

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.*

А. Б. Нумерова

**Борис Васильевич
НУМЕРОВ**

1891—1941

Ответственный редактор
докт. физ.-мат. наук В. К. АБАЛАКИН



ЛЕНИНГРАД
«НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1984

УДК 52(092) : 016

Нумерова А. Б. Борис Васильевич Нумеров (1891—1941). Л.: Наука, 1983. 144 с.

Книга посвящена жизни и деятельности видного советского астронома, геодезиста и геофизика, члена-корреспондента АН СССР Б. В. Нумерова — организатора и первого директора Астрономического института в Ленинграде. Книга написана на основе обширных документальных материалов и раскрывает научно-теоретические и практические аспекты работы Нумерова в различных областях астрономии, геодезии, геофизики и приборостроения. Особо отмечены моменты его научно-организационной деятельности. Книга рассчитана на широкий круг читателей, интересующихся историей науки.

Рецензенты:

Чл.-кор. АН СССР М. С. ЗВЕРЕВ,
докт. физ.-мат. наук А. А. ГУРШТЕЙН

Анастасия Борисовна Нумерова

Борис Васильевич Нумеров
(1891—1941)

*Утверждено к печати редколлегией серии
«Научно-биографическая литература»*

Редактор издательства *М. В. Хотимская*. Художник *И. П. Кремлев*
Технический редактор *Е. В. Поликтова*
Корректоры *О. М. Бобылёва* и *С. В. Феофанова*

ИБ № 20615

Сдано в набор 07.09.83. Подписано к печати 15.12.83. М-49622. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага офсетная № 1. Гарнитура литературная. Фотонабор. Печать офсетная. Усл. печ. л. 7.56. Усл. кр.-отт. 7.98. Уч.-изд. л. 7.81. Тираж 5150. Тип. зак. 773. Цена 30 к.

Издательство «Наука». Ленинградское отделение
199164, Ленинград, В-164, Менделеевская линия, 1

Ордена Трудового Красного Знамени
Первая типография издательства «Наука»
199034, Ленинград, В-34, 9 линия, 12

Н $\frac{1705000000-506}{042(02)-84}$ 145-84 — I

© Издательство «Наука», 1984 г.

Эта книга о моем отце Борисе Васильевиче Нумерове. Его научная деятельность и активная научно-организаторская и общественная работа начались в трудные времена становления Советского государства и последующего бурного развития отечественной астрономической науки. Убежденный патриот, он всегда глубоко верил и доказывал на деле способность советских людей поднять отечественную астрономию в теоретической и практической областях до уровня лучших мировых достижений.

Диапазон его научной деятельности был очень широк: теоретическая астрономия, разработка новых методов в небесной механике, организация службы малых планет, практическая астрономия и астрометрия, издание «Астрономического ежегодника», гравитационная разведка полезных ископаемых (нефти), конструирование гравиметрических приборов и разработка новых методов изысканий, не утративших значения и в наше время, создание первых в Советском Союзе приборов и больших астрономических инструментов.

Борис Васильевич был организатором Вычислительного института, основанного в 1919 г. и преобразованного в 1923 г. в Астрономический институт — ныне Институт теоретической астрономии (ИТА) АН СССР, бессменным директором которого он был до 1936 г. Он не был ученым, интересы которого ограничиваются только наукой. Музыка, архитектура, художественная литература были его постоянным увлечением. Не имея специального музыкального образования, он прекрасно играл на рояле, аккомпанировал певцам. Обаятельный человек, энергичный и деятельный, он имел много друзей, преданных общему делу развития астрономической науки.

При работе над книгой я в первую очередь использовала труды отца, собрав впервые более 200 его работ, а также воспоминания работавших с ним ученых, его современников, родных и близких ему людей, и особенно моей матери Е. Е. Нумеровой, которая работала вместе с отцом с самого основания Астрономического института.

Считаю своим приятным долгом выразить глубокую благодарность чл.-кор. АН СССР М. С. Звереву за помощь при написании главы по астрометрии, докт. физ.-мат. наук В. К. Абалакину за научное редактирование книги, докт. физ.-мат. наук К. Ф. Огородникову, а также моей сестре И. Б. Окатовой, ее мужу В. А. Окатову и племяннице О. В. Окатовой за помощь в редактировании книги.

О жизни и выдающейся яркой деятельности члена-корреспондента АН СССР Бориса Васильевича Нумерова написано очень мало, поэтому книга о его поразительно разнообразной и продуктивной деятельности поможет нам воздать должное полной блеска и энергии его работе и заодно проследить, каким образом выдвинутые почти полстолетия тому назад идеи живут и находят свое развитие и в наше время.

Нужно отметить, что деятельность и научная работа Б. В. Нумерова начались с первыми шагами становления молодой Советской власти, и уже одно это открывало небывалые возможности перед молодыми учеными, ровесниками Б. В. Нумерова. В самый канун Октябрьской революции в астрономии появился молодой и очень энергичный ученый — Б. В. Нумеров. Можно только удивляться размаху его деятельности с самых первых шагов. Едва закончив университет, он вел в Пулковке работу наблюдателя на зенит-телескопе и сумел всего за 2 года предложить новую программу наблюдений, которая впоследствии была принята в «астрономической столице мира», как называли тогда Пулково, в течение многих лет.

Из Пулкова Б. В. Нумеров перешел на работу в Петроградский университет астрономом-наблюдателем, а через четыре года после окончания университета, в 1917 г., начал чтение лекций и в 1924 г. стал профессором. Молодой ученый сразу же включается в большую и сложную работу. Дело в том, что дореволюционная Россия целиком зависела от заграницы, не имея собственных астрономических ежегодников и навигационных пособий. Разумеется, молодая Советская республика, окруженная врагами, не могла получать необходимые ей ежегодники. И вот благо-

даря главным образом энергии Б. В. Нумерова в короткий срок в 1919 г. был организован Вычислительный институт и начато издание отечественных ежегодников, в том числе впоследствии «Эфемерид малых планет», которое продолжается и до настоящего времени Институтом теоретической астрономии АН СССР, основой которого был Вычислительный институт, затем Астрономический институт и первым бессменным директором которого был Б. В. Нумеров.

К этому времени Борис Васильевич проявил себя как крупный теоретик в области небесной механики. Уже в 1923 г. он выступил с большой и принципиально важной работой «Новый метод определения орбит и вычисления эфемерид с учетом возмущений». По существу это был новый метод численного решения систем дифференциальных уравнений путем введения специально подобранных координат. Он значительно упрощал вычисления и вскоре получил широкое распространение. Он, в частности, выгодно отличался от известного метода Коуэлла. Метод экстраполирования, как был назван численный метод Нумерова, не только вошел в учебники, но в течение последующих лет был применен в прикладной математике и баллистике.

Много сил и энергии Борис Васильевич посвятил гравиметрии, в частности геологической разведке при помощи маятниковых приборов и вариометров, лично отдав немало сил разведке нефти в СССР, внося вклад в организацию трестов «Эмбанефть» и «Грознефть». Он разработал ряд методов определения формы и размеров находящихся под землей масс по данным гравиметрической разведки на земной поверхности, а также по определению фигуры Земли. Под его руководством работали гравиметрические экспедиции на р. Эмбе, на оз. Баскунчак, на Северном Кавказе в районе Грозного, в Кривом Роге, Донбассе, на Урале и в других местах.

В кратком перечислении трудов Бориса Васильевича, направленных на дальнейшее развитие классических работ, необходимо отметить его исследования по теории уклонения отвеса для плоской поверхности, связанные с аномалиями силы тяжести. Известно, что в наши дни геодезическая и гравиметрическая съемки земной поверхности идут параллельно. Таким образом, и тут он выступил как новатор.

