым, и последующих геологопоисковых работ в Армении выявлен и изучен интересный литологический тип зернистых

фосфоритов, приуроченных к девонским отложениям, которые как в СССР, так и в других странах наиболее бедны фосфоритами (это руды будущего).

Работы П. Л. Безрукова и других исследователей по фосфоритам Армении послужили основанием для поисков фосфоритов в палеозое соседних районов Ирана. Эти поиски увенчались выявлением фосфоритов в верхнем девоне Ирана. Наибольший интерес представляет месторождение в горах Альборз, где запасы фосфоритов с содержанием P_2O_5 22,5% оцениваются в 12 млн. т.

Из пустынь и степей — в океан

Работы П. Л. Безрукова в Казахстане, на Южном Урале и на Кавказе, увенчавшиеся открытием крупнейшего месторождения фосфоритов Каратау, выдвинули его в число ведущих советских геологов. И тем не менее где-то в глубине души оставалась неудовлетворенность результатами собственной работы — эта черта всегда была свойственна характеру ученого. Хотелось выяснить, как, по каким законам идет формирование мощных осадочных толщ, а также месторождений осадочных полезных ископаемых. Многие из них возникали в древних морских бассейнах, и потому познать процессы их образования можно, изучая геологию морей и океанов. Мысль эта была традиционной среди отечественных геологов, но особенно успешно она развивалась в трудах выдающихся ученых Н. И. Андрусова, А. Д. Архангельского, Я. В. Самойлова, Н. М. Страхова. Они впервые в нашей стране доказывали необходимость детального изучения донных осадков морей для познания процессов образования осадочных пород и полезных ископаемых и сами много сделали для решения этой проблемы.

П. Л. Безруков внимательно изучал труды этих замечательных ученых. Под влиянием их актуалистических идей в нем зрело желание самому взяться за изучение современных осадков, что привело к неожиданному повороту в научной биографии ученого. Впоследствии его решение назовут научным подвигом, а в то время у многих из коллег Пантелеймона Леонидовича оно вызвало недоумение. Действительно, нужно было обладать незаурядным мужеством, чтобы, вступив на путь блестящей научной карьеры в области геологии континентов, круто

свернуть с него на неведомые тропы новой науки — морской геологии. Предвидел ли П. Л. Безруков те широкие перспективы, которые эта наука откроет перед геологией несколько десятилетий спустя? Сознал ли, что ему самому суждено заложить основы геологии Мирового океана в нашей стране, управлять стремительным процессом проникновения разных геологических дисциплин в науку об океанских просторах, занимающих более $\frac{2}{3}$ поверхности планеты? При исключительной скромности Пантелеймона Леонидовича такое предположение было бы по меньшей мере неосторожным. И все же его решение не было опрометчивым. Это был глубоко продуманный шаг ученого, сознающего свое призвание.

Тогда, в 1946 г., отечественная морская геология делала лишь свои первые шаги. Правда, начало истинно научного геологического направления в этой науке было положено Н. И. Андрусовым, который начал свои исследования донных осадков Черного моря еще в 1890 г., почти одновременно с опубликованием трудов британской экспедиции на «Челленджере», ознаменовавшей зарождение морской и океанской геологии как науки. С именем Н. И. Андрусова, предшественника А. Д. Архангельского в отечественной морской геологии, связана целая эпоха в развитии актуалистического подхода к изучению древних осадочных образований. Именно Н. И. Андрусов впервые высказал мысль о сравнительно-литологическом и сравнительно-зоологическом направлении исследований. Эти методы широко использовались им в серии работ по Черному и Каспийскому морям и прилежащим областям суши. Н. И. Андрусов на основе опубликованных в это время (в 1881 г.) в Англии результатов исследований экспедиции на «Челленджере» дал обзор новых представлений об осадках на дне океанов. Очень интересно и то, что именно Н. И. Андрусову принадлежит идея организации крупных комплексных морских экспедиций. Идея эта не получила в то время достаточной поддержки и была реализована много позднее, в годы Советской власти, — сначала при организации Плавморнина, проводившего исследования на «Персее», а позднее в более полном объеме — при организации экспедиций Института океанологии АН СССР на «Витязе» уже под руководством П. Л. Безрукова.

Но особенно большое влияние на П. Л. Безрукова как ученого оказал А. Д. Архангельский. Фотографиче-

ский портрет этого выдающегося геолога-литолога всегда висел в его рабочем кабинете, он не расставался с ним даже при многочисленных переездах. Считая себя учеником и преемником научных идей А. Д. Архангельского, Пантелеймоп Леонидович восхищался его работами, приводил их в пример как образец широты геологического мышления. Главное в идейном родстве двух ученых разных поколений было глубокое понимание значения метода актуализма для развития геологии, метода, без которого невозможна подлинно научная реконструкция геологических событий прошлого.

К тому времени, когда А. Д. Архангельский начал проводить работы по исследованию Черного моря, Н. И. Андрусов скончался (в 1924 г.), а собранные им материалы в значительной мере были утеряны. Кроме того, и в методическом отношении материалы Н. И. Андрусова не удовлетворяли требованиям времени: это были пробы, собранные из поверхностного слоя различными драгами, лотами или небольшими дночерпателями, т. е. пробы, представлявшие только самый поверхностный слой осадка и частично перемешанные. Для сопоставления древних разрезов с современными было необходимо получить разрезы донных отложений, что можно было сделать только с помощью новых приборов—грунтовых трубок (а в дальнейшем также и глубоководного бурения).

В необходимости таких исследований А. Д. Архангельский [1912] был убежден давно. Эта мысль ясно высказана в его капитальной работе по верхнемеловым отложениям востока Европейской России, но с особенной отчетливостью потребность сравнительного изучения собственных материалов возникла при работе А. Д. Архангельского по геологии нефти. Еще Н. И. Андрусов отмечал, что современные осадки Азовского и Черного морей близки к неогеновым отложениям нефтеносных бассейнов. По счастливому стечению обстоятельств в эти годы в Черном море проводили работы гидрографические экспедиции под руководством Ю. М. Шокальского (в 1925—1926 гг.) и Н. М. Книповича. В своих работах они использовали грунтовые трубки и получили значительное количество колонок осадков. С помощью трубок удалось проникнуть в толщу осадков, т. е. в глубь истории моря, дальше по сравнению с другими экспедициями, работавшими в то время (в том числе экспедициями на «Челлепджере», «Гауссе», «Вальдивии» и др.). По просьбе А. Д. Архангельско-

го, эти уникальные для того времени материалы гидрографов были полностью переданы ему для обработки. В дальнейшем, после Крымского землетрясения 1927 г., были получены колонки донных осадков еще большей длины — до 3,75 м, а затем до 4,95 м.

«Советская геология, благодаря помощи наших моряков, добилась таких успехов в изучении дна морей, которые далеко оставляют за собой все то, что в этом отношении сделано до сих пор в других странах» [Архангельский, Страхов, 1932, 1938]. Были открыты большие возможности для изучения не только самого верхнего слоя осадков, но и для изучения геологических разрезов на дне. Для геолога, работающего на суше, выявление необходимых естественных обнажений обычно не представляет труда. На дне морей и океанов мощный покров осадочных отложений можно пробить только трубками. Отсюда такое повышенное внимание морских геологов к этим приборам, в общем достаточно простым по конструкции, но сложным в условиях работы с палубы раскачивающегося на волнах судна.

Немалую роль в выборе дальнейшего пути для П. Л. Безрукова сыграли и личные контакты с А. Д. Архангельским, обсуждение с ним вопросов палеоокеанографии, сравнительно-литологического и сравнительно-биологического методов исследования.

Пантелеймон Леонидович высоко ценил идеи, высказанные и реализованные А. Д. Архангельским в его классической работе «Верхнемеловые отложения востока Европейской России». Эта книга была опубликована еще в 1912 г., т. е. до начала собственных работ А. Д. Архангельского по изучению геологии морей. Часть третья этого труда озаглавлена «Палеоокеанографические исследования». Она представляет собой замечательный пример сравнительно-литологического анализа.

Идея сравнительно-литологических исследований была изложена А. Д. Архангельским в 1912 г. с исчерпывающей полнотой: «Геолог, поставивший себе задачу восстановить физико-географические условия какого-либо ископаемого бассейна, принужден основываться на вышедшем на дневную поверхность дне этого бассейна, т. е. на свойствах пород и на характере погребенных в них организмов. Первый метод можно назвать сравнительно-литологическим, второй же — сравнительно-биологическим...» [Архангельский, 1912, с. 279]. «Установив характер осадка,

из которого произошла данная нам для исследования порода, мы, путем тщательного сравнения его с современными, можем надеяться получить более или менее точные представления о физико-географических условиях интересующей нас области в определенную эпоху существования. (Имея в виду сравнение ископаемых осадков с современными, мы должны стремиться изучать их теми методами, которыми пользуются океанографы. Иначе результаты могут получиться несравнимые)» [Там же]. Так, еще в 1912 г. были выдвинуты исключительно прогрессивные мысли, которые, к сожалению, не реализуются в полной мере большинством геологов и литологов даже в настоящее время. Это связано со снисходительным отношением литологов, работающих на континентах, к данным морской геологии, а в большинстве случаев — с игнорированием этих данных.

В той же работе указывается, что главными методами для такого сопоставления являются изучение пород в штуфах и шлифах, изучение декарбонатизированной (после обработки соляной кислотой) части карбонатных отложений, гранулометрический анализ осадка в целом и его нерастворимого остатка, минералогический анализ нерастворимого остатка, химический анализ и др.

Работа А. Д. Архангельского по верхнемеловым отложениям востока Европейской России была, по существу, первым примером не декларирования, а широкого использования не только сравнительно-литологического, но и сравнительно-биологического метода, примером умелого, правильного и внимательного (если не сказать уважительного) отношения к данным океанографии и морской геологии, находившимся в то время на начальных стадиях своего развития. Результаты, полученные при использовании этих методов, и сейчас представляют собой пример, достойный подражания.

Мысль об исключительной продуктивности сравнительно-литологического метода, стремление реализовать его на конкретных геологических объектах не оставляла А. Д. Архангельского в течение всей его жизни. Развивая мысль о необходимости наиболее полного изучения донных осадков Черного моря, а впоследствии и Каспийского, А. Д. Архангельский в 1927 г. писал: «За два последних десятилетия изучение осадочных пород привлекает к себе большее и большее внимание геологов, наряду с чисто формальными, петрографическими в узком смысле этого

слова, работами, все чаще и чаще появляются сравнительно-литологические исследования, имеющие своей конечной целью выяснение всех особенностей той среды, в которой происходило накопление осадков, давших начало породам. Достижение этой цели возможно лишь путем установления современных гомологов изучаемых пород и выяснения условий, в которых эти гомологичные ископаемые осадки накапливаются» [Архангельский, 1927, с. 1]. В той же работе с особенной четкостью сформулированы задачи сравнительно-литологического исследования: «Таким образом, необходимым условием успеха сравнительно-литологического исследования является возможно более полное знание всех современных отложений как со стороны их морфологических признаков, их минералогического и химического состава, так и со стороны условий их образования».

Эта идея А. Д. Архангельского в значительной мере была реализована в серии работ А. Д. Архангельского и Н. М. Страхова по донным осадкам и геологической истории Черного моря [Архангельский, 1928; Архангельский, Страхов, 1932, 1938].

Работы А. Д. Архангельского были настольными книгами П. Л. Безрукова. Он неоднократно подчеркивал это в беседах с сотрудниками, помнил целые страницы из этих работ и постоянно указывал на колоссальное значение сравнительно-литологического метода для общего развития геологии. На работы А. Д. Архангельского Пантелеймон Леонидович опирался и в своих исследованиях датского яруса Восточно-Европейской платформы, меловых отложений Урала и в особенности в геологических исследованиях фосфоритов. Уже работая в Институте океанологии АН СССР, П. Л. Безруков [1951:1] пишет статью «Роль А. Д. Архангельского в геологическом исследовании фосфоритов».

Из этой работы, и особенно из многократных бесед с Пантелеймоном Леонидовичем, становится ясно, какое огромное значение имели работы А. Д. Архангельского в становлении его как геолога широкого профиля. Нет никакого сомнения в том, что желание самому начать изучение донных осадков морей, а в дальнейшем и океана для сопоставления их с древними осадочными толщами возникло под влиянием новаторских и смелых работ Н. И. Андрусова, А. Д. Архангельского и Н. М. Страхова. Самые дружеские отношения с Н. М. Страховым, продол-

жавшим работы сравнительно-литологического направления после смерти А. Д. Архангельского, сохранились у Пантелеймона Леонидовича на всю жизнь.

Большое влияние на решение П. Л. Безрукова заняться геологией океана оказали и его ближайшие друзья, среди них ведущие советские геологи А. Л. Яншин, А. В. Пейве, Б. М. Гиммельфарб, В. А. Вахрамеев, А. С. Соколов и многие другие. Все они с большим интересом относились к изучению современных морских и океанских осадков, а многие из них в последующие годы сами опубликовали немало крупных исследований по этим вопросам.

Из сказанного выше видно, что столь неожиданный с чисто внешней стороны переход П. Л. Безрукова от сухопутной геологии к морской был в действительности не случайным. Он связан с общей тенденцией развития геологии в нашей стране, которую Пантелеймон Леонидович не только ощущал, но и обсуждал со своими коллегами по полевым исследованиям. Думается, было немало сомнений и трудностей, тем более что эти передовые направления в литологии поддерживались далеко не всеми геологами. Даже морские геологи понимали задачи своих исследований совершенно иначе, чем геологи-классики.

Так, М. В. Кленова писала, касаясь исследований А. Д. Архангельского по меловым отложениям востока Европейской России: «Работа А. Д. Архангельского, являющаяся одним из первых примеров сравнительно-литологического исследования, к настоящему времени устарела. Между прочим, она показала, что применение методов океанографических исследований к ископаемым осадкам не оправдывает затраченного труда» [Кленова, 1948, с. 10].

Столь же категорично осуждали применение сравнительно-литологического метода и некоторые геологи-осадочники. «Предложение Н. М. Страхова рассматривать в качестве основного звена современной науки об осадочных породах изучение современных осадков переключает главное внимание исследователей с изучения осадочных пород и связанных с ними полезных ископаемых на изучение современных осадков и тем самым приводит к отрыву теории от практики, обнаруживая в то же время несоответствие защищаемого Н. М. Страховым сравнительно-литологического метода практическим задачам, стоящим перед нашей наукой» [Пустовалов, 1951, с. 9].

Время показало необоснованность такого рода утверждений и правильность сравнительно-литологического направления, развитого А. Д. Архангельским и его последователями, в том числе П. Л. Безруковым.

П. Л. Безруков внес в это исключительно плодотворное прогрессивное направление неоценимый вклад своими конкретными исследованиями сначала в дальневосточных морях, а затем в океане. Сравнительно-литологический метод стал своего рода стратегической целью поставленных им исследований современных осадков морей и океанов. В нем он видел главное связующее звено между морской и «сухопутной» геологией.

Второй, не менее важной целью морской геологии, как ее понимал П. Л. Безруков, стало изучение геологической истории самих морских водоемов на основе исследования разрезов донных отложений. Начало этому направлению положили также работы А. Д. Архангельского и Н. М. Страхова в Черном море. Изучая колонки донных осадков Черного моря, А. Д. Архангельский в 1928 г. пришел к выводу, что условия, характеризующие современный осадочный процесс, установились относительно недавно, более древние слои отложились в иных условиях. Граница между этими двумя этапами резкой смены условий осадконакопления имеет возраст около 1500 лет. В последующих работах А. Д. Архангельского и Н. М. Страхова верхний слой осадков назван современным, ниже залегают древнечерноморские осадки и еще ниже — новоэвксинские.

Впоследствии П. Л. Безруков развернул в руководимом им отделе стратиграфические исследования донных отложений дальневосточных морей и Мирового океана, опираясь на опыт своих великих предшественников. Он рекомендовал комплексный подход к изучению стратиграфии, которая, по его мнению, должна была органически сочетать биостратиграфические и литостратиграфические методы, а также абсолютную геохронологию, палеомагнитную стратиграфию и палеоэкологию. При этом П. Л. Безруков считал главной целью стратиграфии решение историко-геологических и палеогеографических задач, что не всегда встречало должное понимание даже у его сотрудников — микропалеонтологов.

Придя в морскую геологию, П. Л. Безруков с самого начала видел перед собой и третью, по его словам, главную цель — выявление и изучение полезных ископаемых

дна современных водоемов. С одной стороны, он собирался изучать рудопроявления, связанные с современными процессами осадкообразования в морских водоемах, как актуалистические модели для познания генезиса осадочных полезных ископаемых, в том числе фосфоритов, на континентах. С другой стороны, ученый верил в перспективность будущего освоения минеральных ресурсов Мирового океана и приложил немало сил для осуществления этой заветной мечты истинного геолога.

Нужно отметить, что в период, предшествовавший Великой Отечественной войне, вопросы исследования полезных ископаемых при работах в море, а также сравнительно-литологические и историко-геологические исследования в морской геологии занимали очень небольшое место. Главной задачей морской геологии в тот период ошибочно считали составление грунтовых карт для нужд рыболовного флота и мореплавания. Но и рыболовный флот, и корабли подводного флота достаточно хорошо обходились и без специальных грунтовых карт, поскольку в те годы траление велось только на малых глубинах, а места постановки на якорь ограничивались глубинами в несколько десятков метров, причем в традиционных местах якорных стоянок. Таким образом, неправильное понимание задач морской геологии приводило к медленному развитию этой науки, к отрыву ее от потребностей большой геологии.

С таким положением были согласны далеко не все геологи и литологи, в том числе и П. Л. Безруков. Много позднее, в 1961 г., при формулировке задач морской геологии он писал: «Полезные ископаемые — это главное!» [Безруков, 1961 : 2]. Научные задачи, связанные с изучением полезных ископаемых, настоятельно требовали для своего решения проведения работ по геологии морей и океанов. Уже в те годы появились прямые доказательства того, что на поверхности и в недрах морей и океанов могут находиться скопления горючих, рудных и нерудных полезных ископаемых, столь необходимых человечеству для пополнения иссякающих запасов на континентах. Наконец, практика геологических исследований ставила перед морской геологией также задачи фундаментальных исследований — создание общей теории осадко- и рудообразования. Без такой теории невозможно было вести целенаправленные поиски новых месторожде-

ний полезных ископаемых, столь необходимых для бурно развивающейся промышленности страны.

При всей логике обстоятельств нельзя, хорошо зная Пантелеймона Леонидовича многие годы, не учитывать и чисто эмоциональную сторону принятого им решения заняться морской геологией, что определило направление его жизни до последних дней. Многим П. Л. Безруков представлялся человеком замкнутым, неразговорчивым, несколько даже суховатым. И каково же было удивление, когда выяснялось, что под этой внешней оболочкой скрывается романтик, поэт, человек, очень тонко чувствующий и переживающий. Романтика дальних странствий, морских путешествий всегда влекла Пантелеймона Леонидовича. Он любил стихи о море, многие стихи знал наизусть и нередко читал вслух в минуты отдыха в экспедициях. И конечно, эта романтическая сторона его характера, все реже встречающаяся в наш век рационализма, сыграла большую роль в изменении направления жизни ученого.

Немаловажное значение для решения П. Л. Безрукова перейти в Институт океанологии имели встречи с В. П. Зенковичем, который в те годы возглавлял в этом институте маленький отдел геологии моря. В нем работало всего несколько человек, занимавшихся главным образом изучением береговых процессов. Сам В. П. Зенкович, хорошо известный уже тогда своими работами по изучению процессов, происходящих в береговой зоне морей и океанов, был большим энтузиастом морских исследований. С В. П. Зенковичем Пантелеймон Леонидович был хорошо знаком еще со студенческих лет — оба они в качестве вольнослушателей посещали лекции на геолого-почвенном факультете МГУ. Встречи с В. П. Зенковичем, который рассказывал о перспективности задач, стоящих перед Институтом океанологии, о переоборудовании «Витязя» для дальних путешествий в Тихий океан, а в дальнейшем, возможно, и вокруг света, не могли не волновать. Институт океанологии нуждался в опытных специалистах для изучения глубоководных осадков морей, и П. Л. Безруков очень подходил для этих работ. С ним беседовал заместитель директора Института океанологии В. Г. Богоров — страстный энтузиаст изучения океана и очень хороший организатор работ. В. Г. Богоров считал, что самое трудное в организации любого крупного дела — это найти ученых-энтузиастов, душой преданных делу.

Если такие люди есть, то все многочисленные трудности становления при этом распадаются сами собой, а при неправильном подборе они разрастаются, как снежный ком. С большой любовью относился В. Г. Богоров к Пантелеймону Леонидовичу все долгие годы их совместной работы. Пантелеймон Леонидович, как и В. Г. Богоров, также очень ценил, любил и всячески поддерживал ученых-энтузиастов, его огорчали случайные в науке и безразличные ко всему люди, которых, к сожалению, встречается немало.

В августе 1946 г. П. Л. Безруков в порядке перехода из Государственного института горно-химического сырья, где он был старшим научным сотрудником, был зачислен младшим научным сотрудником в Институт океанологии АН СССР. Судьба его в Институте океанологии сложилась счастливо: уже в конце 1946 г. в связи с успешной защитой диссертации и присвоением ученой степени доктора геолого-минералогических наук Пантелеймон Леонидович стал старшим научным сотрудником, а с 17 июля 1948 г. на распорядительном заседании Президиума АН СССР он был утвержден в должности заведующего Геологическим отделом Института океанологии.

Сейчас Институт океанологии АН СССР — крупнейший в мире центр океанологических исследований, в котором ведутся работы в области физики, химии, геологии и биологии океанов и морей. В нем работает более 2000 научных сотрудников и моряков, в том числе более 300 занимаются вопросами геологии. Но все это стало потом... А в годы, о которых идет речь, все было иначе. Институт океанологии занимал пять комнат в жилом доме на ул. Обуха в Москве, и весь его штат состоял из нескольких десятков сотрудников.

1946 год был поворотным не только в жизни Пантелеймона Леонидовича Безрукова. Он был поворотным также и для советской океанологии. Собственно до этого года океанология как наука почти не развивалась, она теплилась в небольшой Лаборатории океанологии, созданной в 1941 г. по инициативе П. П. Ширшова вскоре после его возвращения в составе группы полярников-папанинцев с дрейфующей станции «Северный Полюс-1».

В начале Великой Отечественной войны Лаборатория океанологии была эвакуирована в г. Красноярск, где сотрудники продолжали теоретические исследования (В. Г. Богоров, В. Б. Штокман и др.). Но уже в 1943 г.

лаборатория вернулась из эвакуации в Москву. Душой лаборатории в эти тяжелые годы был В. Г. Богоров, заражавший всех своим энтузиазмом и твердой уверенностью в том, что «звездный час» советской океанологии недалек, что скоро крупные советские океанологические суда начнут проводить исследования во всех самых удаленных уголках океана. 24 декабря 1945 г. Лаборатория океанологии была реорганизована в Институт океанологии АН СССР. Были определены организационная структура, штаты и конкретные задачи Института океанологии. Были сформулированы и основные задачи вновь созданного института Академии наук СССР — это разработка теоретических проблем океанологии, проведение исследований океанов и морей на базе представления о единстве происходящих в морях и океанах физических, химических, биологических и геологических процессов и проведение специальных исследований по проблеме колебаний уровня Каспийского моря. Было утверждено и руководство Института океанологии: директор — академик П. П. Ширшов, заместитель директора по научной части — профессор В. Г. Богоров, заместитель директора по хозяйственной части — С. В. Суетов. В Лаборатории океанологии работали известные ученые: В. И. Калининко, Л. И. Смирнова, П. И. Усачев, В. Б. Штокман, В. П. Зенкович, Н. Н. Сысоев. Они продолжали работать и после реорганизации. Именно после реорганизации лаборатории началось подлинное становление Института океанологии, когда в институт были привлечены многие видные специалисты, среди них одним из первых — П. Л. Безруков.

В тот же год в Институт океанологии поступили крупный биоокеанолог Л. А. Зенкевич, который возглавил работы по изучению бентоса, известный гидрохимик С. В. Бруевич, возглавивший химический отдел, биолог В. Н. Никитин, географ-океанолог Б. А. Аполлов, возглавлявший работы по Каспию, гидролог А. Д. Добровольский, видный специалист в области бентоса З. А. Филатова. Немного позднее, в 1948 г., в Институт океанологии пришел и еще один знаменитый полярник — И. Д. Папанин, возглавивший экспедиционные исследования института; затем поступили Е. М. Сузюмов, ставший научным секретарем, крупный ихтиолог Т. С. Расс, специалист по морской технике Н. В. Вершинский. На протяжении первого десятилетия своего существования институт постоянно

пополнялся кадрами лучших советских ученых в области океанологии. Вместе с тем с первых дней организации института была начата активная работа по созданию собственных кадров, и уже через несколько лет молодые сотрудники защищали кандидатские и докторские диссертации на основе экспедиционных материалов, собранных на «Витязе». Институт стал кузницей океанологических кадров, которые сейчас можно встретить во всех уголках нашей страны. Среди других океанологических дисциплин прочное место заняла морская геология, выросла выпестованная П. Л. Безруковым отечественная школа морских геологов.

Исследовательское судно «Витязь»

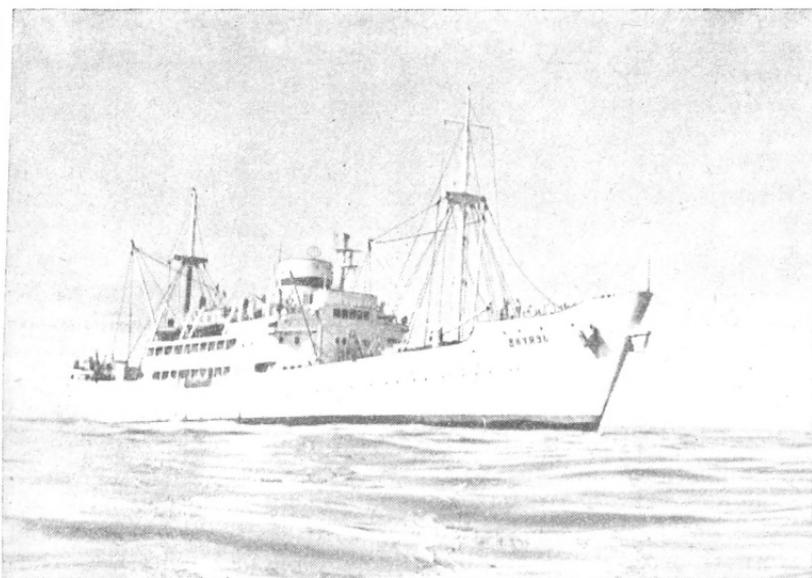
Это были годы, полные энтузиазма, вдохновенной самоотверженной работы. Институт океанологии получил новое помещение в проезде Владимирова, его окна светились до полуночи. Многие научные сотрудники и среди них П. Л. Безруков работали вечерами и в дни отдыха. Шла научная работа и одновременно подготовка к экспедициям. В июне 1946 г. было разрешено организовать океанологическую экспедицию для изучения Тихого океана.

В нашей стране не было судна, пригодного для проведения экспедиции таких масштабов. По предварительным подсчетам, для обеспечения необходимой автономности плавания в океане в течение 3—4 месяцев и создания условий для размещения комплексной океанологической экспедиции нового типа нужно было иметь корабль водоизмещением в 5—6 тыс. т. Таких кораблей для изучения океана не существовало, более того, столь крупные суда никогда ранее не использовались для экспедиционных целей. Достаточно сказать, что самые крупные из прославленных океанологических судов имели малое водоизмещение: «Метеор» (Германия) — 1180 т, «Карнеги» (США) — 568 т, «Дискавери-2» (Англия) — 2100 т, «Альбатрос», на котором работала шведская глубоководная экспедиция, — 1450 т, «Галатейя» (Дания) — 1630 т, «Челленджер-2» (Англия) — 1140 т. Из отечественных кораблей прославленный «Персей», с которым связана эпоха становления советской океанографии, имел водоизмещение всего 380 т.

После завершения Великой Отечественной войны по репарациям было получено несколько германских морских судов, некоторые из них находились в Ленинграде. В 1946 г. заместитель директора Института океанологии В. Г. Богоров и капитан дальнего плавания С. И. Ушаков были откомандированы в Ленинград с целью подобрать среди них корабль, пригодный для переоборудования в исследовательское судно нового типа. Таким судном оказался корабль «Марс» водоизмещением 5710 т, построенный в Германии в 1939 г. В честь корвета, на котором проводил свои замечательные океанографические исследования адмирал Макаров, судно было названо «Витязь». В институте при участии В. Г. Богорова, С. И. Ушакова и Г. А. Ушакова, а также ведущих научных сотрудников был подготовлен эскизный вариант переоборудования корабля, который был одобрен П. П. Ширшовым и передан для детального проектирования в Морсудопроект в Ленинград. Душой создания нового судна стал ведущий инженер Н. Н. Олчи-Оглу. При проектировании был использован самый передовой мировой опыт, многие решения были осуществлены впервые. Четырехтрюмный грузовой корабль перестраивался в плавучий институт с 14 лабораториями, многочисленными и разнообразными лебедками для опускания приборов на любые глубины океанов, мощными траловыми лебедками, якорными устройствами, позволявшими становиться на якорь на любых глубинах океана. Предусматривалось создание на судне научной и художественной библиотеки, конференц-зала, мастерских для проверки и ремонта приборов, жилых помещений, обеспечивающих длительное пребывание в океане. «Витязь» был первым из исследовательских судов нашей страны, где намечалась установка ультразвуковых глубоководных эхолотов. Безусловно, в то время «Витязь» был не только самым крупным, но и самым совершенным исследовательским кораблем.

К концу 1949 г. переоборудование судна было закончено, и «Витязь» покинул Ленинград, отправившись к месту формирования первой экспериментальной экспедиции в г. Одессу.

Черное море было выбрано для испытания нового судна, его оборудования и многих созданных специально для экспедиции приборов, а также океанографических тросов не случайно. Именно это море было лучше всего изучено русскими океанографами. Имелись батиметриче-



Исследовательское судно «Витязь»

ские и гидрологические карты Черного моря, рейс хорошо обеспечивался сетью метеорологических станций, расположенных на его берегах. Как уже говорилось, здесь были достигнуты и первые успехи в области морской геологии.

П. Л. Безруков с головой ушел в подготовку первого рейса «Витязя». А вечерами после утомительной беготни по добыванию приборов и оборудования для «Витязя» Пантелеймон Леонидович долго засиживался, изучая опыт работы наших предшественников и зарубежных коллег.

До Октябрьской революции единственным специально оборудованным для океанографических и рыбопромысловых исследований судном в России был «Андрей Первозванный». Это был пароход, построенный в Германии в 1898 г., на котором с 1899 г. проводились исследования северных морей. На этом судне работала экспедиция для научно-промысловых исследований у берегов Мурмана», организованная нашим знаменитым океанографом-биологом Н. Книповичем. Все другие экспедиции — экспедиции под руководством Н. Андрусова, А. Остроумова, Н. Шпиндлера, И. Лебединцева и другие — проводили

свои исследования с непригодных для глубоководных исследований гидрографических или военных кораблей.

Прославленный ветеран отечественной океанологии, непосредственный предшественник «Витязя» — судно «Персей». Это было небольшое судно, в 15 раз меньше «Витязя». Оно было построено для работ Плавучего морского научно-исследовательского института (Плавморни-на) по указанию В. И. Ленина. День подписания декрета СНК о создании Плавморнина — 10 марта 1921 г. — принято считать днем рождения советской океанологии. Подходящих судов для обеспечения Плавморнина не имелось, и было решено использовать корпус деревянной зверобойной шхуны, куда установили поднятую с затонувшего буксира паровую машину, а также разнообразное оборудование, снятое с затонувших или списанных кораблей. На корабле в крохотных помещениях размещалось 20 человек научного персонала, а это по тем временам было очень много! «Персей» провел 84 рейса в морях Северного Ледовитого океана, прошел за это время более 100 тыс. миль. Его служение науке оборвалось в 1941 г., когда судно было потоплено фашистами в Кольском заливе. Погиб первый флагман советского экспедиционного флота. После Великой Отечественной войны вымпел флагмана принял «Витязь». Он был флагманом советского научно-исследовательского флота на протяжении двух десятилетий. В 1966 г. его в роли лидера сменил новый корабль Института океанологии «Академик Курчатов».

Сейчас с трудом верится, что всего через год после завершения тяжелейшей из войн, когда многие города и населенные пункты были в руинах, когда жители целых областей жили в землянках, когда в стране было мало товаров, а промышленность еще только переходила на выпуск гражданской продукции, — именно в это время был поставлен вопрос о создании крупнейшего в мире и наиболее совершенного научно-исследовательского судна. И судно это предназначалось не для исследования морей, омывающих берега СССР, а главным образом для работ в открытом океане, на максимальных глубинах и удалении от континентов. Скептиков, осуждавших это решение, было более чем достаточно. Сейчас по прошествии более 30 лет можно сказать, что это решение, поражающее своей смелостью, было своевременным и правильным.

Петр Первый стремился сделать Россию морской державой, но долгое время даже самые дерзкие мечтатели не могли представить себе, что Россия станет не только морской, но и океанской державой.

Как-то ночью, расположившись в геологической лаборатории «Витязя», старший товарищ П. Л. Безрукова академик Л. А. Зенкевич говорил морским геологам о том, что в нашей стране в самом раннем возрасте детей прежде всего ведут в зоопарк. А в Японии детей водят в морской аквариум, где знакомят с животным миром океана. В их понимании уже с раннего детства океан — это часть их страны, их жизни, планеты, где воды океана занимают почти $\frac{3}{4}$ поверхности. Наступило время открыть океан для нашей Родины. И это открытие океана, приобщение нашей страны к его проблемам, к его изучению наряду с изучением территории СССР, по существу, дело исследовательских работ, проводимых на «Витязе» большой группой энтузиастов-ученых Института океанологии, среди которых был и Пантелеймон Леонидович Безруков.

В течение последующих 30 лет белоснежный красавец «Витязь» был для П. Л. Безрукова вторым домом. На его борту он совершал свои многочисленные плавания в Тихом и Индийском океанах, собирал уникальные коллекции донных осадков, делал важные географические открытия, создавал основы океанской геологии. Сам Пантелеймон Леонидович признавался, что месяцы, проведенные в рейсах «Витязя», — это лучшее время в его жизни. И действительно, все, кому посчастливилось плавать на «Витязе» вместе с ним, под его руководством, не могли не заметить особого состояния романтической восторженности и вдохновения, которое охватывало П. Л. Безрукова в море. Морские экспедиции стали его родной стихией, неотъемлемой частью всей дальнейшей жизни.

За 30 лет работы в Институте океанологии П. Л. Безруков принимал участие в 14 крупных экспедициях «Витязя», проведя в общей сложности на его борту более 3,5 лет жизни. В этой жизни на «Витязе» было много трудностей, но и знакомых только посвященным особых радостей. Подобно старым морякам Пантелеймон Леонидович испытывал к «Витязю» нежную привязанность.

В 1946—1948 гг. нужно было принимать смелые, даже дерзкие решения, готовить будущие открытия в геологии океанов и морей, которые произошли позднее.

Подготовка геологической части экспедиции на «Витязе», а также геологических приборов и палубного оборудования для работы этими приборами целиком легла на плечи П. Л. Безрукова, двух младших сотрудников В. П. Петелина и С. И. Малинина, а также работавшего в те годы старшим лаборантом Г. Б. Удинцева. С конца 1948 г. в этих работах стал принимать участие, также в качестве лаборанта, А. П. Лисицын.

Для морского геолога первейшая задача — получение доброкачественной, представительной пробы донного осадка в условиях, когда дно удалено от геолога, находящегося на палубе, на 5—11 км, причем работа нередко осложняется сильной качкой и дрейфом судна. При этом необходимо не только получить достаточно большую по площади пробу поверхностного слоя дна, но и пробить толщу отложений на возможно большую глубину. Если средняя скорость осадконакопления составляет около 1 см/1000 лет, то каждый новый метр длины колонки донного осадка — это новые 100 тыс. лет геологической истории моря!

Из всего сказанного очевидно, что успех или неуспех геологических исследований в море во многом определяется техникой получения проб, зависят от совершенства конструкции грунтовых трубок, дночерпателей и тралов, а также от совершенства океанографических лебедок и стальных тросов, применяемых для работы с этими приборами. Поэтому неудивительно, что в первые годы работы в Институте океанологии для геологов во главе с П. Л. Безруковым первейшими задачами стали задачи технические. Все геологи в большей или меньшей мере стали инженерами, выдвигали новые идеи или обсуждали всевозможные предложения о создании новых типов приборов.

Сам П. Л. Безруков не имел склонности к технике, не любил «ворочать железо», но отлично понимал, что без новых технических средств невозможно развитие такой науки, как морская геология. Поэтому он всячески поддерживал своих молодых коллег, более сведущих в технических вопросах. Порой приходилось, правда, сдерживать их пыл, увлечение слишком уж фантастическими, а то и просто опасными при работе новшествами. И вот что удивительно: несмотря на недостаточную техническую подготовку, Пантелеймон Леонидович каким-то чутьем предугадывал перспективность той или иной новой кон-

струкции приборов. Как правило, его прогнозы оправдывались. Излюбленные им приборы, созданные еще во время первых рейсов «Витязя» (например, дночерпатель «Океан»), служили потом десятилетиями, тогда как другие, на первый взгляд более эффективные, получив скептическую оценку Пантелеймона Леонидовича, сохранились лишь в воспоминаниях ветеранов.

Конструкции трубок малого диаметра, применявшиеся на небольших судах, сразу же были отвергнуты. Речь шла о конструкциях, которые будут обеспечивать не менее 5 м колонки (в то время это был мировой рекорд длины колонки), а в более дальней перспективе — до 20—30 м. Со стороны все кажется очень просто. Но как сделать, чтобы трубка длиной 30 м не согнулась под действием собственного веса при ударе о грунт, как собрать в качку на скользкой палубе такую трубку, как выводить ее за борт судна и поднимать обратно... Тысячи таких проблем возникали ежедневно и требовали срочного решения: испытания судна были назначены на зиму 1948/49 г.

Вспоминая одно из первых посещений Института океанологии, когда вместе с П. Л. Безруковым мы обсуждали конструкции и материалы для грунтовых трубок. Мне это было привычно, так как после службы в военной и гражданской авиации я имел соответствующую инженерную подготовку. Тем более что и материалы для этих морских работ требовались особой прочностью и качества — именно авиационные. И первое мое боевое крещение в морской геологии было связано с поездкой на один из складов, где необходимо было добиться получения авиационных труб особой прочности, которые лучшие резцы брали с трудом. Помню радостную улыбку на лице Пантелеймона Леонидовича, когда я произнес непонятную ему фразу: «Есть две тонны 30 ХГСА!». Это означало, что удалось «выбить» две тонны особо прочных труб, которые долго потом служили нам при работах в дальневосточных морях и в Тихом океане.

Отзвуки войны сказывались не только в том, что В. П. Петелин, Г. Б. Удинцев и А. П. Лисицын были одеты в офицерские кители без погон (все они недавно вернулись с фронта), и не только в огромных трудностях, с которыми сталкивались при приобретении необходимых приборов и материалов, но также и в том, что для конструирования многих приборов и деталей были использованы части из отслужившего вооружения. Мы

старались перенести привычные в годы войны приборы и изделия из авиации, военного флота, артиллерии и инженерных войск для сугубо мирных работ «Витязя». И это делалось не только в силу фронтовой привычки, но и потому, что все лучшее, что имелось в стране в годы войны, было направлено в оборонную промышленность. Многие приборы были переделаны из деталей отслужившего вооружения. Принимались такие неожиданные решения, как использование при глубоководных работах лебедек для установки азростатов противовоздушного заграждения, которые в ночное время в годы войны висели в небе затемненных городов. Корпус тяжелой глубоководной гидростатической трубки (ГГТТ), которой потом были получены колонки рекордной длины — 33,5 м (этот рекорд не превзойден и в наше время), был изготовлен из ствола артиллерийского судового орудия, а датчики касания дна — из стволов противотанковых пушек.

Очень волновалп наших океанологов и в их числе П. Л. Безрукова в те годы работы Шведской глубоководной кругосветной экспедиции на судне «Альбатрос». Эта экспедиция готовилась в нейтральной Швеции долго, в годы, когда наша страна вела войну с фашистской Германией. Нам казалось, что невозможно в несколько лет догнать, а тем более перегнать шведов.

Появление в маленькой библиотеке Института океанологии в проезде Владимирова, занимавшей всего одну комнату, каждого тома работ Шведской глубоководной экспедиции, каждого сообщения о ней встречалось с большим интересом. Тонкие тома отчетов прочитывались немедленно. Особенный интерес имели описания приборов и оборудования экспедиции. Вместе с Пантелеймоном Леонидовичем мы немедленно изучали эти работы, детально обсуждали и сопоставляли наши возможности и планы, нередко в корне меняли их, стараясь, чтобы наши приборы не уступали шведским, а превосходили их. Спустя много лет и Пантелеймону Леонидовичу, и автору этих воспоминаний приходилось встречаться почти со всеми учеными — участниками шведской экспедиции. Многие стали нашими друзьями, был налажен обмен научными материалами и пробами. В те годы, когда мы их не знали, они почему-то казались нам очень опытными и изощренными в проведении работ в океане. Шведские океанологи впоследствии делились с нами своими воспоминаниями о трудностях при внедрении новых приборов, при

переходе всей техники геологии моря на новый уровень; они рассказывали нам не только о своих успехах, но и о неудачах, а нередко и провалах. Это были живые люди, которые, проникая в тайны океана, встретились с теми же трудностями, что и мы.

Стратегически «Витязь» имел некоторые преимущества перед «Альбатросом» не только потому, что по водоизмещению он был в несколько раз больше, но главное потому, что для «Альбатроса» это был его единственный рейс — «звездный час», после чего имя этого корабля исчезло со страниц научных журналов. «Витязь» начинал свои исследования в 1949 г. и, как предполагалось, должен был вести их столько времени, сколько позволят ресурсы корабля. А это дает возможность постоянно совершенствовать корабль и оборудование, приборы, всю организацию работы плавучей лаборатории, сохранять преемственность как в отношении разрабатываемых проблем, так и в отношении исследовательских навыков большого коллектива научных сотрудников и команды судна. Таким образом, Институт океанологии в Москве и его плавучая база в океане «Витязь» на долгие годы должны были представлять собой единое целое. В те годы многим это представлялось маловероятным.

День испытаний «Витязя» в море быстро приближался, и чем ближе он становился, тем, казалось, больше нужно было сделать и прочитать. И вот этот день настал... Все, что было сделано на «Витязе» за эти годы, должно было быть испытано в экспериментальном рейсе на Черном море. Что покажут эти испытания?

В конце 1948 — начале 1949 г. ритм подготовки экспедиции на «Витязе» все более ускорялся. Переоборудование судна завершалось, и для проведения первой экспедиции в дальневосточных морях в наиболее благоприятное по погодным условиям время — июнь — сентябрь — необходимо было провести испытательный рейс в Черном море ранней весной — в марте — апреле, когда условия плавания в Черном море очень трудны. После завершения испытательного рейса «Витязь» должен был пройти через Индийский океан во Владивосток — к постоянному порту своей приписки.

Главной задачей рейса была проверка работы всех приборов и оборудования судна на глубинах до 2 км с получением и предварительной обработкой проб, в том числе и проб донных осадков трубками и дночерпателями.

Легко себе представить, с каким волнением готовились морские геологи (их отряд состоял из пяти человек) к этому рейсу. По существу, все имели опыт работ только на суше, причем особенно солидным этот опыт был у П. Л. Безрукова. В. П. Петелин работал прежде на суше в Арктике, на п-ове Таймыр (проводились геологическая съемка и поиски месторождений). Только А. В. Живаго участвовал раньше в работах на море, но в основном в прибрежных районах Черного моря, так же как и В. П. Зенкович — руководитель геологического отряда в испытательном рейсе. Г. Б. Удинцев принимал участие в морских геологических исследованиях в Баренцевом море. Но никто из геологов не работал ранее на глубинах более 1 км, никто не представлял себе, как проводить исследования с такого крупного судна. Как всегда в таких случаях, было немало советчиков и скептиков, которые предрекали провал «этой затеи»...

Поскольку особенно важное значение в рейсе придавалось испытанию новой техники, среди участников были инженеры с завода «Динамо» и другие.

Начальником экспедиции был назначен известный гидрохимик С. В. Бруевич, который также не имел опыта работы в глубоководных районах моря, а тем более опыта руководства такой большой экспедицией, в состав которой входило 70 научных сотрудников и 66 человек экипажа судна.

К сожалению, перед началом экспедиции заболел и был вынужден остаться на берегу главный инженер Института океанологии Н. Н. Сысоев, который особенно хорошо знал новую технику и принимал непосредственное участие в ее разработке.

Первая экспедиция на «Витязе» (его испытательный рейс) началась 13 апреля 1949 г. и завершилась после 12 суток плавания — 24 апреля. Черное море встретило путешественников сильным ветром, дождем и снеговыми зарядами. Довольно сильная зыбь затрудняла проведение работ: многие страдали морской болезнью. Работать на мокрой палубе под дождем и ветром было трудно.

Запись № 1 геологического журнала № 1 «Витязя» — начало новой эпохи в развитии морской геологии. Начало это было более чем скромным. Весь рейс экспедицию преследовали неудачи.

Первая запись в журнале сделана рукой начальника геологического отряда В. П. Зенковича: «Станция № 1,

13 апреля 1949 г. Глубина 23 м. Орудие сбора — трубка-флейта, два спуска.

1-й спуск: трубка была опущена без резиновой диафрагмы, пришла пустая, но выпачканная илом...

2-й спуск: пришла только верхняя часть трубки с грузами. Сама трубка осталась на дне. В момент касания образовалась слабина троса на барабане. Пока ее убирали, трос пошел в воду под большим углом... На лебедке стоял В. П. Зенкович, трубку собирали А. В. Живаго и П. Л. Безруков.

Общее замечание по станции: станция прошла неорганизованно. Время работ не засекали. Все толпились, бегали и кричали. Блок-счетчик повешен плохо. Лебедка дает сразу очень большой ход».

В тот же день 13 апреля была проведена еще одна попытка получить пробы донного осадка легкой грунтовой трубкой. И снова неудача...

«Станция № 2, 13 апреля 1949 г. Глубина 28 м. Орудие сбора — трубка длиной 1,5 м.

При спуске трубки вследствие оплошности работника, стоящего у контроллера, произошел обрыв троса и трубка утонула...»

На следующий день испытывали трубку-пушку «Океан», которая выстреливала грунтовую трубу в донные осадки. Для нее были использованы детали от артиллерийского орудия, заряжалась она гильзой с бездымным порохом. Выстрел производился при ударе бойка по капсюлю — все как в настоящем орудии. Вот подлинная запись из геологического журнала:

«Станция № 4, 14 апреля 1949 г. Глубина 49 м. Орудие сбора — трубка-пушка „Океан“. Первый раз испытывали трубку-пушку „Океан“. При первом испытании на палубе капсюль дал осечку. Другой раз — снова осечка: негодный боек. Еще раз подготовили новый боек, но не сменили гильзу. Наконец, с 5-го раза трубка сработала и принесла колонку длиной около 6 м. Работы по спуску трубки заняли около 8 часов». Это первая запись, сделанная рукой П. Л. Безрукова. В то время колонка длиной 6 м была рекордной в нашей стране. Дальше в ходе испытаний в рейсе получили трубкой-пушкой еще одну колонку длиной 2,2 м.

Одновременно со спуском указанных выше трубок геологический отряд вел подготовку к спуску самой тяжелой трубки — гидростатической грунтовой трубки (ГГГТ)

системы Сысоева — Кудинова. В последний день рейса, 20 апреля, этой трубкой на станции № 13 удалось получить колонку рекордной длины — 9 м. Правда, верхние 1,5—2 м колонки были затянуты в баллон. Трубка оказалась очень перспективной, хотя требовалось затратить много труда для подготовки и вывода ее за борт.

Последняя геологическая станция рейса № 15 также оказалась неудачной для геологов. Работы здесь производились на глубине 2180 м, т. е. на глубинах, близких к максимальным для Черного моря. Все с нетерпением ждали появления трубки Экмана. Вот трубка на палубе, и из нее под всеобщее ликование извлекается колонка длиной 106 см. А дальше лаконичная запись «летописца» в геологическом журнале: «Колонка длиной 106 см, полученная трубкой Экмана, рассыпана А. В. Живаго при его падении в люк и пришла в негодность».

Очевидцы этого рейса «Витязя» рассказывали, что в начале рейса лебедки крутились в обратную сторону, скорости их движения также менялись совершенно загадочно, стальные тросы рвались, как нитки, приборы перепутывались и обрывались... Казалось, за неполные две недели испортилась большая часть приборов, которые готовили три года, а часть приборов показала полную непригодность для использования в море. Мало кто верил, что вскоре настанет время, когда весь сложный организм «Витязя» заработает без перебоев, когда за борт будут уходить на глубины океана сразу десятки приборов, когда экспедиция начнет действовать как слаженный оркестр, когда «Витязь» будет проводить работы на максимальных глубинах океана, а тяжелая зыбь и волна, наконец, не станут непреодолимым препятствием для проведения исследований.

Но все это будет потом... А возвращался в Москву после кратковременного, но чрезвычайно эмоционального рейса П. Л. Безруков с тяжелыми раздумьями. Было ясно, что еще совсем недостаточно создать хороший прибор и научиться грамотно с ним работать в море. «Витязь» требовал высокого уровня подготовки научных сотрудников. Еще больше трудностей предстояло преодолеть, чтобы добиться полного использования всех мощных исследовательских средств «Витязя» при работах на станции. Не получалось в испытательном рейсе взаимодействия коллектива научных сотрудников с экипажем судна. Штурма-

ны и матросы, а также механики судна считали себя не причастными к работам экспедиции. Необходимо было полностью переделать систему организации экспедиции и тактику работы.

П. Л. Безрукову было ясно, что успех будущих геологических работ на «Витязе» будет зависеть прежде всего от правильной организации работ, от слаженных действий всех членов малочисленного тогда геологического отряда. И он, с присущей ему целеустремленностью, взялся за это нелегкое дело. По возвращении из экспериментального рейса П. Л. Безруков провел ряд совещаний и бесед с сотрудниками, где обсуждались результаты первого опыта работы на «Витязе» и планы будущих рейсов. Деятельное участие в этих беседах принимал Н. Н. Сысоев. Несмотря на многие неудачи, Пантелеймон Леонидович не сомневался в главном: на «Витязе» можно вести геологические работы не только в морях, но и в океане. Уже тогда судно стало для него родным. Это чувство близости он пронес через все последующие годы, по праву разделяя мировую славу «Витязя», ставшего благодаря его деятельности не только флагманом советской океанологии, но также колыбелью отечественной школы морской и океанской геологии.

Впереди была работа в геологически совершенно неизученных дальневосточных морях. В мыслях П. Л. Безруков был уже там, где вулканическая дуга Курильских островов отделяет от океана глубокий бассейн Охотского моря. Раскрыть тайны геологии этих грандиозных структур, так напоминающих геосинклинальные пояса геологического прошлого, изучить происходящие там процессы — вот о чем, вероятно, мечтал ученый, занимаясь предрейсовой организационной работой.

24—27 апреля сотрудники первой экспедиции отбыли в Москву в Институт океанологии, а судно начало подготовку к переходу через Индийский океан во Владивосток. Это плавание началось 17 мая 1949 г. и завершилось благополучным прибытием «Витязя» во Владивосток 8 июня 1949 г. При прибытии судна во Владивосток началась интенсивная подготовка к первому океанографическому рейсу «Витязя» в Охотское море. Нужно было провести дооборудование, поменять команду судна во главе с капитаном, произвести необходимые ремонтные работы, принять на борт экспедиционные грузы, а также запасы воды, топлива, провизии. Все это сделать в тяже-

лые послевоенные годы было крайне трудно, и почти никто не верил, что ровно через месяц после прибытия «Витязь» с полным составом экспедиции на борту возьмет курс в Охотское море.

На «Витязе» в Охотское море

В конце апреля 1949 г. П. Л. Безруков вернулся из черноморского рейса «Витязя», а в конце мая нужно было уже отправляться поездом во Владивосток для работ в Охотском море: готовился первый научно-исследовательский рейс в дальневосточные моря.

В этом рейсе «Витязя» принимали участие все сотрудники Лаборатории морских отложений: начальник геологического отряда П. Л. Безруков, научные сотрудники В. П. Петелин, Г. Б. Удинцев, Н. Л. Зенкевич, а также студенты-дипломники А. П. Лисицын из Московского геологоразведочного института и Б. Беклешов с географического факультета МГУ. Как и в черноморском рейсе, геологический отряд состоял из шести человек, которые должны были обеспечить круглосуточную эхолотную вахту, работы на палубе, предварительную обработку проб, их микроскопическое исследование, упаковку и т. д.

Геологический отряд обсудил результаты черноморского рейса и перспективы нового плавания. Выводы были сделаны очень суровые. Для успешной работы в океане необходимо было всем в совершенстве овладеть новой для нас наукой — морской практикой. Каждый должен знать не только все то, что знает матрос первого класса, но и то, что знает боцман, а частично штурман, механик, электрик. Причем знания эти не должны быть поверхностными, они должны были периодически проверяться компетентными комиссиями. Морская практика постигалась геологами не только из книг и справочников, а непосредственно в деле, на «Витязе», с теми людьми, с которыми предстояло работать в бурном Охотском море. И неудивительно, что уже с середины рейса при авраль-ных ситуациях, требовавших участия всего экипажа судна, на палубу вызывали также морских геологов.

Работа на судне с первого дня экспедиции и до ее последнего дня кипела круглосуточно. На ленте эхолота сразу же после выхода судна за маяк Скрыплева стали вырисовываться удивительные подводные горы, хребты и



В первом рейсе на «Витязе» в Охотском море (1949 г.)

долины, неизвестные ранее, не показанные даже на самых новых гидрографических картах!

Впереди Охотское море — первый объект морских геологических исследований П. Л. Безрукова. Каково оно, что известно о его донных осадках? В своей работе «Донные отложения Охотского моря», которая появилась в 1960 г., т. е. через 11 лет после первого рейса «Витязя» в это море, П. Л. Безруков писал: «Охотское море представляет исключительно интересный объект для изучения вопросов осадкообразования. Будучи связано с Тихим океаном и являясь, по существу, его огромным заливом, оно характеризуется многими чертами водоемов океанского типа... Располагаясь, по крайней мере южной своей частью, в пределах современной геосинклинальной области, Охотское море привлекает к себе внимание как водоем, в котором можно изучить влияние на осадкообразование таких факторов, как современный вулканизм. Обладая же чрезвычайно сложным подводным рельефом, оно представляет исследователям широкие возможности для выяснения зависимостей между осадконакоплением и тектоническими структурами дна. Наконец, находясь под двойным воздействием — сурового климата материка Азии и теплого влажного климата Тихого океана, Охот-

ское море имеет благоприятные условия для изучения одновременного влияния на осадкообразование различных климатических факторов.

Не менее интересно и важно исследование осадков Охотского моря и для восстановления геологической истории как самого этого моря, так и сопредельных пространств Советского Дальнего Востока...» [Безруков, 1960 : 1, с. 15].

Дальневосточные моря, особенно северные из них — Берингово и Охотское, издавна пользовались дурной славой у моряков. Частые штормы здесь обычно сопровождаются мелким сильным дождем и туманом. Прибрежные районы изобилуют рифами и опасными местами, в зимнее время поверхность моря покрыта непрерывно движущимися ледовыми полями. Льды в некоторых частях моря тают только в конце лета и через 1—2 месяца снова появляются (например, в районе Шантарских островов).

Зимой температура снижается до -20 , -25°C и длительное время свирепствуют жестокие ветры. Снег удерживается до 9—10 месяцев в году в холодной части водосбора. Высота волн даже в летние месяцы достигает 8—10 м при большой частоте штормов. При зимних штормах происходит обледенение, нередко приводящее к гибели даже самых современных крупных кораблей.

Сейсмичность в южной части моря достигает 9 баллов. На Курильских островах и Камчатке, обрамляющих Охотское море, широко развит современный вулканизм, проявления которого отмечаются и в самом море. В таких суровых условиях советским морским геологам прежде еще не приходилось работать.

Воды Охотского моря очень холодные: их температура даже летом на поверхности составляет 10 — 13°C , а на глубинах от 30 до 150 м располагается промежуточный слой «вечной мерзлоты» с отрицательными температурами воды. Течения достигают большой скорости, особенно в проливах (5—8 узлов), для ряда районов типичны огромные амплитуды приливов, достигающие 13 м в районе Пенжинской губы. В летние месяцы в южную часть моря проникают тропические тайфуны.

Максимальная глубина дна Охотского моря составляет 3372 м. Рельеф его был изучен слабо, и почти в каждом рейсе «Витязя» делались крупные географические открытия.



У лебедки на «Витязе» П. Л. Безруков и В. П. Петелин

До экспедиции на «Витязе» сведения о донных осадках Охотского моря были весьма ограниченными и касались в основном гранулометрического состава самого верхнего слоя. В дальнейшем было установлено, что и они очень далеки от действительности. Длинных колонок, необходимых для изучения геологической истории, не было получено вообще.

Работы геологического отряда в Охотском море отражены в геологическом журнале № 2 «Витязя». Вот запись о первой станции и полученной на ней пробе, сделанная А. П. Лисицыным.

«Станция № 18, 9 августа 1949 г. Глубина 103 м. Дночерпатель опускался 5 раз. Удалось получить только одну небольшую пробу глинистого ила оливкового цвета. После спуска дночерпателя Петерсена проводился спуск дночерпателя Гордеева» (большого и сложного прибора, о котором теперь уже помнят немногие). На той же станции трубкой Экмана была получена колонка длиной 44 см. Если вспомнить Черное море, то начало было вполне успешным, хотя погода оправдывала самые мрачные предсказания. На палубе приходилось работать в ватниках, в дождь, при пропизывающем ветре. «Витязь» хо-

рошо держался па волне, по качка была практически непрерывной. Трудно было удерживать от опасного раскачивания поднятые над палубой тяжелые трубки и дночерпатели.

Вскоре выяснилось, что дночерпателями при волновой зыби на глубинах больше 300 м работать нельзя: они закрываются на волне в толще воды и, достигнув дна, грунта не берут. Всевозможные вариации со скоростями лебедек, работа на свободном ходу лебедек для компенсации качки улучшали положение, но требовали больших дополнительных затрат времени.

Уже через неделю плавания геологи полностью освоились с необычными условиями работы и стали добиваться получения более длинных колонок. Так, уже 15 августа на ст. 25 тяжелой ударной трубкой была получена колонка длиной 380 см, на ст. 29 — 410 см и на ст. 55 — 451 см, т. е. была достигнута рекордная длина колонок, полученных ударными трубками. В дальнейшем уровень 4—5 м стал обычным для трубок этого типа.

В арсенале приборов геологического отряда были и еще более тяжелые поршневые и гидростатические трубки. Но работать с тяжелыми приборами при сильном ветре, большой волне и дрейфе судна было очень трудно. Почему-то особенно вспоминаются ночные работы на палубе. Струи дождя в свете прожекторов. Тросы приборов, находящихся за бортом, перекрещенные и перепутанные самым неожиданным образом. Они то освещаются при крене судна, то исчезают. На палубе Пантелеймон Леонидович Безруков, в мокром ватнике, морской фуражке и в сапогах, Николай Николаевич Сысоев — всегда даже в самых трудных случаях невозмутимый и спокойный, капитан С. И. Ушаков в морской форме, всегда чисто выбритый, и группа морских геологов и матросов в ватниках, во главе с боцманом придумывающих разные приспособления, чтобы развести приборы. Нередко для этого нужно было кому-то опускаться за борт, и тогда Н. Н. Сысоев и П. Л. Безруков держали сотрудника за ноги или страховали концом, а капитан тем временем давал команды на мостик, чтобы маневрами судна перевести тросы в нужное положение. Часто эти работы затягивались на многие часы. Наконец, положение исправлено, мокрые и уставшие, геологи шли в свою лабораторию, чтобы описать пробу, а через 2—3 часа снова станция, снова надо выходить на дождь и ветер...

К концу августа погода становилась все хуже и хуже, уже нельзя было вести геологические работы. Исследования велись только левым бортом судна с гидрологических лебедек. А гидрологи привязывались к лебедкам, чтобы их не смыло штормом с палубы.

Повсюду на палубе были протянуты веревочные поручни — лееры, чтобы при крене судна не упасть за борт. А со 2-го по 4-е сентября шторм достиг силы 8—9 баллов, все работы прекратились и судно легло против волны и ветра, выжидая окончания шторма.

И именно в этот период дождей и штормовых ветров начали выходить из строя английские эхолоты, установленные в геологической лаборатории. Пантелеймон Леонидович, отвечавший за эту работу, был встревожен. Он с Г. Б. Удинцевым и электронавигатором А. С. Леоновым сутками не выходил из лаборатории, хотя там все ходило ходуном от качки, несмотря на крепление по-штормовому. Затекали и потеряли сопротивление линии, соединявшие танки излучателей и приемников с эхолотом. Надо было, несмотря на шторм, исправлять повреждения, сушить и герметизировать танки.

Едва закончили эту работу, как электромоторы эхолотов, предназначенные, видимо, для работы в условиях кондиционированных помещений, стали от сырости выходить из строя. Вскоре сгорели четыре электромотора, и на совещании во время шторма, по предложению П. Л. Безрукова, было принято решение идти в Магадан, ближайший и крупнейший из портов северной части Охотского моря. Здесь намечалось оставить небольшую группу сотрудников для обеспечения ремонта электромоторов, а «Витязь» тем временем должен был вести работы в море и через неделю зайти снова в Магадан. Особая трудность этого задания состояла в том, что электромоторы были намотаны проволокой толщиной в человеческий волос. Проволока укладывалась особым образом: как именно — это было секретом фирмы, никому не удавалось перемотать такой двигатель. Вскоре «Витязь» стал на рейде Магадана. Катером участники операции Г. Б. Удинцев, А. П. Лисицын и заместитель начальника экспедиции по хозяйственной части были высажены на берег, а «Витязь» ушел в море продолжать работы.

Нелегко было в то время найти здесь людей, которые смогли бы сделать такую ювелирную работу за столь короткий срок. И все-таки нашли! Когда ранним утром че-

рез неделю на горизонте коказался «Витязь», все двигатели были готовы. Теперь геологический отряд во главе с Пантелеймоном Леонидовичем мог спокойно продолжать исследования дна Охотского моря.

Постепенно налаживалась работа траловой и якорной лебедок, и тралы, собиравшие много каменного материала со дна, приходили один за другим. Налаживалась и работа грунтовыми трубками средних размеров: колонки длиной до 4—5 м, а иногда и больше стали нормой даже при работах на максимальных глубинах Охотского моря.

Рекорд длины колонки продолжал расти. На ст. 112 поршневой трубкой была получена колонка длиной 558 см. Но и этот «рекорд» удержался всего неделю: уже на ст. 128 с глубины 1374 м удалось поршневой трубкой получить колонку длиной 7,1 м. Так постепенно приближались к рекордным колонкам длиной до 15 м, которые были получены поршневыми трубками в экваториальной штилевой зоне океана с борта шведского «Альбатроса».

В конце сентября, несмотря на частые штормы, в свободное от обработки колонок и стояния на лебедках время геологи под руководством Н. Н. Сысоева стали готовить гидростатическую трубку. Она состояла из баллона — пушечного ствола, кранового устройства, срабатывающего при достижении дна, и нескольких труб из особо прочной стали 30 ХГСА. Эти трубы соединялись между собой часовой резьбой — такой тонкой, что от малейшего удара или перекося она приходила в негодность. Зато такая резьба, да еще при свинчивании труб на паратоне — специальной вакуумной смазке, которая в то время применялась в реактивной авиации, — такая резьба обеспечивала полный вакуум.

Никто из конструкторов даже не предполагал, каких трудов стоит собрать такую трубку. Чтобы собрать колонку труб длиной 27 м, нужно было затратить несколько суток! Но трубку нужно было еще испытать! И в то время, когда Пантелеймон Леонидович с Б. Беклешовым обеспечивали описание всех проб, собранных ударными и поршневыми трубками, весь остальной отряд начал подготовку ГГГТ.

Собранная колонна труб размещалась на специальной ферме в горизонтальном положении. После перевода трубки фермой в вертикальное положение ферма отделялась от трубки и отводилась в сторону. Трубка опускалась на дно без фермы, а затем у борта для подъема снова укла-

дывалась на ферму. Казалось, все очень просто. Но ведь трубка весит 1—2 т и около 1 т — ферма. Они ходят на качке и соединить их было просто невозможно.

Самыми горячими болельщиками этой работы были Л. А. Зенкевич — начальник экспедиции, который, наверное, больше проводил времени в геологической лаборатории и на палубе, чем в лаборатории бентоса, П. Л. Безруков, Н. Н. Сысоев — один из создателей ГГГТ, старший механик судна В. И. Харченко. Стали появляться и добровольные помощники из команды, первым из них был электронavigator А. С. Леонов. Он сам предложил нести вахту на эхолоте в помощь совсем измученным от недосыпания Г. Б. Удинцеву и Н. Л. Зенкевичу, в дополнение к своим немалым заботам по навигационному хозяйству судна. А. С. Леонов нередко помогал и на палубе, где познания опытного специалиста по приборам были всегда полезны. В глухую ночь, когда только вахтенные не спят и судно рассекает туман и дождь, следуя на очередную станцию, он приглашал замерзших геологов с палубы в лабораторию и угощал рыбой или домашними припасами, отпаивая чаем особого приготовления... Так постепенно А. С. Леонов стал добрым гением и непререкаемым участником всех главных работ геологического отряда. И с этого рейса до выхода на пенсию он был почетным членом геологического отряда, а затем почетным морским геологом. За ним потянулись другие добровольцы из экипажа.

Тяжелая работа по созданию гидростатической трубки ГГГТ, в которой принимали участие и геологи, и члены экипажа, увенчалась победой. Спуск ГГГТ впервые состоялся в ночь с 30 сентября на 1 октября (ст. 140) в самой глубокой части Охотского моря (глуб. 3400 м). Спуск трубки принес первый большой успех. Была поднята на борт колонка длиной 27 м — новый мировой рекорд! Длина поднятой колонки превосходила почти в 2 раза полученную в Тихом океане шведской глубоководной экспедицией. Это был настоящий праздник для всех, кто принимал участие в создании царь-трубки, как ее в то время называли.

В начале октября из-за сильных штормов проводить работы в Охотском море становилось все труднее. Экспедиция подходила к концу. Главные планы работ были выполнены. Начальник экспедиции Л. А. Зенкевич принял решение выйти через Курильские проливы в Тихий океан

и пересечь с работами Курило-Камчатскую впадину, которую нередко в то время называли также впадиной Тускарора. Ее максимальная глубина 10 542 м, т. е. близка к максимальной глубине 11 км, на которую были рассчитаны лебедки «Витязя».

10 октября «Витязь» вышел из Охотского моря в океан. Был безветренный солнечный день. Спустили дночерпатель Гордеева и с нетерпением стали ждать пробу с настоящей океанской глубоководной глиной. Вот, наконец, дночерпатель у поверхности и к всеобщему ликованию полон коричневым глинистым илом! Пантелеймон Леонидович приносит из лаборатории несколько пробирок и после тщательного отбора и описания пробы раздает ее на память геологам. У меня и сейчас хранится эта пробирка с первой пробой океанской глубоководной глины. Пройдет всего несколько лет, и красные глины, радиоляриевые илы и другие типы океанских осадков будут поступать из разных частей океанов непрерывным потоком, но этой пробы не забудет никто из участников рейса...

Вслед за дночерпателем в пучины глубоководного желоба была опущена грунтовая трубка, которой удалось получить колонку длиной 136 см. Но это была всего лишь разведка. Для этой станции была подготовлена также ГГГТ длиной 27 м, но, к великому сожалению, из-за некоторых неполадок трубка вернулась пустой. Финал не получился, но и то, что удалось выйти на просторы Тихого океана, хотя и недалеко от Курильских островов, и начать исследования его осадков, было праздником для всей экспедиции, и прежде всего для П. Л. Безрукова. Ведь об этом столько мечтали, столько лет готовились! В этом рейсе было положено начало развитию советской геологии океанов, был заложен первый кирпич в ее фундамент.

В первом дальневосточном рейсе «Витязя» геологический отряд получил, несмотря на трудности в освоении новых приборов и тяжелую работу на новом судне в плохих погодных условиях, уникальный по тем временам материал. Геологические работы были проведены на 118 станциях, при этом на 47 из них получены колонки донных осадков, взята рекордная для тех лет колонка — 27 м. И сейчас, по прошествии более 30 лет, это считается неплохим результатом для геологического отряда, состоящего из шести человек.

И может быть, самым главным для участников рейса было сознание того, что на огромном «Витязе» можно эффективно работать в самых трудных погодных условиях, на больших океанских глубинах, тяжелыми приборами, что можно обрабатывать собранные материалы в паучных лабораториях корабля, осуществляя идею плавучего научного института.

Экспедиция вернулась во Владивосток 21 октября и вызвала большой интерес в краевых организациях, а также в научно-исследовательских институтах Дальнего Востока. Доклады Л. А. Зенкевича, а также начальников отрядов, в том числе П. Л. Безрукова, были заслушаны с огромным вниманием.

После кратковременного ремонта «Витязя» намечался его следующий, зимний рейс — теперь уже в Японское море. В дальнейшем стали проводить по 3—4 рейса в год продолжительностью в 2—4 месяца каждый!

В Москве в Институте океанологии и во всех организациях, связанных с изучением моря, с большим нетерпением ожидали приезда экспедиции. Начались отчетные доклады, причем с особенным блеском был сделан доклад о первом рейсе «Витязя» в Охотское море начальником экспедиции Л. А. Зенкевичем.

Вот как известный гидробиолог профессор Вагин вспоминал о первом отчетном докладе Льва Александровича Зенкевича по рейсу «Витязя» в Охотском море: «Я сидел как зачарованный, это было настоящее чудо! И даже сообщения о полете спутника и первых космических полетах не так поразили меня! Ведь это произошло в нашей океанологии, и ведь это сделали наши океанологи, большинство из которых я знал... Никогда ни до этого, ни после я не слышал такого доклада... Аудитория затаила дыхание, а к концу доклада торжество овладело всеми, и доклад завершился овацией, которой я никогда не слышал раньше». После этого первого рейса «Витязя» стало ясно, что для советской океанологии открылись певиданные горизонты.

Создание «Витязя» было делом огромной важности для развития советской океанологии, подвигом многих исследователей, торжеством технической мысли. И недаром за создание этого оригинального экспедиционного корабля большой группе сотрудников Института океанологии, в числе которых был и П. Л. Безруков, была присуждена Государственная премия 1951 г.

П. Л. Безруков выступал перед геологической аудиторией с докладами о рейсе «Витязя», рассказывал о первых результатах исследований. Его слушали с интересом, но далеко не все геологи сознавали значение происшедшего для отечественной геологической науки. Были скептики, были равнодушные, а были и просто недружелюбно настроенные. В советской литологии назревали бурные дискуссии о будущей стратегии этой науки, о ее методологических основах и направлениях развития. П. Л. Безруков включился в эту борьбу мнений и научных школ; он был на стороне тех ученых, которые во главе с Н. М. Страховым отстаивали актуалистическую методологию.

В Москве в ноябре 1952 г. состоялось Всесоюзное совещание по осадочным породам и полезным ископаемым. В работе оргкомитета этого совещания активное участие принимал П. Л. Безруков. Совещанию предшествовала широкая дискуссия о состоянии и задачах науки об осадочных породах. Она началась с публикации статей Л. В. Пустовалова «К вопросу о положении в науке об осадочных породах». На страницах журнала «Известия АН СССР. Сер. геол.», помимо указанных, было опубликовано более 20 дискуссионных статей. Одновременно с этой дискуссией велась и на заседаниях секции осадочных пород Московского общества испытателей природы (ноябрь 1950 г.).

В своей программной статье Н. М. Страхов писал: «Из сути сравнительно-литологического метода вытекает, что в первую очередь должны быть поставлены большие работы по современным морским и континентальным осадкам» [Страхов, 1945, с. 45]. В той же работе он подчеркивает: «Развитие литологической науки выдвигает современные осадки и их изучение на роль ведущего раздела литологии осадочных пород. Именно в этой области должны кристаллизоваться общие теоретические представления по ряду существеннейших проблем осадкообразования» [Там же, с. 36].

Задачу изучения современного осадкообразования он рассматривал как «краеугольную проблему при разработке теории образования осадочных пород» [Там же, с. 38]. Эти мысли были полностью созвучны представлениям П. Л. Безрукова в течение всего его жизненного пути. Именно перспектива работы над этой проблемой была основной причиной, заставившей его отказаться от инте-

реснейших работ по фосфоритам и литологии древних осадочных толщ и перейти в Институт океанологии.

С другой стороны, Л. В. Пустовалов и его довольно многочисленные сторонники считали эти исследования вредными, отвлекающими геологов от изучения древних отложений. Он писал: «Принцип актуализма должен применяться как способ получения лишь наведений (притом часто весьма приблизительно) при истолковании отдельных явлений геологического прошлого.

Простое и прямое перенесение наблюдений над современностью на геологическое прошлое, как основанное на представлении о постоянстве геологических процессов, методологически неверно и потому недопустимо...». И далее: «Наши знания о современном осадконакоплении, как бы глубоки они ни были, не могут являться основой общей теории осадочного породообразования, поскольку главной задачей этой теории является раскрытие хода развития (не «механизма») осадочного породообразования как направленного и неповторимого процесса, протекавшего в изменявшихся геологических условиях, отличных от условий современной эпохи» [Пустовалов, 1951, с. 8].

Таким образом, для П. Л. Безрукова, изучавшего современное и четвертичное осадконакопление, стоял вопрос о возможности или невозможности продолжения дальнейших исследований по современному осадконакоплению.

Точка зрения П. Л. Безрукова и других ученых, разделявших его взгляды, была изложена в докладе П. Л. Безрукова, Б. М. Гиммельфарба, Н. М. Страхова, Е. В. Шанцера, М. С. Швецова и В. С. Яблокова «О некоторых спорных вопросах советской литологии», который открыл совещание 17 ноября 1952 г. в Московском Доме ученых. Это был содоклад оргкомитета по созыву Всесоюзного совещания по осадочным породам. Другой содоклад — «О состоянии и основных задачах науки об осадочных породах» — был сделан Л. В. Пустоваловым.

В работе совещания приняло участие 1077 специалистов, причем в прениях выступило 66 человек и среди них П. Л. Безруков, рассказавший о последних достижениях советской морской геологии и ее задачах в деле развития литологии. Среди выступавших с докладами и статьями были Н. М. Шатский, А. Л. Яншин, А. В. Пейве, А. П. Виноградов, Д. С. Белянкин, К. А. Власов, А. Б. Ронов, Л. Б. Рухин, Ю. А. Жемчужников, В. Е. Хаин, Г. Ф. Крашенинников и многие другие вид-

пые учепые. Многие участники совещания не смогли выступить из-за недостатка времени и прислали тексты своих выступлений.

В «Решениях Совещания» было отмечено: «Метод сравнения настоящего с прошлым, являющийся обычным рабочим методом естественнoисторических наук и в работах русских геологов часто обозначавшийся как метод актуализма, должен быть сохранен как один из важнейших приемов историко-геологического исследования. Обязательным условием применения этого метода, как и других методов в литологии, является учет поступательного развития процесса образования осадочных пород в истории Земли» [Решение Совещания, 1955, с. 157]. Среди главнейших задач, определявших развитие науки об осадочных породах, было «расширение работ по исследованию состава и процессов образования осадков в морских и озерных водоемах разного типа в комплексе с океанографическими и лимнологическими исследованиями с целью получения сравнительного материала для сопоставления с ископаемыми породами» [Там же, с. 162].

Эта дискуссия была важным событием в развитии отечественной геологической науки. Она открыла большие возможности для дальнейшего изучения осадкообразования в морях и океанах, показала правильность и плодотворность работ, ведущихся в Институте океанологии.

Особенно важная роль отводилась методу актуализма в геологии. Статья Н. С. Шатского, Ю. А. Косыгина, А. В. Пейве, Ю. М. Пуцаровского, Н. П. Хераскова, Н. А. Штрейса и А. Л. Яншина «К вопросу о периодичности осадкообразования и методе актуализма в геологии» специально подчеркивала, что эти вопросы выходят за рамки литологии и имеют общегеологическое значение. Именно эта работа положила начало тому правильному пониманию метода актуализма, которое утвердилось в отечественной науке.

Таким образом, работы «Витязя» в дальневосточных морях начинались в сложное, полное драматических событий время. Это было время становления отечественной литологии, и поэтому полученные П. Л. Безруковым и сотрудниками его отдела первые результаты по геологии дальневосточных морей имели важное значение для развития всего сравнительно-литологического метода, они вошли в главные работы по литологии [Страхов и др., 1954; Страхов, 1960—1962].

Изучение геологии дальневосточных морей

Свою научную деятельность в морской геологии П. Л. Безруков начал с геологических исследований в дальневосточных морях и прилегающих к ним окраинах Тихого океана. Эти работы были почти целиком проведены на «Витязе», который в период 1949—1954 гг. выходил из Владивостока по несколько раз в год, направляясь с комплексными океанологическими экспедициями то в Японское, то в Охотское, то в приполярное Берингово море. Лаборатория П. Л. Безрукова обеспечивала в этих экспедициях геологические работы, удельный вес и научное значение которых в ряду других отраслей океанологии неуклонно возрастали, в немалой степени благодаря усилиям Пантелеймона Леонидовича.

Геология дальневосточных морей была к тому времени практически не изучена. О рельефе дна имелись лишь общие представления, многие крупные формы — подводные возвышенности, впадины, горные гряды — еще предстояло открыть. Геоморфологию дна как особый раздел морской геологии приходилось фактически создавать заново. Только непрерывная съемка имеющимися на «Витязе» эхолотами-самописцами, которые раньше здесь не применялись, позволяла выявить морфологию рельефа, судить о его генезисе, о процессах рельефообразования. Ничего не было известно о геологическом строении и истории развития впадин этих окраинных морей; в этой области царили чисто умозрительные построения и гипотезы, не подтвержденные геологическими фактами. Знания о донных осадках ограничивались схематическими картами, составленными по визуальным описаниям немногочисленных проб, полученных с поверхности дна малопригодными для этой цели устаревшими приборами. Как показали работы на «Витязе», эти карты были далеки от действительности.