Наконец, нужно особо отметить работы Нумерова по внедрению в Советской стране еще совершенно тогда новой, но быстро развивавшейся отрасли современной астрономии — астрофизики. Уже в 1932 г. по инициативе и при личном участии Бориса Васильевича было начато строительство первой в нашей стране астрофизической обсерватории в Абастумани, в Грузии, на горе Канобили. Несомненно, что мысль о необходимости развития в нашей стране и чрезвычайно перспективной отрасли — астрофизики зародилась у Нумерова еще раньше, так как ко дню основания первой в стране астрофизической обсерватории в стенах руководимого им Астрономического института уже был подготовлен директор обсерватории в лице Е. К. Харадзе, который занимает этот пост и поныне, совмещая его с постом президента Академии наук Грузинской ССР. Это может служить ярким свидетельством того, насколько прозорлив был Борис Васильевич при подборе кадров. Нечего и говорить, как своевременно и перспективно было это начинание.

Столь же своевременной и необходимой была организация Нумеровым в нашей стране работ по изготовлению гравиметрических и астрономических инструментов. В наследство от старого мира нам досталась лишь полная зависимость от заграницы. В области гравиметрии особая острота такой зависимости ощущалась потому, что в 1931 г. была предпринята по инициативе Б. В. Нумерова общая гравиметрическая съемка всей территории Советского Союза. О качестве приборов, изготовленных в Астрономическом институте, говорит хотя бы то, что именно один из них был взят с собой экспедицией И. Д. Папанина на Северный полюс. В связи с развитием астрофизики для работы требовались инструменты очень большого размера и совершенно нового типа. И в значительной мере благодаря энергии Бориса Васильевича уже в 1932 г. одним из талантливых сотрудников Астрономического института Н. Г. Пономаревым был создан первый советский рефлектор для Абастуманской обсерватории. В наши дни эта работа позволила ученику Н. Г. Пономарева, Б. К. Иоаннисиани, разработать оригинальную конструкцию и создать самый большой в мире телескоп-рефлектор с диаметром зеркала 6 м. Можно было бы еще продолжить перечень того, как многие, почти все из многочисленных крупных и необычайно своевременных идей, исходивших

от Б. В. Нумерова, продолжали и продолжают жить и развиваться в наши дни. Разумеется, это объясняется в значительной степени тем, что в то время семена идей Бориса Васильевича падали на благодатную почву новой жизни советского народа, который, сбросив ярмо самодержавия и капиталистических пут, начал строить под руководством партии Ленина новую жизнь.

Докт. физ.-мат. наук *К. Ф. Огородников*

Ранние годы

Детство и гимназия в Новгороде

Борис Васильевич Нумеров родился 29 января 1891 г. в Новгороде, где провел детство и закончил гимназию. Отец его, — Василий Иванович Нумеров (1840—1912 гг.), родился неподалеку от этих мест в г. Кириллове Вологодской губернии, окончил семинарию и стал священником в с. Жабницы около ст. Бологое. Он женился на Анне Ивановне Конкординой (1849—1934 гг.) и воспитал восемь ее младших братьев и сестер. Село Жабницы в то время насчитывало несколько десятков дворов, земля была плохая, жили скудно. Василий Иванович и Анна Ивановна вырастили семь своих детей — четырех сыновей и трех дочерей. Борис Васильевич был самым младшим в семье. Все дети были воспитаны в труде, росли в бедности, выполняли все крестьянские работы с раннего детства.

В конце 1880-х годов семья переехала в Новгород, где В. И. Нумеров был сначала настоятелем церкви Бориса и Глеба на берегу Волхова (в доме при этой церкви, построенной в 1536 г., родился Б. В. Нумеров), а затем такой же древней церкви Ильи. В дальнейшем Нумеровы жили в Новгороде на Посольской улице, в доме № 19. Семья была крепкой и дружной. Василий Иванович по характеру был очень сдержанным, спокойным, строгих правил и пользовался большим уважением. От отца Борис Васильевич унаследовал сдержанность при разговорах с людьми, вдумчивость и серьезное отношение к своим обязанностям. Анна Ивановна, хотя почти не имела образования (четыре класса церковно-приходской школы), отличалась острым умом и была очень деятельна. Ее уважали, и к ней шли за советами.

Все братья Бориса Васильевича, как и он сам, получили высшее образование. В семье поддерживались тесные родственные связи, и каждый старший брат, получив обра-

зование, помогал следующему. Среди братьев самый старший, Николай, был историком, служил в Синоде, потом работал бухгалтером, два других брата были инженерами. Сестры Бориса Васильевича высшего образования не получили: старшая Ольга была учительницей, Мария — домохозяйкой, Людмила — хирургической сестрой, работала в новгородской больнице (в войну 1914 г. и в Великую Отечественную войну работала в госпитале).

Дом на Посольской улице был двухэтажный, очень уютный (двери в нем пели, как у старосветских помещиков), при доме был сад, в котором в основном работал Василий Иванович — страстный садовод. В мезонине, куда вела внутренняя лестница, были две большие комнаты, одну из которых занимал Борис Васильевич, другую — Ольга Васильевна, в ее комнате жили все приезжающие. Ольга Васильевна была безгранично доброй и опекала младших братьев, Александра и Бориса. Племянница Бориса Васильевича Нумерова, Людмила Николаевна Петрова, вспоминает: «В его комнате стоял большой письменный стол, я вижу дядю Борю сидящим за этим столом и решающим задачи. Ему как блестящему ученику по математике и астрономии дали из гимназии телескоп. По легкомыслию или из пытливости он как-то посмотрел на Солнце, и после этого долго пришлось лечить его глаза».

С детства Борис Васильевич заинтересовался математикой под влиянием старших братьев. Еще в гимназии, в шестом классе, он изучал курсы сферической и теоретической астрономии Хандрикова, наблюдал на 3-дюймовой трубе. В восьмом классе написал две работы: по истории древней астрономии и об аксиомах геометрии. Большую часть университетского курса математики Борис Васильевич прошел еще в гимназии, но, поскольку он уделял мало внимания гуманитарным предметам — русскому языку и латыни — и получал более низкие оценки по этим предметам, мать его боялась, что он не окончит гимназии, не получит аттестата зрелости, и поэтому говорила: «Хоть бы ты у меня на чиновничка-то выучился».

В семье Нумеровых воспитывалось много родственников, которые или учились в Новгороде, или приезжали на время; с ними Борис Васильевич дружил. Позднее, после окончания университета, он всегда помогал всем своим родным (особенно племянникам и племянницам), устраивал их учиться и работать. В научных спорах он

был дерзок и беспощаден, строг и даже резок, но приветливость и гостеприимство были его основными чертами характера. Как вспоминает Л. Н. Петрова, любимым развлечением Бориса Васильевича и его братьев были лодки, плавание, как и все новгородцы, они любили воду. Каждый год в июле месяце братья, а с ними гимназист Митавушка Егоров, сын бедной вдовы, отправлялись в путешествие через оз. Ильмень, канал и р. Мсту до Мстинского моста. Сначала они шли под парусами, а затем на веслах. Один греб и вез в челноке палатку, примус и продукты, а остальные шли по берегу. Через две недели возвращались загоревшие, отдохнувшие, в больших соломенных пастушеских шляпах. Часто путешествовали на лодке братья и сестра Ольга. Тогда-то у Бориса Васильевича впервые возникла идея ориентации по звездам. Лежа на дне лодки, он смотрел в небо, складывал руки ладонями, отмечая направление меридиана, а по положению какой-нибудь звезды относительно меридиана примерно узнавал время. Впоследствии, когда он уже был студентом Петербургского университета, им были выполнены наблюдения прохождения звезд с нитяным треугольником. В детстве Борис Васильевич увлекался рыбной ловлей, метко стрелял из рогатки.