Перед небольшим, но полным энтузиазма и творческого горения коллективом руководимой П. Л. Безруковым лабораторией открылось поистине необъятное поле деятельности. Предложенные им своим аспирантам темы для научных исследований поражали масштабностью. Г. Б. Удинцев взялся за изучение геоморфологии Охотского моря, А. П. Лисицыну было отдано «на откуп» целое Берингово море — одно из крупнейших морей на-

шей планеты; В. П. Петелин стал изучать минералогию осадков Охотского моря, Х. М. Саидова — фораминиферы на дне этого же моря. Написанные и вскоре успешно защищенные учениками П. Л. Безрукова кандидатские диссертации с полным правом можно назвать пионерскими, ибо идти им пришлось совершенно непроторенными путями. Впоследствии из этих кандидатских работ выросли целые научные направления, а бывшие аспиранты стали их признанными лидерами. А в тот период приходилось создавать заново и приборы, и методику, и теории, которых еще не существовало. Отдавая дань энергии и смелости молодых ученых, успешно преодолевших все трудности, нельзя забывать об их руководителе — П. Л. Безрукове, который, словно полководец, возглавлял это победоносное наступление на тайны геологии дальневосточных морей.

Сам П. Л. Безруков занялся изучением осадкообразования в Охотском море. После завершения 2-го рейса «Витязя» он, уже в качестве начальника экспедиции, возглавлял 4, 7 и 12-й рейсы «Витязя» в Охотское море, в ходе которых почти вся его акватория, включая район Курильских островов, была покрыта густой сетью галсов эхолотного промера и точек отбора геологических проб (геологических станций, как принято называть эти точки).

За три года был получен огромный материал по донным осадкам: около 400 проб, довольно равномерно распределенных по акватории. Дополнительные материалы, главным образом из района Курильских островов, были собраны еще примерно на 200 станциях сотрудниками Лаборатории морских отложений В. П. Петелиным, Н. Л. Зенкевичем и В. Ф. Канаевым в 11, 15 и 18-м рейсах «Витязя» (1953—1954 гг.). Одновременно изучался сложный подводный рельеф склонов и проливов Курильской гряды.

Эти работы привели прежде всего к важным географическим открытиям. Новые батиметрические карты, составленные Г. Б. Удинцевым и В. Ф. Канаевым, изменили до неузнаваемости прежние представления о подводном рельефе Охотского моря и Курильской гряды. Здесь появились такие новые названия, как возвышенности Академии наук и Института океанологии, хребет Витязя, вал Зенкевича и ряд других. В районе Курильских островов было открыто множество новых подводных гор и

вулканов. Их описание с некоторыми важными тектоническими выводами дано в ставшей широко известной статье П. Л. Безрукова с соавторами [1958:3].

Но главным для П. Л. Безрукова было все же изучение осадков. В результате интенсивных исследований в руках самого Пантелеймона Леонидовича и литологов руководимой им лаборатории скопился богатейший фактический материал по донным осадкам Охотского моря. Организация обработки этого материала скрупулезными средствами небольшой лаборатории была делом нелегким, тем более что многие методики анализов, а также обработки и обобщения результатов приходилось создавать заново.

Новой была уже методика сбора, полевого описания и консервации проб осадков на борту «Витязя», которую разработали под руководством П. Л. Безрукова А. П. Лисицын и В. П. Петелин [1956]. При обработке проб осадков впервые широко использовались прозрачные препараты донных осадков, изучение которых велось под микроскопом на борту судна. Эта методика в дальнейшем была применена американскими исследователями при обработке кернов бурения на «Гломаре Челленджере» и в настоящее время стала обязательной во всех экспедициях. Пробы донных осадков для механического анализа отбирались и хранились до проведения анализа во влажном виде, поскольку при этом (в отличие от «сухого» метода подготовки проб, который практиковался ранее) представления о гранулометрическом составе получают более обоснованными. Приемы обработки материалов механического анализа описаны в статье А. П. Лисицына [1956].

Большое внимание П. Л. Безруков уделял химическим анализам осадков. Опираясь на опыт и теоретические положения Н. М. Страхова, в его лаборатории были определены такие генетически важные химические компоненты, как карбонат кальция, органический углерод аморфный кремнезем, железо, марганец, фосфор и др. Химическими работами руководил опытный аналитик доктор химических наук Э. А. Остроумов, который разработал специально для донных осадков ряд новых методов анализа.

Результаты анализов П. Л. Безруков стремился осмысливать сам, ибо понимал, что цифры химического состава приобретают генетический смысл только в сочетании с данными о литологии и минералогии осадков и только при учете природных условий и процессов осадкообразо-

вания. Он был всегда против узкого «чисто химического» подхода к вопросам геохимии осадков, не верил в перспективность попыток изучения сложных природных процессов в «химической колбе».

По материалам из дальневосточных морей под руководством П. Л. Безрукова был отобран тот обязательный набор химических определений, который стал стандартным в практике отечественной морской геологии; были также отработаны и апробированы методы этих определений, которыми до сих пор широко пользуются в нашей стране.

Первые результаты исследований геологии дальневосточных морей П. Л. Безруков опубликовал в 1953 г., а в 1955 г. вышли из печати две его статьи [1955:2, 3] с оригинальными данными о распространении на дне Охотского моря кремнистых осадков и заключенного в осадках органического вещества. За ними последовали статьи о распределении фосфора [1957:1], об осадках Северо-Курильского района [1959:4] и, наконец, большая сводная работа о донных отложениях Охотского моря [1960:1], в которой ученый подводит итоги исследованиям геологии этого водоёма.

К тому времени сотрудники руководимой им лаборатории А. П. Лисицын, В. П. Петелин, Х. М. Саидова, А. П. Жузе, Э. А. Остроумов и другие опубликовали свои результаты исследований осадков дальневосточных морей, выполненные под непосредственным руководством П. Л. Безрукова. Эти работы объединяет не только общий исходный материал в виде проб осадков, собранных на «Витязе», а также, что еще более важно, единство подхода к раскрытию закономерностей осадкообразования, общность того творческого подхода, который исходил от руководителя. Сам П. Л. Безруков написал несколько работ, кроме уже указанных, по разным вопросам осадкообразования в дальневосточных морях [1956:1, 4; 1958:2] и составил ряд карт донных осадков [1955:4; 1956:3]. Об этих картах, составление которых занимает исключительное место в научной деятельности П. Л. Безрукова, следует сказать особо.

Картографический метод анализа пространственных закономерностей осадкообразования П. Л. Безруков взял на вооружение сразу, когда стали в массовом количестве поступать результаты анализов донных осадков и потребовалась их систематизация. Уже тогда по инициативе

П. Л. Безрукова был выработан новый подход к картографическому изображению распределения на поверхности дна морей современных осадков и отдельных их компонентов. Карты составлялись на количественной основе, по конкретным анализам путем интерполяции их результатов. При этом выдерживался принцип изолиний, облегчавший чтение и генетическую интерпретацию карт. Изолинии равных содержаний проводились не просто методом формальной интерполяции, а с учетом рельефа дна, условий и факторов осадкообразования, что значительно расширяло генетическое содержание карт.

В те годы П. Л. Безрукова и его коллег порой упрекали в излишнем увлечении картами, ставили под сомнение научную ценность метода картографического анализа закономерностей осадкообразования. Время доказало несостоятельность таких упреков. Литологические, геохимические и минералогические карты советских морских геологов получили международное признание и вошли в классику геологической науки. Классическими стали и первые карты Охотского моря, составленные П. Л. Безруковым в тот начальный период развития морской геологии в нашей стране.

На основании обработанных материалов, собранных в рейсах «Витязя», П. Л. Безруковым [1960:1] была составлена первая карта донных осадков Охотского моря с применением комплексной классификации донных осадков, с учетом не только гранулометрического, но также и вещественного состава осадков [Безруков, Лисицын, 1960:2]. Этот комплексный метод картирования был опробован сначала при картировании донных осадков Берингова моря [Лисицын, 1959], а также при работе над «Атласом океанографических данных промысловых районов Охотского и Берингова морей» [Безруков, 1955:4].

Создание комплексной классификации современных морских осадков и разработка на ее основе легенд литологических карт были важной вехой в истории развития отечественной морской геологии. Без этой классификации научный анализ обширных материалов, собранных на «Витязе», был невозможен. Необходимость в новой научно обоснованной классификации была вызвана еще и тем, что в предвоенные годы в ряде морских учреждений нашей страны получила распространение так называемая «динамическая» классификация М. В. Кленовой, в которой все типы осадков независимо от их вещественно-гене-

тического состава выделялись по содержанию в них частиц пелитовой фракции (меньше 0,01 мм). Недостатки такой односторонней классификации очевидны, но тем не менее она была принята при составлении навигационных карт и оказала отрицательное влияние на развитие морской геологии в нашей стране.

Новая классификация современных осадков должна была удовлетворять следующим основным требованиям [Безруков, 1970:4, с. 170]: 1) «давать объективную количественную характеристику как вещественного, так и гранулометрического состава осадков и отражать их генезис»; 2) «быть сопоставима с классификацией древних осадочных пород»; 3) «быть всеобъемлющей, т. е. включать не только все основные типы осадков, но и так называемые смешанные осадки (переходные их разности)»; 4) «быть относительно простой и в то же время удобной для использования при картировании морских осадков». Кроме того, П. Л. Безруков подчеркивает, что классификацию осадков нельзя подменять классификацией морских осадочных фаций, как это делалось в некоторых более ранних классификациях, где на первый план выступали не состав и структура осадков, а физико-географические условия их накопления.

Предложенная П. Л. Безруковым и А. П. Лисицыным классификация построена в основном по тем же принципам, что и классификация Н. М. Страхова [1954], и является, по словам авторов, попыткой ее дальнейшего развития. Как и у Н. М. Страхова, в основу подразделения осадков по вещественному составу положены количественное содержание и генезис таких важных компонентов, как CaCO_3 , аутигенный (опаловый) кремнезем, железо, марганец и органическое вещество. В качестве основных показателей гранулометрического состава приняты размер и содержание преобладающей фракции.

Классификация по сути своей генетическая. По признаку происхождения в ней выделяются основные вещественно-генетические группы осадков: терригенные, вулканогенные, биогенные, хемогенные и полигенные. С другой стороны, подразделение отдельных вещественных типов осадков производится по генезису осадкообразующих компонентов: выделяются карбонатные фораминиферовые, ракушечные, кораллово-водорослевые, кремнистые диатомовые, радиоляриевые, кремнево-губковые осадки и т. д. Особенно детально разработана классифи-

кация биогенных осадков, что подчеркивает сложившуюся уже тогда точку зрения авторов о большой роли биогенных процессов в морском и океанском седиментогенезе.

Классификация оказалась очень удачной. Она послужила основой для всех последующих работ по изучению донных отложений не только в Институте океанологии, но и во многих других научных учреждениях нашей страны. С некоторыми уточнениями и дополнениями ею пользуются и сейчас, спустя более 20 лет после ее разработки. Такое испытание временем выдерживает далеко не всякая научная концепция, особенно если учесть, что эти 20 лет были временем бурного развития как морской геологии, так и литологии.

Первая карта донных осадков Охотского моря была составлена П. Л. Безруковым на батиметрической основе, подготовленной Г. Б. Удинцевым. Она коренным образом отличается от всех карт донных осадков, опубликованных ранее. В Охотском море было установлено широкое распространение диатомовых илов с максимальными концентрациями кремнезема в глубоководных котловинах более 50%. Содержание CaCO_3 в донных осадках южной части Охотского моря, как можно видеть из карты, составленной П. Л. Безруковым [1960:1], достигает 7%. Новыми были также и карты содержания в поверхностном слое осадков моря $\text{C}_{\text{орг}}$, железа, марганца, фосфора и титана.

В работе П. Л. Безрукова [1960:1] приводится также серия карт гранулометрического состава и гистограммы, показывающие закономерности формирования гранулометрических профилей осадков в разных районах моря.

Практически все эти карты были составлены впервые, и работа П. Л. Безрукова как бы открыла для литологов, геохимиков и морских геологов осадки этого уникального водоема.

Еще более углубленное исследование химического состава донных осадков Охотского моря по инициативе П. Л. Безрукова было проведено В. П. Петелиным и Э. А. Остроумовым [1961]. Ими впервые приводятся карты содержания элементов не только в натуральном осадке, но и при пересчете на бескремнистый и бескарбонатный осадок, т. е. с устранением разбавляющего материала. Помимо элементов, рассмотренных в работе П. Л. Безрукова [1960:1], дополнительно рассматривается распределение ванадия, вольфрама, молибдена, сульфидной серы и свободного сероводорода. Карты распределения многих

из этих элементов в морских осадках составлены впервые.

Донные осадки Курильской гряды, ограничивающей море с юга, рассмотрены в работе И. О. Мурдмаа [1961].

Детальное исследование по гранулометрии и разному терригенных минералов в Охотском море выполнено В. П. Петелиным [1961]. Ему же принадлежит уникальная в науке по детальности и обеспеченности серия карт распределения минералов и минералогических провинций.

Увлечшись исследованием современных осадков дальневосточных морей, П. Л. Безруков никогда не забывал о том, что геология — паука историческая. Как уже говорилось выше, он организовал в своей лаборатории микропалеонтологические исследования, сам немало сделал для изучения стратиграфии донных отложений и эволюции процессов осадконакопления. Одним из важнейших условий для развития этого исторического направления было получение длинных колонок осадков, которые позволили бы проникнуть как можно дальше в глубь геологической истории водоемов.

Большим достижением советской морской геологии ознаменовался 1951 г. 2 октября 1951 г. в Беринговом море с борта «Витязя» была получена глубоководной гидростатической трубкой (ГГГТ) колонка донных осадков рекордной длины — 33,56 м [Лисицын, Удинцев, Петелин, 1954]. С тех пор прошло более 30 лет и это достижение не удалось превзойти.

П. Л. Безруков в этой работе не принимал участия, но она была логическим продолжением проведенных под его руководством спусков ГГГТ в Черном и Охотском морях, которые увенчались получением колонок длиной 18 и 27 м. Ко времени, о котором идет речь, эти колонки были тщательно изучены, сопоставлены в верхних слоях (до 5 м) с данными, полученными другими трубками. Это сопоставление неизменно говорило о высоких качествах полученного ГГГТ материала.

Прибор был заблаговременно на ходу судна собран за бортом, причем работы пришлось вести в основном в ночное время. Использовалась вспомогательная ферма Грунтовая трубка состояла из четырех секций общей длиной 35 м. Ее длина, включая баллон, составляла 40 м, что превышает высоту десятиэтажного дома. Вес трубки был более 1000 кг.

Спуск был начат с траловой лебедки «Витязя» в 12 ч. 10 мин. В 13 ч. 21 мин., когда было вытравлено

3880 м троса, динамограф показал достижение трубкой дна. Глубина по эхолоту в это время составляла 3858 м. В 13 ч. 28 мин. мощная лебедка начала выбирать трос и на вырыве нагрузка достигла 4—5 т. В 15 ч. 08 мин. трубка показалась на поверхности и через некоторое время была поднята на палубу судна. При выталкивании колонки гидростатическим выталкивателем плотность донного осадка в нижней части колонки была столь значительна, что давление пришлось довести до 120 атм. Эта часть колонки с трудом разрезалась ножом и не сминалась при надавливании пальцем. Плотность в первом приближении говорила о древности отложений.

Колонка была расчленена на 57 отрезков по 60 см каждый, тщательно изучена и описана в лаборатории. Верхняя ее часть (1,3 м) оказалась сложенной бурым полужидким зеленовато-глинисто-диатомовым илом, который был получен на этой станции также и ударными трубками. Ниже он сменялся плотным темно-серым илом с примазками гидротроилита, а с 3,5 м — голубовато-серым. Под ним до горизонта 17 м развиты голубоватые илы с прослоями пещлов, а в самой нижней части колонки — светло-серые очень вязкие и плотные илы с прослоями и линзами пещлов, пятнами гидротроилита.

Таким образом, удалось очень далеко заглянуть в геологическое прошлое самого северного из дальневосточных морей — Берингова. Успешное получение длинных колонок потребовало развития в Институте океанологии исследований, которые позволили бы определить возраст отдельных их слоев, а также судить о геологических условиях прошлого. С этой целью были приглашены специалисты по диатомовому анализу (А. П. Жузе), который в те годы только еще начинал развиваться, по фораминиферам (Х. М. Саидова), а затем и по спорово-пыльцевому анализу (Е. В. Коренева).

Исследований донных отложений дальневосточных морей по вертикали до тех пор совершенно не производилось. Вследствие этого говорить о закономерностях современного осадкообразования и тем более об эволюции процессов осадконакопления в четвертичное время не представлялось возможным. Вопросы четвертичной истории Дальнего Востока рассматривались на основе изучения только континентальных отложений и некоторых особенностей распределения наземной фауны и флоры. Данные же морской геологии были крайне ограничены.

Между тем классические работы А. Д. Архангельского и Н. М. Страхова по Черному морю показали, что изучение стратиграфии и литологии отложений современных морских водоемов имеет огромное значение для выяснения геологической истории четвертичного периода. К сожалению, эти работы не получили дальнейшего развития, так как внимание морских геологов в течение долгого времени было целиком сосредоточено на изучении лишь тонкой поверхностной пленки осадков. Преодолеть эту вредную для геологии традицию выпало на долю П. Л. Безрукова и его коллег, занявшихся изучением четвертичной истории дальневосточных морей.

Исследование донных отложений дальневосточных морей представляет особый интерес в связи с тем, что эти моря принадлежат к современной геосинклинальной области восточной окраины Азии. Сложный подводный и надводный рельеф сочетается здесь с высокой сейсмичностью, интенсивным вулканизмом и резкими контрастами в характере и темпах осадконакопления. Отсюда понятна актуальность изучения осадкообразования в четвертичное время именно в морях Дальнего Востока.

Благодаря работам, проводимым Институтом океанологии АН СССР, изучение четвертичных отложений дальневосточных морей вступило в качественно новый этап [1957:4]. Это оказалось возможным в результате применения новейших технических средств и методов исследования морского дна на больших глубинах (эхолоты-самописцы и новая методика работы с ними, новейшие модели грунтовых трубок для получения длинных колонок, дночерпатели наиболее современных конструкций, установки для автоматической фильтрации водной и воздушной взвеси и другая современная аппаратура).

Применение новой техники и методики, разработанных главным образом в Институте океанологии АН СССР, обеспечило получение огромного количества геологических материалов, по своему качеству значительно превосходящих материалы прежних исследований. Эти материалы подверглись в Лаборатории морских отложений под руководством П. Л. Безрукова разностороннему изучению самыми различными методами. В числе их можно отметить механический анализ всех типов осадков, включая грубообломочные, детальные минералогические и химические исследования, анализ растительных пигментов, спор и пыльцы наземных растений, диатомовых водоро-

слей, фораминифер и т. д. Проведенные работы впервые создали прочную основу для познания четвертичной истории дальневосточных морей.

Подводя итоги первого периода научной деятельности П. Л. Безрукова в морской геологии, приведем краткую сводку важнейших результатов исследований, выполненных им и коллективом Лаборатории морских отложений под его руководством в морях Дальнего Востока. Результаты эти оказались весьма внушительными. Глубоководные окраинные моря, о геологии которых до того времени почти ничего не знали, стали за десять лет работ советских морских геологов одними из наиболее хорошо изученных в геологическом отношении водоемов планеты. Сводка составлена по материалам, взятым главным образом из работ П. Л. Безрукова [1957:4; 1960:1; 1961:1].

Согласно господствовавшим в то время геотектоническим концепциям, дальневосточные моря вместе с островными дугами и глубоководными желобами представляют собой современные аналоги древних геосинклинальных систем на ранних стадиях развития, котловины морей являются при такой интерпретации геосинклинальными впадинами, обнаруженные в них подводные хребты и возвышенности — геоантиклинальными поднятиями. Островные дуги, отделяющие окраинные моря от океана, можно рассматривать как осевые внутренние геоантиклинали, характеризующиеся развитием андезитового вулканизма, тогда как глубоководные желоба — это современные геосинклинали океанического типа. Наконец, широкие континентальные шельфы Охотского и Берингова морей носят черты бассейнов платформенного типа.

Указанные построения, базирующиеся в первую очередь на новых данных о рельефе дна, нашли подтверждение в составе и характере залегания донных отложений. Тем больший интерес приобрели полученные впервые данные об осадках и процессах современного осадкообразования в этих бассейнах: ведь они могли служить в качестве актуалистических моделей для реконструкции условий осадконакопления в древних геосинклинальных системах.

П. Л. Безруков видел увлекательные перспективы, открывающиеся при такой постановке вопроса перед морской геологией, но воздерживался от скороспелых выводов, будто предвидя грядущие важные события в геотектонике, возродившие идеи мобилизма и ставившие под

сомнение сами фиксистские концепции развития геосин клиналей. Своей главной задачей он считал раскрытие закономерностей современного осадкообразования, их связи с различными природными факторами и эволюции в четвертичное время. Именно в этих вопросах были достигнуты наиболее значительные успехи, именно здесь только что зародившаяся отечественная морская геология вышла на передовые рубежи мировой научной мысли.

Анализ собранных материалов показал, что осадкообразование в морях Дальнего Востока контролируется как внешними физико-географическими, так и внутренними тектоническими факторами. Впервые было выявлено своеобразие питания водоемов терригенным осадочным материалом с прилегающих континентов. Оказалось, что терригенного материала поступает в расчете на единицу площади акватории морей очень мало, вследствие чего осадкообразование приближается по характеру к океанскому.

Интенсивный современный вулканизм островных дуг и Камчатки приводит к поступлению в донные отложения большого количества рыхлого пирокластического материала, а местами к подводным излияниям с образованием лавовых покровов.

Накопление осадочного материала протекает при регулирующем влиянии волновых процессов и сложной системы постоянных и приливно-отливных течений. Климатические особенности морей препятствуют массовому накоплению карбоната кальция и благоприятствуют широкому развитию диатомовых водорослей, с которыми связано образование кремнистых осадков. Источником накопления аморфного кремнезема является не только терригенный сток, но и поступление богатых кремнеземом океанских вод через проливы.

На материковых и островных отмелях наибольшим распространением пользуются гравийно-галечные, песчаные и алевритовые осадки. В местах с особенно активной динамикой вод встречаются участки скалистого дна, лишенные современных осадков. Местами на материковой отмели Охотского моря на глубине всего 100—150 м залегают глинисто-диатомовые илы, содержащие до 40% аморфного кремнезема. Спорадически встречаются и другие типы биогенных осадков — ракушечники, скопления кораллов, мшанок, баянусов, литотамния, фораминиферовые пески, иногда с примесью глауконита, а также своеобразные кремнево-губковые отложения.

Положение нижней границы песков и крупных алевритов в зависимости от рельефа дна, динамики вод и поступления материала, а также близости к очагам вулканизма весьма непостоянно. Местами относительно грубые песчаные осадки опускаются вниз по материковому склону до глубин в несколько тысяч метров. Для материкового склона характерна весьма пестрая картина распределения осадков. Наибольшим распространением здесь пользуются крупные алевриты и мелкоалевритовые илы, наряду с ними встречаются гравийно-галечные и песчаные осадки, участки выходов коренных пород, а также тонкие глинистые осадки. Картина распределения осадков на материковых склонах местами усложняется оползневыми явлениями, особенно развитыми на крутых участках склонов.

В глубоководных впадинах морей наиболее обычным типом осадков являются почти бескарбонатные глинистые и глинисто-диатомовые илы. Содержание аморфного кремнезема в этих илах достигает в Охотском море 56%, а в Беринговом море — 40%. В самом южном из наших дальневосточных морей — Японском — содержание аморфного кремнезема в осадках значительно ниже.

Широким распространением в осадках дальневосточных морей пользуется рассеянный грубообломочный материал (валуны, галька и гравий), распространенный даже среди тонких глинистых илов на больших глубинах. Происхождение этого материала связано с разносом морскими льдами, а также водорослями и некоторыми другими агентами переноса. На подводных возвышенностях и хребтах в центральных частях морей преобладают алевритовые осадки, среди которых отдельными участками встречаются пески, галечники и выходы коренных пород.

Особенно сложна картина распределения осадков в районах островных дуг, где наблюдается неоднократное чередование зон мощного накопления разнообразного пирокластического материала и зон замедленного осадконакопления и размыва. В рассеянном состоянии вулканический материал встречается в глубоководных осадках на расстояниях многих сотен километров от очагов современного вулканизма — в глинистых и алевритово-глинистых илах. Обилие продуктов современного вулканизма в отложениях является одной из самых характерных особенностей осадконакопления дальневосточных морей.

Наиболее существенные особенности минералогиче-

ского состава осадков — это их полимиктовость, относительная бедность кварцем и обогащенность свежим вулканическим материалом. Общее число минералов, определенных в осадках дальневосточных морей, приближается к ста. Наряду с терригенными и вулканогенными минералами исследованы также и аутигенные минералы диагенетического происхождения — глауконит, кальцит, сульфиды железа и некоторые другие. Многочисленные карты распределения минералов в донных отложениях Охотского и Берингова морей помогают определять источники накопления минералов в осадках и пути их распространения.

Большой интерес для выяснения закономерностей осадкообразования представляют данные о распределении в осадках ряда химических компонентов. Как мы видели, одним из важнейших компонентов донных отложений является аморфный кремнезем. Его происхождение в осадках тесно связано с развитием диатомовых водорослей и в меньшей степени — с радиоляриями и кремневыми губками, а распределение обусловлено в основном закономерностями механического разноса. Современный вулканизм не является источником аморфного кремнезема в осадках.

На примере Охотского моря П. Л. Безрукову [1955: :2; 1960:1] удалось выявить основные закономерности распределения органического вещества в осадках, которые оказались универсальными для глубоководных бассейнов такого типа. Содержание органического углерода, как выяснилось в результате картирования, имеет черты концентрической зональности: зона максимальных концентраций окаймляет котловину моря по периферии, проходя в основном по подножию склонов, тогда как в центре осадки содержат минимальные количества $C_{орг}$. Подобную зональность, нарушающую общую тенденцию возрастания содержания $C_{орг}$ по мере убывания крупности осадков, объясняли в то время процессами механического разноса органического детрита, хотя П. Л. Безруков уже тогда указывал на важную роль условий захоронения органического вещества в осадках. Исследования последних лет показывают, что именно высокая скорость захоронения (в условиях быстрого накопления осадков) наряду с повышенной биологической продуктивностью вод обуславливает возникновение периферических зон повышенной концентрации $C_{орг}$ у подножий континентальных склонов.

Весьма характерной особенностью илистых осадков всех трех дальневосточных морей является наличие в них сероводорода и сульфидов железа, образование которых связано с деятельностью бактерий в толще донных отложений. Зоны повышенного содержания этих компонентов в осадках примерно совпадают с зонами повышенного содержания в них органического углерода.

Закономерности распределения железа, титана и ванадия в значительной степени сходные. Наиболее высокие концентрации этих компонентов связаны с вулканогенным обломочным материалом, содержащим титаномагнетит и пироксены. Кроме того, имеют значение особенности разноса железа в виде взвесей, как это установлено Н. М. Страховым для других морей СССР. В глубоководных частях морей поверхностный слой осадков обычно обогащен окислами железа и марганца, придающими ему характерный бурый цвет. Мощность окисленной пленки колеблется в дальневосточных морях от нескольких миллиметров до 1—10 см.

Приведенные данные характеризуют верхний слой донных отложений дальневосточных морей. В колонках, полученных с помощью грунтовых трубок, удалось определить для значительной части этих морей мощности верхнего горизонта, характеризующего последний этап развития водоемов, а также установить типичные разрезы нижележащих более древних отложений. Мощность верхнего горизонта резко колеблется. Так, например, в центральной части Охотского моря она изменяется от 0,20 до 0,80 м, тогда как в нижней части материкового склона и у его основания достигает 2—3 м. Следовательно, темпы современного осадкообразования в этих морях колеблются в весьма широких пределах. Эти данные подтверждаются также расчетами скоростей осадконакопления, полученными в результате изучения состава и распределения взвеси в морской воде. Образование слоя глинисто-диатомового ила вызывало резкую смену условий осадконакопления и в дальневосточных морях, которая, по-видимому, соответствовала окончанию эпохи последнего оледенения. Если принять продолжительность послеледникового времени равной 10—20 тыс. лет, то скорость осадкообразования в эту эпоху в Охотском и Беринговом морях колебалась в пределах от 10—20 до 1000—2000 мм в тысячу лет.

Верхний горизонт глинисто-диатомовых илов в Охотском и Беринговом морях подстилается глинистыми илами с многочисленными прослоями вулканического пепла. Содержание аморфного кремнезема в нем составляет всего 3—5%. Распространение прослоев пирокластического материала на огромных площадях обеих морей свидетельствует о резком усилении вулканической активности в период отложения осадков этого горизонта. В Беринговом море для него характерно также присутствие прослоя гравийно-галечного материала в илистых осадках, происхождение которого, очевидно, связано с ледовым разносом. Есть все основания считать, что второй горизонт соответствует эпохе последнего оледенения. Это подтверждается данными о вертикальном распределении карбоната кальция, более низкие содержания которого свидетельствуют о похолодании.

Третий горизонт в тех же районах морей представлен монотонной толщей глинистых и алевритовых илов, местами обогащенных аморфным кремнеземом (до 8—9%) и CaCO_3 (до 9%), что свидетельствует о некотором потеплении вод. Прослой гравийно-галечных осадков ледового разноса в этом горизонте отсутствуют. Следующий книзу четвертый горизонт характеризуется снова появлением среди глинистых илов прослоев вулканического пепла. Содержание аморфного кремнезема в нем падает до 2—5%; осадки малокарбонатны (0,4—3,8%). Он соответствует, по-видимому, эпохе оледенения. Наконец, последний из пройденных длинными трубками пятый горизонт опять представлен более однородными глинистыми осадками с несколько повышенным содержанием CaCO_3 и, скорее всего, соответствует эпохе потепления.

На основании изложенных материалов и привлечения данных по геоморфологии морского дна и строению морских террас можно высказать некоторые соображения об общих чертах развития дальневосточных морей в четвертичное время. Следует отметить, что в связи с недостатком фактического материала по этому вопросу существовало много слабо обоснованных и подчас фантастических представлений. Так, в литературе можно найти указания на то, что дальневосточные моря образовались в ледниковую и даже послеледниковую эпохи. Само образование морей рисовалось некоторыми авторами в виде катастрофических провалов, овалов оседания и т. д. Выказывались предположения о существовании на террито-

рии этих морей даже в конце плейстоцена пресловутых водоемов, о временном, очень резком повышении температуры их вод. Основой для этих палеогеографических построений служили любые данные, кроме геологических.

Новые данные, полученные П. Л. Безруковым и его коллегами, опровергли подобные представления, показав, что четвертичная история морей протекала прежде всего под влиянием смены ледниковых и межледниковых эпох, связанных с ними климатических изменений, эвстатических колебаний уровня океана, открытия и закрытия мелководных проливов, возобновления и затопления сухопутных «мостов» между континентальными массивами. Все эти явления нашли отражение в изменениях состава осадков, а также видового состава и количества содержащихся в них микропалеонтологических остатков.

Приведенные данные показывают, что результаты современных морских геологических исследований представляют собой ценный материал для решения ряда важнейших вопросов четвертичной истории.

В августе 1960 г. в Копенгагене состоялась 21-я сессия Международного геологического конгресса — крупнейшего форума геологов мира, на котором обычно собирается 4—6 тыс. человек. Сессии конгресса проводятся в разных странах один раз в четыре года. На этот раз организаторами конгресса были Дания, Швеция, Норвегия, Финляндия и Исландия.

Советскую делегацию, в которую входил и П. Л. Безруков, возглавлял патриарх отечественной геологии академик Д. В. Наливкин. Делегация была многочисленной и представительной — в нее входило около 70 советских геологов.

В ходе подготовки к конгрессу были отобраны и апробированы доклады советских морских геологов. Впервые Национальным комитетом советских геологов был подготовлен сборник по проблеме 10 «Морская геология», куда было включено 18 докладов, освещавших достижения советской морской геологии. К сожалению, на этой сессии Международного геологического конгресса вопросам морской геологии была посвящена работа только одной секции из 21. Правда, небольшая часть докладов была сделана также на заседаниях Международной ассоциации седиментологов.

Председателями на заседаниях секции морской геологии были крупнейшие морские геологи профессора Ф. Кюпен и Ф. Шепард.

П. Л. Безруков был единственным советским морским геологом на конгрессе. Его доклад был посвящен новым данным об осадкообразовании в северо-западной части Тихого океана, которые были получены в результате работ «Витязя». Была продемонстрирована также первая тектоническая карта северо-западной части Тихого океана, составленная в Институте океанологии АН СССР. Доклад вызвал большой интерес и привлек внимание участников конгресса к работам советских морских геологов. В отчете П. Л. Безрукова о работе конгресса делается важное заключение о необходимости в будущем более широкого участия советских литологов в сессиях Международного геологического конгресса и Международной ассоциации седиментологов, что будет способствовать росту авторитета нового направления отечественной морской геологии и литологии.

Работы по геологии Тихого океана

Выход «Витязя» через Курильские проливы в северо-западную часть Тихого океана во втором рейсе (1949 г.) ознаменовал начало развития в нашей стране собственно океанской геологии. Несмотря на то что советские морские геологи вышли на борту «Витязя» в океан значительно позднее, чем ученые ряда зарубежных стран (США, Великобритании, Франции, Германии, Голландии, Дании, Швеции), нельзя считать, что они пошли по проторенным путям. Целый ряд направлений океанской геологии получил у нас самостоятельное развитие, некоторые научные направления зародились заново и выдвинули советскую океанскую геологию на одно из первых мест в мире. Стремительное развитие океанской геологии в нашей стране неотделимо от имени П. Л. Безрукова, с самого начала возглавившего исследования в этой области и посвятившего им почти три десятилетия своей жизни.

Первые работы П. Л. Безрукова о геологии собственно Тихого океана вышли из печати еще в 1955 г. Это прежде всего богатая по содержанию статья о донных отложениях Курило-Камчатского желоба [1955:1], опередившая по времени публикацию его главных работ по геологии дальневосточных морей. В ней ученый описывает результаты исследования уникальных проб, добытых со дна и склонов одной из глубочайших впадин Мирового



На Гавайях в порту Хило (1968 г.)

океана в первых рейсах «Витязя», что уже само по себе было важным событием в только еще зарождавшейся океанской геологии. Приведенные в статье факты были неожиданны и противоречили многим устоявшимся представлениям. Так, например, П. Л. Безруков в этой работе указал, что относительно крупнозернистые осадки вроде песков или алевролитов могут накапливаться не только на мелководьях, как считалось раньше, но и на больших глубинах.

В статье впервые описаны протяженные зоны выходов коренных пород на склонах желоба, слоистые текстуры сверхглубоководных осадков, выявлена роль переотложения масс осадочного материала придонными течениями и мутьевыми потоками. Статья знаменательна еще и тем, что П. Л. Безруков дал в ней образец стройной композиции литологического описания современных осадков, которая стала традиционной в работах сотрудников его отдела, в том числе самого Пантелеймона Леонидовича.

В этом же 1955 г. появилась статья о северном окончании подводного Гавайского хребта [5] из серии работ, посвященных вопросам геоморфологии и географическим открытиям в океане, которые П. Л. Безруков писал в со-

авторстве с геоморфологами руководимой им лабораторией — Г. Б. Удинцевым, Н. Л. Зенкевичем, В. Ф. Канаевым.

Но главные работы по изучению геологии Тихого океана были впереди. В 1954—1955 гг. под руководством П. Л. Безрукова состоялись 19-й, а затем 22-й рейсы «Витязя» [1959:2, 3]. Именно в этих рейсах начались геологические исследования открытого океана вдали от берегов Советского Союза. В 19-м рейсе были собраны обширные материалы по геоморфологии и донным осадкам северо-западной части океана, а в 22-м «Витязь» впервые пересек тропик Рака, положив начало советским исследованиям тропической зоны океана. В обоих рейсах были сделаны важные географические открытия. Была открыта и обследована громадная подводная возвышенность, которой было присвоено имя академика Н. С. Шатского. Затем были открыты многочисленные подводные горы, определены новые максимальные глубины желобов. Состоялось также «закрытие» ряда объектов, ошибочно нанесенных на навигационные карты мореплавателями прошлого.

Важное значение имело испытание в условиях открытого океана первого образца морской сейсмической аппаратуры, успешно проведенное в 19-м рейсе «Витязя». П. Л. Безруков придавал большое значение развитию геофизических исследований в океане. Особый интерес вызвали у него сейсмические работы, проведенные англичанами на судне «Челленджер-2», которые давали возможность как бы просветить осадочную толщу вплоть до подстилающих ее горных пород и по скоростям звука в первом приближении судить о вероятном составе этих пород. Вот почему в перерывах между работами на станциях в океане, а также во время бесед с сотрудниками в береговой лаборатории разговоры постоянно обращались к этим исследованиям. П. Л. Безруков понимал, что без развития комплекса геофизических исследований, и в первую очередь сейсмических и магнитных методов, развитие современной геологии океанов невозможно.

В 1952 г. морские геологи Института океанологии Г. Б. Удинцев и А. П. Лисицын вместе с Н. Н. Сысоевым и научным сотрудником Акустического института АН СССР И. Е. Михальцевым провели первые испытания созданной ими отечественной установки для сейсмических работ на больших глубинах «Эхо-52». Эти работы прово-

дильсь с небольшого судна «Академик Вавилов» на Черном море, где когда-то испытывался «Витязь». А вскоре для проверки сейсмической аппаратуры в океане был организован специальный 19-й рейс «Витязя» в северо-западную часть Тихого океана, где этими работами руководил сам П. Л. Безруков.

В 19-м и 22-м рейсах были собраны интересные материалы по донным осадкам северо-западной части Тихого океана, а также Филиппинского и Восточно-Китайского морей [1957:5]. Постепенно начали складываться представления о закономерностях осадкообразования в океане, о факторах, контролирующих эти процессы, об их зональности. В частности, были получены данные о широком распространении на ложе океана, в большом удалении от активных вулканов, прослоев вулканического пепла и обломков пемзы. Впервые советские геологи наблюдали на собственном материале одну из фундаментальных закономерностей океанской седиментации — вертикальную зональность пелагического карбонатакопления, исчезновение карбонатных осадков на определенной глубине, названной П. Л. Безруковым «критической». На борт «Витязя» были подняты первые в нашей стране пробы океанских железо-марганцевых конкреций.

П. Л. Безруков придавал большое значение изучению осадков глубоководных желобов, начатому им еще в первых рейсах «Витязя». На сей раз пробы осадков были получены из желобов Алеутского, Курило-Камчатского, Японского, Идзу-Бонинского, Рюкю и глубочайшего в мире Марианского желоба. Обработка собранных материалов позволила П. Л. Безрукову сравнивать условия осадкообразования в желобах, занимающих различную позицию в системе Тихоокеанского подвижного пояса и расположенных в разных климатических зонах [1958:1; 1959:1, 5]. При этом ему удалось четко выделить специфические черты осадкообразования, свойственные этим глубочайшим впадинам. Может быть, самым удивительным было здесь то, что на прямо-таки чудовищных глубинах (до 11 км!) пакапливаются осадки, ничем принципиально не отличающиеся от обычных океанских или даже морских. Мало того, нередко в них наблюдались даже признаки, обычно приписываемые исключительно мелководным осадкам, например окатанная галька, прослой песка, фрагменты тканей наземной растительности, ходы илоедов и т. п. Во всех желобах осадочный покров

оказался прерывистым, встречались многочисленные выходы коренных пород.

При постановке геологических исследований в Тихом океане П. Л. Безруков руководствовался идеями выдающихся отечественных ученых А. Д. Архангельского, В. И. Вернадского, Н. М. Страхова, Н. С. Шатского. В Тихом океане, начиная с первых рейсов «Витязя», стал проводиться широкий комплекс геологических исследований: литологические, минералогические, геохимические исследования стратиграфии глубоководных осадков, петрографии магматических пород дна, геоморфологии и тектоники, сейсмоки и магнитометрии, а вскоре к ним присоединились (причем раньше, чем в зарубежных странах) исследования минеральных ресурсов океанского дна. В ходе практической работы на «Витязе» выросли кадры первых советских «океанских» геологов.

Среди научных результатов начального периода изучения геологии Тихого океана следует особо отметить выявление многочисленных участков не покрытого осадками скалистого дна на склонах глубоководных желобов вплоть до глубин 9—10 км [Безруков, 1955:4; 1957:2], что впоследствии привело П. Л. Безрукова [1962:1] к принципиально важному выводу о прерывистости и неравномерности осадконакопления в океанах и во многом предопределило возможность изучения геологии желобов путем драгирования их обнаженных склонов.

Существенный вклад внесли в развитие морской геологии результаты первых исследований по четвертичной истории глубоководного осадконакопления, хотя некоторые стратиграфические построения пришлось позднее пересмотреть. В указанных выше работах делались первые попытки оценить значение различных факторов и источников осадочного вещества в процессах океанского седиментогенеза, в частности поступления терригенного и вулканогенного материала, биогенных процессов, динамики придонных вод. Было впервые показано распространение даже в тончайших плах на больших глубинах, вплоть до максимальных, грубообломочного материала ледового и водорослевого разноса, что, по мнению П. Л. Безрукова [1955:1], является одной из характерных особенностей седиментогенеза в окраинных частях умеренных и холодных зон океана. Детальные исследования этого явления в Тихом океане были проведены А. П. Лисицыным [1961]. Доказано распространение относительно крупнозернистых

осадков (песков и алевритов) на глубины до 4—5,5 км — факт, поразивший геологов, привыкших считать эти осадки исключительно мелководными.

Указанные, а также многие другие научные факты, добытые в первых океанских рейсах, заложили фундамент советской школы океанской геологии и послужили в дальнейшем для выявления общих закономерностей седиментогенеза в океанах. Но главную ценность первого этапа работы «Витязя» в открытом океане, прошедшего под непосредственным руководством и при личном участии П. Л. Безрукова, составляли собранные фактические материалы — богатейшие коллекции осадков и журналы их полевого описания, к которым ученые как Института океанологии, так и других организаций неоднократно обращались в последующие годы.

После 22-го рейса «Витязя» П. Л. Безруков около четырех лет не участвовал в морских экспедициях, поскольку был в ответственных заграничных командировках.

В 1957 г. он был командирован Президиумом АН СССР в КНР для организации работ по морской геологии в Институте океанологии г. Циндао. В следующем 1958 г. П. Л. Безруков работает как советник по морской геологии в делегации СССР на Международной конференции по морскому праву в Женеве. Это было государственным признанием Пантелеймона Леонидовича Безрукова как ведущего морского геолога нашей страны. Работа конференции в Швейцарии проходила в феврале—апреле, а в июне Пантелеймон Леонидович вновь в Женеве, но на сей раз в качестве советского делегата на Международном седиментологическом конгрессе. К нему пришло международное научное признание как ведущего литолога и морского геолога нашей страны.

Тем временем «Витязь» продолжал исследования в Тихом океане. Существенно расширился фронт геологических исследований в период Международного геофизического года и Международного геофизического сотрудничества (1957—1959 гг.). Были проведены четыре крупные комплексные экспедиции «Витязя» (рейсы 25, 26, 27 и 29) с большими программами геологических исследований. В этих экспедициях «Витязь» пересек Тихий океан на восток, дойдя до берегов Северной Америки, и на юг — до Новой Зеландии. Главная тяжесть геологических работ в этих рейсах легла на плечи В. П. Петелина, Г. Б. Удинцева и Н. С. Скорняковой.

В первых трех рейсах (25—27) «Витязя» исследования проводились в западной части Тихого океана (к западу от 170° з. д.) — от Курильских островов до Новой Зеландии; 29-й рейс был посвящен изучению северной и северо-восточной частей этого океана до широты Гавайских островов.

В 25-м рейсе «Витязя» (июль—октябрь 1957 г.) доп-ные осадки были получены на 61-й океанографической станции. Кроме того, было получено 8 траловых проб, а также 81 фотоснимок дна океана на глубинах до 6 тыс. м.

В 26-м рейсе «Витязя» (ноябрь 1957 г.—февраль 1958 г.) со дна океана были взяты пробы донных осадков на 76 станциях. В обоих рейсах проводились изучение взвеси методом мембранной ультрафильтрации, а также сбор спор и пыльцы из воздуха над океаном.

В 27-м рейсе «Витязя» (март—июнь 1958 г.) удалось провести траление в Марианском желобе на глубине 10 630—10 710 м, а затем на глубине около 8000 м. Тралами подняты первые в мире образцы коренных пород с нижних частей склонов этого самого глубокого желоба. Обширный материал о распространении донных осадков, включая дночерпательные пробы и колонки, собран в этом рейсе также и из других частей Марианского желоба и желоба Яп. Получены пробы шаровых лав со склонов этих глубоководных впадин. В глубоководных желобах Яп и Марианском, а также на ложе океана к востоку от о. Палау были обнаружены обширные районы распространения этмодискусовых илов, представляющих собой довольно редкую тропическую разновидность диатомовых илов. Вблизи крутых подводных склонов, в глубоководных впадинах, а также в области плавных понижений океанского дна выявлены следы суспензионных потоков.

В 29-м рейсе «Витязь» пересек с геологическими работами северную часть Тихого океана примерно по 25-й параллели от побережья Калифорнии до 155° в. д. Была изучена главная зона распространения пелагических глин в северной половине океана и залегающих на их поверхности железомарганцевых конкреций. Н. С. Скорнякова и Н. Л. Зенкевич провели в этом рейсе первые в нашей стране систематические исследования рудных полей конкреций, дали ориентировочную оценку их запасов, открыв тем самым новую страницу в отечественной морской геологии — изучение минеральных ресурсов океанского дна.

В 1960—1961 гг. в экваториальной части Тихого океана на борту «Витязя» работала комплексная экспедиция (34-й рейс), выполнившая значительный объем геологических работ. На 49 геологических станциях собраны образцы осадков. Впервые в открытом океане широко применялась поршневая трубка большого диаметра, которой удалось получить 15 колонок пелагических осадков длиной до 9,6 м. Кроме того, в рейсе проводился в большом объеме сбор взвеси, выполнялось фотографирование дна. Геологические работы вели А. П. Лисицын, Г. Б. Удинцев, Ю. А. Богданов, А. В. Живаго. В этом рейсе удалось выполнить несколько меридиональных разрезов через сложную экваториальную зону океана.

Одновременно с экспедициями «Витязя» в Южном океане работала Комплексная Антарктическая экспедиция АН СССР на д/э «Обь». В ее составе группа сотрудников Лаборатории морских отложений Института океанологии во главе с А. П. Лисицыным провела в 1955—1958 гг. обширные морские геологические исследования, в том числе в южной части Тихого океана. Таким образом, коллектив морских геологов под руководством П. Л. Безрукова к 1960—1961 гг. охватил своими исследованиями почти всю акваторию Тихого океана.

В период 1965—1966 гг. геологические работы проводились в нескольких комплексных (37-й рейс), а также специализированных гидрологических (38-й рейс) и гидробиологических (39-й рейс) экспедициях.

Указанными экспедициями в основном завершился период геологических исследований, проводившихся в комплексных океанологических экспедициях «Витязя», хотя ценные материалы по геологии Тихого океана были получены попутно с основными работами и в ряде более поздних рейсов — гидробиологических и геофизических. Оценивая научные результаты морских геологических исследований в Тихом океане за период начиная с МГГ и до первой специализированной геологической экспедиции 1968 г. (43-й рейс), следует сразу отметить, что они неотделимы от первого этапа работ «Витязя» (1949—1955 гг.). Материалы первых рейсов «Витязя» в эти годы продолжали обрабатываться, и публикации, основанные на них, оказывали большое влияние на планирование дальнейших исследований [1962:8].

Последовавшие в 1961—1970 гг. крупные обобщения по геологии Тихого океана, в том числе фундаменталь-



Работа геологического отряда на «Витязе» (1968 г.)

ный коллективный труд — геологические тома монографий «Тихий океан» [1970], во многом базировались на материалах ранних экспедиций, на опыте и научных идеях этого периода.

Оценивая итоги геологических исследований в период МГГ, П. Л. Безруков и А. П. Лисицын [1962:8] отметили важное значение получения высококачественных проб донных осадков из областей океанов и морей, которые ранее, в силу своей трудной доступности, были мало или почти не изучены. К ним прежде всего относятся океанические желоба с глубинами до 11 тыс. м. Технические трудности получения проб донных осадков в желобах долгое время сдерживали развитие наших знаний об осадкообразовании в этих частях океана. К середине 60-х годов пробы донных осадков были получены практически из всех крупнейших глубоководных желобов Тихого, Индийского и Атлантического океанов. Кроме проб осадков, изучались рельеф дна, геофизические характеристики земной коры, взвесь в толще вод, аэрозоли над океаном; из многих желобов были подняты образцы коренных пород дна. Обработка этих материалов позволила выявить основные черты процессов осадкообразования в этих глу-



Железо-марганцевые конкреции со дна Тихого океана

бочайших впадинах Мирового океана [1962:4; 1970:9; Мурдмаа, 1971]. Путем изучения коренных пород, добытых со склонов желобов, были выяснены некоторые особенности их геологического строения [Петелин, 1964, 1970; 1972:4; 1980:1].

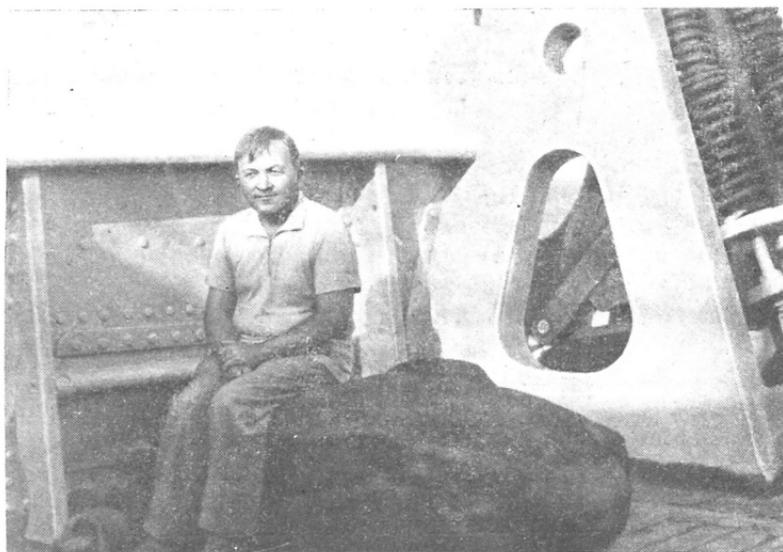
К концу 60-х годов в результате разностороннего анализа материалов, собранных в экспедициях «Витязя», морскими геологами Института океанологии под руководством П. Л. Безрукова были изучены все основные типы глубоководных осадков Тихого океана, выявлены закономерности их накопления, составлены на новых принципах карты распространения современных осадков.

С начала 60-х годов по инициативе В. Г. Корта ученые Института океанологии приступили к созданию фундаментальной многотомной работы «Тихий океан». Ответственным редактором геологических томов этой серии был назначен П. Л. Безруков. Пантелеймон Леонидович взялся за порученное дело со свойственной ему добросовестностью. К работе над монографией, которая должна была обобщить все обширнейшие материалы по геологии Тихого океана, собранные к тому времени, был мобилизован весь коллектив руководимой им лаборатории. Он разработал подробный план будущих работ.

Эти работы от периода подготовки рукописей до их публикации продолжались около 10 лет. Первым среди геологических томов вышел в 1969 г. том, посвященный микропалеонтологии осадков Тихого океана. Основные геологические материалы были собраны в двух книгах под общим названием «Осадкообразование в Тихом океане» [1970]. Этот внушительный по объему труд (более 50 печатных листов), тщательно отредактированный П. Л. Безруковым, содержит 22 главы, написанные четырнадцатью авторами. В нем собрано и обобщено под единым углом зрения практически все, что к тому времени было известно о современных осадках Тихого океана и процессах их образования. Сам П. Л. Безруков является автором или соавтором семи глав.

Основу работы составляют новые оригинальные данные, собранные на «Витязе» и обработанные самими авторами монографии — П. Л. Безруковым, А. П. Лисицыным, В. П. Петелиным, Н. С. Скорняковой и др. П. Л. Безруков добился стройности композиции монографии, что при столь большом числе авторов и разнообразии тематики было нелегкой задачей. Несмотря на насыщенность огромным количеством фактического материала, главы ее объединены единым генетическим подходом: осадкообразование рассматривается как система взаимосвязанных природных процессов.

Согласно замыслу П. Л. Безрукова, различные аспекты объединены в монографии общей идеей о трех главных типах зональности океанского седиментогенеза — циркумконтинентальной, климатической (широтной) и вертикальной (батиметрической). Монография содержит множество составленных на количественной основе литологических и геохимических карт — карт типов осадков, взвеси, гранулометрических фракций, минералов и их комплексов, основных химических компонентов, железомарганцевых конкреций, грубообломочного материала ледового разноса и др. Подобных карт не было в мировой практике морской геологии. Таким образом, основные закономерности осадкообразования в Тихом океане П. Л. Безруковым и сотрудниками его отдела к 1970 г. были выявлены и приведены в единую систему. Это наряду с полученными к тому времени обширными материалами из Индийского океана позволило П. Л. Безрукову приступить к разработке более общего учения о седиментогенезе в Мировом океане. Краеугольным камнем этого учения



П. Л. Безруков в 43-м рейсе «Витязя» у глыбы фосфатно-кремнистой породы со дна Тихого океана

стали представления о типах зональности осадочного процесса.

Они исходят из того, что распределение осадков на дне океанов представляет результат сочетания климатической, вертикальной и циркумконтинентальной зональностей осадкообразования, т. е. оно зависит от положения в определенной широтной климатической зоне, глубины океана и близости континентов, откуда терригенный материал поступает в океан [Безруков, 1959:6; 1964:2].

Тесная связь осадкообразования с климатом проявляется на ранних стадиях образования осадков, т. е. во взвеси, состоящей из терригенных и биогенных частиц. Максимальное количество терригенной взвеси поступает в океаны с суши в гумидных зонах, где интенсивность размыва достигает наибольших значений. Выделяются три такие опоясывающие земной шар зоны: северная и южная зоны умеренных широт и экваториальная зона. В местах с недостаточным увлажнением — в аридных зонах — количество осадочного материала, поступающего в океаны с континентов, уменьшается.

Особенно отчетливо широтная климатическая зональность выступает в распределении на дне океанов биоген-

ного материала, прежде всего аморфного кремнезема и карбоната кальция. Это выражается как в общем плане размещения различных типов кремнистых и карбонатных осадков, так и в распространении главнейших танатоценозов осадкообразующих планктонных организмов: диатомовых водорослей, радиолярий и планктонных фораминифер.

Рельеф дна океана вносит существенные коррективы в общий план распределения осадков, определяя вертикальную зональность осадконакопления. Она выражается в закономерных изменениях вещественного и гранулометрического состава осадков, а также их мощностей по мере увеличения глубин независимо от расстояния до континентов и от их влияния на процессы седиментации. Поскольку в периферических частях океана с возрастанием глубин обычно одновременно увеличивается и расстояние от суши, в наиболее «чистом» виде вертикальная зональность осадкообразования проявляется вдали от континентов, там, где циркумконтинентальная зональность практически исчезает.

С ростом глубин изменяются подвижность вод, их температура, давление, газовый режим, время пребывания биогенных осадочных частиц в водной толще в процессе опускания на дно, соотношение между темпами осаждения этих частиц и темпами их растворения в придонных водах. В открытом океане вертикальная зональность отчетливо проявляется в распространении на дне карбонатных осадков, кремнистых диатомово-радиоляриевых илов и полигенных красных глубоководных глин. Так, фораминиферовые илы распространены только до определенной глубины, получившей название критической (или компенсационной), ниже которой они сменяются бескарбонатными осадками. Положение критической глубины изменяется в разных широтных зонах и чаще всего колеблется от 4500 до 5000 м.

Уже первые данные о широком распространении на дне Охотского моря диатомовых илов, подкрепленные материалами, полученными из других дальневосточных морей, а затем и из Тихого океана, вызвали у П. Л. Безрукова интерес к проблеме глубоководной биогенной седиментации. Идея о большой роли живых организмов, прежде всего планктонных, в образовании морских и океанских глубоководных осадков проходит красной нитью через научные труды самого Пантелеймона Леонидовича и его ближайших учеников. Она выросла впослед-

ствий в стройную концепцию биогенной седиментации в океане, разработанную А. П. Лисицыным [1974, 1978].

Целиком поддерживая мысль Н. М. Страхова [1950, с. 134] о том, что «ведущим фактором осаждения в морях являются в настоящее время организмы», высказанную крупнейшим советским литологом в ходе литологической дискуссии 1950—1952 гг., П. Л. Безруков включил биогенные осадки в качестве одного из основных генетических типов в разработанную им совместно с А. П. Лисицыным классификацию современных осадков [1960:2], выделяя эти осадки на всех составленных под его руководством литологических картах. Чтобы подчеркнуть ведущую роль биоса, он пошел даже на некоторое отклонение от принципов собственной классификации: к биогенным относил осадки, содержащие существенную, но не всегда преобладающую долю биогенного вещества (карбоната кальция или аморфного кремнезема). Такой подход, который П. Л. Безруков отстаивал, несмотря на возражения многих литологов, в том числе его коллег, оказалась в некотором смысле пророческим. Новые данные, полученные за последние годы, убеждают в том, что роль живых организмов в океанском осадкообразовании не ограничивается долей их скелетных остатков в составе осадков. Весьма существенным оказался механизм биогенной садки «абиогенного» взвешенного вещества.

Материалы, полученные в результате исследований в Тихом и Индийском океанах, привели П. Л. Безрукова к важному выводу о том, что биогенная составляющая в осадках океанов значительно больше, чем в морях. Это и естественно, поскольку главная часть обломочного и глинистого вещества, сносимого с континентов, осаждается в морских водоемах и в океаны не проникает. По данным для поверхностного слоя осадков, апализов колонок, а также многочисленных кернов глубоководного бурения, оказалось, что океанские осадки более чем на 50% состоят из карбонатов, кремнезема и $C_{орг}$ биогенной природы.

В свете новых данных определяющая роль биоса в океанской седиментации доказана однозначно, что подтверждает давно высказанную В. И. Вернадским идею об определяющей роли биоса в формировании лица Земли.

Распределение и состав осадков, таким образом, должны определяться законами, которые управляют распределением морских организмов. Эти законы были установлены

основателями советской биоокеанологии Л. А. Зенкевичем и В. Г. Богоровым. Они определяются понятием биологической структуры океана: широтной (климатической), циркумконтинентальной и вертикальной зональностью распределения организмов. Эти ученые отмечают, что оп является лишь частным приложением более общего закона зональности среды, развитого В. В. Докучаевым, к океанологии.

Итак, если главная часть донных осадков сложена остатками организмов, а распределение и состав организмов определяются тремя видами зональности, то, естественно, и распределение, и состав донных осадков океанов должны определяться тремя видами зональности.

Разделение земной поверхности на климатические пояса со сходными условиями подготовки, переноса и отложения материала представляет большое удобство, поскольку связывает единой глобальной системой поясов материка и океаны, типизирует условия среды. Оно позволяет установить, что возможно и что невозможно в пределах данного пояса, т. е. имеет не только фундаментальное научное значение, но и существенно для поисков и прогноза месторождений полезных ископаемых. Бесмысленно искать месторождения, образование которых связано с условиями экваториального климата, в ледовой или умеренной зоне, а эвапориты — в гумидных зонах.

Идея о зональности природной среды, развитая П. Л. Безруковым и его учениками для донных осадков, была традиционной в отечественной географии. На это указывал К. К. Марков, называя творцом географической зональности В. В. Докучаева. Объяснив законы мировой географической зональности, Докучаев смотрел далеко вперед, потому что этот закон хотя и был сразу назван «мировым», однако прошли еще многие десятилетия, пока из закона географической зональности суши его удалось расширить до мировых, т. е. глобальных, масштабов.

С того времени, когда впервые были высказаны идеи о зональности биологических и геологических процессов, прошло немало времени. Под влиянием накапливающихся фактов вскоре были высказаны также идеи о зональности физических и химических процессов в океане. Таким образом, представители главных составляющих частей океанологии — физики, химии, геологии и биологии — пришли к единому выводу о зональности океанской среды и этот вывод в настоящее время стал единственным,

поскольку он подкреплен громадным количеством фактов, собранных в океане. Так идея о зональности океанской седиментации, высказанная П. Л. Безруковым в 1959 г. в виде общей схемы, долгое время развивалась и пополнялась новыми фактами, обосновывалась новыми независимыми методами, что и позволило ей укрепиться и устоять под огнем критики. Зональность океанской седиментации, открытая в нашей стране П. Л. Безруковым и его соратниками, в настоящее время является общепринятой как у нас в стране, так и за ее пределами.

С 1961 по 1966 г. П. Л. Безруков был заместителем директора Института океанологии и был освобожден от этой должности по личной просьбе, получив благодарность за хорошую работу.

В феврале 1969 г. П. Л. Безруков отметил в кругу друзей и учеников свой 60-летний юбилей. Он почти совпал с 20-летием его работы в Институте океанологии. А незадолго до этого, 25 ноября 1968 г., Пантелеймон Леонидович был избран членом-корреспондентом АН СССР. Получили признание огромные заслуги П. Л. Безрукова в развитии геологической науки, и в первую очередь морской геологии. В 1971 г. за серию монографий «Тихий океан» группе сотрудников Института океанологии АН СССР была присуждена Государственная премия СССР. В их числе был П. Л. Безруков. Это была уже третья Государственная премия ученого.

На «Витязе» в Индийском океане

Исследование геологии Индийского океана занимает особое место в научной биографии П. Л. Безрукова. Случилось так, что после 22-го рейса «Витязя» (1955 г.) он почти четыре года не принимал участия в морских экспедициях. Пантелеймон Леонидович соскучился по дальним плаваниям, и в 1959 г. он отправился в Индийский океан с чувством юзюшеской восторженности. Сбылась давняя мечта этого истинного романтика моря: побывать в местах, описанных Джозефом Конрадом, пройти по путям Васко да Гама и других знаменитых путешественников прошлого, увидеть тропические закаты и сказочный зеленый луч, по преданию приносящий морякам счастье.

Если же говорить с научной точки зрения, то П. Л. Безрукова привлек в Индийский океан прежде всего интерес

к его геологии. К тому времени Индийский океан оставался геологически чуть ли не наименее изученным регионом Мирового океана. Даже многие крупные элементы рельефа дна отсутствовали на имеющихся картах. А о распространении донных осадков можно было судить лишь по старой весьма схематичной карте Шогта масштаба 1 : 90 000 000, изданной в 1935 г. на основании очень многочисленных фактических данных.

После окончания Международного геофизического года (МГГ) Научный комитет по океанографическим исследованиям (СКОР) выдвинул программу Международной индоокеанской экспедиции, которая была рассчитана на несколько лет (1960—1965 гг.). Советский Союз приступил к выполнению намеченных исследований осенью 1959 г., когда в Индийский океан была направлена комплексная океанологическая экспедиция на «Витязе» (31-й рейс) под научным руководством В. Г. Богорова. Геологические работы в экспедиции возглавлял П. Л. Безруков. За этим рейсом последовали 33-й и 35-й рейсы под руководством П. Л. Безрукова (1960—1962 гг.). В общей сложности П. Л. Безруков провел тогда на борту «Витязя» в Индийском океане около 18 месяцев.

Эти три года почти непрерывных плаваний были периодом высокой творческой активности ученого. Заметно возросло количество написанных и опубликованных им за год работ. Из рейсов П. Л. Безруков возвращался каждый раз с новыми замыслами. Здесь зародились или получили дальнейшее развитие его важнейшие научные идеи: концепция трех типов зональности океанского седиментогенеза, представления о прерывистости и неравномерности осадконакопления в океане, об океанских осадочных формациях. Здесь под его руководством и при непосредственном участии были сделаны важные географические открытия: обнаружены и нанесены на карты новые подводные горы, хребты, впадины, зоны разломов. Им описаны и закартированы все основные типы донных осадков северной половины океана, некоторые из них были обнаружены впервые, выявлены основные закономерности современного и плейстоценового осадкообразования в этом обширном регионе.

Наиболее крупным географическим открытием, сделанным в Индийском океане, можно считать обнаружение огромного меридионального хребта, протягивающегося от Бенгальского залива до широты южного берега Австралии.

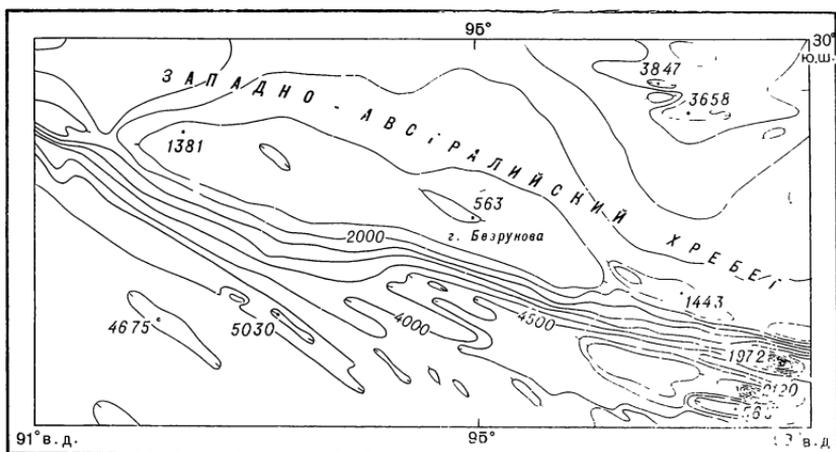
Этот хребет предложено назвать Восточно-Индийским [1963:2].

Благодаря работам экспедиций на «Витязе», «Оби», «Арго», «Диамантине», «Альбатросе» и на других судах Восточно-Индийский хребет был исследован на всем протяжении. Он представляет собой сравнительно узкое (до 120 миль) и длинное (около 2650 миль) поднятие относительной высотой от 1000 до 3500 м. На относительно плоской вершинной поверхности хребта, находящейся на глубине 2000—2500 м, поднимаются отдельные горы. Вдоль восточного подножия Восточно-Индийского хребта между 7 и 26° ю. ш. протягивается депрессия, называемая Восточно-Индийским желобом. Желоб представляет собой узкое (шириной 10—20 миль) понижение, разделенное порогами на три части. В средней части наибольшая глубина, равная 5940 м (16° ю. ш.), измерена «Витязем» в 31-м рейсе.

В 33-м рейсе был открыт горный массив, возвышающийся на 3000 м над абиссальной равниной ложа океана. По предложению П. Л. Безрукова ему присвоено имя знаменитого русского путешественника Афанасия Никитина [1961:3]. Открытая и обследованная в этом же рейсе высокая подводная гора была названа в честь академика Д. И. Щербакова горой Щербакова. К этому далеко не полному перечню важнейших открытий следует добавить, что сейчас в Индийском океане есть и гора Безрукова. Ее открыли и исследовали в 23-м рейсе нис «Дмитрий Менделеев» геологи Института океанологии под руководством А. П. Лиспцыпа.

В июле—августе 1980 г. экспедиция на нис «Дмитрий Менделеев» проводила геолого-геофизические исследования в центральной и южной частях Индийского океана, в районах, где многие годы работал Пантелеймон Леонидович Безруков. Особенно подробному изучению подвергся подводный Западно-Австралийский хребет (хр. Брокен) с венчающей его горой с глубиной под вершиной 563 м, обозначенной на всех общегеографических и навигационных картах.

Западно-Австралийский хребет — один из асейсмичных хребтов Индийского океана — протягивается в субширотном направлении приблизительно вдоль параллели 31°30' ю. ш. на длину 750 миль. Он имеет вид гигантского эскарпа с пологим северным и очень крутым южным склоном, спускающимся к глубоководному желобу «Обь»



Гора Безрукова (гора «563») на гребне Западно-Австралийского хребта. С карты «Рельеф дна Индийского океана», лист 23, масштаб 1 : 5 000 000 [Геолого-геофизический атлас Индийского океана. М., 1975]

(см. карту и профиль). На гребне хребта, в 14 милях от бровки эскарпа, возвышается гора «563» — вулканический массив конической формы с острой вершиной и крутыми склонами. Координаты горы определены с помощью системы спутниковой навигации: $31^{\circ}21'$ ю. ш., $94^{\circ}58'$ в. д. Превышение горной вершины над пологим северным склоном Западно-Австралийского хребта составляет 737 м, над желобом «Оби» (вместе с крутым южным склоном хребта) — 3860 м.

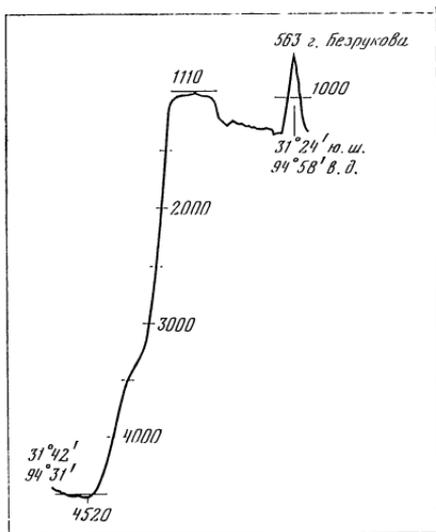
Склоны вулкана очень крутые, особенно на северо-западе, где угол наклона достигает 18° . Гора возникла сравнительно недавно, в конце третичного — начале четвертичного времени, благодаря обильным выходам базальтовых лав по одной из трещин, пересекающих хребет. Классическая коническая форма вулкана почти не изменена процессами разрушения и размыва.

Институт океанологии им. П. П. Ширшова АН СССР обратился в Межведомственную комиссию по географическим названиям с предложением о присвоении горе «563» имени П. Л. Безрукова — крупного советского ученого, члена-корреспондента АН СССР, внесшего большой вклад в изучение Индийского океана. В 1982 г. название «гора Безрукова» для вершины «563» на Западно-Австралийском хребте было утверждено этой комиссией.

В 31, 33 и 35-м рейсах «Витязя» под руководством П. Л. Безрукова были взяты в северной половине Индийского океана на 350 станциях, что превышает общее количество проб, взятых здесь всеми предшествовавшими экспедициями. Кроме того, были выполнены в большом объеме и другие геологические работы: изучение подводного рельефа с помощью прецизионных эхолотов-самописцев, фотографирование дна, сбор водной взвеси методами фильтрации и сепарации, сейсмоакустические исследования строения и мощности осадочной толщи. Эти работы дали важный дополнительный материал для изучения процессов осадконакопления в океане.

Результатам изучения современного и четвертичного осадкообразования в Индийском океане посвящен ряд статей П. Л. Безрукова [1961, 1962, 1963, 1964 и др.]. Эти результаты легли в основу новых карт, опубликованных в «Атласе океанов» и в «Геолого-геофизическом атласе Индийского океана».

Главный научный итог исследований, проведенных П. Л. Безруковым в Индийском океане, заключается в выявлении основных закономерностей современного осадкообразования. Он показал в своих работах, что Индийский океан как бассейн осадконакопления весьма своеобразен и не похож на все другие океаны. Прежде всего это касается особенностей «питания» океана продуктами размыва континентов. С севера он ограничен Азиатским континентом, откуда в океан впадают гигантские многоводные реки — Ганг с Брахмапутрой и Инд. Эти реки, берущие начало в Гималаях, на значительном протяжении размывают поверхность районов с влажным жарким климатом, где очень интенсивно происходит химическое вы-



Поперечный профиль горы Безрукова и южного склона Западно-Австралийского хребта

ветривание горных пород. Поэтому они выносят огромные массы тонкого ила, который сбрасывается через узкий континентальный шельф прямо в океан и накапливается у подножия континентального склона в виде глубоководных конусов выноса или аккумулятивных шлейфов.

Конус Ганга прослеживается по характерному минеральному составу слагающих его осадков от Бенгальского залива на юг почти на 4000 км. Его южные отроги удалось обнаружить уже в 54-м рейсе «Витязя», проходившем в 1973 г. также под руководством П. Л. Безрукова. Это крупнейшее в мире единое осадочное тело образовано в основном мутьевыми потоками, которые стекали по континентальному склону и отлагали свои наносы в виде особого генетического типа отложений — турбидитов. В экспедициях «Витязя» были получены колонки турбидитов с характерной ритмичной слоистостью осадков и прослежены на большом расстоянии глубоководные долины, по которым текли мутьевые потоки. Врезанные в тело глубоководного конуса ветвящиеся долины местами обрамлены прирусловыми валами подобно наземным рекам.

П. Л. Безруков одним из первых увидел и правильно оценил большую роль придонного переноса осадочного материала мутьевыми потоками и глубинными течениями; особенно ярко этот процесс проявляется в северной части Индийского океана. В этом процессе он видел главную причину неравномерности осадконакопления на больших глубинах. В нем же крылось объяснение поразивших многих исследователей фактов нахождения осадков мелководного облика, в частности хорошо отсортированных песков, на больших глубинах открытого океана, в сотнях или даже тысячах километров от берегов континентов.

Обобщая результаты работ экспедиций «Витязя» в Индийском океане, П. Л. Безруков [1964:3, с. 50] писал: «Весьма интересным фактом является пахождение в целом ряде колонок под фораминиферовыми, а иногда и под радиоляриевыми илами на абиссальных равнинах в Сомалийской и Аравийской котловинах и к югу от Бенгальского залива в Центральной котловине прослоев полимиктовых глинистых песков. Расстояния до суши при этом измеряются многими сотнями и даже более чем 1000 км». Помнится, что, когда обнаружили мощные слои таких песков на глубине 4—5 км в районе Мадагаскара, Пантелеймон Леонидович шутя говорил, что открыта легендар-

ная погрузившаяся в пучины океана «страна Лемурия», индоокеанский вариант пресловутой Атлантиды. Пески были действительно похожи на прибрежные, но всерьез в затонувшую Лемурию Безруков, конечно, не верил. Он дал любопытной находке правильное научное объяснение — образование этих песков было связано с деятельностью мутьевых потоков.

Следы деятельности глубоководных мутьевых потоков П. Л. Безруков наблюдал и в настоящих пелагических осадках открытого океана, куда не доходит обломочный материал, сносимый с континентов. Он описал прослой известковых фораминиферовых осадков в толще радиоляриевых илов на таких глубинах, где осаждающийся в виде раковин фораминифер карбонат кальция должен полностью растворяться согласно закону критической глубины карбоната накопления. Известковые прослой могли попасть в толщу бескарбонатных радиоляриевых илов и избежать растворения только потому, что известковый осадок сносился мутьевыми потоками со склонов подводных хребтов или гор и был быстро захоронен под радиоляриевым илом.

По сравнению с интенсивным поступлением терригенного осадочного материала с севера бросается в глаза его очень небольшое поступление с побережий Восточной Африки и Западной Австралии ввиду отсутствия здесь устьев многоводных рек. Асимметрия терригенного «питания» Индийского океана, как показал П. Л. Безруков, существенно сказывается на постулированных им фундаментальных закономерностях зональности океанского осадочного процесса, но не умаляет их значения. Так же, как в Тихом океане, здесь прослеживаются отчетливо выраженные широтные (климатические) зоны: экваториальная и субантарктическая, характеризующиеся высокой биологической продуктивностью поверхностных вод, которая обеспечивает накопление на дне кремнистых (радиоляриевых и диатомовых) илов, разделяющая их зона низкой биологической продуктивности — «океанская пустыня» — и антарктическая ледовая зона.

П. Л. Безруков уделил особое внимание радиоляриевым илам экваториальной зоны, которые до тех пор не изучались советскими литологами, хотя были обнаружены и выделены как один из главных типов океанских осадков еще экспедицией на «Челленджере» в конце XIX в. В экспедициях на «Витязе» были существенно уточнены контуры обширных полей радиоляриевых илов в Цент-

ральной, Кокосовой и Западно-Австралийской котловинах. На картах, составленных П. Л. Безруковым, основная область их распространения находится между 2—3° и 15—16° ю. ш. Эта зона располагается в Индийском океане в отличие от Тихого значительно южнее экватора, под Экваториальным противотечением и Южным Пассатным течением. Она характеризуется сильным вертикальным перемешиванием вод, обеспечивающим поступление растворенного кремния и других питательных веществ из глубин к поверхности океана, где в процессах фотосинтеза под действием солнечной энергии осуществляется продуцирование первичного органического вещества микроскопическими водорослями — фитопланктоном.

Плавая в Индийском океане вместе с известным гидробиологом членом-корреспондентом АН СССР В. Г. Богоровым, которому принадлежит идея широтной зональности биологической структуры океана, П. Л. Безруков имел возможность обсуждать с ним на «живом» фактическом материале вопросы связи геологических и биологических процессов в океане. Возможно, что именно в экваториальной радиояриевой зоне Индийского океана при личных научных контактах двух ученых закрепилось и оформилось представление об этой удивительной связи, которая в конечном счете определяет главные черты широтной зональности пелагического осадкообразования во всех океанах за всю их геологическую историю. Идея широтной зональности биогенного осадкообразования была развита в работах А. П. Лисицына, Ю. А. Богданова и других исследователей в стройную научную концепцию и легла в основу реконструкции природных условий в океанах геологического прошлого.

П. Л. Безруков всегда придавал большое значение первичному описанию образцов осадка (горной породы). Его классически четкие скупые записи в полевых журналах экспедиций удивляют полнотой и богатством подмеченных деталей. Перечитывая их, ощущаешь живую мысль и силу воображения естествоиспытателя, умеющего, казалось бы, за незначительными фактами видеть действие могущественных природных процессов. А уж в точности фиксации фактов можно было не сомневаться!

Очень точными были и его описания радиояриевых илов Индийского океана, которые он считал наиболее яркими представителями данного типа осадков. И действительно, даже определения содержания в них аморфно-

го кремнезема несовершенным химическим методом, дающим явно заниженные результаты, показывают здесь нередко величины, равные 25—30% SiO_2 или более. А под микроскопом кажется, что осадок сложен почти целиком ажурными прозрачными скелетами радиолярий и диатомей. В сухом виде это сильно пористое вещество имеет объемный вес всего 0,4—0,6 г/см³. В натуральном осадке содержание воды достигает 70—80%.