Л. Н. Петрова пишет: «Очень рано у Б. В. Нумерова появилась любовь к музыке. Все дети в семье любили петь, любили хоровую музыку. Борис Васильевич в детстве учился игре на рояле, но не систематически, однако большие природные музыкальные способности позволяли ему преодолевать трудности. Одним из увлечений была игра на рояле в четыре руки крупных серьезных вещей. Я рано начала учиться играть на рояле, и дядюшки усаживали меня в детстве за рояль, то на правую руку — дядя Боря, то на левую — дядя Саша, конечно, если не было лучших, чем я, исполнителей. Требования были беспощадны, но помогли мне научиться быстро читать ноты. Имена Баха, Бетховена были знакомы мне почти с рождения». После окончания университета он целыми днями мог играть на рояле. Любил музыку Баха, Бетховена, Генделя, Гайдна, Глинки, Бородина и, особенно, Римского-Корсакова, Мусоргского, Даргомыжского, Скрябина, Прокофьева, Дебюсси и Равеля, более всего — симфоническую музыку и романсы. Все его друзья тоже любили музыку. В Новгороде в основном товарищами были его братья. Александр

был ему ближе всех и по возрасту, и потому, что хорошо играл на рояле (он окончил музыкальное училище).

Близким Борису Васильевичу человеком был учитель гимназии, историк, композитор Владимир Митрофанович Корсунский. Позднее он всегда бывал у Нумерова в Ленинграде. Друзьями также стали новгородцы: студент консерватории Михаил Нильский и врач Алексей Твердынский, оба страстные музыканты. Сохранилась фотография, на которой Б. В. Нумеров снят вместе с братом Александром, Нильским и Твердынским в 1913 г. На ее обратной стороне есть две надписи: «Нашему импровизатору дарю на память свою физиономию. Михаил Нильский»; «Пианисту, не знающему трудностей, схватывателю несхватываемого, автору неизданных опусов. Боше от Алексея Твердынского» (друзья по Новгороду называли Бориса Васильевича Бошей). Большим другом Нумерова был Петр Иванович Лукирский, они вместе учились в гимназии, оба любили ходить на лодке под парусами.

Студенческие годы

В 1909 г. Борис Васильевич окончил новгородскую гимназию и поступил на физико-математический факультет Петербургского университета, где скоро обратил на себя внимание проф. А. А. Иванова живостью характера и большим интересом к астрономии. А. А. Иванов — основатель школы теоретиков-астрономов в Петербургском университете. Он ушел из Главной палаты мер и весов в 1908 г. в Петербургский университет в связи с его избранием профессором. А. А. Иванов читал в университете сферическую астрономию, теоретическую астрономию и небесную механику, высшую геодезию и топографию. В эти годы на физико-математическом факультете Петербургского университета было много выдающихся профессоров-лекторов, из которых выделялись В. А. Стеклов, И. Л. Пташицкий, О. Д. Хвольсон. В 1909 г. А. А. Иванов ввел курс астрофизики, сначала под названием «Физика неба», а затем — «Физика Солнца».

В годы учения в университете Борис Васильевич принял активное участие в работе студенческого астрономического кружка, руководителем которого был А. А. Иванов. Члены кружка, в том числе и Б. В. Нумеров, делали доклады и со-

общения о новостях в астрономии. В одном из выпусков трудов научных кружков физико-математического факультета в 1911 г. была опубликована статья Б. В. Нумерова и К. К. Дубровского об использовании прибора Штюккраты для относительных определений силы тяжести по результатам работы с маятниками Штернека [1]. Борис Васильевич подробно исследовал также модель базисного прибора Струве, принадлежавшего Астрономической обсерватории университета. Членами астрономического кружка были выполнены коллективные переводы книг ряда зарубежных авторов: «Космография» Тиссерана, «Как изучать звезды» Рюдо и «Планеты и их происхождение» Андрэ, а в 1912 г. изданы лекции А. А. Иванова по теоретической астрономии. На четвертом курсе университета, также совместно с К. К. Дубровским, Б. В. Нумеровым была выполнена работа по определению окончательной орбиты кометы 1907 I [3] (отмеченная Русским астрономическим обществом премией А. Ф. Голубева в размере 350 р.), о которой дал прекрасный отзыв К. Д. Покровский (Изв. РАО, 1913, вып. 19, № 6, с. 169—171).

Руководитель кружка А. А. Иванов не упускал случая организовать научные экспедиции, связанные с такими значительными астрономическими событиями, как кольцеобразное солнечное затмение 4 апреля 1912 г. (ст. Спаская Полисть), летние наблюдения падающих и переменных звезд и др. Предварительно были вычислены обстоятельства этого затмения. Участниками экспедиции были почти исключительно студенты — члены кружка (в том числе Б. В. Нумеров, К. К. Дубровский, М. А. Вильев, С. Г. Натансон и др.); кроме того, в ней принимали участие бестужевки — члены астрономического кружка при Высших женских (Бестужевских) курсах, где преподавал А. А. Иванов: Л. И. Терентьева, А. И. Струйская, Е. С. Мартьянова, М. И. Абрамова, Е. С. Рубинштейн, Е. К. Вороновская и Н. М. Штауде. По результатам наблюдения солнечного затмения Б. В. Нумеровым была опубликована статья [2]. Б. В. Нумеров и Б. И. Рак участвовали в предвычислении полного солнечного затмения 1914 г. для различных мест наблюдения и наблюдали его в Риге. Летом 1913 г. Б. В. Нумеров и К. К. Дубровский измеряли двойные звезды и под руководством А. А. Иванова участвовали в практических работах по геодезии: провели мензурную съемку в селах Зинкино и Кривцово, в 10 км от ст. Оку-



Б. В. Нумеров, К. К. Дубровский, Б. И. Рак в студенческие годы.

ловка, пронивелировали берег р. Каченовки, определили разность уровней озер Пузырево и Орехового. Следует отметить, что уже в 1913 г. Борис Васильевич стал членом Совета Русского астрономического общества (РАО).

А. А. Иванов умел правильно оценивать способности слушателей. Он писал: «Б. В. Нумеров осенью 1909 г. участвовал в переводе книги Рюдо „Как изучать звезды“, изданной под моей редакцией. Летом 1909 и 1910 гг. Б. В. Нумеров занимался под моим руководством мензульной съемкой и нивелировкой. При этом всегда бросалась в глаза его самостоятельность». В августе 1913 г. Борис Васильевич наблюдал на ст. Болгоее прохождение звезд с помощью нитяного треугольника для определения поправки часов и широты места наблюдений. Он произвел более 80 наблюдений. В результате он убедился в том, что этот способ дает возможность определить широту с точностью до $0.1''$, а поправку часов — с точностью до 1 с.

20 октября 1913 г. А. А. Иванов обратился на физико-математический факультет университета с ходатайством о предоставлении Б. В. Нумерову стипендии. Он писал:

«Следует признать, что Б. В. Нумеров — серьезный астроном и его занятия должны быть признаны выше всяких похвал». Ходатайство А. А. Иванова было удовлетворено, и Б. В. Нумерову была назначена с 1 января 1914 г. двухгодичная стипендия. Летом 1914 г. под руководством А. А. Иванова и оставленных при университете Б. В. Нумерова и С. П. Полетаева велись практические занятия со студентами (в числе которых были С. Г. Натансон и Б. В. Новопашенный) в имении Иванова Лохово в бывшей Новгородской губернии: мензульная съемка и определение уровней озер Лохово и Лоховец.

Вот что писал А. А. Иванов в своем ходатайстве об оставлении Бориса Васильевича в университете при кафедре астрономии: «Мое достаточно продолжительное знакомство с Б. В. Нумеровым вполне убедило меня в том, что из него выйдет талантливый ученый. Это дало мне право ходатайствовать об оставлении его при университете... Б. В. Нумеров занимался под моим руководством как теоретической, так и практической астрономией. Лето 1912 г. он провел у меня на даче и два месяца наблюдал в универсальные инструменты. Он в совершенстве овладел инструментом и различными методами наблюдений и в них обнаружил несомненный наблюдательный талант. Далее он, будучи студентом третьего курса, вычислил под моим руководством частные возмущения планеты Герды по способу Ганзена—Титьена — типовым изменением произвольных постоянных».