Исследования, проведенные П. Л. Безруковым и его коллегами, показали, что в Индийском океане полностью подтверждается также универсальная закономерность распространения известковых осадков в зависимости от глубины — основа вертикальной (или гипсометрической) зональности пелагического осадкообразования в океанах. Здесь, как и в Тихом океане, биогенные известковые осадки не встречаются глубже некой «критической» глубины, в северной половине океана находящейся на гипсометрической отметке 4600—4700 м. На этой глубине наблюдаются резкое уменьшение содержания в осадках карбоната кальция (ниже 10%) и смена известковых илов бескарбонатными красными глинами или радиоляриевыми илами. Закон критической глубины выдерживается в пелагических областях настолько строго, что его можно использовать при картировании известковых осадков: даже при редкой сетке опробования поля с содержанием более 10% CaCO_3 удастся достаточно надежно оконтурить, опираясь на батиметрические карты. Следует лишь установить, на какой глубине в данном регионе находится критическая глубина, и затем провести границу карбонатных осадков по соответствующей изобате.

Но П. Л. Безруков, широко используя этот прием при составлении мелкомасштабных карт океана, относился к нему с большой осторожностью, выявляя и подчеркивая многочисленные исключения из общего правила. Случаи отклонения от закона критической глубины привлекали его внимание еще и потому, что в них он видел выражение особых процессов перераспределения осадочного материала на больших глубинах открытого океана. В 1964 г. он писал: «Однако в ряде случаев интересны исключения из этого правила. Так, на дне желоба Чагос, к востоку от одноименного архипелага, у подножия крутого склона на глубине около 5350 м были обнаружены фораминиферовые пески, причем фотографирование дна в том же месте показало наличие на их поверхности зна-

ков ряби. Это позволяет предполагать, что отложение здесь относительно грубого известкового материала было обусловлено быстрым переносом его с соседнего поднятия мутьевыми потоками. При этом фораминиферы не успели раствориться...» [Безруков, 1964:2].

П. Л. Безруков выявил и впервые четко сформулировал еще одну важную закономерность образования в океане известковых осадков: уменьшение содержания в них CaCO_3 с приближением к суше в результате разбавления биогенного известкового материала терригенным. Такое разбавление или, другими словами, рассеивание биогенных известковых частиц за счет возрастания скорости накопления терригенного материала особенно четко видно на примере Бенгальского залива, где оно приводит к постепенному уменьшению содержания CaCO_3 в осадках с юга на север, по мере приближения к устью Гапга. Карбонатность уменьшается здесь с уменьшением глубины, т. е. в обратном направлении по сравнению с законом критической глубины. Впоследствии эта закономерность стала одним из исходных положений при разработке концепции о двух типах океанского осадочного процесса — приконтинентальном и пелагическом седиментогенезе [1971:5].

В рейсах «Витязя» в Индийский океан в 1959—1962 гг. был получен еще один важный научный результат: П. Л. Безрукову удалось обнаружить здесь широкое распространение железо-марганцевых конкреций, в том числе в виде плотных залежей, где на 1 м^2 площади приходится до 50 кг этих рудных стяжений. Он правильно подметил основные закономерности распространения конкреций: приуроченность их к областям с минимальными скоростями осадконакопления и к расчлененному холмистогористому рельефу дна котловин. Совместно с П. Ф. Андрущенко материалы по конкрециям были тщательно проанализированы, а результаты анализа приведены в нескольких статьях, на которые многие исследователи ссылаются как у нас в стране, так и за рубежом до настоящего времени.

И еще об одном открытии, сделанном Пантелеймоном Леонидовичем в Индийском океане, хочется сказать особо. В 38-м рейсе 14 ноября 1960 г. на ст. 4822 с гребня Аравийско-Индийского хребта с глубины 1920 м были подняты дночерпателем угловатые обломки магматических пород безусловно местного происхождения, отколовшиеся

от коренных подводных обнажений. Редкая для того времени удача! Ведь образцы коренных пород дна океана исчислялись буквально единицами. О составе скального основания Аравийско-Индийского хребта геологи могли судить только по нескольким образцам базальтов, поднятым экспедицией на судне «Мабахис» и описанным в 1937 г. английским ученым Дж. Уайзманом.

Но важен был не сам факт получения новых образцов со дна океана, а состав поднятого каменного материала. Вернувшись из плавания в Индийском океане, П. Л. Безруков передал образцы пород для исследования петрографу В. И. Чернышевой. И вот среди невзрачной базальтовой щебенки она обнаружила обломки ультраосновной породы — серпентинита. Это была первая находка глубинной ультраосновной породы не только на Аравийско-Индийском хребте, но на дне океана вообще. Уже значительно позже были собраны богатые коллекции таких пород из зон разломов, пересекающих вновь открытую мировую систему срединно-океанских хребтов. Началась своеобразная «охота» на ультрабазиты океана с рекламной шумихой вокруг этой действительно интересной научной проблемы.

П. Л. Безруков, принципиальный противник рекламы в науке, описал совместно с В. И. Чернышевой первую находку серпентинита в краткой статье, которая вышла из печати, к сожалению, со значительным опозданием. Ее опередили скоростистые и легкомысленные заявления некоторых исследователей о получении ими со дна океана образцов пород верхней мантии Земли, которая в рифтовых зонах срединных хребтов якобы выходит прямо на поверхность дна. Напрасно Пантелеймон Леонидович указывал, что ультраосновные породы, очень близкие к найденным в срединно-океанских хребтах, широко распространены почти во всех складчатых поясах континентов, например на Урале, и что факт их обнаружения в океане имеет гораздо более глубокий, хотя и менее эффектный, геологический смысл.

В разгоревшихся тогда спорах П. Л. Безруков предвосхитил те новые идеи, которые позже сложились в концепцию об океанической коре геологического прошлого, выдвинутую большим его другом и соратником, выдающимся советским геологом академиком А. В. Пейве. В своих широко известных теперь работах А. В. Пейве показал, что офиолитовые ассоциации пород, в которые входят

«альпипотипные» ультраосновные породы складчатых поясов,— это своеобразные остатки земной коры древних океанов, которые в виде громадных пластин надвинуты в ходе тектонического сжатия на более молодые отложения. Ультрабазиты океана, выходящие на поверхность в разломах срединных хребтов, также представляют собой отторженцы глубинных слоев океанской коры, и их с полным основанием можно отнести к офиолитовым ассоциациям.

В то время П. Л. Безруков не примыкал ни к одной из противоборствующих групп ученых, разделяющих ту или иную геотектоническую концепцию, и старался не выражать публично своих мнений о фундаментальных проблемах происхождения океанов и их тектонического развития. Но нет сомнения, что эти проблемы волновали его. Он был в курсе всех важнейших исследований в области геотектоники, с интересом читал новые публикации, присутствовал на всех значительных научных конференциях. Высказывания Пантелеймона Леонидовича в личных беседах свидетельствовали о его размышлениях относительно этих проблем, причем здесь проявилась свойственная ему настороженность, когда речь шла о различных слишком уж фантастических гипотезах, не подкрепленных геологическими фактами.

Прошли годы. Под руководством П. Л. Безрукова развернулись работы по исследованию минеральных ресурсов Мирового океана. В Тихий океан были направлены специализированные геологические экспедиции, о которых речь пойдет ниже. Но Пантелеймон Леонидович не забыл про свой любимый Индийский океан. Обсуждая планы будущих экспедиций, он настаивал на организации специализированного геологического рейса «Витязя» во все еще мало изученные пелагические районы этого океана. И вот в 1973 г. такой рейс состоялся. К нашему великому огорчению, ему суждено было стать последним морским путешествием этого страстного мореплавателя.

П. Л. Безруков был руководителем 54-го рейса «Витязя» в Индийский океан. 5 февраля 1973 г. «Витязь» вышел из Владивостока и направился через Японское и Восточно-Китайское моря сначала в Филиппинское море, а затем, пересекая с геологическими работами ряд морей Малайского архипелага, вышел для выполнения основной программы исследований в восточную часть Индийского океана.

Невероятный лабиринт из многих тысяч островов, входящих в Малайский архипелаг, проливов, больших и малых морских бассейнов, омывающих эти острова, был колыбелью нескольких направлений современной морской геологии, в том числе литологии и минералогии современных осадков, главным образом благодаря работам голландских ученых на судне «Снеллиус» под руководством Ф. Кюнена. По его трудам осваивало основы новой науки целое поколение морских геологов. Результаты экспедиции на «Снеллиусе» приводились во многих теоретических работах и учебных пособиях, издававшихся во всем мире в послевоенные годы, в том числе в монографии академика Н. М. Страхова и работах некоторых других советских геологов. П. Л. Безруков высоко оценивал работы экспедиции на «Снеллиусе» и давно стремился провести исследования в местах, связанных с этой экспедицией. Но, проходя неоднократно на «Витязе» через моря этого архипелага, он по разным причинам сумел отобрать там лишь очень немного проб осадков, чем, собственно, и ограничивались отечественные сведения об осадкообразовании в этом интереснейшем регионе.

Из Филиппинского моря «Витязь», обогнув с юга о. Минданао, вышел в Молуккское море, а через сутки — в море Сулавеси. Затем он пересек море Сулу и направился на юг вдоль западного побережья о. Калимантан в Южно-Китайском море. Через Яванское море и Зондский пролив «Витязь» вышел в Индийский океан. Участники экспедиции наблюдали на фоне тропического заката красочное зрелище извержения вулкана Анак-Кракатау, «младшего сына» грозного Кракатау, извержение которого в 1883 г. вызвало одну из крупнейших катастроф в истории человечества. На обратном пути из Индийского океана — еще гирлянда экзотических морей — Тиморское, Банда, Серам, затем снова Молуккское, Филиппинское. Всюду отбирали пробы осадков, пытались разгадать процессы их образования. В лабораториях на борту «Витязя» кипела работа. Пантелеймон Леонидович был в гуще событий: то на капитанском мостике, то в геологической лаборатории, где производилось описание проб осадков, то на палубе у только что поднятого трала или дночерпателя. В уютной каюте начальника экспедиции мы вместе с ним склонялись над картами, размечали места станций, составляли оперативные планы работ. Порой возникали споры. Обычная их тема — расчет судового рабочего

времени, этого самого дефицитного «материала» в океанологической экспедиции.

Пантелеймон Леонидович как руководитель никогда не был излишне педантичен, ему не были чужды вольности, когда дело касалось изменений в планах во имя изучения каких-то новых, неожиданно обнаруженных объектов или меняющейся ситуации. Но он резко возражал против авантюрных затей и попыток некоторых молодых сотрудников предложить ему слишком легкомысленный расчет затрат времени на работы. Он говорил: «Не забывайте, что мы в океане, здесь все может случиться. Всегда надо иметь резерв времени на случай плохой погоды или прочих неудач». Почти всегда П. Л. Безруков оказывался прав, внося свои коррективы в наши предложения.

За иллюминатором проплывали мимо затянутые дымкой экзотические острова, от одних названий которых у романтиков моря дух захватывало. И Пантелеймон Леонидович уже на палубе, разглядывает берега, утопающие в буйной зелени джунглей, вдыхает ни с чем не сравнимый сладковатый запах дыма от сжигаемой где-то на островах кожурой кокосовых орехов, любуется фейерверком тропического заката. Жарко и влажно, как в бане. Мы, молодые, изнываем от духоты, а он улыбается, чувствуя себя словно в родной стихии: «Я люблю тропики, люблю, чтобы было тепло. Жарко? Разве это жара! В Средней Азии гораздо жарче».

Пантелеймон Леонидович не был по натуре коллекционером, он не собирал ни марок, ни монет, ни раковин или минералов. Но полушутя-полусерьезно говорил, что коллекционирует страны, где побывал. За время своих плаваний он посетил порты десятков стран, высаживался на множестве островов Индийского и Тихого океанов, ездил в научные командировки в США, Швейцарию, Францию, Англию, Данию, Норвегию, Индию, Китай. Обладая феноменальной памятью и большой наблюдательностью, Пантелеймон Леонидович умел интересно рассказывать о своих впечатлениях, подмечать любопытные детали из жизни далеких стран. Его привлекали природа, архитектура, памятники культуры и, конечно, геология. Всюду, где было возможно, П. Л. Безруков устанавливал контакты с местными геологами, принимая участие в геологических экскурсиях, сам организовывал их, считая, что пословица: «Лучше один раз увидеть, чем

сто раз услышать» — относится прежде всего к геологам.

В Индийском океане П. Л. Безруков посетил Индию (Мадрас и Бомбей), Шри Ланку (Коломбо), Мадагаскар, Индонезию (Джакарта), Австралию (Фримантл, Дарвин), побывал на атолле Диего Гарсия, на Сейшельских островах, на о. Рождества. Последний произвел на него особенно большое впечатление, во-первых, потому что здесь удалось увидеть знаменитые фосфоритовые залежи океанских островов, а во-вторых, потому что от этих залежей, а заодно и от природы когда-то сказочно красивого острова почти ничего не осталось: хищническая добыча фосфоритов уничтожила все, оставив унылый, изрытый карьерами «лунный» пейзаж.

В 54-м рейсе «Витязя» в восточной части Индийского океана экспедиция работала, используя метод полигонов, разработанный и примененный П. Л. Безруковым ранее, в 43-м и 48-м рейсах «Витязя», о которых пойдет речь ниже. Первый полигон расположили на подводной горе Щербакова, открытой еще в 33-м рейсе «Витязя» (1961 г.) к юго-западу от о. Рождества. Гора возвышается над окружающим дном котловины более чем на 3 км. Глубина над ее вершиной 1433 м.

«Витязь» ложится в дрейф над горой. Опускаем подводную фотоустановку, снимаем две серии фотографий дна. Пантелеймон Леонидович требует, чтобы снимки были немедленно проявлены. Через несколько часов на его столе уже лежали фотографии пейзажей вершин и склонов горы. На белом фораминиферовом песке отчетливо были видны знаки ряби — свидетельство сильных придонных течений. В западинах между гребнями ряби — черная базальтовая щебенка, представляющая собой продукты подводного размыва коренных пород, слагающих гору. Кое-где видны крупные глыбы, сползшие по склону, выходы скал, покрытые корками гидроокислов железа и марганца. Для получения образцов пород спуускали трал, затем драгу. Они возвращались с богатой добычей. Особенно интересны были обломки древних осадочных пород. Некоторые из них содержали остатки мелководной фауны, позволявшие сделать вывод, что миллионы лет назад гора была островом или мелководной банкой, а затем погрузилась вместе с дном океана. О больших опусканиях и других чертах тектоники дна восточной части Индийского океана П. Л. Безруков совместно с участвовавшим в рейсе известным специалистом по тектонике

Ю. М. Пуцаровским написал тут же, на борту «Витязя», интересную статью, опубликованную в 1973 г. в журнале «Геотектоника».

Второй полигон разместили в районе предгорий Восточно-Индийского хребта, в открытие которого, как мы уже писали выше, большой вклад внес П. Л. Безруков. Дно здесь крест-накрест рассечено разломами, по которым одни блоки земной коры опущены, другие подняты, образуя плосковершинные горы с крутыми ступенчатыми склонами четырехугольной в плане формы. Фотографии склонов одной из таких «сундукообразных» возвышенностей показывают наглядно, как на дне в результате тектонических подвижек раскалываются и дробятся поднявшиеся с глубин скальные породы, образуя массу обломочного материала, который мы называем эдафогенным, т. е. образованным из коренных пород дна («эдафос» по-гречески «дно»). Минералогический анализ осадков покажет впоследствии, что в составе эдафогенного материала много продуктов разрушения глубинных основных и ультраосновных пород, а следовательно, разломы вскрыли нижние слои океанской земной коры.

На следующих полигонах такой вывод получил дальнейшее подтверждение. Со дна Западно-Австралийской котловины были подняты уже довольно крупные обломки основных и ультраосновных пород, которые входят в состав эдафогенных брекчий, образовавшихся в зоне разломов в результате тектонического дробления пород разных слоев океанской коры. Такие брекчии, в которых иногда можно найти чуть ли не весь набор пород офиолитовых ассоциаций, дают чрезвычайно богатую геологическую информацию о составе земной коры. Не зря видный американский петролог, специалист по офиолитам Р. Кольман, принимавший участие в одной из наших экспедиций, назвал подобную брекчию «фантастической». В 1974 г. в «Докладах АН СССР» вышла статья П. Л. Безрукова и Г. Л. Кашинцева [6] об этих породах, вызвавшая большой интерес. Ведь ультраосновные породы, ранее известные только в срединных хребтах, были здесь впервые подняты со дна океанской котловины!

Кроме описанных выше исследований, в 54-м рейсе «Витязя» проводились работы на Восточно-Индийском хребте, на разрезах, пересекающих дно котловины, в Яванском глубоководном желобе. Уточнены карты распространения разных типов глубоководных осадков, обнаружены

новые поля железомарганцевых конкреций, получен богатый материал по процессам перемыыва глубоководных осадков придонными течениями и мутьевыми потоками. Все эти материалы были обработаны и обобщены в основном коллегами и учениками П. Л. Безрукова, но под его непосредственным руководством (от постановки научных проблем до обсуждения результатов и редактирования текстов статей).

Вклад П. Л. Безрукова в изучение самых разных аспектов геологии Индийского океана трудно переоценить. Остается только сожалеть, что ему не удалось осуществить свои планы — написать крупную обобщающую монографию об этом океане.

Исследование минеральных ресурсов Мирового океана

Морозным январским утром 1968 г. «Витязь» вышел из Владивостока в свой 43-й рейс. Экспедицией руководил П. Л. Безруков. Этот первый в истории плаваний «Витязя» специализированный геологический рейс был задуман и организован им прежде всего с целью исследования полей железомарганцевых конкреций центральных пелагических районов Тихого океана. Постановка задачи была новаторской. Не только в нашей стране, но и за рубежом в то время не было проведено экспедиций на крупных океанологических судах, специально предназначенных для всестороннего изучения этих своеобразных глубоководных руд, хотя вопрос о перспективах их практического освоения ставился уже давно.

Новизна замысла П. Л. Безрукова заключалась не столько в самом факте организации «конкреционного» рейса, сколько в подходе к решению проблемы конкреционного рудообразования в океане. Опираясь на идеи Н. М. Страхова, он с самого начала исследований рассматривал рудный процесс в океане прежде всего как органически связанную часть глобального процесса седиментогенеза и искал ключ к выяснению генезиса конкреций именно в изучении закономерностей осадконакопления, решительно отвергая различные «экзотические» гипотезы вроде вулканогенно-эксталяционной или бактериальной.

43-му рейсу «Витязя» предшествовали десятилетние исследования железомарганцевых конкреций в Отделе геологии океана Института океанологии (тогда еще носившем название Лаборатории морских отложений) под руководством и при активном участии П. Л. Безрукова.

Как известно, железомарганцевые конкреции были открыты еще в конце XIX в. английской экспедицией на судне «Челленджер». Но в течение последующих 70 лет они почти не исследовались, оставаясь чем-то вроде курьеза природы океана. И только в 50-е годы нашего столетия интерес к конкрециям вдруг резко возрос в связи с появившейся перспективой их промышленного освоения. П. Л. Безруков [1976:2] писал по этому поводу: «В период Международного геофизического года (1957—1958 гг.) была выдвинута проблема промышленного использования глубоководных марганцевых конкреций, обладающих огромным распространением и, что особенно существенно, высоким или повышенным содержанием таких ценных металлов, как медь, никель, кобальт и некоторые другие. Один из инициаторов этой проблемы американский инженер Дж. Мери впервые сделал попытку доказать, что разработка марганцевых конкреций на больших глубинах океана технически возможна и экономически целесообразна» [с. 250].

Действительно, работы Дж. Мери дали толчок к началу своеобразного «конкреционного бума» на западе. Появились и быстро множились горнопромышленные компании по освоению еще не открытых к тому времени глубоководных месторождений конкреций, началась разработка технических средств добычи, технологии переработки руды. Все это сопровождалось рекламной шумихой и дипломатическими акциями, направленными на закрепление за США и некоторыми другими развитыми капиталистическими странами права односторонней эксплуатации минеральных богатств океана, а в конечном счете — на раздел Мирового океана.

П. Л. Безруков относился к этой шумихе с мудрой сдержанностью, хотя прекрасно понимал, что наша страна не может остаться в стороне, когда речь идет об опасности разграбления богатств океана, которые, как известно, являются достоянием всего человечества. Будучи опытным геологом, на счету которого уже были открытия ряда месторождений полезных ископаемых, в том числе такого гиганта, как фосфоритоносный бассейн

Каратау, П. Л. Безруков считал, что, прежде чем говорить о промышленной разработке принципиально нового вида минерального сырья, нужно его как следует изучить. Необходимы поиски и разведка, исследование инженерно-геологических и океанологических условий добычи, вопросов техники, технологии и экономики. Все это требует времени и немалых капиталовложений. А ведь даже сам факт существования на дне океана достаточно богатых по количеству и качеству руд месторождений конкреций в то время (речь идет о начале 60-х годов) не был достаточно надежно установлен. Во всяком случае, П. Л. Безруков имел все основания к сдержанности, когда речь шла о практических аспектах освоения конкреционных руд.

Такая точка зрения не мешала П. Л. Безрукову, однако, активно включиться в борьбу с резко негативным отношением к проблеме освоения минеральных ресурсов глубокого океана, бытовавшим в то время среди большинства отечественных геологов-практиков и горняков. Он горячо отстаивал в своих докладах, беседах и публикациях необходимость расширить научные исследования по проблеме конкреций в нашей стране и приложил немало усилий к развитию этих исследований в руководимой им лаборатории. Было бы неверно считать, что отечественная морская геология в области исследования океанских минеральных ресурсов, и в частности железомарганцевых конкреций, в те годы отставала от зарубежной, хотя у наших практиков эта проблема не пользовалась той популярностью, которую она заслуживала. Правда, в нашей стране исследования конкреций начались значительно позже, чем в некоторых развитых зарубежных странах, но зато быстро выдвинулись на передовые позиции. В этом безусловная заслуга П. Л. Безрукова.

Первые пробы железомарганцевых конкреций были получены на «Витязе» со дна северо-западной части Тихого океана в 1954—1955 гг. Тогда же геологи под руководством П. Л. Безрукова [1960:6] обнаружили впервые в отечественной практике крупное скопление конкреций у подножия подводных Императорских гор. Систематические исследования конкреций были начаты Институтом океанологии на «Витязе» в период Международного геофизического года (1957—1958 гг.). Особенно много новых данных собрано в 29-м рейсе «Витязя» в

северной части Тихого океана (1959 г.). После 29-го рейса сотрудники лаборатории, руководимой П. Л. Безруковым, участники этого рейса Н. С. Скорнякова и Н. Л. Зенкевич сделали новую попытку подсчитать общие запасы железомарганцевых конкреций на дне океана, тем самым рассматривая их впервые в нашей стране как потенциальные руды. В совместной с А. П. Лисицыным сводке о советских исследованиях по проблеме океанского рудообразования П. Л. Безруков [1967:5] писал: «Эти исследования велись в тесной связи с изучением глубоководных осадков, прежде всего в экспедиционных условиях — в нескольких рейсах „Витязя“ и частично в рейсах „Оби“ в Тихом и Индийском океанах. В ходе исследований были выявлены на дне океанов, а в некоторых местах и ниже поверхности дна (на глубине до 3—4 м) обширные скопления железомарганцевых руд, обогащенных рядом других ценных металлов (Ni, Co, Cu и др.)» [с. 834]. Вот как он оценил вклад советских исследований того нового периода в изучение океанского рудообразования: «В Тихом океане примерно на трети площади своего распространения скопления конкреций выявлены экспедициями на „Витязе“, а на остальной площади главным образом экспедициями США и Англии. В Индийском океане широкое распространение конкреций установлено в основном в рейсах „Витязя“» [Там же].

К этим примечательным во многих отношениях цитатам следует добавить, что самого П. Л. Безрукова можно без преувеличения считать первооткрывателем рудных полей конкреций Индийского океана, ибо именно он проводил геологические исследования в 31-м рейсе «Витязя» (1959—1960 гг.), а затем возглавлял 33-й (1960—1961 гг.) и 35-й (1962 г.) рейсы, в ходе которых было доказано, что третий по величине океан нашей планеты занимает второе (после Тихого) место по распространению конкреционных руд. В 1962 г. П. Л. Безруков опубликовал в журнале «Океанология» первую статью о распределении железомарганцевых конкреций в Индийском океане, а затем совместно с П. Ф. Андрущенко [1972:5; 1973:4] написал несколько статей об их геохимии и внутреннем строении. Кроме того, он писал о конкрециях дна Индийского океана во многих работах, посвященных осадкообразованию, а затем описал совместно с Н. С. Скорняковой [1978:4] новые находки конкреций в восточной части Индийского океана. Затем он написал главу о

железо-марганцевых конкрециях в монографии «Осадкообразование и магматизм океана» (серия «Океанология») [1979]. Уже после его смерти была опубликована сводка о конкреционных рудах Мирового океана, куда вошли и его данные по Индийскому океану [1981:4]. При этом Безруков, конечно, понимал, что главные рудные поля конкреций находятся на дне Тихого океана и что именно здесь следует искать разгадку их происхождения. Когда на повестку дня встала организация первого специализированного «конкреционного» рейса «Витязя», было решено направить его в Тихий океан. Как мы уже говорили, это был 43-й рейс «Витязя».

К середине 60-х годов стало очевидным, что проводившиеся до этого Институтом океанологии комплексные океанологические экспедиции в значительной мере себя исчерпали. Работы на огромных пространствах океана по разрезам, обычно заданным без учета геологических структур, на расположенных в 60—120 милях друг от друга станциях уже давно не устраивали геологов. Они были необходимы на первых этапах изучения геологии океана, когда нужно было выявить общую картину рельефа дна, расположения главных тектонических элементов, планетарные закономерности распространения донных осадков и руд, но оказались совершенно непригодными для решения более конкретных геологических проблем регионального, а тем более локального масштаба. Особенно остро этот недостаток ощущался при исследовании минеральных ресурсов океана, в первую очередь многокомпонентных конкреционных руд — железо-марганцевых конкреций.

К тому времени в полях конкреций уже проявилась достаточно ясно одна их особенность: резкая изменчивость концентрации конкреций и их состава на небольших расстояниях. Попытки интерполяции количественных данных по отдельным станциям и составления на этой основе карт изолиний ни к чему не привели. Пришлось ограничиться условными градациями типа «часто», «редко», что для исследования генезиса конкреций, а тем более для оценки их в качестве руд было явно недостаточно.

Нужен был принципиально новый методический подход, который приблизил бы геологические исследования в океане к геологической съемке на суше. А это требовало прежде всего увеличения детальности и целенаправленности экспедиционных работ. Настаивая на проведе-

нии в океане специализированных геологических экспедиций, П. Л. Безруков понимал, что немыслимо в обозримые сроки покрыть весь Мировой океан или даже отдельные значительные по площади его регионы сплошной съемкой достаточной детальности. Такая работа заняла бы столетия, а знания о геологии океана, его полезных ископаемых нужны были срочно.

В качестве выхода из создавшегося тупика П. Л. Безруков предложил метод геологических полигонов, который заключается в детальном изучении небольших, но типичных для региона (провинции или тектонической структуры) участков дна океанов. Если место для проведения полигонных исследований выбрано удачно, то выявленные на нем закономерности можно довольно уверенно распространить на площади дна с подобной геологической ситуацией (глубиной, рельефом, климатическими и океанологическими условиями). Конечно, сказанное исходит из допущения закономерной повторяемости геологических ситуаций в обширных областях океана, в чем П. Л. Безрукова убеждал опыт предшествовавших многолетних исследований.

В 43-м рейсе «Витязя» в центральной части Тихого океана под руководством П. Л. Безрукова был впервые применен на практике разработанный им метод геологических полигонов, и мы могли убедиться, как много нового он позволяет узнать о геологии до сих пор загадочной океанской пучины. Полигоны буквально открыли глаза морским геологам на истинную картину сложной изменчивости глубоководных осадков, на прерывистость осадкообразования и рудообразования; они позволили открыть ряд новых удивительных фактов, о которых раньше нельзя было даже догадываться. Все мы, участники этого памятного 43-го рейса и сам П. Л. Безруков в том числе, признались потом, что после работы на полигонах «потеряли вкус» к обычным маршрутным исследованиям.

Рейс начался в крайне неблагоприятных условиях погоды. В северной части Тихого океана бушевали штормы, временами ветер достигал ураганной силы, а огромные волны не давали нам работать. Под угрозой срыва научной программы П. Л. Безруков принял неожиданное решение: он «перевернул» маршрут экспедиции и направил «Витязь» прямо на юг, за экватор, вдоль 180-го меридиана, оставив запланированные в северной части Ти-

кого океана работы на конец рейса. Решение оказалось удачным и дало нам возможность выполнить все намеченное. Этот казался бы незначительный эпизод характеризует П. Л. Безрукова как решительного и волевого начальника морской экспедиции. Осторожный по натуре человек, он становился в океане решительным «кораблеводителем», которому не чужды романтический задор и азарт естествоиспытателя. Принятие неожиданных, связанных с риском решений доставляло ему явное удовольствие. А то, что риск, как правило, оправдывался, свидетельствует о продуманности таких решений, ну и, конечно, о прекрасной интуиции.

Уже первый полигон — квадрат 10×10 морских миль на холмистом дне Южной котловины Тихого океана между островами Общества и Тонга — дал ценные результаты. Во-первых, оказалось, что крупные шарообразные конкреции покрывают дно сплошным слоем подобно булыжной мостовой, только на подводных холмах они редки или отсутствуют в понижениях дна. Во-вторых, были открыты яркие проявления гидротермальной деятельности в районе, удаленном на тысячи миль от всех известных центров активного вулканизма: в одной из колонок глубоководные темно-коричневые глины были пересечены четкими жилами белого, красного и черного цвета. Анализы показали, что из белых жил химически активные горячие растворы вынесли почти все железо и весь марганец, обогатив этими металлами черные и красные зоны. В-третьих, мы обнаружили неожиданно пеструю картину фациальной изменчивости глубоководных пелагических осадков и полей конкреций. Неожиданную потому, что на глубине 4,5—5 км при равномерно медленном поступлении осадочного материала и в условиях одинаковых низких температур, казалось, ничто не должно было вызывать резких различий условий осадконакопления. А они наблюдались, и это заставило искать какие-то новые факторы, вызывающие эти различия.

Не менее интересными были и другие полигоны 43-го рейса. К северу от о. Раротонга (о. Кука) мы обследовали участок дна с тесно сросшимися подводными холмами, которые представляли собой центры глубоководных вулканических извержений. На подводных фотографиях видны грубообломочные отложения, накопившиеся в момент извержения вблизи жерла вулкана. Рядом дно

было будто бы залито бетоном. Это были мелкообломочные гналокластиты, состоящие из спекшихся осколков вулканического стекла,—отложения гипотетических горячих грязевых потоков, сопровождающих подводную вулканическую деятельность. Отобранные здесь пробы позволили по-новому оценить роль вторичного преобразования вулканических продуктов под действием океанской воды в глубоководном осадкообразовании и рудообразовании.

Далее был обследован полигон в южной части Центральной котловины, где мы как бы наблюдали дальнейшее развитие процессов гальмиролиза (реакций взаимодействия вулканических пород с океанской водой), выраженных в интенсивном образовании цеолита (филипсита) в условиях крайне медленных темпов накопления пелагических осадков — менее миллиметра за 1000 лет. Такие скорости даже трудно себе представить: за всю историю человеческой цивилизации здесь не накопилось даже сантиметрового слоя ила.

Характеризуя результаты 43-го рейса «Витязя», П. Л. Безруков [1969:1] поставил на первое место «получение новых материалов по фациальной изменчивости пелагических осадков и залежей железо-марганцевых конкреций в зависимости от строения дна и зональности процессов осадконакопления в океане» [с. 197]. «Вопросы фациальной изменчивости железо-марганцевых конкреций и связи их количественного распределения с подводным рельефом были подвергнуты в рейсе наиболее подробному изучению, особенно при работах на полигонах», — писал он далее. «Были уточнены контуры основных рудных полей и выяснено, что на обширных пространствах дна существует отчетливая, хотя в разных районах различная, зависимость распределения конкреций от форм рельефа и темпов седиментации» [Там же, с. 198].

Результаты исследования фациальной изменчивости глубоководных пелагических осадков и приуроченных к ним полей железо-марганцевых конкреций были доложены на семинаре по глубоководным осадкам морей и океанов в декабре 1969 г., где вызвали большой интерес. Доклад был опубликован в 1971 г. в сборнике «История Мирового океана» (под редакцией Л. А. Зенкевича и П. Л. Безрукова). В последующие годы материалы рейса продолжали обрабатываться под руководством П. Л. Без-

рукова и были использованы еще для ряда публикаций. Примечательно, что П. Л. Безруков не разрешил включить себя в число соавторов этих работ, хотя, будучи научным руководителем, внесшим в них много ценного, он имел на это полное право. Подобная щепетильность в вопросах научной этики весьма характерна для этого исключительно честного и скромного человека.

В 1970 г. состоялся 48-й рейс «Витязя» под руководством П. Л. Безрукова с комплексной геологической программой, ядро которой и на этот раз составляла проблема железо-марганцевых конкреций. Задачи рейса П. Л. Безруков сформулировал следующим образом [1971:4, с. 544]: «48-й геологический рейс и/с „Витязь“, так же как и 43-й, состоявшийся в 1968 г., имел главной задачей изучение залежей железо-марганцевых конкреций в центральной части Тихого океана (на геологических разрезах и полигонах). На полигонах предполагалось собрать тралами большие пробы конкреций. В задачи рейса входило также получение новых материалов о распространении на подводных горах фосфоритов, обнаруженных в 43-м рейсе, о фашиальной изменчивости глубоководных осадков, о роли вулканизма в осадконакоплении, о строении осадочного покрова и тектоники дна океана».

Была еще одна увлекательная и необычная для геологов задача, связанная с решением фундаментальной проблемы физики — с поисками далеких трансурановых элементов. Ее поставил перед П. Л. Безруковым академик Г. Н. Флеров, который надеялся выделить из конкреций предсказанный теорией устойчивый элемент с атомным номером 114 — экасвинец. Поскольку ожидаемая концентрация экасвинца составляла всего $10^{-12}\%$, то для получения минимально ощутимого количества потребовались пробы конкреций массой в несколько тонн. Такие пробы мы действительно передали потом в Дубну, в Объединенный институт ядерных исследований, где они подверглись анализу и металлургической обработке. Хотя экасвинец обнаружить не удалось, были получены некоторые побочные результаты, в том числе представляющие геологический интерес. В данном случае хочется, однако, подчеркнуть тот истинно юношеский энтузиазм, с которым П. Л. Безруков взялся за эту необычную задачу, обеспечив ее успешное (с геологической стороны) решение.

Маршрут 48-го рейса проходил примерно в тех же районах, что и 43-го рейса. Мы даже вернулись на один из полигонов 43-го рейса в Южной котловине, расширив его площадь до 20×20 миль и выполнив работы более чем на 50 станциях. О научных результатах рейса лучше всего сказал сам П. Л. Безруков [1971:4]: «Выявлены многие важные детали размещения на дне скоплений железо-марганцевых конкреций и рудных корок в трех крупнейших рудоносных областях океана — Южной и Центральной котловинах и в системе гор Маркус — Неккер. Для ряда районов этих обширных областей мы до сих пор почти не располагали сведениями о составе конкреций и вмещающих осадков» [с. 547]. «Подтверждены новыми фактическими данными приуроченность залежей океанских железо-марганцевых руд к участкам дна с расчлененным холмистым или гористым рельефом и минимальными скоростями пелагической седиментации. Вместе с тем детальными работами установлено, что даже в тех областях океана, где конкреции распространены на самых различных формах рельефа и весовые количества их нередко достигают $50-75 \text{ кг/м}^2$, они залегают весьма неравномерно» [Там же].

Неравномерность и прерывистость практически любых залежей железо-марганцевых конкреций стала после полигонных работ 43-го и 48-го рейсов «Витязя» твердо установленным фактом. П. Л. Безруков расцепивал этот факт, с одной стороны, как подтверждение своей точки зрения о неравномерности океанского осадкообразования, а с другой — какстораживающий признак рудных тел, заставляющий более осторожно относиться к оптимистическим оценкам запасов и перспектив добычи глубоководных руд.

В результате полигонных исследований получила новое подтверждение идея П. Л. Безрукова о прерывистости осадконакопления в океане. По его представлениям, неравномерный, прерывистый характер накопления глубоководных осадков является важным, а возможно, даже главным фактором изменчивости концентрации конкреций и прерывистости их рудных залежей.

Анализируя геологическое значение перерывов в глубоководном осадконакоплении, П. Л. Безруков [1976:3, с. 151] писал, что к площадям, лишенным современных осадков, «следует отнести, в частности, кроме выходов твердых пород и древних осадков „мостовые“ марганце-

вых конкреций, скорости роста которых в центральных частях океанов измеряются микронами или максимум несколькими десятками микрон в 1000 лет. Сюда же относятся и многие обширные участки распространения эвпелагических глин и радиоляриевых илов, которые, по палеонтологическим данным, нередко имеют в самой верхней части раннеплейстоценовый и доплейстоценовый возраст». Такие участки, согласно Безрукову, «представляют не что иное, как поверхности стратиграфических перерывов...».

Получилось так, что наибольший личный вклад П. Л. Безруков внес в изучение конкреций Индийского океана. Наверное, поэтому он позднее неоднократно возвращался к ним, подобно тому как художник возвращается к любимой теме.

В 1973 и 1976 гг. в восточной части Индийского океана было проведено два специализированных геолого-геофизических рейса (54-й и 58-й) «Витязя». Первый из них возглавлял П. Л. Безруков, а в подготовке второго он принимал деятельное участие в качестве научного руководителя. В обоих рейсах, особенно на полигонах, собран богатый новый материал, существенно дополняющий представления о размещении и химическом составе железо-марганцевых конкреций, сложившиеся в результате проведенных ранее исследований. Результаты обработки этих материалов легли в основу большой обобщающей статьи, опубликованной в 1979 г. [1979:4]. В ней показано, что в Индийском океане, как и в Тихом, имеет место приуроченность максимальных концентраций Mn, Ni и Cu к конкрециям из радиоляриевых илов глубоких котловин, а минимальных — к карбонатным осадкам подводных поднятий. В заключение авторы пишут: «Материалы полигонов Индийского океана свидетельствуют о том, что в радиоляриевых илах имеет место диагенетическое перераспределение Mn и связанных с ним малых элементов по вертикали. Это вытекает из сопоставления мощностей подстилающих радиоляриевых илов и состава конкреций. С возрастанием мощности радиоляриевых илов увеличивается концентрация Mn в конкрециях...». Здесь содержится принципиально новая идея объяснения геохимических вариаций конкреций, которую еще предстоит проверить.

В 1976 г. вышла из печати подготовленная в Отделе геологии океана Института океанологии АН СССР кол-

лективная монография «Железо-марганцевые конкреции Тихого океана» под редакцией и при соавторстве П. Л. Безрукова [1976:2], появление которой по признанию многих советских и зарубежных специалистов стало событием в развитии учения о полезных ископаемых океана. П. Л. Безруков принимал активное участие в создании этой фундаментальной работы на всех этапах, начиная от разработки плана и обработки первичного фактического материала вплоть до чтения корректуры, что выходит за рамки обычных обязанностей ответственного редактора. В монографии подводится итог многолетних исследований, проведенных Институтом океанологии в Тихом океане, дается детальный анализ состава, строения, закономерностей распространения и условий образования железо-марганцевых конкреций. Эта работа опередила зарубежные публикации на данную тему и превзошла их по содержательности. До сих пор не прекращаются ссылки на нее в зарубежных публикациях, посвященных железо-марганцевым конкрециям. В вышедшем в 1982 г. обзоре литературы по проблеме конкреций один из видных специалистов, новозеландский ученый Глэсби, дав высокую оценку монографии, настоятельно рекомендует опубликовать ее на английском языке.

Итак, за 20 лет работы (1961—1981 гг.) П. Л. Безруков занимался широким кругом вопросов, касающихся океанских железо-марганцевых конкреций, включая сбор материалов на борту «Витязя» в Тихом и Индийском океанах, исследование глобальных закономерностей распространения конкреций и их рудных залежей в Мировом океане, изучение локальной изменчивости рудных полей на полигонах, вариаций их состава и т. п. Он осуществлял научное руководство работами по проблеме конкреций в Институте океанологии и был постоянно в курсе всего, что происходило в этой области как у нас в стране, так и за рубежом.

Глубоко проникнув в суть проблемы генезиса конкреций и конкреционных руд (а эти два понятия он всегда четко различал), П. Л. Безруков искал решение ее прежде всего в геологических закономерностях. Свои взгляды он изложил в ряде обобщающих работ, из которых отметим две главы в упомянутой монографии 1976 г. [2], главы в монографиях «Тихий океан. Осадкообразование в Тихом океане» [1970:4, 8] и «Геология океана. Осадкообразование и магматизм океана» [1979:2], статьи

о конкрециях Индийского океана [1972:5; 1973:4; 1979:2, 4], ряд статей по общим вопросам океанского рудообразования, его связи с седиментогенезом и тектоникой [1971:2, 3; 1976:3; 1981:1 и др.].

Второй вид потенциального минерального сырья Мирового океана, которому П. Л. Безруков уделял много внимания, это фосфориты. Исследования фосфоритов, как уже говорилось выше, занимали особое место в жизни Пантелеймона Леонидовича. Тут и первые поисковые работы молодого геолога, и первый крупный успех — открытие фосфоритоносного бассейна Каратау, докторская диссертация и правительственные награды, а главное, глубокий, не угасший до конца дней научный интерес ко всему, что касается геологии фосфатов.

После перехода в Институт океанологии П. Л. Безрукову пришлось надолго расстаться с изучением фосфоритов. Но вот в 1968 г. в 43-м рейсе «Витязя» его ждало радостное событие: на подводных горах Маркус—Неккер были обнаружены фосфатные породы, в том числе фосфориты нового типа, резко отличающиеся по составу и структурно-текстурным особенностям от ранее известных на шельфах желваковых фосфоритов и, очевидно, имеющие иной генезис.

Это были незабываемые дни и ночи. «Витязь» шел от одной плосковершинной подводной горы (гайота) к другой, на каждой опускал драгу, которая неизменно возвращалась с вершины, неся в мешке хотя бы несколько обломков фосфатных пород. Нередко драга приносила крупные глыбы весом в сотни килограммов, иногда лишь мелкую щебенку фосфоритов. П. Л. Безруков радовался каждой новой находке.

На основе этих отдельных находок постепенно он выявил стройную картину закономерной приуроченности фосфатов к вершинам чуть ли не всех подводных гор данного региона. В 1969 г. в «Докладах АН СССР» вышла статья об открытии нового типа фосфатных пород подводных гор, в которой П. Л. Безруков с соавторами [1969:2] писал: «Крайние точки находок фосфоритов в 43-м рейсе „Витязя“ отстают друг от друга более чем на 2000 км, а расстояние от самой восточной точки до точки находки фосфоритов на гайоте Силвания достигает 2500 км. Таким образом, пространственные масштабы фосфоритообразования в центральной части океана представляются весьма большими».

Исследование фосфоритов подводных гор Тихого океана П. Л. Безруков продолжил в 48-м рейсе «Витязя» в 1970 г. Кроме новых точек на подводных горах системы Маркус—Неккер, фосфориты и фосфатсодержащие породы были найдены в этом рейсе на гайоте Милуоки в системе Императорских гор, а также на двух полигонах в южном полушарии, что существенно расширило известный ареал их распространения: расстояние между крайними точками нахождения фосфоритов превысило теперь по широте 3000 км, а по долготе — 6000 км. П. Л. Безруков [1971:6] описывает их следующим образом: «Фосфатные породы подняты с вершин и склонов подводных вулканических гор с глубин от 350 до 4500 м в виде глыб и обломков, обычно покрытых с поверхности корками гидроокислов железа и марганца. Очень часто они слагают ядра железо-марганцевых конкреций... Предварительное петрографическое изучение фосфоритов позволяет сделать вывод, что они имеют метасоматическое происхождение. Во многих местах (по не везде) фосфат развивается по известнякам, унаследовав их органическую структуру. В некоторых крупных обломках пород отчетливо видно, что фосфатизация происходила в несколько этапов» [с. 548].

В 54-м рейсе «Витязя» (1973 г.) П. Л. Безрукову и его коллегам удалось найти близкие по петрографическим признакам и условиям залегания фосфориты на подводных горах Индийского океана. Любопытно, что П. Л. Безруков еще в 1971 г. [1, 2] в своей статье о проблемах геологического исследования полезных ископаемых океана предсказал возможность таких находок. В совокупности все эти и некоторые другие данные, сведенные П. Л. Безруковым (совместно с Г. П. Батуриным) [1976: 4; 1979:1], показывают, что фосфориты подводных гор представляют собой геологическое явление глобального масштаба. Опыт дальнейших работ подтвердил такой вывод: оказалось, что фосфориты можно найти чуть ли не на любой подводной горе в каждом из трех океанов.

П. Л. Безруков, конечно же, задумывался над природой открытой им «глобальной» фосфатизации пород на подводных горах, но, как всегда, был осторожен в выводах. Не вызывало сомнений, что фосфориты такого типа имеют метасоматическое происхождение и образуются в большинстве случаев путем замещения фосфатом (аморфным или слабо раскристаллизованным фторкарбонат-апа-

титом) биогенных известняков, в одних случаях мелководных, в других — глубоководных пелагических. Природа карбонатного вещества в процессах фосфатизации вроде бы не имеет значения, но сохранившиеся остатки фауны позволяют ограничить нижний возрастной предел протекания этих процессов: ясно, что метасоматическая фосфатизация всегда моложе замещаемых пород (правда, совершенно неясно, насколько моложе!).

Каков же источник фосфата, в каких физико-химических и палеогеографических условиях происходила фосфатизация? П. Л. Безруков искал упорно ответ на эти занимавшие его с самого начала вопросы. Ни одна из предложенных разными исследователями гипотез его не удовлетворяла, хотя он допускал, что в разных случаях в процессах фосфатизации могут принимать участие различные процессы, в том числе накопление гуано на древних островах, воздействие обогащенных фосфором глубоководных вод океана или гидротермальная деятельность.

П. Л. Безруков неоднократно рассматривал в своих работах перспективы практического использования океанских фосфоритов, как шельфовых, так и глубоководных. Он констатировал [1979:4, с. 377], что «геологические запасы фосфоритов на дне океана значительны, но дать их общую оценку пока невозможно», и привел ориентировочные данные лишь для отдельных наиболее изученных районов — банки Агульяс (140 млн. т), шельфов северо-западной Африки (430 млн. т), юго-западной Африки (4 млрд. т), Калифорнии (до 4 млрд. т) и др. Далее он пишет: «Перспективы практического использования океанских фосфоритов в каждом из районов распространения зависят от их количества на единицу площади, условий залегания, качества, общих запасов, развития глубоководной техники, темпов роста потребностей в фосфатном сырье. В целом практическое использование океанских фосфоритов является делом будущего».

О минеральных ресурсах океана, прежде всего о железо-марганцевых конкрециях и фосфоритах, П. Л. Безруков написал в общей сложности более 25 работ, не считая разделов в статьях на другие темы, многочисленных отчетов экспедиций и докладов на научных конференциях. Под его редакцией вышли три фундаментальные монографии коллективов авторов, в которых значительное место занимают проблемы рудообразования,

и одна («Железо-марганцевые конкреции Тихого океана») целиком посвященная этой проблеме. Им и под его руководством открыты рудные поля конкреций в Индийском океане, уточнены контуры главных рудных провинций Тихого океана, проведены первые полигошные исследования локальной изменчивости залежей конкреций, открыт новый тип фосфоритов, приуроченный к подводным горам. Авторитет П. Л. Безрукова в вопросах теории океанского рудообразования и практического освоения полезных ископаемых океана был очень высок.

В последние годы жизни его буквально захлестнула научно-организационная деятельность в этой области. Будучи руководителем или членом многочисленных комиссий и рабочих групп, он тратил много (наверное, слишком много!) времени и сил на составление разнообразных документов, планов, программ, на совещания и консультации. Все это было необходимо для решения проблемы освоения минеральных ресурсов океана, но шло в ущерб научной работе и, что еще хуже, здоровью этого уже немолодого человека. Многие личные научные планы так и остались неосуществленными. Но запомнились беседы, в которых П. Л. Безруков делился своими мыслями о проблеме минеральных ресурсов океана. В конце своей жизни он ставил под сомнение многое, что было написано ранее им самим или другими исследователями, пытался найти новые подходы к решению проблем возраста и генезиса конкреций, механизма и скоростей их роста, происхождения океанских фосфоритов.

Были сомнения и иного рода. Пристально следя за научной литературой по вопросам практического освоения океанских руд, П. Л. Безруков не скрывал своего скептического отношения и даже недоверия к такого рода публикациям, особенно зарубежным. Будущее покажет, насколько он был прав.

Однако, как бы ни решился вопрос добычи океанских руд, П. Л. Безруков был и остается основоположником учения о полезных ископаемых океана, нового направления геологической науки, появление которой он предсказал в своей известной статье [1961:2] о положении морской геологии среди смежных наук.

Возглавляя океанскую геологию

В 1967 г. Лаборатория морских отложений Института океанологии была преобразована в Отдел геологии океана, который возглавил П. Л. Безруков. Изменение названия назрело давно, ибо круг научных проблем, которые решались в бывшей лаборатории, выходил далеко за рамки литологии донных отложений. Хотя большинство сотрудников действительно занимался либо вопросами осадкообразования и осадочного рудообразования, либо микропалеонтологией и биостратиграфией, т. е. донными отложениями, довольно много выходило работ, посвященных общей и региональной геологии Мирового океана, петрографии магматических пород дна, тектонике и геологической истории океанов.

В 1961 г. П. Л. Безруков опубликовал во втором номере только что основанного журнала «Океанология», где он в качестве члена редколлегии бесценно, вплоть до самой смерти, возглавлял раздел геологии, статью «Положение морской геологии среди смежных наук и ее основные задачи». Это был своего рода манифест новой науки, к тому времени уже достаточно оформившейся, чтобы заявить о себе в полный голос через уста своего признанного лидера. В статье помещена круговая диаграмма (между собой мы ее называем до сих пор «колесом Безрукова»), наглядно иллюстрирующая взаимоотношения морской и традиционной «сухопутной» геологии. Сектора, отведенные разным геологическим дисциплинам, берут начало в круге, обозначающем площадь суши, т. е. около 20% поверхности планеты, а по мере развития морской геологии постепенно распространяются на Мировой океан. Только после охвата всеми главными разделами геологических наук той части планеты, которая скрыта под водами океана, можно геологию в целом считать наукой о земной коре планеты. Таким образом, П. Л. Безруков считал морскую (или, точнее, «океанскую») геологию не новой самостоятельной наукой, а частью геологии, комплексом зародившихся на суше геологических дисциплин, занимающихся проблемами Мирового океана.

Именно преемственность геологической науки, упрочение связи между традиционной геологией суши со всеми ее отраслями и новой океанской геологией была стержнем стратегии П. Л. Безрукова как организатора науки. Им и под его руководством создавались отечест-

вешные школы литологии, минералогии, геохимии современных океанских осадков, учения об океанском седиментогенезе, учения о полезных ископаемых океана, об океанских фациях и формациях, исторической геологии, тектоники, стратиграфии и геоморфологии океана, а также петрологии магматических пород дна, геофизики океана... Даже трудно поверить, что все это выросло из скромной малочисленной Лаборатории морских отложений, возглавляемой Пантелеймоном Леонидовичем. Тем не менее дело обстоит именно так, хотя впоследствии многие из перечисленных направлений стали вполне независимыми, развивались и продолжают развиваться во многих других научных учреждениях нашей страны.

Будучи геологом широкого профиля, так сказать ученым «старой закалки», П. Л. Безруков обладал незаурядной эрудицией в разных отраслях геологии. Отлично понимая, что в наше время узкой специализации науки невозможно быть специалистом в каждой из них, он умел, как никто другой, извлекать из результатов смежных дисциплин то рациональное, что могло служить разработке интересующих его проблем. Главным делом его жизни было, конечно, создание учения о современном океанском седиментогенезе, но он внес своими работами ощутимый вклад и в ряд других направлений океанской геологии. Сюда относятся его исследования по проблеме полезных ископаемых океана, а также работы по тектонике, стратиграфии, геологической истории, магматизму, статьи по общим вопросам геологии океанов и описания географических открытий. Остановимся на некоторых из них, чтобы показать, как ученый подходил к решению, казалось бы, далеких для него вопросов.

Проблемы магматизма и вулканизма занимали П. Л. Безрукова с самого начала его деятельности в морской геологии, когда он под впечатлением величественной картины курильских вулканов искал следы их деятельности в осадках Охотского моря и Курило-Камчатского желоба. В работах того времени (1953—1960 гг.) он давал правильную оценку роли вулканических продуктов островной дуги в формировании химического и минерального состава донных осадков. В частности, была опровергнута точка зрения о прямой связи с вулканизмом кремненакопления в дальневосточных морях, установлены чрезвычайно широкие ареалы разброса вулканического пепла и пемзы. В 1958 г. вышла статья четырех авто-

ров, один из которых П. Л. Безруков [1958:3], о подводных горах Курильской островной дуги, в которой описаны открытые и обследованные экспедициями «Витязя» подводные вулканы этого района.

В конце 1967 г., когда мы собирались в 43-й рейс «Витязя», поступило сообщение об извержении подводного вулкана Метис на о-вах Тонга. Судя по описаниям очевидцев, среди которых был король Тонга, а также по аэрофотосъемкам, над мелководной банкой Метис, во внутренней гряде двойной островной дуги Тонга—Кермадек, наблюдались периодические выбросы газов, пепла и крупных раскаленных камней на высоту до первых сотен метров. Восточными ветрами тучи пара и пепла переносились на запад. Из глыб пемзы и шлака образовался небольшой островок, вокруг которого наблюдались всплески от падающих обломков, плавающие куски пемзы, ареал мутной воды до мили в диаметре. Ночью было видно яркое зарево, которое моряки проходившего в 17 милях новозеландского судна «Тофуа» приняли сперва за терпящий бедствие горящий корабль. Но излияния лавы не были зарегистрированы.

Пантелеймон Леонидович не мог упустить такой редкой возможности исследовать влияние вулканической деятельности на осадкообразование. Он включил исследование района вулкана Метис в программу 43-го рейса.

«Витязь» прибыл в район банки Метис утром 13 февраля. Не имея подробных сведений о ходе извержения, мы были готовы встретиться с активно действующим вулканом. Под руководством начальника экспедиции П. Л. Безрукова заранее был разработан оперативный план сбора научной информации. Предусматривались визуальные наблюдения за деятельностью вулкана и фотографирование его, сборы проб морской воды и взвешенных в воде частиц, измерение глубин, фотографирование дна, сбор донных осадков. Пантелеймон Леонидович лично проверил готовность всех отрядов к работе, предупредил, что действовать нужно предельно организованно и быстро. Шутка ли, исследовать вулкан в действии! У всех на памяти трагическая судьба японских океанологов, погибших при неожиданном взрыве вулкана Мейдзин, по своему положению и характеру извержений во многом сходного с вулканом Метис.

Уже на рассвете П. Л. Безруков стоял на капитанском мостике с биноклем в руках. Над слегка колышу-

щейся от мертвой зыби поверхностью океана всходило солнце. В его ярких лучах на темно-синем фоне водной глади показывалось нечто белое, оно то поднималось, то опускалось в мерном ритме. По координатам там должна была находиться банка Метис. Мощные всплески белой пены над ней можно было издали принять за деятельность вулкана. Но, приблизившись, мы увидели лишь буруны. Пологая океанская зыбь вздымалась и разбивалась в фонтапах белой пены над песчаной мелью. И только когда очередная волна откатывалась, можно было разглядеть несколько невысоких скал, торчащих выше уровня воды. Вот и все, что осталось от острова! Кстати, и эти скалы после нашего посещения существовали недолго. 19 февраля американский ученый Ч. Лундквист не нашел уже на банке Метис никаких надводных скал. Лишь ныряя с лодки над мелью, он достал со дна образцы пемзы — остатки существовавшего недавно острова.

Капитан «Витязя» подвел корабль совсем близко к бурунам, предоставляя геологам возможность собирать пробы донных осадков с поверхности банки вблизи очага недавнего извержения. Подходили сначала с востока, затем с запада. Были моменты, когда до зловещных бурунов оставалось всего каких-то 200 м, а с полубака можно было видеть заросли кораллов на дне. Для такого большого корабля, как «Витязь», подобные маневры далеко не безопасны, но рисковать было необходимо: ведь не часто удастся ученым изучать подводные вулканические явления в непосредственной близости и сразу же после извержения.

Сборы проб производились дночерпателями одновременно с двух лебедек. С нетерпением ждали проб вулканического материала. Каково же было наше удивление, когда первые дночерпатели принесли с поверхности банки обломки пемзы, обильно обросшие живой донной фауной и флорой! На пористых обломках росли прекрасные экземпляры мшанок, губок, кораллов, гидроидов; их покрывали толстые корки багряных водорослей. Было очевидно, что эта пемза не имеет отношения к последнему извержению, а лежит на дне уже давно.

Беспорные следы извержения были обнаружены в одной из проб, добытой дночерпателем. Прибор принес со дна крупную чашеобразную колонию мшанок, в «чаше» лежал тонким слоем мелкозернистый песок, состоящий в основном из осколков вулканического стекла и других

вулканогенных частиц. По-видимому, это был вулканический пепел, осевший на поверхность колонии. Впрочем, он мог быть и «вторичным» продуктом размыва острова, образовавшимся при дроблении пемзовых глыб, выброшенных вулканом.

Воздействие вулканического извержения па дно и его обитателей оказалось неожиданно скромным. Действительно, в грохоте взрывов, в красных отсветах раскаленных камней родился новый остров. И не такой уж маленький (около полумили в поперечнике). Почти месяц море кипело и парилось, как гигантский котел. Затем волны размывли остров. А совсем рядом, по соседству с грозной «огнедышащей горой», продолжала расцветать пышная тропическая донная фауна. Как это могло случиться?

Озадачил и другой вопрос: где весь обломочный материал, выброшенный вулканом и образовавшийся при размыве острова? Если на поверхности банки лежит обросшая фауной древняя пемза, то, значит, свежий пирокластический материал последнего извержения — пепел и пемза — там не осел. Значительная часть выброшенных вулканом твердых продуктов быстро уплыла. На некоторых фотоснимках, сделанных во время извержения, хорошо видны крупные обломки пемзы, плавающие на поверхности океана; очевидцы описывают большие пемзовые поля, увлекаемые поверхностным течением. На о-вах Фиджи мы узнали, что пемза извержения на банке Метис доплывала даже туда (на расстояние более 700 км). Более тонкий вулканический пепел тонет быстрее, поскольку поры в его частицах, как правило, открытые, но все же и он может легко переноситься водой во взвешенном состоянии. Вот почему вновь образовавшийся вулканический остров был развеян по морю волнами и течением.

Можно предположить, что в известной мере благодаря плавучести пемзы уцелела и жизнь на дне вблизи вулкана. Раскаленные обломки либо распределились по поверхности воды и не достигли дна, либо скопились в непосредственной близости от кратера в виде острова, слабо воздействуя на окружающий подводный ландшафт.

О наших наблюдениях П. Л. Безруков сообщил в Смитсоновский институт в США, составлявший хронику событий на банке Метис. Наши данные заняли достойное место в этой хронике как одни из самых достоверных

и точных. Главные результаты исследований были опубликованы в «Докладах АН СССР» [1969:3].

С островной дугой Тонга—Кермадек связано еще несколько увлекательных страниц биографии П. Л. Безрукова. Тут и дерзкая высадка наших геологов на необитаемый вулканический островок Кэртис, упорные попытки получить драгой образцы пород со дна одного из глубочайших желобов, заходы на острова Тонгатапу и Вавау, дискуссии с новозеландскими учеными в Окленде о геологическом строении этого громадного прямолинейного горного сооружения.

Когда неожиданно налетевший тайфун вынудил нас в 43-м рейсе «Витязя» искать укрытия в бухте Паго-Паго на о. Тутуила (Восточное Самоа), один из местных жителей показал нам редкий сувенир — камушек со дна желоба Тонга, подаренный ему участником американской экспедиции, работавшей год назад в районе о-вов Тонга. Это был кусочек серпентинизированной ультраосновной породы, вероятно, первая такая находка во всей системе глубоководных желобов, обрамляющих Тихий океан. У П. Л. Безрукова, вероятно, уже тогда зародилась мысль драгировать крутые склоны желоба, на которых должны обнажаться коренные породы фундамента. В 1969 г. данные американцев о получении образцов базальтов, габбро и ультраосновных пород с нижней части склона желоба появились в печати, а в 1970 г. в район о-вов Тонга пришел «Витязь». Драги, опущенные на глубину 9—10 км в самой глубокой части желоба, не оправдали надежд: одна принесла ил с мелкой щебенкой, а другая вообще оторвалась. И лишь дночерпатель пришел со склона с богатым «уловом» — в ковше мы обнаружили более 200 обломков различных магматических и метаморфических пород, среди них такие, которые не нашли американские исследователи. В совокупности с их данными удалось составить довольно полное представление о составе пород фундамента островной дуги [1972:4].

Там же, на Тутуила, когда мы вместе с Пантелеймоном Леонидовичем восторгались красотами бухты Паго-Паго, окруженной стометровыми базальтовыми обрывами, с которых сквозь буйную зелень лиан устремлялись вниз серебристые водопады, нам сказали, что есть в южных морях место и покрасивее, а именно о. Вавау в северной части о-вов Тонга. Планируя маршрут 48-го рейса «Витязя», мы довольно легко уговорили П. Л. Безрукова вклю-

чить в него заход на этот остров, один из немногих уголков Полинезии, куда, по слухам, еще не дошел охвативший весь мир туристский ажиотаж. Последнее обстоятельство, конечно, не могло не влиять на решение Пантелеймона Леонидовича, разочарованного впечатлениями о классических «райских местах» вроде о. Таити, о. Гавайи или Восточного Самоа, где самобытность Полинезии почти полностью исчезла, подавленная западной цивилизацией. Но влекли его на о. Вавау и чисто геологические интересы. Остров по своему геологическому строению необычен. Расположенный на внешней невулканической гряде двойной островной дуги, он представляет собой высоко приподнятое (более 100 м) рифовое сооружение четвертичного возраста, свидетельствующее об очень быстрых тектонических движениях.

Вход во внутреннюю бухту главного острова узок и извилист. От капитана А. С. Свитайло требовалось незаурядное искусство кораблевождения, чтобы провести «Витязь» мимо бесчисленных рифов и крохотных, по форме напоминающих грибы, коралловых островков, словно через игольное ушко, в обширную глубоководную лагуну, окруженную амфитеатром утопающих в зелени склонов. Потом узнали от местных жителей, что «Витязь» чуть ли не первое крупнотоннажное судно, умудрившееся зайти в бухту. Вот почему сюда не нагрянули еще вездесущие туристы! Ведь на острове нет аэродрома. Вернее, взлетно-посадочную полосу нам показали. Ее соорудили какие-то ловкие дельцы, выкачав из казны королевства Тонга изрядную сумму, но она оказалась непригодной для современных авиалайнеров и теперь пустует, постепенно зарастая травой.

Два дня «витязяне» гуляли по острову, очарованные живописными видами и радушием тонганцев, принявших нас как дорогих гостей. Губернатор острова организовал экскурсию по острову. Путешествие было недолгим: остров-то совсем небольшой, а к тому же старый джип губернатора не всюду мог проехать. Поднялись на вершину гряды и, стоя над стометровым известняковым обрывом, увидели всю группу островов среди безбрежного океана.

Губернатор рассказал нам об экономических проблемах страны, незадолго до нашего посещения приобретшей независимость. П. Л. Безруков интересовался разведкой нефти на о. Эуа. О том, что там ведется бурение на

нефть, он узнал довольно необычным путем — по почтовой марке, на которой была изображена буровая вышка с соответствующей надписью. Губернатор подтвердил, что одна из международных нефтяных компаний действительно занялась там поисками нефти. Его самого интересовало, каково мнение профессора П. Л. Безрукова о перспективах поисков полезных ископаемых на островах. Пантелеймон Леонидович не смог сказать ничего утешительного, но указал на кирпично-красную кору выветривания, покрывающую рифовые известняки и представляющую собой «terra rossa» — остаток от растворенного карбоната кальция, обогащенный железом и алюминием. Ученый объяснил внимательно слушавшему его тонганцу гипотезу образования алюминиевых руд — бокситов — путем химического выветривания известняков, содержащих примесь вулканического пепла. Нам же оставалось только поражаться эрудицией и тонкой наблюдательностью Пантелеймона Леонидовича.

Затем состоялся традиционный обед с соблюдением старинных полинезийских обычаев. На пальмовых листьях подавались национальные кушанья, состав которых так и остался для нас секретом, что, впрочем, не мешало наслаждаться их необычным вкусом. После обильных закусок четверо молодых тонганцев с торжественно серьезными лицами внесли на носилках свинью, зажаренную целиком в земляной печи. Хозяин приступил сразу к делу, оторвал руками от румяной туши огромный кусок и стал с аппетитом его есть. Смущенный подобным «этикетом», Пантелеймон Леонидович стеснялся сначала следовать его примеру, но от необычного жаркого исходил столь восхитительный аромат, а мы все ели с таким аппетитом, что под конец не удержался и он. Затем серьезные молодые люди вынесли молча остатки жаркого во двор, где уже с нетерпением ждали своей доли женщины и дети.

Репортер судовой самодеятельной радиогазеты задал как-то Пантелеймону Леонидовичу вопрос: «Какой заход вам больше всего понравился?». Он ответил: «Конечно, на Вавау, по Роратонга лучше».

Роратонга, скалистый базальтовый остров, крупнейший среди о-вов Кука (северных), поражает своим живописным видом. На темном фоне острой зубчатой гряды полуразрушенных вулканических сооружений — мандариновые и апельсиновые рощи, кокосовые пальмы, кусты хибискуса с огромными алыми цветами. На склонах

гор — густые заросли гигантских папоротников и неизвестных нам экзотических растений. Берега обрамлены кольцом барьерных рифов. На поляне под пальмами в лучах заходящего солнца полинезийские юноши и девушки танцуют хулу. Местные жители завалили «Витязь» великолепными мандаринами и апельсинами. Водим по лабораториям экскурсию местных школьников. П. Л. Безруков принимает гостей, рассказывает о нашей работе, а заодно и о геологической позиции о. Роратонга, о том, какое значение для познания геологии Тихого океана имеет изучение обнажающихся здесь вулканических пород.

В памяти остались и многие другие высадки на острова Тихого океана вместе с П. Л. Безруковым, совместные геологические экскурсии по островам Вити-Леву (о-ва Фиджи), Таити, Новая Британия, Северный (Новая Зеландия), Оаху и Гавайи, посещение атоллов Тонгарева и Фаннинг. Пантелеймон Леонидович не только вникал в геологическую сущность каждого из этих клочков суши, расположенных среди океана, но и старался выяснить общность протекающих там природных процессов, их влияние на процессы осадконакопления.

Будучи соавтором нескольких научных статей о магматических и метаморфических породах дна океана [1966:3; 1969:4; 1972:4; 1974:6], П. Л. Безруков вносил в эти статьи, насколько позволял фактический материал, геологический смысл, историко-геологический подход. Его не удовлетворяли рассуждения в стиле «чистой» петрологии, где, как он выражался, физико-химические процессы рассматриваются «в некотором царстве, некотором государстве», без учета геологического времени и конкретной обстановки. Петрологов своего отдела П. Л. Безруков, что называется, «доводил» каверзным вопросом: «Когда это происходило, каков геологический возраст описанных пород?». Далеко не всегда, конечно, можно было дать вразумительный ответ. Пантелеймон Леонидович прекрасно понимал, что по случайно добытым со дна океана образцам часто вообще нельзя судить об условиях залегания и возрастных взаимоотношениях магматических образований, но требовал, чтобы авторы петрологических статей в таких случаях воздерживались от далеко идущих выводов и сопоставлений. Здесь мы видим еще одну грань его предельно щепетильного отношения к геологическим фактам.

По сути дела, П. Л. Безруков считал единственным вполне достоверным геологическим документом только породу, образец, надежно «привязанный» к той или иной структуре или толще. Он мечтал о том времени, когда геолог сумеет составить картину геологического строения и геологической истории океанов не по умозрительным теориям или косвенным данным геофизики, а на основании именно таких прямых документов. Поэтому он следил с пристальным вниманием за ходом бурения с судна «Гломар Челленджер», приложил немало усилий для организации советского участия в международном проекте глубоководного бурения, направляя своих сотрудников в буровые рейсы; в Отделе геологии океана обрабатывались их материалы.

Но при весьма высокой оценке этого проекта П. Л. Безруков сознавал ограниченность его возможностей для изучения геологии океана. Даже если к пробуренным за первое десятилетие 500 скважинам добавится столько же, на огромной площади Мирового океана сеть их будет очень редка. Кроме того, скважины «Гломара Челленджера» вскрывали в основном осадочный чехол, причем, как правило, в местах, где мощность его относительно небольшая. В лучшем случае они прошли верхние горизонты базальтового «второго слоя». Между тем рассекающие ложе океана разломы обнажают местами не только весь разрез «второго» слоя, но также глубинные породы «третьего» слоя, а иногда, возможно, достигают кровли верхней мантии.

В зонах разломов, а также в глубоководных желобах обнаружены крутые уступы высотой до нескольких километров, почти не покрытые осадками. П. Л. Безруков сумел раньше большинства других морских геологов оценить значение таких природных обнажений. В течение ряда лет он вынашивал планы проведения систематических целенаправленных драгировок на подводных обнажениях. Уже при его жизни эти планы стали успешно осуществляться группой энергичных геологов-петрографов возглавляемого им Отдела геологии океана (Г. Б. Рудник, Г. Л. Кашинцев и др.). Появились первые геологически документированные разрезы океанской коры.

Здесь хочется вспомнить об одной важной новой идее П. Л. Безрукова, к которой он сам питал особое пристрастие. Это концепция прерывистости океанского осадконакопления.

Впервые П. Л. Безруков обратил внимание на поразительный факт широкого распространения выходов твердых пород на дне еще при работах в дальневосточных морях в первых рейсах «Витязя». В работе об осадках Курило-Камчатской впадины [1955:1] он писал об обнаружении на склонах этого глубоководного желоба, вплоть до глубины 9—10 км, протяженных зон отсутствия современных осадков, т. е. геологических обнажений. Уже тогда он предвидел, какие перспективы это открывает перед морской геологией: ведь обнажение в геологии — это окно в прошлое, в скрытые под современными наносами древние породы. Все развитие геологии континентов связано с изучением обнажений; на них до последнего времени основывались почти все наши знания о геологическом строении и истории развития земной коры. И вот П. Л. Безруков, наблюдая обнажения на дне одной из глубочайших впадин Мирового океана, задался вопросом: нельзя ли перенести в океан те же опирающиеся на обнажения методы геологической съемки, которые дали так много для геологии континентов?

К этой мысли П. Л. Безруков возвращался потом неоднократно. Примечательно, что в одной из последних своих работ [1980:1] он разрабатывает данную тему опять на примере глубоководных желобов Тихого океана, показав, как путем драгировок на глубоководных обнажениях удастся изучить геологическое строение таких структур. Две указанные работы написаны с 25-летним интервалом, в течение которого ученым проводилась интенсивная и весьма разнообразная научная деятельность, но идея осталась по-прежнему свежей, доказав свою жизненность и плодотворность.

В начале 1962 г. вышла из печати статья П. Л. Безрукова «О неравномерности распределения глубоководных океанических осадков», где он впервые всесторонне рассмотрел вопрос о прерывистости осадконакопления в океане, о масштабах этого явления и его причинах. «Подводя итог всему изложенному, — писал П. Л. Безруков, — мы неизбежно приходим к выводу, что на дне океана, не только в области подводных хребтов, но и в глубоких котловинах, существует бесчисленное количество выходов твердых коренных пород и древних досовременных осадков» [1962:1, с. 18]. Объясняет он этот парадоксальный для того времени факт расчлененностью рельефа и активной тектонической жизнью океанского дна, особенностями

глубинной циркуляции океанических вод, деятельностью мутьевых потоков в сочетании с малой и изменчивой скоростью осадконакопления.

В монографии «Осадкообразование в Тихом океане» [1970:3] имеется специальная глава, посвященная распространению на дне океана выходов древних отложений и твердых пород. К ней приложена составленная им оригинальная карта, на которой дно Тихого океана разбито по частоте встречаемости обнажений на четыре категории: очень редко, редко, часто и очень часто. «Очень редко» — это значит, что осадочный покров практически сплошной, скрывает почти повсеместно коренное ложе океана. Это отмечается главным образом на окраинах океана, у подножий континентальных склонов и в окраинных морях, где в результате быстрого накопления осадков образуются мощные осадочные тела. А вот к категории «очень часто» П. Л. Безруков отнес крутые континентальные склоны, склоны глубоководных желобов и подводных хребтов, где осадки распространены лишь в виде пятен на скалах. Геолог-съемщик сказал бы о подобной ситуации на суше, что «обнаженность превосходная». Конечно, составленная карта — это лишь приблизительная мелкомасштабная схема, но она представляет собой первую, притом вполне удачную попытку картографического отображения одной из важнейших закономерностей протекающего в океане процесса осадконакопления — его прерывистости в пространстве. Анализируя карту, П. Л. Безруков делает заключение о частой встречаемости выходов твердых пород на площади не менее 50 млн. км² (30—35% общей площади Тихого океана). Очень часто встречаются эти выходы, по его мнению, на 20—25% площади дна. Больше половины площади дна крупнейшего океана планеты, таким образом, по обнаженности едва ли уступает континентам, а отсутствуют обнажения лишь на 10—15% площади, где осадочный покров почти сплошной.

Кроме важнейших прогнозных оценок обнаженности океанического дна, в этой главе содержатся еще ценные методические указания о том, как обнаружить выходы древних пород, как их картировать, какие ошибки подстерегают здесь исследователя.

Изучение пространственной неоднородности осадочного покрова океанского дна привело П. Л. Безрукова к размышлениям над проблемой перерывов в разрезах

глубоководных отложений, т. е. к историческому аспекту прерывистости глубоководного осадконакопления. Обнаружение при глубоководном бурении в океанах стратиграфических перерывов, причем весьма длительных, стало своего рода сенсацией в геологии. Конечно, существование стратиграфических несогласий, перерывов в последовательности напластования морских отложений не было новостью. В осадочных разрезах на континентах они известны с начального периода развития геологической науки. В подавляющем большинстве случаев геологи объясняли их происхождение тектоническими поднятиями дна, причем перерывы значительной продолжительности (масштаба геологической эпохи или периода) считались практически однозначными свидетельствами отступления моря, выхода его дна на поверхность суши и размыва в субаэральных условиях.

Но как же быть с перерывами в стратиграфической последовательности слоев глубоководных осадков океанского дна? В подавляющем большинстве случаев они не сопровождаются какими-либо признаками мелководных, а тем более наземных условий. Следовательно, приходится сразу же отказаться от попыток объяснить их появление подъемом дна выше уровня воды и субаэральной денудацией. Но какие же факторы могли прервать ход осадконакопления в глубоководных котловинах океанов на миллионы и десятки миллионов лет? Многие геологи пытались найти ответ на этот волнующий вопрос, среди них был и П. Л. Безруков.

Помню, с каким пристрастием Пантелеймон Леонидович «допрашивал» вернувшихся из рейсов «Гломара Челленджера» советских специалистов о наблюдениях над перерывами в осадконакоплении. Автор этих строк рассказал ему как-то об одном из подобных наблюдений. В однообразном по составу разрезе известковых нанноиллов мелового возраста в Атлантическом океане микропалеонтологи обнаружили неожиданно отсутствие стратиграфического интервала, соответствующего 10 млн. лет геологического времени. Я отобрал серию препаратов через несколько миллиметров и обнаружил, что полная смена наннофлоры, фиксирующая перерыв, происходит на расстоянии всего 0,5 см по разрезу. Американские коллеги воткнули на линию перерыва флажок с шутливой надписью: «Плати 10 центов и зри исчезнувшее время». На самом деле, «исчезновение» 10 млн. лет казалось неве-

роятным, чуть ли не мистическим, столь однообразны были осадки по обе стороны от линии перерыва, установленного с точностью до нескольких миллиметров.

Такого рода перерывы продолжительностью иногда в десятки миллионов лет, но лишенные признаков тектонических поднятий, П. Л. Безруков в своей статье [1976:3] сопоставляет с наблюдаемыми на современной поверхности дна океана выходами древних осадков и коренных пород. Он провел новые подсчеты суммарной площади дна Тихого и Индийского океанов, лишенной не только современных, но и четвертичных осадков, и пришел к выводу, что она составляет не менее 10—15% их общей площади. Далее П. Л. Безруков пишет: «Многочисленные участки дна океанов с выходами дочетвертичных отложений разного возраста представляют не что иное, как поверхности стратиграфических перерывов. Если к ним применить обычную геохронологическую терминологию, то продолжительность этих перерывов исчисляется в одних местах сотнями тысяч, а в других десятками миллионов лет» [Там же, с. 150].

В большинстве случаев перерывы как на современном дне океана, так и в разрезах скважин нельзя было объяснить вертикальными тектоническими движениями. Анализируя различные другие варианты объяснения, П. Л. Безруков допускает, что длительные перерывы, охватывавшие одновременно обширные регионы, могут быть связаны с периодами общей активизации тектонических движений, а особенно горизонтальными перемещениями плит литосферы, изменившими размещение континентов и конфигурацию океанских бассейнов. Однако связь с тектоникой здесь опосредована, реализуется через циркуляцию вод, в первую очередь через придонные течения. Последние же зависят не только от тектонического рельефа дна и расположения континентов, но также от экзогенных факторов, таких, как климатические условия, наличие или отсутствие материковых оледенений.

Глубинные океанические течения являются, по мнению П. Л. Безрукова, важной, хотя не единственной причиной возникновения перерывов в глубоководном осадконакоплении. Крупные изменения структурного плана Земли на протяжении мезозоя и кайнозоя неизбежно должны были вызывать в одних обширных областях океанов усиление течений с образованием перерывов, в дру-

гих — их ослабление и устойчивое осадконакопление. При этом П. Л. Безруков подчеркивает, что исследование перерывов, имеющее принципиальное значение для восстановления геологической истории океанов, только начинается и мы еще не знаем, какие неожиданности нас тут подстерегают. Слова его оказались пророческими. Через несколько лет были опубликованы данные о поразительных по амплитуде колебаниях уровня Мирового океана в мезозое — кайнозое, объяснивших природу некоторых глобальных уровней перерывов. В других работах была доказана связь региональных перерывов с началом оледенения Антарктиды, с открытием и закрытием Панамского перешейка и т. п.