В Петербурге во время учения в университете Борис Васильевич жил у старшего брата Николая Васильевича на бывшей Кабинетской улице (ныне ул. Правды). Старший брат помогал младшему; это было особенно важно, так как в 1912 г. умер Василий Иванович Нумеров. Борис Васильевич был тогда студентом четвертого курса. Его друзьями по университету были К. К. Дубровский и Б. И. Рак. В университете он учился вместе с М. А. Вильевым, умершим от испанки в 1919 г., С. Г. Натансоном и С. О. Гальперсоном. Впоследствии сотрудниками Астрономического института, руководимого Борисом Васильевичем, стали многие участники астрономического кружка Петербургского университета и слушательницы Высших женских (Бестужевских) курсов.

Пулковская обсерватория и университет

Работа в Пулковской обсерватории

Весной 1913 г., после окончания Петербургского университета с дипломом первой степени, Б. В. Нумеров был оставлен при университете для подготовки к научной деятельности. 16 сентября того же года он был приглашен на должность сверхштатного астронома Пулковской обсерватории; ему были поручены наблюдения на большом зенит-телескопе Фрейберга (теперь он называется ЗТФ-135; диаметр его объектива 135 см) с целью изучения колебаний широты и движения полюса. Для этих наблюдений он переехал жить в Пулково, где его поселили в одной квартире с его другом Б. И. Раком в «южном доме» обсерватории (там в то время находились астрофизическая лаборатория и электростанция).

Б. В. Нумеров сразу же приступил к наблюдениям пар звезд (одна из звезд кульминирует к северу от зенита, другая — к югу) и измерениям разности их зенитных расстояний для определения широты по способу Талькотта. С октября 1913 по ноябрь 1915 г. за 258 ночей он произвел более 3 тыс. наблюдений пар Талькотта, β Кассиопеи и других звезд и сам их обработал. За это же время Борис Васильевич разработал полную теорию зенит-телескопа, что было сделано впервые, вывел формулу для вычисления инструментальных ошибок с учетом членов второго порядка [5]. Для удобства и большей точности наблюдений по его указаниям были внесены значительные улучшения в конструкцию инструмента (освещение поля зрения окуляра, отсчеты микрометров и уровней и др.). Он критически проанализировал общепринятый цепной метод широтных наблюдений и предложил новую, расширенную программу наблюдений на зенит-телескопе [9] и их обработку методом последовательных приближений [4].

В то время на обсерваториях и станциях международной службы широты для наблюдений пар Талькотта на зенит-телескопах использовалась программа, которая составлялась на год из 8—12 двухчасовых групп пар Талькотта. Каждую ночь в течение одного-полутора месяцев наблюдались две соседние группы (по 6—12 пар звезд в группе), которые на следующий период заменялись другими двумя смежными группами, что в результате годичного цикла создавало замкнутую цепь. Б. В. Нумеров обратил внимание, что в цепном методе на результаты существенно влияют сезонные метеорологические факторы, а также систематические ошибки склонений звезд и неточности принятого значения абберационной постоянной, которые могут быть причиной невязки, обнаруживающейся при замыкании годичной цепи широтных наблюдений. У него возникло сомнение, целесообразно ли пользоваться этой программой дальше из-за влияния прецессии на разности зенитных расстояний, которые для некоторых пар достигли столь большой величины, что звезды едва помещались в поле зрения телескопа.

Борис Васильевич пришел к выводу, что классический цепной метод наблюдений недостаточен для выявления тонких эффектов в изменениях широты, и разработал новую программу широтных наблюдений, предусматривающую наблюдения с зенит-телескопом в течение всей ночи, «от зари до зари», которая давала надежный материал не только для исследования изменений широты, но и для определения поправок к абберационной постоянной и выяснений сущности упомянутой невязки. В новой программе не было делений на группы, так что каждую ночь наблюдались все доступные пары. Особое внимание при этом было обращено на наблюдения около восхода и захода Солнца, так как именно эти наблюдения могли решить вопрос о влиянии абберации на невязку. Все наблюдения были Б. В. Нумеровым тщательно обработаны, он построил также кривую колебания широты. Он вывел формулу зависимости невязки от суточного члена изменений широты, предложил такие наблюдения обрабатывать методом последовательных приближений [4] и дал вывод формулы для изменения широты Пулковской обсерватории на основе 10-летнего ряда наблюдений.

С. В. Романская вспоминает: «С Борисом Васильевичем Нумеровым мне довелось работать одновременно

в Пулковской обсерватории в течение двух лет, 1913—1915 гг. Ему были поручены наблюдения широты на Большом пулковском зенит-телескопе.¹ Эти наблюдения считались трудоемкими, так как в те времена надо было одному наблюдателю каждый день следить за небом и в случае ясной ночи производить наблюдения. В настоящее время подобную работу поручают двум, а то и трем наблюдателям, чтобы была передышка в дежурстве. Зато на этой работе наблюдателей держали не более двух лет, обычно после двухлетнего цикла приглашались свежие молодые силы. В работе Борис Васильевич показал серьезную эрудицию и недюжинную инициативу. Он был пятым наблюдателем на этом телескопе. Однако же именно он проявил вдумчивость, подметил, что можно усовершенствовать в обстановке наблюдений, а значит, повысить их точность. Он предложил новую программу наблюдений, которая применялась многие годы, а также новый метод обработки наблюдений. Этот метод был применен лично мною впоследствии при обработке циклов 1920—1925 гг., а позднее и другими астрономами. Ряд его статей был напечатан в „Известиях“ обсерватории [4—9]. А ведь ему было тогда всего 24 года».

С конца ноября 1915 г. наблюдателями на зенит-телескопе стали Н. И. Днепровский и Н. В. Циммерман. По новой программе, составленной Б. В. Нумеровым вместе с Н. В. Циммерманом и содержащей 106 пар Талькотта [9], наблюдения в Пулкове проводились регулярно в течение 14 лет (с 1915 по 1928 г.). Основные наблюдатели В. Р. Берг и С. В. Романская получили рекордные по точности результаты. При этом в изменениях широт был обнаружен небольшой суточный член, по-видимому, обусловленный ошибками в учете рефракции или инструментального происхождения. Аналогичная программа наблюдений на зенит-телескопе «от зари до зари» была использована в Пулковской обсерватории через 40 лет, с 1955 до 1961 г., в период проведения Международного геофизического года. Это свидетельствует о целесообразности и дальновидности идей и предложений Б. В. Нумерова.

В Пулковской обсерватории Борис Васильевич ознакомился с теорией и практикой астрономических работ.

¹ Речь идет о ЗТФ-135.



Б. В. Нумеров — астроном-наблюдатель Пулковской обсерватории.
1916 г.

Кроме наблюдений на зенит-телескопе он участвовал, вместе с Л. Л. Маткевичем и Н. И. Днепровским, в исследовании фигуры цапф большого пассажного инструмента, в обработке наблюдений на меридианном круге, полученных А. А. Кондратьевым и М. Н. Мориним, в наблюдениях кометы 1913 I (Делавана) на 15-дюймовом рефракторе (основными наблюдателями были Л. В. Окулич и А. Н. Высотский). 25 октября 1914 г. Нумеров наблюдал прохождение Меркурия по диску Солнца в 4-дюймовую трубу. Б. В. Нумеров заинтересовался также астрофотографией. Наблюдателем на нормальном астрографе тогда был С. К. Костинский, основоположник астрофотографии и фотографической астрометрии в России. Под его руководством Борис Васильевич изучал методы измерения и обра-

ботки астрофотографий, сам измерил и вычислил собственные движения ряда звезд в окрестностях скопления NGC 129, полученные результаты сравнил с измерениями тех же фотографий на стереокомпараторе. В 1914 г. в транспортном хозяйстве обсерватории появился первый автомобиль. Б. В. Нумеров очень быстро выучился водить машину и даже чинить ее. Вообще он все умел делать своими руками, а главное, он все умел делать быстро и хорошо.

Б. В. Нумеров работал в Пулковской обсерватории до осени 1915 г. В очередном годовом отчете директор Пулковской обсерватории акад. О. А. Баклунд дал такой отзыв: «За недолгое время пребывания в обсерватории (два года) г. Нумеров успел заявить себя энергичным работником, обладающим отличной эрудицией и выдающейся научной инициативой». О. А. Баклунд специально отмечал хорошую устойчивость зенит-телескопа по всем параметрам при наблюдениях Нумерова. Вот что писал об этом сам Борис Васильевич: «Пребывание мое в Пулкове для научного моего развития имело громадное значение, и годы, проведенные на обсерватории, будут всегда мне памятны».

Пулковская школа сыграла большую роль в формировании Б. В. Нумерова как ученого, а сам он навсегда сохранил с пулковцами самые тесные научные, общественно-организационные и дружеские связи. Так, с С. К. Костинским он был тесно связан в 1917—1923 гг. и позднее по вопросам издания «Вестника Всероссийского астрономического союза», когда они оба стали членами бюро Совета Всероссийского астрономического союза. Сохранилось около десяти писем Нумерова к Костинскому по разным вопросам. Борис Васильевич очень уважал и любил Сергея Константиновича. Н. М. Морин, сын астронома М. Н. Морина, вспоминает: «Я встретился с Б. В. Нумеровым только в конце лета 1936 г. на похоронах С. К. Костинского. Борис Васильевич стоял у края открытой могилы, на его глазах были слезы».

Дальнейшие связи Б. В. Нумерова с Пулковской обсерваторией выражались также в его постоянном, всегда активном участии в проводимых в Пулкове научных собраниях и конференциях. Так, 21 декабря 1917 г. в Пулкове состоялся его доклад «Новая программа для пулковского зенит-телескопа», 23 февраля 1918 г. — «Теоретический вывод влияния эллиптичности атмосферы на рефракцию», 12 марта 1919 г. — доклад о сравнении методов зенит-

телескопа и пассажного инструмента в первом вертикале в отношении рефракционных аномалий, 20 июля того же года — «О вычислении приближенных эфемерид малых планет» и т. д. В течение многих лет Борис Васильевич был постоянным членом Ученого совета Пулковской обсерватории. С. В. Романская вспоминает о Борисе Васильевиче так: «Это был всегда живой, веселый, жизнерадостный и — это сразу было видно — весьма одаренный молодой человек. Ум так и светился в его глазах. Глаза его как бы искрились, точно какая-то лукавинка или веселинка, словно бы огоньки так и вспыхивали в них. Приходилось довольно много общаться с ним, так как в Пулкове, особенно молодежь, жила дружной семьей. Ежедневно все молодые холостые обедали вместе у Шепелевича (смотрителя обсерватории). Кроме того, встречались на дружеских собраниях или вечерах, не говоря уже об общении на работе».

За время своего пребывания в Пулкове Б. В. Нумеров много времени отдавал музыке и среди пулковцев приобрел много друзей — любителей музыки, с которыми сохранил связь до конца жизни. Вот что писал о Б. В. Нумерове Н. М. Морин: «Я имел счастье близко знать Б. В. Нумерова. Общение с этим глубоко и разносторонне талантливым человеком подарило меня многим часам высокого наслаждения и радости. Впервые познакомился мы с Борисом Васильевичем в 1913 г., когда он вместе с Борисом Ивановичем Раком по окончании Петроградского университета приехал на работу в Пулково. Несмотря на разницу лет и профессий, мы сблизились быстро и крепко. Нас объединила горячая любовь к музыке, и в частности к музыке Скрябина, который в то время еще жил и творил. Сейчас трудно представить, с каким нетерпением мы ждали выхода в свет каждой новой пьесы этого музыканта. Каждый новый опус Скрябина был для нас событием».

Подобно многим крупным ученым, Борис Васильевич самозабвенно увлекался музыкой и занятия музыкой совмещал с кипучей научной деятельностью. В лице Б. И. Рака он нашел не только прекрасного товарища по научным интересам, но и партнера по игре на рояле в четыре руки. В то время они увлекались творчеством Римского-Корсакова (их коронным номером была «Битва при Кержене» из «Сказания о граде Китеже»). Репертуар исполняемых

ими произведений великих композиторов от Баха до наших дней был широк. В Пулкове в то время было много любителей музыки. Ученый секретарь обсерватории А. А. Кондратьев, его дочери Вера (контральто) и Соня пели, его сын Сергей играл на виолончели, дочь директора Надя Баклунд — на скрипке. Большими любителями музыки были А. А. Белопольский и Ф. Ф. Ренц. Н. М. Морин пишет: «Понятно, что в столь музыкальной среде, каким было старое Пулково, Борис Васильевич был принят особенно тепло не только как подающий большие надежды астроном, но и как страстный любитель музыки».

С. В. Романская вспоминает: «В быту Борис Васильевич был весьма сердечным и легким товарищем. В научных делах охотно мог посоветовать и в житейских не отказывался содействовать. Вспоминается, когда он уже был астрономом-наблюдателем в университете, я попросила его помочь мне приобрести пианино, так как он очень любил музыку и сам хорошо играл на рояле. Я просила его съездить со мною и попробовать на месте, стоит ли вещь приобретения. Борис Васильевич сразу согласился, и с его одобрения я приобрела недурное пианино. Он был очень музыкален и чрезвычайно увлекался музыкой. Я помню до сих пор, как он наезжал после в Пулково, заходил ко мне, и мы вместе с ним исполняли с энтузиазмом подряд оперу Римского-Корсакова „Сказание о граде Китеже“. Борис Васильевич очень любил эту музыку, я тоже. При этом он пел все мужские партии, а я — женские. Восторгом не было конца! Все, что ни делал Борис Васильевич, он делал с увлечением и увлекал окружающих. Впоследствии, когда он стал директором Астрономического института, между институтом и обсерваторией поддерживался постоянный живой контакт. Припоминается 10-летний юбилей института, когда многие из нас, пулковцев, были приглашены как ближайшие коллеги. На вечере царила теплая, дружеская атмосфера».

Н. М. Морин вспоминает: «Борис Васильевич организовал проезд в Пулково и устройство концерта Анатолия Леонидовича Доливо. Перед приездом Доливо мы с Борисом Васильевичем провели в Пулкове концерт в целях предварительного ознакомления слушателей со своеобразным репертуаром Доливо. Борис Васильевич аккомпанировал, я исполнял ряд песен и романсов. Ноты для этого концерта нельзя было достать в продаже. Борис Василь-

евич кое-что переписал, пользуясь любезностью Доливо, кое-что записал на слух на его концертах». О концерте Доливо в Пулковской обсерватории вспоминает и А. А. Немиро: «Одну встречу с Борисом Васильевичем я запомнил навсегда. Это было в 1935 или в 1936 г. Борис Васильевич, глубокий знаток и ценитель музыки, пригласил в Пулково известного русского и советского певца Анатолия Доливо. Помню, в каком восторженном состоянии находился в тот вечер Борис Васильевич. Не могу забыть вдохновенного выражения его глаз. Он не только сам от всей души наслаждался проникновенным исполнением замечательного певца и артиста, но и испытывал неподдельную радость и удовлетворение от того, что прекрасный мир музыки безраздельно овладел всеми присутствующими. Доливо исполнял в этом концерте русские народные песни в своей обработке и романсы русских композиторов (в том числе романсы Титова), но особенно мастерски и драматично исполнял он романсы Мусоргского. Когда он пел романс „Светик Саввишна“, то преобразился в юродивого, и это у него очень здорово получалось. У него была львиная голова и горящие глаза. Но главное — его исполнение было необыкновенно музыкальным и актерски выразительным. Так же прекрасно исполнял он песни других народов: шотландскую и ирландскую застольные, „Сестры-соперницы“ и др.».

По воспоминаниям Н. М. Морина, весной 1936 г. Борис Васильевич приезжал в Пулково на похороны М. Н. Морина. Гражданская панихида состоялась в круглом зале обсерватории. В зал была принесена фисгармония (из квартиры А. А. Кондратьева), и маленький вокальный ансамбль под аккомпанемент Бориса Васильевича исполнил отрывок («Лакримоза») из «Реквиема» Моцарта.