Мы остановились столь подробно на разработке П. Л. Безруковым вопросов прерывистости океанского осадконакопления не только из-за важности данной проблемы, но еще и потому, что здесь особенно ярко проявилась широта геологического кругозора ученого, его умение видеть за сложным сплетением фактов проявление общих закономерностей, свойственное ему как мыслителю чувство целостности и всеобщей связи геологических явлений.

Работая в основном над выяснением закономерностей осадкообразования, П. Л. Безрукова не могли не волновать проблемы тектоники океанов, от решения которых зависела разгадка тайны происхождения океанических впадин, своеобразия земной коры под ними, а в конечном счете лика Земли в целом. Исследование дальневосточных морей привело его в 50-е годы в лагерь тектонистов, рассматривавших зону перехода от Тихого океана к Азиатскому континенту с ее островными дугами и глубоководными впадинами как современный аналог геосинклинальных областей или складчатых поясов на ранних стадиях развития.

В этой геотектонической гипотезе, согласно которой в переходной зоне происходит формирование новой континентальной земной коры, П. Л. Безрукова привлекала прежде всего перспектива прямых аналогий между современными осадками и древними геосинклинальными формациями. Он сам и сотрудники его отдела сделали немало, чтобы выявить связанные с тектоникой черты современного осадкообразования в подвижном поясе на западной окраине Тихого океана. Были выделены структурно-фациальные зоны, характерные типы осадков,

а затем и особый класс осадочных формаций кайнозойских геосинклинальных систем [1971:5]. Эта работа по сей день используется геологами, изучающими древние складчатые области, при восстановлении палеогеографических обстановок геологического прошлого, хотя положенная в их основу геотектоническая концепция подверглась в дальнейшем коренной ломке.

Тем временем в геотектонике назревали бурные, поистине революционные события. В конце 50-х годов была открыта мировая система срединно-океанских хребтов с их активными рифтовыми зонами. Появилась изящная гипотеза Вайна и Метьюза, сопоставивших симметричный рисунок полосовых магнитных аномалий океанского дна с палеомагнитной шкалой, что послужило убедительным подтверждением догадки Хесса о раздвижении океанского дна в осевой зоне срединных хребтов. Возродилась на новой основе отвергнутая в свое время гипотеза дрейфа континентов Вегенера. В итоге родилась и начала победоносное наступление на устои традиционной геологии «новая глобальная тектоника», иначе, тектоника литосферных плит.

П. Л. Безруков подобно большинству геологов старшего поколения встретил новую гипотезу настороженно. Построения новой глобальной тектоники вначале казались слишком механистичными, далекими от устоявшихся представлений классической геологии, приверженцем которых был П. Л. Безруков. Ему, привыкшему смотреть на геологическую науку глазами естествоиспытателя и верить только геологическому факту, трудно было смириться с упрощенными геометрическими схемами, которые строились к тому же без учета огромного, накопленного столетиями багажа геологических знаний.

И все же, вспоминая беседы с Пантелеймоном Леонидовичем в те годы, можно утверждать, что он был меньше всего унылым скептиком или консерватором по отношению к новым геотектоническим идеям. Наоборот, Пантелеймон Леонидович проявлял к ним живой интерес, стремился вникнуть в суть рассуждений сторонников гипотезы, а главное, отыскать в них геологический смысл. Казалось, гипотеза увлекла его с самого начала своей внутренней логикой и красотой, словно эффектная шахматная партия.

П. Л. Безруков, кстати сказать, был неплохим шахматистом, хотя играл редко. Его шахматным кумиром был

Капабланка, с которым он даже однажды в молодости встречался на сеансе одновременной игры. Вряд ли стоит искать прямых аналогий между игрой Капабланки и стилем научного мышления его поклонника, но в стремлении Пантелеймона Леонидовича к простоте, ясности, логической завершенности действительно проглядываются черты шедевров гения позиционной борьбы на шахматной доске.

Что же касается гипотезы тектоники плит, то П. Л. Безруков, противник всякого дилетантства в науке, не считая себя специалистом в области геотектоники и геофизики, до поры до времени не высказывал публично своего отношения к новой гипотезе. Но он с нетерпением ждал результатов первых рейсов бурового судна «Гломар Челленджер» в Атлантическом океане, которые должны были прямыми геологическими фактами либо доказать реальность раздвижения (спрединга) океанского дна, либо опровергнуть эту модель. Как известно, гипотеза спрединга была блестяще подтверждена закономерным увеличением возраста осадков, залегающих непосредственно на базальтах, по мере удаления в обе стороны от оси спредингового хребта в полном соответствии с предсказанным возрастом полосовых магнитных аномалий.

Тектоника плит одержала первую решающую победу. Это произвело на П. Л. Безрукова сильное впечатление, как и весь проект глубоководного бурения, позволивший впервые на прямых геологических документах — образцах пород — исследовать всю геологическую историю, записанную в слоях осадочного чехла океанского дна. Размышления над результатами бурения, лишь в небольшой части отраженные в публикациях последних лет жизни ученого, привели его в ряды сторонников мобилистских концепций новой глобальной тектоники. При этом Пантелеймон Леонидович до конца жизни не принимал тектонику плит безоговорочно как некую завершенную теорию, а считал ее весьма удачной, хорошо обоснованной, но все же только гипотезой.

Свое воззрения по проблеме происхождения и возраста океанов с позиций мобилизма П. Л. Безруков изложил в 1973 г. в статье с парадоксальным названием «Древность и молодость океанов». Она и посвящена одному из парадоксов геологии океанов. С одной стороны, многие данные, в первую очередь палеонтологические, свидетель-

ствуют о глубокой древности Мирового океана. С другой стороны, по данным бурения и магнитным аномалиям дно всех океанов имеет сравнительно молодой, кайнозойский или мезозойский, возраст. Выходит, что дно океана значительно моложе самого океана.

В статье П. Л. Безруков дает высокую оценку работам академика Л. А. Зенкевича по вопросам эволюции жизни в океане, которые привели этого выдающегося биолога и океанолога к выводу о древности океанской фауны, а следовательно, и самого Мирового океана. По мнению Л. А. Зенкевича, появление животной жизни в океане следует отнести к глубокому докембрию, а уже раннекембрийская фауна была по видовому и экологическому разнообразию полноценной океанической фауной, которая не могла существовать в небольших эпиконтинентальных водоемах.

Анализируя эти и многие другие свидетельства глубокой древности существования океанов на Земле, П. Л. Безруков противопоставляет им данные о молодости трех современных океанических бассейнов — Атлантического, Индийского и Северного Ледовитого, возникших только в мезозое в результате раскола суперконтинента Пангеи и раздвижения континентов в результате спрединга.

Далее он приводит геологические доводы в пользу древности Тихого океана, дно которого тем не менее по возрасту так же молодо, как и дно других океанов, т. е. не древнее начала мезозоя. П. Л. Безруков объясняет это кажущееся противоречие «обновлением коры и структуры дна Тихого океана» в результате образования вулканических покровов, даек и силлов, но обходит молчанием идею «замкнутого конвейера», согласно которой нарастание новой океанской коры в срединных хребтах должно компенсироваться ее поглощением в зонах субдукции. Из этого можно заключить, что Пантелеймон Леонидович, по крайней мере в то время, не был уверен в реальности такого механизма, а высказывать сомнительные гипотезы было не в его духе.

В 1973 и 1974 гг. вышли из печати две работы П. Л. Безрукова (одна совместно с Ю. М. Пущаровским) [1973:7; 1974:3] о тектонике и осадочных формациях восточной части Индийского океана, в которых он развивал дальше заложенные ранее основы учения о геологических формациях океанов. Одновременно эти сравнительно не-

большие по объему работы могут служить образцом нового, регионально-геологического подхода к океанской геологии, который только начинает развиваться в наши дни, но за которым, безусловно, большое будущее.

Последней крупной работой П. Л. Безрукова было создание коллективной монографии «Осадкообразование и магматизм океана» [1979] в десятитомной серии «Океанология». Мы не оговорились, назвав П. Л. Безрукова ее создателем, хотя, если заглянуть в оглавление книги, увидим его фамилию среди авторов всего двух из восьми глав книги, а также краткого «Предисловия ответственного редактора». На самом деле Пантелеймон Леонидович работал над созданием монографии не как обычный ответственный редактор, а именно как ее создатель, начиная с замысла, подбора авторского коллектива и тематических планов всех глав и кончая окончательной редакцией рукописи. Авторы работали над своими разделами под его непосредственным повседневным руководством и испытали на себе порой суровую, но всегда справедливую редакторскую руку Пантелеймона Леонидовича. И если монография удалась, то в этом исключительная заслуга именно П. Л. Безрукова.

Впрочем, сказанное относится не только к данной монографии. За 30 лет работы в Институте океанологии через его руки прошли сотни статей сотрудников, десятки диссертаций. Он был ответственным редактором многочисленных карт, сборников и монографий, среди них 7 томов Трудов Института океанологии, почти всех сборников «Докладов советских геологов» к сессиям Международного геологического конгресса по тематике морской геологии, монографий А. П. Лисицына, Г. Н. Батурина, ряда атласов. Все трудно перечислить, а сам П. Л. Безруков не считал нужным упоминать об этой своей работе в составленном им списке научных трудов.

К редактированию научных работ П. Л. Безруков относился очень серьезно, считая его важнейшей обязанностью научного руководителя. Он был прекрасным редактором, строгим до придирчивости, беспощадным к слабым по содержанию или плохо написанным работам, но всегда справедливым. Иногда шутили, что, мол, Безруков даже заявление об отпуске не подпишет без того, чтобы не внести туда редакционные поправки. Нередко он возвращал сотрудникам статьи по 5—6 раз, добиваясь от них четкости стиля изложения и точности фор-

мулировок. Некоторые обижались, но спорить с П. Л. Безруковым было бесполезно: он не пропускал работу в печать, пока не убеждался, что мысли автора достаточно ясно и грамотно изложены, без стилистических погрешностей и излишнего многословия. Против многословия, «воды» в научных сочинениях, он воевал с особой настойчивостью. «Надо писать, как Чехов, покороче и пошмешней!» — шутил П. Л. Безруков, наставляя молодых (и не только молодых) научных работников своего отдела. «Уверен, что любую статью можно сократить по меньшей мере на одну треть без ущерба для содержания».

Работы самого П. Л. Безрукова отличались отточенностью языка, предельной ясностью и простотой. В них не найти цветистых выражений, пустой «красивости». Нет в них и неосторожных скороспелых выводов или гипотез, не подтвержденных солидными фактами. Уважение к геологическому факту — важнейшая черта этого ученого. И еще то, что он любил называть «здравым геологическим смыслом».

В течение 30 лет П. Л. Безруков выполнял нелегкую работу руководителя научного коллектива, причем выполнял ее не просто как администратор, а творчески, считая это делом не менее важным, чем собственные научные исследования. Не будет преувеличением, если сказать, что создание основ океанской геологии удалось П. Л. Безрукову в значительной мере потому, что он с самого начала своей деятельности на этом поприще сумел сплотить вокруг себя коллектив способных инициативных исследователей, преданных науке о море, готовых принять на себя все тяготы морских экспедиций. П. Л. Безруков не успел написать сводной монографии о геологии океана, которую мы все от него ждали. Его главный труд оказался как бы растворенным в работах его соратников и учеников, каждая из которых содержит долю его творческой мысли, одухотворена его идеями.

Стиль научного руководства П. Л. Безрукова отличался ненавязчивостью, уважением к мнению подчиненных, даже значительно младших по опыту и знаниям. Он никогда не требовал беспрекословного подчинения. Поза непогрешимого авторитета, вещающего истины с высоты своего интеллектуального превосходства (впрочем, вполне реального и ощутимого!), была ему чужда. Но мы, его соратники и ученики, знали, что у Пантелеймона Леонидовича появляется «металл в голосе» всякий раз, когда

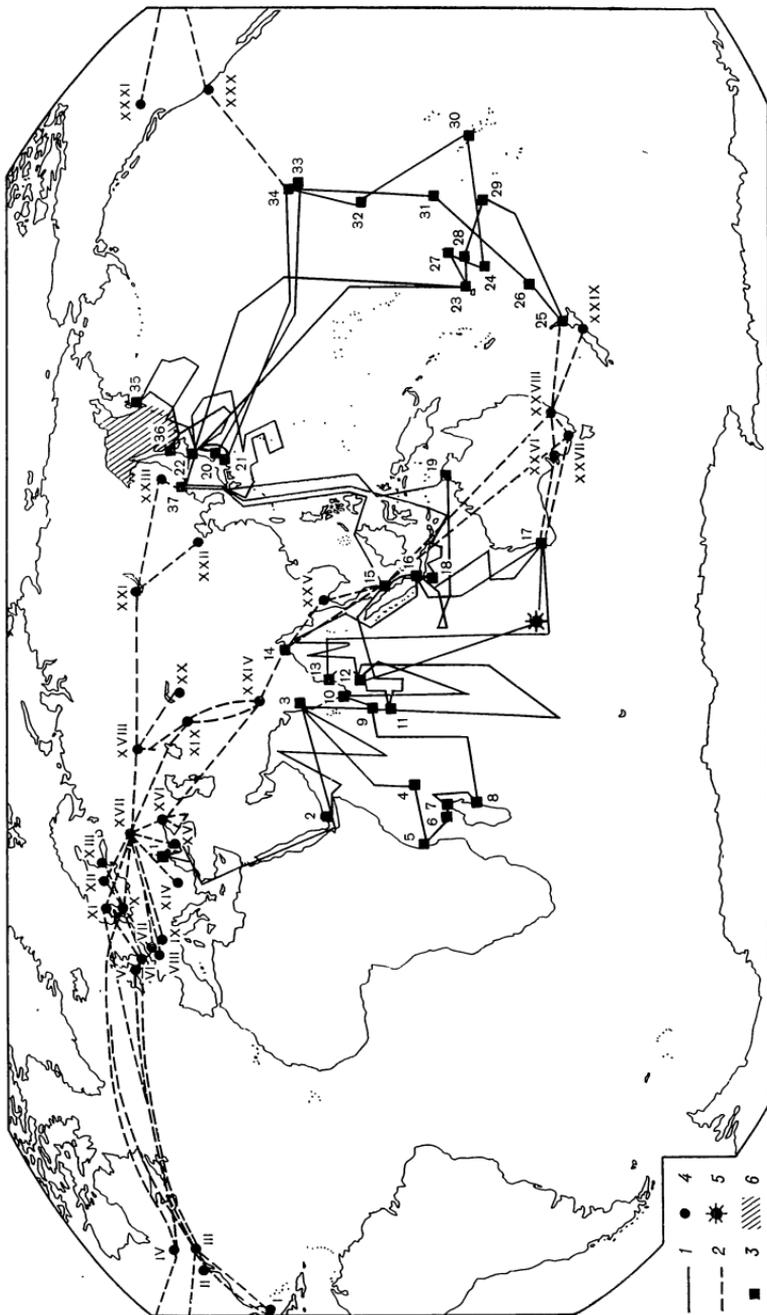
его пытаются склонить на действия, противоречащие жестким нравственным принципам ученого. В вопросах научной этики он был непреклонен и требовал строгого соблюдения этих норм от всех. Своих учеников он не столько «пичкал» своими знаниями и опытом, сколько воспитывал в них творческое начало и высокие этические нормы поведения. Воспитывал ненавязчиво, мудро, главным образом примером своей собственной жизни в науке.

Особенно нетерпим был Пантелеймон Леонидович ко всякой лжи. Будучи сам исключительно правдивым, он болезненно переживал любой обман, особенно когда его пытались (пусть даже с самыми благими намерениями) обмануть близкие ему люди. Иногда дело доходило до драматической размолвки на долгие годы, а то и навсегда. Бывали, конечно, жизненные ситуации, в которых и самому Пантелеймону Леонидовичу приходилось слегка «кривить душой». Надо было видеть, как плохо это ему удавалось, сколь беспомощной и прозрачной выглядела его маленькая вынужденная ложь! Не помню, чтобы хоть раз он шел на это ради собственных интересов; всегда дело касалось либо благополучия руководимого им коллектива, либо спасения от неприятностей отдельных провинившихся сотрудников.

Гармоничное сочетание кристальной честности и порядочности с добротой, отзывчивостью, готовностью прийти на помощь позволило П. Л. Безрукову создать в отнюдь не простом по составу коллективе Отдела геологии океана ту здоровую атмосферу свободного научного творчества, которую мы в полной мере оценили только тогда, когда Пантелеймона Леонидовича не стало.

Роль П. Л. Безрукова в развитии геологии океанов

Со времени смерти П. Л. Безрукова, ученого-геолога, создателя отечественной школы морской геологии, прошло еще слишком мало времени, чтобы в полной мере оценить его роль в развитии советской геологической науки или судить о путях развития заложенных им направлений исследования. Но многое здесь стало очевидным еще при жизни ученого. Сам Пантелеймон Леонидович как-то признался, что ему везло в жизни. От его друзей и коллег приходилось слышать: «Безруков в рубашке



родился». Действительно, удача сопутствовала ему на всем жизненном пути. Одно открытие Каратау чего стоит! А три Государственные премии, словно верстовые столбы, закрепившие шаги его восхождения по тернистому пути большой науки! Однако здесь хочется сказать не о личных успехах П. Л. Безрукова, а о необычайно удачливой судьбе его научных идей, благодаря чему мы можем уже сейчас, не боясь ошибиться, заглянуть в будущее той науки, у истоков которой он стоял и в которую вложил все свои духовные силы.

Как-то так получалось, что сотворенное Пантелеймоном Леонидовичем, будь то ранние работы по стратиграфии и региональной геологии, открытие месторождений или статьи по разным проблемам геологии морей и океанов, почти сразу же оказывалось на передовых позициях науки и использовалось на практике. Быстрой «материализации» идей способствовали рациональный, в некотором смысле прагматический характер мышления ученого и, конечно, великолепное чутье стратега науки, позволявшее ему безошибочно отделить главное от второстепенного, держаться в стрежне потока научной мысли, избегав опасности застрять в какой-нибудь тихой заводи малоперспективных тушиковых направлений.

←

Карта маршрутов морских экспедиций и научных командировок П. Л. Безрукова

1 — рейсы нис «Витязь»; 2 — авиационные рейсы; 3 — пункты заходов «Витязя»; 4 — города научных командировок; 5 — подводная гора Безрукова; 6 — район исследований

Пункты заходов нис «Витязь» (цифры на карте): 1 — Одесса; 2 — Аден; 3 — Бомбей; 4 — Виктория (Сейшельские острова); 5 — Занзибар; 6 — о. Майотта; 7 — о. Нуси-Бе; 8 — Таматаве; 9 — Мале; 10 — Кочин; 11 — атолл Диего-Гарсия; 12 — Коломбо; 13 — Мадрас; 14 — Калькутта; 15 — Сингапур; 16 — Джакарта; 17 — Фримантл; 18 — о. Рождества; 19 — Дарвин; 20 — Токио; 21 — Нагоя; 22 — Хакодате; 23 — Сува; 24 — Нукуалофа; 25 — Окленд; 26 — о. Кертис; 27 — Паго-Паго; 28 — о. Вавау; 29 — о. Роратонга; 30 — Папете; 31 — атолл Тонгарева; 32 — атолл Фаннинг; 33 — Хило; 34 — Гонолулу; 35 — Петропавловск-Камчатский; 36 — Корсаков; 37 — Владивосток

Конечные пункты авиамаршрутов (города научных командировок): I — Майами; II — Вашингтон; III — Нью-Йорк; IV — Оттава; V — Ливерпуль; VI — Лондон; VII — Брюссель; VIII — Париж; IX — Берн; X — Копенгаген; XI — Осло; XII — Стокгольм; XIII — Хельсинки; XIV — Бухарест; XV — Севастополь; XVI — Ростов-на-Дону; XVII — Москва; XVIII — Свердловск; XIX — Ташкент; XX — Алма-Ата; XXI — Иркутск; XXII — Пекин; XXIII — Хабаровск; XXIV — Дели; XXV — Бангкок; XXVI — Аделаида; XXVII — Мельбурн; XXVIII — Сидней; XXIX — Веллингтон; XXX — Сан-Франциско; XXXI — Калгари

Как прагматик, П. Л. Безруков никогда не ставил перед собой или перед возглавляемым им коллективом задач, в реализации которых не был убежден. Говоря, что «лучшее — враг хорошего», он, однако, вовсе не имел в виду отказ от смелых дерзаний. Просто он противился бесплодному прожектерству, переоценке своих сил и возможностей, идущим в ущерб делу. Его собственные работы в большинстве своем являются образцами деловитости, конкретности, что во многом обеспечило им прочное место в фундаменте геологической науки. Не случайно многие исследователи до сих пор продолжают ссылаться на статьи П. Л. Безрукова 20–30-летней давности. На самом деле, надежность и долговечность — критерии высокого качества не только промышленной продукции, но также и научных трудов. Именно этими качествами отличаются работы Пантелеймона Леонидовича Безрукова, большинство из которых не устарело до сих пор.

Умение правильно оценить перспективы развития тех или иных научных направлений плодотворно отразилось как на работах П. Л. Безрукова, так и на его научно-организационной деятельности в качестве руководителя коллектива. Любопытно проследить, как из некоторых небольших его статей или даже, казалось бы, мимолетно сказанных фраз выросли впоследствии целые научные концепции, продолжающие жить до настоящего времени.

Выше мы уже рассказывали о прерывистости осадко-накопления и обнаженности океанского дна. Впервые отмеченное П. Л. Безруковым при работах в дальневосточных морях, это явление породило целый каскад новых идей самого Пантелеймона Леонидовича, его учеников и последователей. Успехи, достигнутые в драгировании подводных обнажений, позволили к настоящему времени вплотную подступить к осуществлению заветной мечты П. Л. Безрукова — к геологической съемке дна океана. Здесь впереди огромное, почти нетронутое поле деятельности не только для науки, но и для геологической практики. Изучение участков океана с отсутствием современных осадков, начатое П. Л. Безруковым в 50-х годах, дало возможность раскрыть загадку длительных перерывов в разрезах глубоководных осадков, что привело к важнейшим палеоокеанологическим выводам, в том числе к пересмотру некоторых устоявшихся положений класси-

ческой геологии. Высказанная П. Л. Безруковым уже в ранних работах мысль о большой роли в перераспределении осадочного материала придонных течений легла в основу развивающихся сейчас исследований фациальной изменчивости глубоководных осадков и локализации рудных залежей железо-марганцевых конкреций. Последнее обстоятельство придает большое практическое значение этим исследованиям в связи с предстоящим в недалеком будущем промышленным освоением минеральных ресурсов океанских глубин.

Чрезвычайно плодотворной оказалась концепция типов зональности осадкообразования в Мировом океане, впервые сформулированная П. Л. Безруковым в 1959 г. [1959:6]. Она стала стержнем созданного Пантелеймоном Леонидовичем и его учениками учения о современном седиментогенезе, во многом опередившем подобные обобщения за рубежом. Десятки, а может быть, и сотни научных работ уже посвящены разработке разных аспектов этой концепции, но она еще далеко не исчерпала. Достаточно указать на фундаментальные исследования А. П. Лисицына [1974, 1978], развившего в самостоятельное научное направление идею климатической зональности осадочного процесса в океане, а также на выдвинутую им же идею лавинной седиментации в океанах как наиболее ярком проявлении циркумконтинентальной зональности. Надо упомянуть и разработку Н. С. Скорняковой представления о связи с широтной и циркумконтинентальной зональностью состава и процессов образования железо-марганцевых конкреций. Эти очень важные с практической точки зрения работы были инспирированы П. Л. Безруковым и начаты под его руководством [Скорнякова и др., 1981]. Развитие идеи циркумконтинентальной зональности позволило П. Л. Безрукову совместно с И. О. Мурдмаа [1971:5; 1972:2] обосновать принципиальное различие между пелагическим и приконтинентальным седиментогенезом, что послужило впоследствии основой для фациального районирования океана. Ю. А. Богданов предложил интересную модель биогенной пелагической седиментации, в которой сочетаются закономерности широтной и вертикальной зональностей. К концепции зональности осадкообразования обращаются не только литологи, но также микропалеонтологи, геоморфологи, гидробиологи; она стала основой палеоокеанологических реконструкций.

Живы и дают новые ростки многие другие идеи П. Л. Безрукова. Но не менее важен след, который он оставил как организатор науки, а также как учитель и наставник. Окинув еще раз взглядом недолгую историю отечественной морской геологии, мы видим, как неотделима она от жизненного пути Пантелеймона Леонидовича. Сам он скромно отмахивался от лавров создателя новой науки, но ведь стоит только вспомнить, в каком состоянии находились морские геологические исследования в нашей стране перед приходом в океанологию П. Л. Безрукова и сравнить с успехами сегодняшнего дня, как станет ясно, чем мы обязаны этому скромному человеку. Словно огромное дерево с множеством ветвей выросло из маленького ростка океанская геология, вскормленная его организаторским талантом и неиссякаемой энергией. На долю П. Л. Безрукова выпало редкое счастье не только взрастить дерево новой науки, но видеть, как оно плодоносит. Это относится в равной мере как к морской геологии, так и к тем открытиям, которые он сделал в геологии континентов.

Создал ли П. Л. Безруков свою школу в науке? Не так легко ответить однозначно на такой вопрос. Если понимать под школой комплекс теоретических положений, гипотез и постулатов, на которых зиждется новое научное направление, то ответ, пожалуй, будет отрицательным. Но разве это не школа — десятки учеников, выросших с его помощью из аспирантов в кандидаты и доктора наук, или сложившиеся в руководимом им отделе, а затем отделившиеся и продолжающие успешно развивать его идеи и замыслы научные коллективы? А почти две сотни научных работ П. Л. Безрукова, многочисленные сборники и монографии, созданные под его руководством, на которых мы все учились и учимся до сих пор не только основам океанской геологии, но также умению мыслить и излагать свои мысли. И наконец, не иначе, как школой, можно назвать саму исследовательскую работу под руководством Пантелеймона Леонидовича, будь то в экспедициях на «Витязе» или в лабораториях Института океанологии.

Наука о геологии той части планеты, которая покрыта водами Мирового океана, продолжает на наших глазах свое бурное развитие. Как предсказывал П. Л. Безруков, процесс последовательного проникновения в океан самых разных отраслей геологии продолжается. Наряду с геоло-

гами всех развитых стран мира в этот процесс геологического освоения океана активно включились советские ученые, а в последние годы также наши геологи-практики. Отечественная океанская геология стала многогранной системой научных направлений, которые успешно развиваются во многих научных и научно-производственных организациях нашей страны. В океане работают с геологическими программами уже десятки советских исследовательских судов, из года в год возрастает число научных публикаций по проблемам геологии «голубого континента».

А началось все с небольшой Лаборатории морских отложений Института океанологии, руководимой П. Л. Безруковым. Именно здесь — истоки большинства тех научных направлений, которые составляют сейчас советскую океанскую геологию.

В отделе П. Л. Безрукова, как его до сих пор нередко называют, было положено начало советским исследованиям океанских осадков, которые привели к разработке учения об океанском седиментогенезе. Это научное направление имеет в своем активе уже немало серьезных достижений. Еще при жизни П. Л. Безрукова под его руководством и при самом активном личном участии были выделены, классифицированы и закартированы основные типы океанских осадков на всей акватории Мирового океана, были выявлены факторы, контролирующие их распространение. Но даже в этой, казалось бы, хорошо знакомой картине океанских литологов подстерегали неожиданности, порой столь существенные, что заставляли пересмотреть ранее сложившиеся взгляды. С увеличением числа исследовательских судов и ежегодно проводимых на них экспедиций стремительно возрастает поток информации об осадочном покрове океанского дна. Обнаруживаются не только многие новые факты, требующие объяснения, но также ранее неизвестные закономерности, а то и целые природные системы, о существовании которых мы даже не подозревали.

Взять хотя бы изучение гидротермально-осадочных образований на дне океана. Первые пробы металлоносных осадков, добытые советскими экспедициями со дна Красного моря и с Восточно-Тихоокеанского поднятия, изучались в отделе П. Л. Безрукова. Тогда, в конце 50-х годов, эти обогащенные железом и марганцем илы казались экзотикой, случайным капризом природы. Потом оказалось, что такие осадки закономерно приурочены к вновь открытым

рифтовым зонам срединно-океанских хребтов. Для их исследования были организованы специальные экспедиции, которые установили распространение металлоносных осадков на больших площадях вокруг активных зон раздвижения (спрединга) океанского дна. При этом выяснилось, что гидротермальные процессы протекают тем интенсивнее, чем больше скорость спрединга, а соответственно скорость нарастания океанской земной коры.

Настоящей сенсацией стало открытие самих гидротермальных источников, выбрасывающих в придонные воды обогащенные металлами горячие растворы, из которых выпадают в одних случаях марганцевые рудные корки и железистые глины, а в других — массивные полиметаллические сульфидные руды. Эти руды привлекают в последнее время особое внимание не только как любопытное геологическое явление, но и как возможный, притом весьма заманчивый, объект промышленного освоения.

Исследование гидротермальных процессов в океане выросло в целое новое направление морской геологии, развитием которого заняты уже многие научные коллективы как у нас, так и за рубежом. Полученные результаты поражают воображение, заставляют пересмотреть отношение литологов к роли вулканизма в океанском седиментогенезе. К мысли о необходимости такой переоценки пришел в последние годы жизни и П. Л. Безруков, которого мы привыкли считать убежденным поборником концепции «нептунизма», отводившей вулканизму весьма скромную роль в общем балансе осадочного вещества.

Другой любопытный пример неожиданностей в океанской литологии — это открытие эдафогенных отложений, представляющих новый генетический тип осадков, образующихся за счет подводного разрушения коренных пород дна. По существу здесь мы имеем дело с ранее неизвестным или, во всяком случае, недооцененным процессом подводной денудации, особенно интенсивно протекающим в активных тектонических разломах, где породы разрушаются под действием тектонических движений. Исследование эдафогенных отложений, начатое под руководством П. Л. Безрукова, может дать многое в расшифровке геологической истории тектонически активных зон не только на дне современного океана, но и при изучении океанской коры геологического прошлого на континентах.

Литология океанских осадков продолжает развиваться. В наши дни она стала неотъемлемой частью литологии,

общую теорию которой теперь никто не мыслит без океана. Мало того, исследование осадочного процесса в океанах стало на наших глазах обгонять традиционную науку об осадочных породах как в методическом, так и в теоретическом отношении. В отделе П. Л. Безрукова были в свое время впервые в мире начаты исследования взвешенного в воде и атмосфере осадочного вещества с целью выяснения механизма осадконакопления. В последние годы к ним добавилось прямое измерение потоков осадочного вещества при помощи седиментационных ловушек, что наряду с изучением растворенных в океанской воде веществ и геологической роли биологических процессов впервые дает в руки литологов ключи к раскрытию на количественной основе механизма пелагической седиментации в океане.

Наряду с глобальными проблемами океанского седиментогенеза внимание морских геологов-осадочников привлекают сейчас детали этого процесса, в том числе причины большой фациальной изменчивости осадков, отражающие разнообразие природных условий на дне океана. Учение об океанских фациях, зародившееся в отделе П. Л. Безрукова, не вышло пока из стадии становления, но уже сейчас ясно, насколько важно развитие этого традиционного направления геологических исследований для более глубокого проникновения в сущность процессов океанского осадкообразования, а также рудообразования.

В лаборатории П. Л. Безрукова были впервые в нашей стране поставлены систематические исследования минералогии океанских осадков. Начало положили анализы в иммерсии минерального состава алевритовой фракции, настойчиво и кропотливо выполненные В. П. Петелиным. А теперь углубленным исследованием минералов океанских осадков занимаются уже многие ведущие научные учреждения; для этих целей используется мощная современная аппаратура, позволяющая проникать в самые «интимные» детали строения минерального вещества, недоступные старым методам. При этом открылось много нового, неожиданного.

Далеко продвинулись вперед исследования по геохимии океана, когда-то начатые под руководством и по инициативе П. Л. Безрукова. Они охватывают сейчас не только осадки, но распространились на такие, казалось бы далекие от геологии, объекты, как океанские и речные воды, эоловая пыль, живые организмы и продукты их

жизнедеятельности. По сути дела исследуется планетарная система круговорота химических компонентов, причем делается это на количественной основе, с использованием данных и методов многих наук, в том числе математического моделирования. В поле зрения океанских геохимиков уже сейчас большая часть элементов периодической системы Менделеева, десятки изотопов. Возникла новая отрасль океанской геохимии — изотопная, позволившая раскрыть многие тайны геологических процессов. Кстати, отечественные изотопные исследования с целью определения абсолютного возраста океанских осадков и составляющих их компонентов были впервые также организованы в руководимой П. Л. Безруковым лаборатории.

П. Л. Безруков не уставал нам напоминать, что геология — наука историческая. Историко-геологические аспекты занимали его с самого начала деятельности в морской геологии. В его лаборатории берут начало интенсивно развивающиеся в наши дни советские исследования по океанской микропалеонтологии, биостратиграфии и палеоэкологии, по литостратиграфии и хроностратиграфии, по изучению скоростей накопления и абсолютных масс океанских отложений, которые в конечном счете должны служить основой создания новой науки — исторической геологии океана. Здесь же были заложены основы палеоокеанологии — науки об океанах геологического прошлого.

Еще при жизни П. Л. Безрукова освоение минеральных ресурсов Мирового океана, ранее считавшееся делом далекого будущего, стало стремительно превращаться в реальность сегодняшнего дня. 30% нефти в мире уже добывается из недр морского дна, причем из года в год эта доля возрастает. Вслед за внутренними морями в сферу интересов нефтегазовой промышленности попали не только шельфы окраинных морей и открытого океана, но также континентальные склоны.

Приуроченность крупнейших залежей нефти и газа к континентальным окраинам привлекла внимание исследователей к подводным конусам выноса и к другим аккумулятивным телам подножия континентального склона, где в современных условиях накапливаются максимальные количества органического вещества, продуцируемого в океане. П. Л. Безруков и его коллеги в Лаборатории морских отложений одними из первых подметили такую закономерность и дали ей правильную интерпре-

тацию. Таким образом, был внесен существенный вклад в учение о нефтегазоносности акваторий, которое стало сейчас одним из актуальнейших направлений морской геологии, призванным решать важные для человечества практические задачи.

Выше мы уже подробно охарактеризовали роль П. Л. Безрукова и возглавляемого им научного коллектива в исследовании твердых полезных ископаемых океана, прежде всего железо-марганцевых конкреций и фосфоритов. Первым начав эти исследования в нашей стране, Отдел геологии океана Института океанологии АН СССР оставался долгие годы единственным научным центром, где разрабатывались не только теоретические вопросы генезиса обнаруженных рудопоявлений, но делались также первые попытки обосновать перспективность их практического освоения.

В наши дни положение резко изменилось. Исследования океанских многокомпонентных конкреционных руд проводятся теперь рядом ведущих геологических институтов Академии наук СССР, а также Академии наук УССР и несколькими крупными вузами страны. Вопросами практического освоения этих руд занялись организации Министерства геологии СССР и некоторых других министерств. Поставлена задача в ближайшие годы ликвидировать наметившееся отставание Советского Союза от некоторых зарубежных стран в данном вопросе, имеющем большое народнохозяйственное значение.

Продолжаются интенсивные исследования железо-марганцевых конкреций также в Институте океанологии АН СССР, где организована Лаборатория геологии твердых полезных ископаемых океана, которая включила в себя основной костяк бывшего отдела П. Л. Безрукова и унаследовала его традиции. Здесь в основном завершена начатая П. Л. Безруковым работа по выявлению глобальных закономерностей распространения полей железо-марганцевых конкреций на дне Мирового океана; продолжается исследование локальной изменчивости этих полей с использованием метода геологических полигонов, разработанного П. Л. Безруковым.

В результате проведенных работ выяснены важные для поисково-разведочных работ закономерности локализации богатых рудных залежей, установлена связь между фациальной обстановкой осадкообразования и составом конкреционных руд, разработаны основы морфогенети-

ческой типизации конкреций. Значительно продвинулось вперед изучение вопросов генезиса конкреций и их рудных залежей, хотя они еще далеки от окончательного решения.

Продолжаются начатые П. Л. Безруковым исследования океанских фосфоритов. Один из его сотрудников — Г. Н. Батурич разработал оригинальную новую концепцию современного фосфоритообразования на шельфах, в которой удачно сочетаются классические идеи А. В. Казакова о роли подъема обогащенных фосфором глубинных вод (апвеллинга) с новыми данными о биогенном осаждении фосфора в составе органического вещества, об образовании фосфатов в ходе диагенеза и об их дальнейшей концентрации в виде фосфоритовых залежей при механическом перемыве осадков волнами и течениями. Интересные новые данные получены в последнее время в результате детального геохимического и минералогического изучения океанских фосфоритов.

Теперь уже очевидно, что картина рудников в открытом океане, казавшаяся совсем недавно фантастической, в скором будущем станет вполне реальной. Океан будет обеспечивать человечество многими видами минерального сырья, запасы которых на континентах исчерпываются. Когда это случится, мы должны помнить, что среди первопроходцев, положивших начало практическому освоению полезных ископаемых океана, почетное место принадлежит П. Л. Безрукову.

В отделе П. Л. Безрукова было, опять же впервые в нашей стране, начато изучение коренных пород океанского дна. К настоящему времени в этой области достигнуты большие успехи. Речь идет теперь уже не об описании отдельных случайно добытых образцов, а о систематическом петрологическом исследовании океанской земной коры в разных тектонических структурах.

Первые в нашей стране конкретные исследования геоморфологии и тектоники океанского дна были также выполнены в отделе П. Л. Безрукова.

Тектоника океана прошла с тех пор сложный противоречивый путь развития, приведший к утверждению прогрессивных идей мобилизма и тектоники литосферных плит. Но несмотря на то, что первоначальные тектонические представления пришлось коренным образом пересмотреть в свете этих новых идей, по сей день не потеряли своей ценности геологические факты, которые были

добыты и обработаны под руководством П. Л. Безрукова. Я имею здесь в виду карты рельефа дна, осадков, геологических формаций, описания образцов коренных пород, геофизические материалы и многое другое.

Отечественная геофизика океана зародилась и сделала свои первые шаги все в том же отделе П. Л. Безрукова. Теперь это разветвленный комплекс методов, десятки экспедиций, сотни тысяч миль профилей, многочисленные научные коллективы, оснащенные сложной современной аппаратурой. А 30 лет назад в экспедиции «Витязя» под руководством П. Л. Безрукова испытывалась первая самодельная сейсмоакустическая установка — весь тогдашний арсенал отечественной морской геофизики, если не считать эхолотов. Уместно напомнить, что внедрение в практику советской морской геологии исследовательских эхолотов-самописцев — также заслуга сотрудников П. Л. Безрукова. Они же разработали методики съемки и картирования рельефа дна в научных целях, составили первые отечественные батиметрические карты океанов.

Вот почему мы с полным основанием можем назвать П. Л. Безрукова отцом советской морской и океанской геологии. Он занял достойное место в славном ряду крупнейших советских геологов. Светлый образ Пантелеймона Леонидовича навсегда останется в памяти его друзей и учеников.

Основные даты жизни и деятельности П. Л. Безрукова

- 1909 г. 2 февраля. В Москве в семье инженера путей сообщения родился Пантелеймон Леонидович Безруков.
- 1923 г. Окончил Болшевскую среднюю школу.
- 1927 г. Окончил Московский промышленно-экономический техникум им. В. И. Ленина.
- 1928 г. Слушает лекции на геологическом факультете Московского университета.
- 1929—1930 гг. Закончил курсы коллекторов при Научном институте по удобрениям (НИУ). Работает в качестве бурового мастера на разведке фосфоритов в Курской и Тамбовской областях.
- 1931 г. Назначается начальником партии по поискам фосфоритов в районе г. Кустаная и в Западном Казахстане.
- 1932—1936 гг. Работает на Южном Урале (Мугоджары).
- 1936 г. Открытие датского яруса на Восточно-Европейской платформе.
- 1937 г. Назначается начальником поисковой партии. В Южном Казахстане открывает фосфоритовый бассейн Каратау. Утвержден старшим научным сотрудником. Награждается «Похвальным листом Наркомхимпрома».
- 1940—1941 гг. Поступает в аспирантуру и работает над кандидатской диссертацией.
- 1941 г. Командируется Наркомхимпромом на поисковые работы в Грузию и Армению.
- 1946 г. Присваивается Государственная премия СССР за открытие и исследование Каратауского фосфоритового бассейна. Переводится в Институт океанологии АН СССР и назначается заведующим Отделом геологии моря.
- 1947 г. Защищает докторскую диссертацию на тему «Геологическое строение Каратауского фосфоритового бассейна и основные результаты геологопоисковых работ».
- 1948—1951 гг. Проводит исследования в дальневосточных морях на исследовательском судне «Витязь».
- 1951 г. Присуждается Государственная премия СССР за океанологические исследования.
- 1953 г. Принят в члены КПСС.
- 1954—1955 гг. Проводит исследования современных осадков Тихого океана.
- 1958 г. Командирован на Международную конференцию ООН по морскому праву, состоявшуюся в Швейцарии. Принимает участие в Международном седиментологическом конгрессе.
- 1959 г. Направляется на 1-й Международный океанографический конгресс в США.
- 1959—1962 гг. Работает в экспедициях на «Витязе» в Индийском океане.

- 1960 г. Участвует в XXI сессии Международного геологического конгресса (Дания, Норвегия).
- 1961 г. Назначается заместителем директора по научной части Института океанологии АН СССР.
- 1964 г. Участвует в XXIII сессии Международного геологического конгресса (Индия).
- 1967 г. Участие в IX симпозиуме по вопросам микропалеонтологии морских донных осадков (Англия).
- 1968 г. Экспедиция на «Витязе» в Тихом океане.
Избирается в члены-корреспонденты АН СССР.
- 1969 г. Командировка на IX заседание бюро консультативного совета Морской океанографической комиссии (США).
- 1970 г. Участие в работе симпозиума по геологии подводной окраины материков Восточной Атлантики (Англия).
Экспедиция на «Витязе» в Тихом океане.
- 1972 г. Участие в Международном симпозиуме по океанографии южной части Тихого океана (Новая Зеландия).
Принимает участие в XXIV сессии Международного геологического конгресса (Канада).
- 1973 г. Экспедиция на «Витязе» в Индийском океане.
- 1974 г. Участие в Тихоокеанской международной конференции по энергетическим и минеральным ресурсам Мирового океана (Гонолулу).
- 1975 г. Участие в IX Международном седиментологическом конгрессе (Франция).
- 1977 г. Присуждение Государственной премии СССР за книгу «Осадкообразование в Тихом океане» (серия «Тихий океан»).
- 1981 г. 13 января. Скончался в Москве.

Список опубликованных научных трудов П. Л. Безрукова

- 1934 1. Верхнемеловые и палеогеновые отложения бассейна верховьев р. Тобола.— Бюл. МОИП. Отд. геол., т. 12, № 2.
2. Отчет о поисковых работах на фосфориты в 1931 г. в бассейне р. Тобола.— Тр. Науч. ин-та по удобрениям, т. 2, ч. 2.
3. Юрские отложения и месторождения бокситов на Южном Урале.— Тр. Н.-и. ин-та геологии и минералогии, вып. 7. Совместно с А. Л. Яншиным.
4. Геология и полезные ископаемые мезозойских и третичных отложений Южного Урала.— Тр. НИУИФ, т. 3, вып. 125. Совместно с А. Л. Яншиным, А. Г. Фокиным.
- 1936 1. Датский ярус Восточно-Европейской платформы.— Изв. АН СССР. Сер. геол., № 5.
2. Датский ярус Восточно-Европейской платформы: (Резюме доклада).— Пробл. сов. геологии, № 5.
3. О геологическом строении степных пространств к юго-востоку от г. Уральска.— Бюл. МОИП. Отд. геол., т. 14, № 2.
4. Новые данные о геологическом строении северной части Урало-Эмбейской области.— В кн.: Большая Эмба. М.: Изд-во АН СССР.
5. О распределении ванадия в мезозойских угленосных отложениях Южного Урала.— Изв. АН СССР. Сер. геол., № 2. Совместно с В. А. Зильберминцем.
- 1937 1. Датские отложения Восточно-Европейской платформы.— Тр. НИУИФ, вып. 142.
2. Артинские пластовые фосфориты западного склона Урала.— Тр. НИУИФ, вып. 142. Совместно с Е. М. Ворожевой.
3. Артинские пластовые фосфориты Башкирской АССР: Тез. докл. I Всебашкир. геол. конф. Уфа.
4. Юрские отложения и месторождения алюминиевых руд в Примугоджарских степях.— Тр. ВИМС, вып. 110, т. 1, ч. 1. Совместно с А. Л. Яншиным.
5. Поиски фосфоритов в окрестностях ст. Эмба и Переволоцкой Оренбургской железной дороги.— Тр. НИУИФ, т. 4, вып. 138.
6. Верхнемеловые и палеогеновые отложения Примугоджарских степей.— Тр. НИУИФ, т. 4, вып. 138.
- 1938 1. К открытию мезозойских отложений на Уфимском плато.— Изв. АН СССР. Сер. геол., № 5—6.
2. Месторождения артинских пластовых фосфоритов на западном склоне Южного Урала.— Тр. НИУИФ, т. 5, вып. 146.
3. Нижнесилурийские геосинклинальные фосфориты в северо-восточной ветви Кара-Тау.— Докл. АН СССР, т. 18, № 7.
4. Месторождения фосфоритов хребта Кара-Тау.— Народное хозяйство Казахстана, № 3.

5. Новые месторождения высококачественных фосфоритов Кара-Тау.— Хим. пром-ть, № 6. Совместно с Б. М. Гиммельфарбом, И. М. Гринвальдом.
- 1939 1. Меловые морские отложения Урала.— Геологическая карта Урала. М-б 1 : 500 000: Объяснительная записка. Л.: ВСЕГЕИ.
2. Палеогеновые морские отложения Урала.— Геологическая карта Урала. М-б 1 : 500 000: Объяснительная записка.
3. О контактовом метаморфизме фосфоритов.— Докл. АН СССР, т. 24, № 3.
4. Высококачественные фосфориты в Средней Азии.— Соц. наука и техника, № 4.
5. Кара-Тау — новая фосфатно-сырьевая база Союза.— Химизация соц. земледелия, № 7.
- 1940 Новые данные о возрасте фосфоритоносной толщи Кара-Тау.— Докл. АН СССР, т. 28, № 3. Совместно с Б. М. Гиммельфарбом, А. С. Соколовым.
- 1941 1. Месторождения высококачественных пластовых фосфоритов хребта Кара-Тау.— Тр. НИУИФ, т. 6.
2. О фосфоритоносности третичных марганцевых руд Северного Урала.— Тр. НИУИФ, т. 6.
3. Железо-марганцевые породы в фосфоритоносной толще Кара-Тау.— Докл. АН СССР, т. 30, 1, № 5.
4. Фосфориты Урала и Сибири.— В кн.: Справочник по химическому сырью. Совместно с М. П. Фивегом.
5. Фосфориты Кара-Тау.— В кн.: Справочник по химическому сырью.
6. Пластовые фосфориты Кара-Тау.— Изв. Казах. фил. АН СССР, № 1.
7. Итоги изучения фосфоритоносного бассейна Кара-Тау.— В кн.: Успехи геологического изучения Казахстана за 20 лет. Алма-Ата.
- 1945 Фосфориты Армении. Ереван: Изд-во Армян. АН.
- 1947 Палеозойские фосфориты Малого Кавказа.— Тр. Н.-и. ин-тов М-ва хим. пром-сти.
- 1949 Геологическая карта Кара-Тау. М-б 1 : 200 000. Совместно с В. В. Галицким и И. И. Машкарой.
- 1951 1. Роль Архангельского в геологическом исследовании фосфоритов СССР.— В кн.: Вопросы литологии и стратиграфии СССР: Памяти А. Д. Архангельского. М.: Изд-во АН СССР.
2. Опыт работы с грунтовыми трубками.— Тр. Ин-та океанологии АН СССР, т. 5. Совместно с В. П. Петелиным.
- 1952 О некоторых спорных вопросах советской литологии.— В кн.: Докл. на совещ. по осадочным породам. М.: Изд-во АН СССР.
- 1953 Новые данные о геологическом строении дальневосточных морей.— Докл. АН СССР, т. 91, № 2.
- 1954 Геологическое строение фосфоритоносного бассейна Кара-Тау и результаты геологопоисковых работ.— В кн.: Фосфориты Кара-Тау. Алма-Ата: Изд-во АН КазССР.
- 1955 1. Донные отложения Курило-Камчатской впадины.— Тр. Ин-та океанологии АН СССР, т. 12.
2. О распространении и скорости накопления в Охотском море кремнистых осадков.— Докл. АН СССР, т. 103, № 3.
3. О распределении органического вещества в осадках Охотского моря.— Докл. АН СССР, т. 103, № 2.
4. Карта донных осадков Западной Камчатки.— Атлас карт

- промысловых районов Охотского и Беренгова морей. М.: Мин-во рыбн. хоз-ва.
5. О северном окончании подводного Гавайского хребта.— Докл. АН СССР, т. 103, № 6. Совместно с Г. Б. Удинцевым.
6. Советские исследования Тихого океана.— Сов. моряк, № 9.
- 1956 1. Некоторые вопросы осадкообразования в Курило-Камчатской впадине.— Бюл. Совета сейсмологии, № 2.
2. La sedimentation dans la partie Nord Oeugr du l'océan Pacific.— In: Res. de los trab. present. XX Congr. intern. Mexico.
3. Карта осадков района острова Парамушир. М-б 1 : 250 000. Л.
- 1957 1. О распределении фосфора в осадках Охотского моря.— Докл. АН СССР, т. 113, № 1. Совместно с Э. А. Остроумовым.
2. Об осадках глубоководных океанических впадин Идзу-Бонинской, Марианской и Рюкю.— Докл. АН СССР, т. 114, № 2.
3. Новые данные о закономерностях строения подводного рельефа.— Докл. АН СССР, т. 116. Совместно с И. Г. Бойченко, А. В. Живаго, Н. Л. Зенкевичем, В. Ф. Канаевым, Г. Б. Удинцевым.
4. Осадкообразование в дальневосточных морях в четвертичное время.— Тр. Комис. по изуч. четвертич. периода, т. 13. Совместно с А. П. Лисицыным.
- 1958 1. Sediments of the trenches in the North-Western Pacific.— Proc. of the Ninth Pacific Sci. Congr.
2. Новейшие исследования донных отложений дальневосточных морей и северо-западной части Тихого океана.— Тр. Океанограф. комис., т. 3.
3. Подводные горы и вулканы Курильской островной дуги.— Тр. Лаб. вулканологии, вып. 13. Совместно с Н. Л. Зенкевичем, В. Ф. Канаевым, Г. Б. Удинцевым.
4. Определение донного грунта.— В кн.: Правила гидрографической службы: Промер открытого моря. М.: ГУГК. Совместно с В. П. Петелиным.
5. Об осадках и донной фауне северной части Восточно-Китайского моря.— Oceanol. et limnol. Sinica, vol. 1, N 3. Совместно с И. О. Мурдмаа, Х. М. Саидовой, З. А. Филатовой.
- 1959 1. Sediments of trenches in the North-Western Pacific.— Eclog. geol. helv., vol. 51, N 3.
2. Комплексные океанографические исследования в северо-западной части Тихого океана в августе — сентябре 1954 г.— Тр. Ин-та океанологии АН СССР, т. 16.
3. Комплексные океанографические исследования в северо-западной части Тихого океана в сентябре — ноябре 1955 г.— Тр. Ин-та океанологии АН СССР, т. 16.
4. Донные осадки Северо-Курильского района.— Тр. Ин-та океанологии АН СССР, т. 16. Совместно с И. О. Мурдмаа.
5. Bottom sediments of the trenches in the West Pacific ocean.— In: Intern. oceanogr. Congr. Wash., D. C.: Amer. Assoc. Advanc. Sci. Совместно с В. П. Петелиным.
6. Problems of zonation in sedimentation.— In: Intern. oceanogr. Congr. Wash. DC: Amer. Assoc. Advanc. Sci.
- 1960 1. Донные отложения Охотского моря.— Тр. Ин-та океанологии АН СССР, т. 32.
2. Классификация осадков современных морских водоемов.— Тр. Ин-та океанологии АН СССР, т. 32. Совместно с А. П. Лисицыным.

3. Руководство по сбору и первичной обработке проб морских донных осадков.— Тр. Ин-та океанологии АН СССР, т. 44. Совместно с В. П. Петелиным.
4. К стратиграфии и литологии донных отложений северо-западной части Тихого океана.— Докл. АН СССР, т. 130, № 2. Совместно с Е. А. Романкевичем.
5. Sedimentation in the North-western part of the Pacific ocean.— Intern. geol. Congr.: Rep. of the Twentyfirst sess. Copenhagen: Submar. geol.
6. Осадкообразование в северо-западной части Тихого океана.— В кн.: Морская геология. Междунар. геол. конгр. XXI сессия: Докл. сов. геологов. Пробл. 10. М.: Изд-во АН СССР.
- 1961 1. Основные черты осадкообразования в дальневосточных морях в четвертичное время.— В кн.: Материалы Совета по изуч. четвертич. периода, т. 1. Совместно с А. П. Лисицыным.
2. Положение морской геологии среди смежных наук и ее основные задачи.— Океанология, т. 1, № 2.
3. Гора Афанасия Никитина в Индийском океане.— Докл. АН СССР, т. 139, № 1. Совместно с Л. К. Затонским и И. В. Сергеевым.
4. Исследования донных осадков северной части Индийского океана.— В кн.: Результаты исследования по программе МГГ: Океанолог. исслед., № 4.
5. Карта донных осадков Мирового океана.— В кн.: Современные осадки морей и океанов. М.: Изд-во АН СССР. Совместно с А. П. Лисицыным, В. П. Петелиным, Н. С. Скорняковой.
6. Современное осадкообразование в северной части Тихого океана.— В кн.: Современные осадки морей и океанов. М.: Изд-во АН СССР. Совместно с А. П. Лисицыным, Е. А. Романкевичем, Н. С. Скорняковой.
7. Исследования Индийского океана в 33-м рейсе э/с «Витязь».— Океанология, т. 1, № 4.
8. «Витязь» в Индийском океане.— Природа, № 10. Совместно с В. Г. Богоровым.
9. Research vessel «Vityaz» explores Indian ocean.— Soviet Land, N 16.
- 1962 1. О неравномерности распределения глубоководных океанических осадков.— Океанология, т. 2, № 1.
2. Некоторые основные вопросы осадкообразования в северо-западной части Тихого океана.— В кн.: Сборник докладов II пленума Комиссии по рыбохозяйственному исследованию западной части Тихого океана. М.: Пищепромиздат.
3. Некоторые проблемы зональности осадкообразования в Мировом океане.— Тр. Океанограф. комис., т. 10, вып. 3.
4. Донные осадки глубоководных желобов западной части Тихого океана.— Тр. Океанограф. комис., т. 10, № 3. Совместно с В. П. Петелиным.
5. Исследования донных осадков.— В кн.: Результаты исследований по программе МГГ: Океанолог. исслед., № 7. Совместно с А. П. Лисицыным.
6. «Витязь» в Индийском океане.— Культура и жизнь, № 2.
7. Распределение железо-марганцевых конкреций на дне Индийского океана.— Океанология, т. 2, № 6.

- 1963 1. Исследования Индийского океана в 35-м рейсе э/с «Витязь».— Океанология, т. 3, № 3.
 2. Основные черты строения дна северо-восточной части Индийского океана.— Докл. АН СССР, т. 153, № 4. Совместно с В. Ф. Канаевым.
 3. Исследования «Витязя» по программе Международной Индоокеанской экспедиции.— Вестн. АН СССР, № 8.
 4. Map of the Pacific ocean sediments.— In: Intern. Assoc. of Phys. Oceanogr. XXIII Gen. Assembly: Abstr. of Pap.: Berkeley (Cal.). Intern. Union of Geodesy and Geophysics. Vol. 7. Совместно с А. П. Лисицыным, В. П. Петелиным, Н. С. Скорняковой, Е. А. Романкевичем.
 5. Исследования в Индийском океане на экспедиционном судне «Витязь».— В кн.: Ежегодник Советской Энциклопедии. М.: Изд-во БСЭ.
- 1964 1. Осадки северной и центральной частей Индийского океана.— Тр. Ин-та океанологии АН СССР, т. 64.
 2. Зональность и неравномерность осадконакопления в океанах.— В кн.: Современные проблемы географии. М.: Наука.
 3. Осадкообразование в северной и центральной частях Индийского океана.— В кн.: Геология дна океанов и морей. Междунар. геол. конгр. XXII сессия: Докл. сов. геологов. Пробл. 16.
 4. Осадконакопление в Мировом океане: Карта м-ба 1 : 60 000 000.— Физико-геогр. атлас мира. М.: ГУГК. Совместно с А. П. Лисицыным, В. П. Петелиным, Н. С. Скорняковой.
 5. Sedimentation in the central and northern part of the Indian ocean.— In: Intern. Geol. Congr. Rep. of the twenty-second sess. India: Abstr. of pap. New Dehly.
- 1966 1. Стратиграфия и абсолютный возраст глубоководных осадков западной части Тихого океана.— В кн.: Результаты исследования по международным проектам: Океанология, № 14. Совместно с Е. А. Романкевичем, В. И. Барановым, Л. А. Христиановой.
 2. Тектоническая карта Евразии. М-б 1 : 5 млн. (морская часть карты). М.: ГУГК. Совместно с коллективом авторов.
 3. Серпентиниты с гребня Аравийско-Индийского подводного хребта.— Докл. АН СССР, т. 166, № 4. Совместно с В. И. Чернышевой.
 4. Петрография и абсолютный возраст базальтов со дна Индийского океана.— Океанология, т. 5, № 2. Совместно с А. Я. Крыловым, В. И. Чернышевой.
 5. Осадкообразование в Тихом океане.— В кн.: Второй Междунар. океанограф. конгр.: Тез. докл. М.: Наука. Совместно с А. П. Лисицыным, В. П. Петелиным, Н. С. Скорняковой.
 6. Осадкообразование в Индийском океане.— В кн.: Второй Междунар. океанограф. конгр.: Тез. докл. М.: Наука. Совместно с А. П. Лисицыным.
 7. Distribution of rock outcrops in the Pacific and Indian ocean: Abstr. of pap. related with oceanogr., Proc. the Eleventh Pacific Sci. Congr. Tokyo, vol. 2.
- 1967 1. Some new data on deep-sea sedimentation in the Indian ocean.— In: Intern. Indian ocean Expedition: New lett., India, vol. IV, N 4. Совместно с А. П. Лисицыным и И. О. Мурдмаа.
 2. Карта современного осадкообразования на территории

- СССР и в прилегающих морях.— Атлас литолого-палеогеографических карт СССР, т. 4. Совместно с коллективом авторов.
3. Карта распределения органического углерода в современных осадках морей СССР.— Атлас литолого-палеогеографических карт СССР, т. 4. Совместно с коллективом авторов.
4. Советские исследования донных осадков океанов.— Океанология, т. 6, № 5. Совместно с А. П. Лисицыным.
5. Морская геология и изучение минеральных ресурсов морей и океанов. М.: Знание.
- 1969 1. 43-й рейс и/с «Витязь» в центральной части Тихого океана.— Океанология, т. 9, № 1.
2. Фосфориты на дне центральной части Тихого океана.— Докл. АН СССР, т. 185, № 4. Совместно с П. Ф. Андрущенко, И. О. Мурдмаа, Н. С. Скорняковой.
3. Извержение подводного вулкана Метис в архипелаге Тонга.— Докл. АН СССР, т. 185, № 5. Совместно с И. О. Мурдмаа, Н. Л. Зенкевичем, Н. Г. Прокопцевым, М. А. Репечка.
4. Бурение на дне Атлантического и Тихого океанов: (Тезисы).— Океанология, т. 9, № 5. Совместно с А. П. Лисицыным.
5. Осадочные формации тропической части океанов: (Тезисы).— В кн.: Науч. конф. по троп. зоне Мирового океана. М.: Наука. Совместно с И. О. Мурдмаа.
- 1970 1. История исследования донных осадков Тихого океана.— В кн.: Осадкообразование в Тихом океане. М.: Наука, т. 6, кн. 1. (Тихий океан). Совместно с А. П. Лисицыным, Н. С. Скорняковой.
2. Питание Тихого океана осадочным материалом и основные факторы осадкообразования.— В кн.: Осадкообразование в Тихом океане. М.: Наука, т. 6, кн. 1. (Тихий океан). Совместно с Э. Н. Горбуновой, А. П. Лисицыным, В. П. Петелиным.
3. Распространение на дне океана выходов древних отложений и твердых пород.— В кн.: Осадкообразование в Тихом океане. М.: Наука, т. 6, кн. 1. (Тихий океан).
4. Типы осадков, их распространение и состав.— В кн.: Осадкообразование в Тихом океане. М.: Наука, т. 6, кн. 1. (Тихий океан). Совместно с В. П. Петелиным, И. А. Алексинной.
5. Фосфориты.— В кн.: Осадкообразование в Тихом океане. М.: Наука, т. 6, кн. 2. (Тихий океан).
6. Скорость осадконакопления в океане.— В кн.: Осадкообразование в Тихом океане. М.: Наука, т. 6, кн. 2. (Тихий океан). Совместно с Е. А. Романкевичем.
7. Общие черты осадкообразования в Тихом океане.— В кн.: Осадкообразование в Тихом океане. М.: Наука, т. 6, кн. 2. (Тихий океан).
8. Минеральные ресурсы океана.— В кн.: Осадкообразование в Тихом океане. М.: Наука, т. 6, кн. 2. (Тихий океан). Совместно с В. П. Петелиным, Н. С. Скорняковой.
9. Осадкообразование в Курило-Камчатском желобе.— В кн.: Фауна Курило-Камчатского желоба и условия ее существования.— Тр. Ин-та океанологии АН СССР, т. 96. Совместно с И. О. Мурдмаа, Ю. А. Богдановым.
10. Проблемы исследования донных осадков морей и океанов.— В кн.: Состояние и задачи советской литологии: Докл. на пленар. заседании VIII Всесоюз. литол. совещ. М.: Наука. Совместно с А. П. Лисицыным.

11. Zonation of biogenous sedimentation in the oceans.— In: *Micropalaeontology of oceans*. Cambridge.
12. Фосфориты на дне современных океанов: Тез. докл. к семинару «Условия образования геосинклинальных фосфоритов». Совместно с Г. Н. Батуриным.
- 1971 1. Sedimentation on the West African shelf.— In: *The geology of the East Atlantic continental margin*. 4. Africa: Rep. N 70/16. Cambridge. Совместно с Ю. М. Зениным.
2. О связи полезных ископаемых дна океанов с тектоническими структурами.— В кн.: *Проблемы теоретической и региональной тектоники*. М.: Наука.
3. Геологическое строение и минеральные ресурсы дна Тихого океана.— *Вестн. АН СССР*, № 5.
4. Основные научные результаты 48-го рейса и/с «Вптязь».— *Океанология*, т. 11, № 3.
5. Осадочные формации океанов.— В кн.: *История Мирового океана*. М.: Наука. Совместно с И. О. Мурдмаа.
6. Фосфориты на дне океанов.— В кн.: *История Мирового океана*. М.: Наука. Совместно с Г. Н. Батуриным.
7. *Recherches sovietiques sur les ressources minerales des oceans*.— In: *Colloque International sur l'Exploitation des oceans*. Bordeaux (France). Theme 4, vol. 2.
8. Проблемы исследования полезных ископаемых океанов.— *Океанология*, т. 11, № 6.
9. Complex geological geophysical map of the Pacific mobile belt and Pacific ocean.— In: *Twelfth Pacific Sci. Congr.: Abstr. of pap.* Canberra, vol. 1. Совместно с Л. И. Красным.
- 1972 1. Ocean sedimentation, according to a new map of the Pacific bottom sediments.— In: *Intern. Geol. Congr.*, 24 sess. Sect. 8, Mar. geol. and geophys. Совместно с И. О. Мурдмаа.
2. Океанский седиментогенез.— В кн.: *Геология и геофизика моря: Геофиз. исслед. земной коры*. М.: Наука. Совместно с И. О. Мурдмаа.
3. Донные осадки рифтовой зоны Индийского океана.— В кн.: *Исследования по проблеме рифтовых зон Мирового океана*. Совместно с Ю. А. Богдановым, И. О. Мурдмаа, Е. А. Романкевичем.
4. Новые данные о составе вулканических пород фундамента островной дуги Тонга.— *Докл. АН СССР*, т. 204, № 5. Совместно с Г. П. Авдейко, И. О. Мурдмаа, Н. Г. Прокопцевым.
5. Железо-марганцевые конкреции Индийского океана.— *Изв. АН СССР. Сер. геол.*, № 7. Совместно с П. Ф. Андрущенко.
6. Структурно-фациальное районирование океана и осадочные формации.— В кн.: *Тектоника дна морей и океанов и островных дуг*. IX сессия Науч. совета по тектонике Сибири и Дальнего востока: Тез. докл. Совместно с И. О. Мурдмаа.
- 1973 1. On the sedimentation in the northern part of the South Pacific.— In: *Oceanography of the South Pacific*. Wellington.
2. Древность и молодость океанов.— *Океанология*, т. 13, № 1.
3. Геологические полигоны и их значение для исследования геологического строения дна океанов.— *Океанология*, т. 13, № 2.
4. Геохимия железо-марганцевых конкреций Индийского океана.— *Изв. АН СССР. Сер. геол.*, № 9. Совместно с П. Ф. Андрущенко.

5. Палеомагнетизм глубоководных осадков Индийского океана.— В кн.: Постоянное магнитное поле Земли, палеомагнетизм горных пород. Совместно с О. Л. Багиной, Е. Л. Демиденко, А. П. Лисицыным, С. С. Фаустовым.
6. Основные научные результаты 54-го рейса и/с «Витязь» в Индийском и Тихом океанах.— *Океанология*, т. 13, № 6.
7. О тектонике восточной части Индийского океана.— *Геотектоника*, № 6. Совместно с Ю. М. Пушаровским.
8. Геологическая карта Тихоокеанского подвижного пояса и Тихого океана. М.: Мин-во геологии СССР. Совместно с коллективом авторов.
9. Карта осадков Мирового океана. М-б 1 : 15 млн.— *Геологический глобус*. М.: Мин-во геологии СССР. Совместно с коллективом авторов.
- 1974 1. Проблемы геологии дна океанов.— В кн.: Проблемы геологии на XXIV сессии Международного геологического конгресса.
2. Геологическое изучение восточной части Индийского океана и австрало-азиатских морей.— *Вестн. АН СССР*, № 1. Совместно с Ю. П. Непрочновым.
3. Осадочные формации Индийского океана и их связь с тектоникой.— *Геотектоника*, № 1.
4. Морская геология.— БСЭ. 2-е изд.
5. Литология океанских фосфоритов.— В кн.: Результаты литологических исследований фосфоритоносных формаций и их использование при прогнозировании и поисках фосфоритов: Тезисы. Совместно с Г. Н. Батуриным.
6. Ультраосновные и основные породы Западно-Австралийской котловины (Индийский океан).— *Докл. АН СССР*, т. 218, № 2. Совместно с Г. Л. Кашинцевым.
7. Geologic map of the Pacific mobil belt and Pacific ocean.— In: *Circum-Pacific Energy and Miner. Resour. Conf., August 26—30, 1970. Abstr. of pap. Honolulu*. Совместно с Л. И. Красным.
8. Geologic structural synthesis of Pacific area as basis for establishing regularities of distribution of mineral resources.— In: *Circum-Pacific Energy and Miner.: Resour. Conf., August 26—30, 1970. Abstr. of pap. Honolulu*.
- 1975 1. Карта осадков Тихого океана. М-б 1 : 40 млн.— *Атлас океанов*. Т. 1. Тихий океан. Совместно с коллективом авторов.
2. Карты осадков Индийского океана (комплект карт разных масштабов, всего 13 карт).— *Геолого-геофизический атлас Индийского океана*. Совместно с А. П. Лисицыным.
3. Принципы составления литолого-палеогеографических карт.— В кн.: *Палеогеография СССР: Объяснительная записка к «Атласу литолого-палеогеографических карт СССР»*, т. 4. Совместно с Г. С. Ганешиним, И. О. Мурдмаа.
4. Investigations of deep-sea sediments in geological polygons in the Pacific and Indian oceans.— IX-e Congr. Intern. de sedimentol.: *Sediments actuels*.
- 1976 1. Литология и возраст океанских фосфоритов.— В кн.: *Литология фосфоритоносных отложений*. М.: Наука. Совместно с Г. Н. Батуриным.
2. Железо-марганцевые конкреции Тихого океана.— *Тр. Ин-та*

- океанологии АН СССР, т. 109. Совместно с коллективом авторов.
3. Перерывы в глубоководном осадконакоплении и их геологическое значение.— В кн.: Морская геология. Междунар. геол. конгр. XXV сессия: Докл. сов. геологов. М.: Наука.
4. Фосфориты и фосфоритоносные отложения на дне океана.— В кн.: Морская геология. Междунар. геол. конгр. XXV сессия: Докл. сов. геологов. М.: Наука. Совместно с Г. Н. Батуриным.
- 1977 1. Карты осадков Индийского и Атлантического океанов (комплект карт разных масштабов, всего 7 карт).— Атлас океанов. Т. 2. Атлантический и Индийский океаны. Совместно с А. П. Лисицыным.
2. Исследования глубоководных осадков на геологических полигонах в Тихом и Индийском океанах.— В кн.: Проблемы современной литологии и осадочных полезных ископаемых. Новосибирск: Наука.
3. Ferromanganese nodules of the Pacific.— In.: AAPG Memoir 25 Circum-Pacific Energy and Miner. Resour. Conf. Tulsa. Совместно с Н. С. Скорняковой.
4. Рельеф дна и геологическое строение Тихого океана.— БСЭ, т. 25.
5. Органический углерод в верхнем слое осадков Мирового океана.— Океанология, т. 17, № 5. Совместно с А. П. Лисицыным, Е. А. Романкевичем.
- 1979 1. О вещественном составе океанских фосфоритов.— В кн.: Вещественный состав фосфоритов. Новосибирск: Наука. Совместно с Г. Н. Батуриным, В. З. Блисковским.
2. Железо-марганцевые конкреционные руды.— В кн.: Геология океана: Осадкообразование и магматизм океана. (Океанология). М.: Наука.
3. Геологические перспективы освоения твердых полезных ископаемых океанов.— В кн.: Успехи советской океанологии: Материалы первого съезда советских океанологов. М.: Наука.
4. Железо-марганцевые конкреции восточной части Индийского океана.— Литология и полез. ископаемые, № 3. Совместно с Н. С. Скорняковой, Е. С. Базилевской, В. В. Гордеевым.
5. Phosphorites on the sea floor and their origin.— Mar. Geol., vol. 31, p. 317—332. Совместно с Г. Н. Батуриным.
- 1980 1. Геология глубоководных желобов западной окраины Тихого океана.— В кн.: Докл. сов. геологов на XXVI сессии Междунар. геол. конгр. М.: Недра. Совместно с И. О. Мурдмаа.
2. Geology of the Western Pacific trenches. In.: Intern. Geol. Congr. XXVI Sess. Abstr. Sect. 09. Paris, vol. 11. Совместно с И. О. Мурдмаа.
- 1981 1. Основные закономерности распространения и состава полей океанских железо-марганцевых конкреций.— Литология и полез. ископаемые, № 5. Совместно с Н. С. Скорняковой, И. О. Мурдмаа.

Литература

- Архангельский А. Д.* Верхнемеловые отложения востока Европейской России.— В кн.: Материалы геологии России, 1912, т. 25.
- Архангельский А. Д.* Стратиграфия и геологические условия образования русских фосфоритов.— В кн.: Фосфориты СССР, 1927.
- Архангельский А. Д.* Об осадках Черного моря и их значении в познании осадочных пород.— Бюл. МОИП, 1928, т. 5.
- Архангельский А. Д., Страхов Н. М.* Геологическое строение и история развития Черного моря. М.: Изд-во АН СССР, 1938.
- Батурин Г. Н.* Фосфориты на дне океана. М.: Наука, 1978.
- Бушинский Г. И.* Палеозойские фосфориты Армении.— Докл. АН СССР, 1940, т. 26, № 3.
- Казаков А. В.* Химическая природа фосфатного вещества фосфоритов и их генезис.— Тр. НИУИФ, 1937а, вып. 139.
- Казаков А. В.* Фосфоритные фации и генезис фосфоритов.— В кн.: Геологические исследования агрономических руд СССР, 1937б. (Тр. НИУИФ; Вып. 142).
- Казаков А. В.* Фосфатные фации.— Тр. НИУИФ, 1939, вып. 145.
- Кленова М. В.* Геология моря. М.: Учпедгиз, 1948.
- Лисицын А. П.* Методика изучения взвеси с геологическими целями.— Тр. Ин-та океанологии АН СССР, 1956, т. 19.
- Лисицын А. П.* Морские ледовые отложения современных полярных областей и эпох оледенения и их значение в палеогеографии.— В кн.: Международный географический конгресс. XIX сессия: Докл. сов. геологов. М.: Изд-во АН СССР, 1961.
- Лисицын А. П.* Осадкообразование в океанах. М.: Наука, 1974.
- Лисицын А. П.* Процессы океанской седиментации.— В кн.: Литология и геохимия. М.: Наука, 1978.
- Лисицын А. П., Петелин В. П.* К методике предварительной обработки проб морских осадков в судовых условиях.— Тр. Ин-та океанологии АН СССР, 1956, т. 19.
- Лисицын А. П., Удинцев Г. Б., Петелин В. П.* Новые достижения советской геологии.— Природа, 1954, № 6.
- Мурдмаа И. О.* Современные морские осадки в районе вулканической зоны Курильских островов.— В кн.: Современные осадки морей и океанов. М.: Изд-во АН СССР, 1961.
- Мурдмаа И. О.* Осадкообразование в современных геосинклинальных областях Тихоокеанского пояса.— В кн.: История Мирового океана. М.: Наука, 1971.
- Петелин В. П.* Гранулометрия и разнос терригенных минералов в Охотском море.— В кн.: Современные осадки морей и океанов. М.: Изд-во АН СССР, 1961.
- Петелин В. П.* Твердые породы из глубоководных желобов юго-западной части Тихого океана.— В кн.: Геология дна океанов и морей. Междунар. геол. конгр. XXII сессия: Докл. сов. геологов. М.: Изд-во АН СССР, 1964.

- Петелин В. П.* Петрография твердых пород дна.— В кн.: Осадкообразование в Тихом океане. М.: Наука, 1970, т. 6, кн. 1. (Тихий океан).
- Пустовалов Л. В.* Об исходных положениях в изучении осадочных горных пород.— В кн.: К вопросу о состоянии науки об осадочных породах. М.: Изд-во АН СССР, 1951.
- Решение Совещания.— В кн.: Совещание по осадочным породам. М.: Изд-во АН СССР, 1955, т. 2.
- Соколов В. А., Машкара И. И.* О микростроении и генезисе фосфоритов Каратау.— Пробл. сов. геологии, 1938, № 7.
- Страхов Н. М.* О сравнительно-литологическом направлении и его ближайших задачах.— Бюл. МОИП. Отд. геол., 1945, т. 20, № 3/4.
- Страхов Н. М.* К вопросу об общей теории осадочного процесса.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1950, № 4.
- Страхов Н. М.* Основные черты питания современных внутриконтинентальных водоемов осадочным материалом.— В кн.: Образование осадков в современных водоемах. М.: Изд-во АН СССР, 1954.
- Страхов Н. М.* Основы теории литогенеза. М.: Изд-во АН СССР, 1960—1962. Т. 1—3.

Содержание

От авторов	5
Молодые годы и первые шаги в геологии. Е. М. Безрукова (Пазельская)	7
Открытие и исследование фосфоритового бассейна Каратау. Е. М. Безрукова (Пазельская)	20
Геологопоисковые работы на фосфориты в Армении. Е. М. Безрукова (Пазельская)	42
Из пустынь и степей — в океан. А. П. Лисицын	45
Исследовательское судно «Витязь». А. П. Лисицын	57
На «Витязе» в Охотское море. А. П. Лисицын	70
Изучение геологии дальневосточных морей. А. П. Лисицын	83
Работы по геологии Тихого океана. А. П. Лисицын, И. О. Мурдмаа	100
На «Витязе» в Индийском океане. И. О. Мурдмаа	115
Исследование минеральных ресурсов Мирового океана. И. О. Мурдмаа	131
Возглавляя океанскую геологию. И. О. Мурдмаа	147
Роль П. Л. Безрукова в развитии геологии океанов. И. О. Мурдмаа	167
Основные даты жизни и деятельности П. Л. Безрукова	180
Список опубликованных научных трудов П. Л. Безрукова	182
Литература	191



**Пантелеймон
Леонидович
БЕЗРУКОВ**

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»



ВЫШЛА ИЗ ПЕЧАТИ КНИГА:

Мочалов И. И.

ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ ВЕРНАДСКИЙ

(1863—1945)

37,8 л. 2 р. 50 к.

Книга посвящена жизни и деятельности выдающегося советского ученого академика В. И. Вернадского.

Она написана на основе анализа трудов ученого и его обширного архива. В ней рассмотрены процессы формирования естественнонаучных и философских воззрений В. И. Вернадского, а также создания учения о биосфере и ноосфере.

Заказы просим направлять по одному из перечисленных адресов магазинов «Книга — почтой» «Академкнига»:

480091 **Алма-Ата**, 91, ул. Фурманова, 91/97; 370005 **Баку**, 5, ул. Джанаридзе, 13; 320093 **Днепропетровск**, проспект Ю. Гагарина, 24; 734001 **Душанбе**, проспект Ленина, 95; 252030 **Киев**, ул. Пирогова, 4; 277012 **Кшинев**, проспект Ленина, 148; 443002 **Куйбышев**, проспект Ленина, 2; 197345 **Ленинград**, Петрозаводская ул., 7; 220012 **Минск**, Ленинский проспект, 72; 117192 **Москва**, В-192, Мичуринский проспект, 12; 630090 **Новосибирск**, Академгородок, Морской проспект, 22; 620151 **Свердловск**, ул. Мамина-Сибиряка, 137; 700187 **Ташкент**, ул. Дружбы народов, 6; 450059 **Уфа**, 59, ул. Р. Зорге, 10; 720001 **Фрунзе**, бульвар Дзержинского, 42; 310078 **Харьков**, ул. Чернышевского, 87.

Цена 1 р. 10 к.