Работа в Петроградском университете

20 октября 1915 г. Б. В. Нумеров был избран на должность астронома-наблюдателя Астрономической обсерватории университета (астроном-наблюдатель обсерватории Н. А. Тачалов ушел в отставку). Руководство Физико-математического факультета утвердило Б. В. Нумерова в этой должности 25 октября 1915 г. с содержанием в 2200 р. в год. В автобиографии он писал: «С 1915 г. я — астро-

ном-наблюдатель Астрономической обсерватории Петроградского университета, где война и переживаемое тяжелое время значительно тормозили деятельную организацию научной работы. Однако в самый последний год [1917] удалось закончить ряд установок, и в настоящее время уже намечен ряд работ, главным образом характера астрометрического».

В 1915 г. работа началась с организации научных наблюдений на рефракторах (9- и 4-дюймовом) и на пассажном инструменте Бамберга. Нумеровым были проведены наблюдения на 9-дюймовом рефракторе. Изучив установку инструмента и его погрешности, он занялся определением положений планет Нептуна и Весты. Эти наблюдения выявили некоторые технические неудобства в инструменте и в башне.

В 1916 г. Борис Васильевич выдержал магистерские экзамены, к которым начал готовиться еще в конце 1913 г. В течение 1916 г. под его руководством студентами I и II курсов университета был выполнен большой объем практических работ по астрономии с различными инструментами и приборами как в помещении обсерватории, так и под открытым небом, в том числе и с нитяным треугольником. А. А. Иванов поручил также астроному-наблюдателю Б. В. Нумерову и ассистенту П. И. Савкевичу вести практические занятия по геодезии. Б. В. Нумеров и П. И. Савкевич определили в Главной палате мер и весов температурные и барометрические коэффициенты двух приборов — маятников Штюккрата.

Благодаря энергии А. А. Иванова, а также Б. В. Нумерова, который был его непосредственным помощником, с 1916 г. начали издаваться «Труды Астрономической обсерватории Петроградского университета». Первой работой Б. В. Нумерова, опубликованной в «Трудах Астрономической обсерватории», была «Влияние инструментальных ошибок на меридиональные измерения с микрометром» [10]. В 1919 г. была издана работа «Схема электрической установки Астрономической обсерватории Петроградского университета» [20]. В 1923 г. в «Трудах Астрономической обсерватории» была опубликована одна из самых важных его работ — «Новый метод определения орбит и вычисления эфемерид с учетом возмущений» [29].

Выдающиеся организаторские способности Б. В. Ну-

мерова проявились рано и получили признание. В 1913 г. он стал членом Совета Русского астрономического общества, а с 1922 по 1925 г. был его председателем. Русское астрономическое общество (РАО) было основано в 1890 г. при активном участии С. П. Глазенапа и А. А. Иванова и объединило астрономов, геодезистов, а также любителей астрономии. Кроме научной, теоретической деятельности общество снарядило несколько экспедиций, выпустило многочисленные труды, имело свой ежемесячный журнал «Известия РАО» и «Астрономический ежегодник». Первым председателем РАО был выдающийся ученый-астроном Ф. А. Бредихин, в то время директор Пулковской обсерватории.

За все время существования общества, с 1890 по 1925 г., на его заседаниях было прочитано свыше 400 докладов. За лучшие работы в области астрономии и геодезии обществом присуждались премии. В числе премированных был и Борис Васильевич, который прочел на общих собраниях РАО 13 докладов, в том числе: «О составлении программ для способа Талькотта от 30 до 70° северной широты» (1917 г.), «Общая теория пассажного инструмента в связи с новым методом фотографической регистрации прохождений» (1918 г.), «Новый метод определения орбит и вычисления эфемерид с учетом возмущений» (1922 г.), «Графический метод учета влияния надземных и подземных масс при гравитационных наблюдениях» (1925 г.) и др. В «Известиях РАО» был опубликован ряд работ Бориса Васильевича: «Переход от наблюденных экваториальных координат Луны к геоцентрическим» [7], «Исследование по теории рефракции» [24], «Графическое построение движения по закону Ньютона на плоскости» [37] и др. В 1926 г. РАО прекратило существование, и в 30-х годах было создано Всесоюзное астрономо-геодезическое общество (ВАГО) с отделениями в различных городах страны.

Астрономы в Пулкове и в обсерватории Московского университета в течение длительного времени обсуждали вопрос о создании Всероссийского астрономического союза. В июне 1916 г. московские астрономы прислали в Пулково разработанный ими проект устава Русской астрономической ассоциации, в составлении которого принимали участие П. К. Штернберг, С. Н. Блажко, С. А. Казаков, И. А. Казанский, А. А. Михайлов и И. Ф. По-

лак. В конце 1916 г. в Пулкове была создана организационная комиссия, в которую вошли С. К. Костинский, М. Н. Морин, Г. А. Тихов, А. Н. Высотский и Н. В. Циммерман. Организационная комиссия на расширенном заседании с участием А. А. Иванова, Ф. И. Блюмбаха и Б. В. Нумерова рассмотрела проект устава и в порядке подготовки к съезду распределила обязанности между пулковскими и петроградскими астрономами. Первым была поручена преимущественно научная сторона, а вторым — организационная. Как отмечает С. К. Костинский, «благодаря выдающейся энергии проф. А. А. Иванова и его помощников вся деловая сторона съезда была обставлена лучше, чем можно было ожидать, особенно если принять во внимание, в какие трудные времена пришлось впервые собраться русским астрономам».

Первый съезд Всероссийского астрономического союза (ВАС) проходил с 5 по 7 апреля 1917 г. в малом конференц-зале Академии наук. Председателем был избран П. К. Штернберг. Съезд открыл вице-президент Академии наук А. П. Карпинский. Съезд принял решение о создании Всероссийского астрономического союза, утвердил устав, избрал Совет и Бюро Совета ВАС, председателем которого стал А. А. Иванов, а секретарем — Б. В. Нумеров. Съезд принял также решение об издании периодического печатного органа «Вестник ВАС» и создал семь постоянных комиссий союза: меридианную, фотометрическую, теоретическую и вычислительную, комиссии по долготе, широте, исследованию зодиакального света и определению силы тяжести. Последняя была создана по предложению Бориса Васильевича. Сам он вошел в теоретическую и вычислительную комиссии, комиссию по широте и возглавил комиссию по определению силы тяжести.

В течение 1917—1918 гг. Бюро Совета ВАС провело 10 заседаний, на одном из них, в частности, Бюро предложило ввести грегорианский календарь.

Советское правительство субсидировало Астрономический союз для организации нескольких научных экспедиций, в том числе экспедиции по определению силы тяжести в различных районах России. Экспедиция, в состав которой входили Б. В. Нумеров, К. К. Дубровский и другие ученые, определила ряд опорных пунктов силы тяжести на территории страны. Борис Васильевич теоретически обосновал выбор пунктов в России для определения силы

тяжести, наметил работы по определению широт по способу Талькотта и долгот по радиотелеграфу. Вместе с П. И. Савкевичем составил необходимые таблицы для наблюдений с маятниками. Комиссия ВАС по определению силы тяжести систематизировала результаты ранее проведенных в России работ в этой области, определила наличие оборудования и средств. Из письма Б. В. Нумерова С. К. Костинскому от 15 мая 1918 г.: «Сегодня же выслал смету в Москву (на 25 000 рублей)... Сегодня интересовался силой тяжести Урала — любопытные существуют аномалии при подъеме к хребту. Имело бы большой смысл тщательно разработать эту местность. Является мысль поехать, но это пока еще мечты».

Теоретическая и вычислительная комиссия ВАС, председателем которой был А. А. Иванов, состояла из 16 человек. К весне 1917 г. комиссия провела четыре заседания, на которых был рассмотрен ряд предложений, в том числе предложение Бориса Васильевича об организации систематических наблюдений малых планет на обсерваториях России. По вопросу организации наблюдений малых планет и составлению необходимых эфемерид для этих наблюдений комиссия поручила ему составить и разослать по обсерваториям анкету относительно инструментальных средств, которые могли быть использованы для наблюдений. На эту анкету отозвалась лишь Энгельгардтовская обсерватория.

Много сил и энергии С. К. Костинский и Б. В. Нумеров, редакторы «Вестника ВАС», приложили в деле его составления и печатания. В первом выпуске «Вестника» С. К. Костинский и Б. В. Нумеров пишут от имени редакции: «Программа нашего журнала сводится прежде всего к тому, чтобы дать русским астрономам-специалистам выход к обнародованию в сжатой форме результатов их новейших работ, что делалось до сих пор обыкновенно или через иностранные журналы, или через русские издания общего характера. Вторая существенная цель — это взаимное осведомление русских деятелей по астрономии о планах и о состоянии их текущих работ, кооперативного или индивидуального характера, путем печатания отчетов съездов, обсерваторий и отдельных лиц, а также обзоров и заметок библиографического характера». Из их переписки видны трудности выполнения этой работы. 6 октября 1917 г. Б. В. Нумеров писал С. К. Костинскому

в Пулково: «Многоуважаемый Сергей Константинович! Из разговора с Александром Александровичем [Ивановым] выяснилось, что он согласен собраться и хочет созвать Бюро Совета на утро (10—11 ч.) в понедельник 9 октября в библиотеке астрономической обсерватории. Главным будет вопрос о печатании первого выпуска „Вестника“, т. е. то, что Вас и меня сейчас интересует. После заседания мы можем сходить к Стасюлевичу и окончательно договориться о цене, шрифте и формате. Передайте приглашение Петру Ивановичу [Яшнову]. Уважающий Вас Б. Нумеров».

В письме от 26 октября 1917 г. Борис Васильевич упоминает о сданных в печать рукописях статей Вильева, Нумерова и Яковкина: «Теперь, мне кажется, материала вполне достаточно для первого номера. Сегодня пытался сходить в типографию, но безуспешно, по-видимому, бастуют. Все Ваши советы о печатании списка членов Союза, который у меня уже готов, приму во внимание...». В письме от 6 апреля 1918 г.: «Типография молчит. Сегодня узнал, что только на будущей неделе будет напечатан „Вестник“. Недели через две обещали совсем кончить. О рассылке, об учреждениях еще мы с Александром Александровичем [Ивановым] не имели суждения. Список русских учреждений мною составлен, и Ваш список находится также у меня».

В письме от 12 декабря 1918 г.: «На днях получил от Петра Ивановича [Яшнова] небольшую статью „О влиянии продольного изгиба трубы на зенитные расстояния, определяемые вертикальным кругом“ (5 страниц). Уведомьте меня, желаете ли Вы ее просмотреть в рукописи или согласны познакомиться уже в корректуре. По-моему, статья весьма подходящая для „Вестника“. Как отнесите Вы к моей маленькой заметке следующего содержания: „Теория пассажного инструмента в связи с новым методом фотографической регистрации прохождений“ (5 страниц)? Эта статья мной еще не закончена, но к концу набора я ее приготовлю. Петр Иванович обещал еще дать результаты фундаментальных наблюдений в Николаеве. Наконец, статья Гавриила Андриановича [Тихова] и Ваша. Мне кажется, материала на 6 листов наберется». В открытке от 20 мая 1919 г.: «Дела с „Вестником“ понемногу движутся вперед. У меня лежит уже сверстанная корректура трех листов. Я ее исправлю и следующую кор-

ректуру пришлю Вам. Чертежи почти готовы». Приложенные усилия по созданию и выпуску «Вестника» дали вполне ощутимые результаты и в те трудные времена позволили как ознакомить широкий круг астрономов страны с работами, проводившимися в обсерваториях, так и в известной степени скоординировать планы работ обсерваторий на будущее. В 1918—1923 гг. удалось выпустить три номера «Вестника».

В 1914—1917 гг. русские ученые перестали получать регулярно журналы и книги из-за границы, резко сократилось печатание журналов и книг в стране. Борис Васильевич пишет С. К. Костинскому: «Главный вопрос, с которым я хочу к Вам обратиться, — это вопрос об организации библиографии. Хорошо бы было собрать всю русскую и, по возможности, иностранную литературу за три последних года, 1915, 1916, 1917, и в систематическом порядке напечатать ее список. Отзывы и рецензии, конечно, желательны, но не обязательны. Я думаю, что материала наберется листа на два. Но ведь огромная польза для дела, даже если только привести одни заглавия и приблизительно систематизировать... Организация работы у нас, конечно, должна идти под Вашим руководством. В Петрограде за это дело берется с удовольствием С. С. Гальперсон, и в этом отношении у него уже имеется материал (карточный каталог статей и книг за год войны), конечно, весьма неполный. Под Вашим руководством дело очень быстро продвинется вперед». В письме от 29 октября 1919 г.: «Сейчас я вырабатываю текст обращения к астрономам по поводу издания библиографии и сведений о научных работах. Государственное издательство согласилось издать отдельные выпуски, посвященные сведениям о работах с их кратким содержанием. Но как удастся собрать сведения, не знаю...». Благодаря хлопотам Нумерова библиография иностранной литературы по астрономии была опубликована в «Русском астрономическом ежегоднике на 1922 г.», изданном в 1921 г.

В Астрономической обсерватории Петроградского университета Б. В. Нумеров должен был обеспечивать все наблюдательные работы точным временем. Он организовал местную службу времени, для которой специально разработал схему электрической часовой установки, свободной от недостатков аналогичной пулковской схемы. Надо было обеспечить возможность регистрации сигналов времени

от различных часов, радиоприемников, от астрономических инструментов на разных хронографах с параллельным измерением запаздывания реле и других элементов и не допустить взаимного влияния электроцепей и возможных помех. Борис Васильевич рассмотрел способы приема и обработки радиосигналов точного времени и организовал на обсерватории регулярный прием ритмических сигналов. Об этой работе он сделал доклад на Втором съезде ВАС в 1920 г. с демонстрацией переносной распределительной доски, изготовленной по его проекту. Эта доска до сих пор хранится в службе времени Астрономической обсерватории ЛГУ. С 1925 г. по его инициативе Астрономический институт стал систематически публиковать программы радиосигналов времени и таблицы для обработки приемов ритмических сигналов. Вопросы службы времени интересовали Б. В. Нумерова и в последующие годы.

В Астрономической обсерватории Борис Васильевич занимался также и теорией рефракции: в «Вестнике ВАС» была напечатана статья «Эллипсоидальная рефракция» [34], в «Известиях РАО» — работа «Новая форма дифференциальных уравнений общей теории рефракции» [19] и т. д. В статьях по теории рефракции он проводил мысль, что наибольшее влияние на явление рефракции имеет уклон слоев, а не закон зависимости распределения плотности от высоты, все методы наблюдений на вертикальном круге, зенит-телескопе и пассажном инструменте в первом вертикале в одинаковой степени зависят от местных рефракционных уклонов.

Из письма Б. В. Нумерова от 6 апреля 1918 г. С. К. Костинскому: «За последние дни я для обсерватории университета достал массу всякого материала (тысяч на 20): проводники, изоляторы, телефоны, машина, радиостанция и т. п. Я писал Г. А. Тихову об этом, а также передавал Н. И. Днепровскому». В. 1918—1919 гг. под руководством Б. В. Нумерова на Астрономической обсерватории Петроградского университета работали моряки, прикомандированные Главным гидрографическим управлением к университету для усовершенствования. Среди них был и окончивший Петербургский университет И. Д. Жонголович, который обнаружил весьма хорошие познания и глубину в наблюдениях.

Летом 1918 г. Б. В. Нумеров был командирован на Энгельгардтовскую астрономическую обсерваторию около

Казани, где участвовал в разработке схемы обработки зонных наблюдений меридианного круга и составил проект устройства электрической проводки на обсерватории. Энгельгардтовская обсерватория находилась на холме, на расстоянии 1.5 км от железнодорожной станции. Основателем обсерватории был Василий Павлович Энгельгардт (1828—1915 гг.), который в конце 90-х годов XIX в. передал все оборудование своей дрезденской обсерватории в дар Казанскому университету. Обсерватория была открыта в 1901 г. и названа Энгельгардтовской.

На этой обсерватории Б. В. Нумеров познакомился с Екатериной Ефимовной Егоровой, которая в 1917 г. окончила московские Высшие женские курсы и работала в обсерватории уже год. Екатерина Ефимовна была первой женщиной-астрономом на Энгельгардтовской обсерватории. На ее обязанности лежала служба времени, наблюдения велись на пассажном инструменте в так называемом павильоне Кука, который был раздвижным. Б. В. Нумеров помог ей в составлении программы для вечерних наблюдений (показал, как надо подбирать пары звезд на западе и на востоке, быстро нивелировать инструмент).

Обстановка в Казани в то время была напряженная из-за мятежа чехословацкого корпуса, организованного Антантой вместе с белогвардейцами с целью свержения Советской власти. 6 августа 1918 г. Казань была занята восставшим чехословацким корпусом. Мать, младшие братья и сестра Е. Е. Егоровой, которые жили на даче около обсерватории, оказались в эти дни в Казани.

Е. Е. Нумерова вспоминает: «Борис Васильевич жил у Дубровского. Как-то я разговорилась с ним, спросила, какие инструменты есть в Петрограде и где он живет. Он сказал, что ключи от всех инструментов висят у него в квартире, а живет он в здании университета. В августе Нумеров сделал мне предложение и стал звать меня в Петроград, но я ответила, что не поеду, без разрешения мамы не могу. Нумеров сказал: „Мне надо уезжать в Петроград“. В это время на обсерваторию пришли красноармейцы, выдали паек, красноармейцам показали инструменты. Нумеров снова сказал мне: „Я должен уехать“. Я ответила: „Поезжайте“. Он уехал, доехал до Свияжска, узнал, что Красная Армия взяла Казань и вернулся на обсерваторию. Я наблюдала. Слышу ночью кто-то стучит в павильон...

На другой день или через день пошли пешком в Казань просить благословения матери. Идти надо было 18 км. Взяли с собой кошку в корзинке, несли по очереди. Нумеров пел мне из оперы Римского-Корсакова „Сказание о невидимом граде Китеже и девице Февронии“. Ему показалось, что как княжич в лесу повстречал деву Февронию, так встретил он в лесу на отдаленной обсерватории деву-астронома: „Поцелуемся, обнимемся, в том сорому нет... К жениху невеста ластится“. 21 сентября была свадьба в Казани. Дубровский и Яковкин были шаферами».

В сентябре 1918 г. молодожены уехали в Петроград. В Петрограде было голодно. Трамваи не ходили. Б. В. Нумеров жил в квартире № 8 на первом этаже главного здания университета. Он познакомил Екатерину Ефимовну с университетскими и пулковскими астрономами — А. А. Ивановым, который жил в ректорском доме на втором этаже, П. М. Горшковым, П. И. Савкевичем, С. К. Костинским и П. И. Яшновым.

В 1919—1920 гг. Б. В. Нумеров произвел наблюдения силы тяжести по качанию маятника в Пулковке, на университетской астрономической обсерватории в Петрограде и в Новом Петергофе (в Александрии, на научной станции Петроградского университета), определил разности долгот астрономических обсерваторий относительно Пулкова. В этих работах участвовали Б. Ю. Козловский и И. Д. Жонголович. А. А. Иванов заведовал астрономическим отделом опытно-научной станции Петроградского университета в Новом Петергофе. Б. В. Нумеров был его ассистентом. Работы астрономического отдела заключались в производстве мензурной съемки, нивелировке, в наблюдении солнечных пятен, в астрономических наблюдениях при помощи мореходных инструментов и т. д., а также в астрономических вычислениях. Е. Е. Нумерова вспоминает следующие наставления Бориса Васильевича, которые он давал студентам перед проведением мензурной съемки: «Важны три условия: 1) ориентировать, т. е. расположить планшет по направлению север—юг; 2) центрировать — груз на веревке привешивался к центру мензулы; 3) нивелировать, чтобы плоскость планшета была горизонтальна. Борис Васильевич повторял: „Ориентировать, центрировать, нивелировать“. Запомнилось на всю жизнь».

11 сентября 1922 г. Б. В. Нумеров представил на фи-

зико-математический факультет университета работу под названием «Новый метод определения орбит и вычисления эфемерид с учетом возмущений» [29], рецензентами которой были назначены А. А. Иванов и Я. Д. Тамаркин. Интересно отметить, что в 1924 г. эта работа получила премию Центральной комиссии по улучшению быта ученых.

Продолжая вести практические занятия со студентами, Нумеров в 1917 г. приступает к чтению лекций в университете, сначала курса практической астрономии, а затем последовательно курсов вычислительной техники (приближенные вычисления), высшей геодезии, гравиметрии. 29 октября 1918 г. он писал С. К. Костинскому: «Лекции читать можно на обсерватории. Правда, не очень тепло, но с понедельника мы будем топить нашу „временку“, и температура будет сносная». Он вел также семинары по теоретической астрономии, небесной механике и геодезии (с 1922 г.). В 1922 г. Нумеров читал курс геофизики в Горном институте, а в 1924 г. был избран профессором астрономии в Ленинградском университете и в том же году — профессором в Горном институте. Он преподавал также в Высшем военно-топографическом училище. Б. В. Нумеров с большим успехом читал курсы астрономии, геодезии и гравиметрии. Лектор он был превосходный: творческое дарование, глубокие познания, артистизм и отличная дикция делали его лекции весьма увлекательными.

Пулковский астроном А. Н. Дейч вспоминает: «Студентом Ленинградского университета я слушал лекции Б. В. Нумерова по практической астрономии, кажется, в 1922 г. Говорил Борис Васильевич ясно, точно и красиво, но без всякой витиеватости». Его яркие, увлекательные лекции носили творческий характер, главное внимание в них обращалось на принципиальную сторону излагаемых вопросов, вместе с тем в них было много практических рекомендаций по работе с инструментами. Нередко Нумеров предлагал студентам самим анализировать выводы, теории, проверять формулы. Несомненно, в связи с подготовкой и чтением этих лекций им был написан ряд статей с оригинальным изложением отдельных разделов сферической и практической астрономии, опубликованных в ранних выпусках «Трудов Астрономической обсерватории» и в других изданиях, о теории универсального инстру-

мента, о неправильностях цапф, об обработке микрометрических измерений, об астрономической рефракции и др. Это — мастерски написанные статьи, в которых изложение отличается глубиной, ясностью и изяществом математической трактовки.

Нумеров предложил новый метод исследования фигуры цапф пассажного инструмента, изложив теоретические основы вопроса о влиянии фигуры цапф пассажного инструмента на наблюдение прохождений звезд, а также методы количественного определения неправильностей цапф. Он разработывал проблемы определения азимута, наклонности и коллимации в самом общем случае, предполагая несовершенство фигуры цапф [33].

Лекции Б. В. Нумерова слушали многие студенты, которые стали известными астрономами и геодезистами, в том числе В. А. Амбарцумян, Н. А. Козырев, С. В. Дроздов, А. В. Марков, В. В. Шаронов, В. Б. Никонов, С. Е. Александров и др. Из воспоминаний М. С. Зверева: «В связи с чтением лекций в Петроградском университете по курсу практической астрономии Б. В. Нумеров дал новое, оригинальное изложение некоторых разделов курса. Это прежде всего изящная и вместе с тем строгая теория универсального инструмента, установленного в произвольном азимуте». Б. В. Нумеров писал в статье «Теория универсального инструмента»: «Всякий астрономический инструмент, предназначенный для измерения углов или полярных координат, включает в себе две взаимно перпендикулярные оси вращения с кругами, по которым в идеальном инструменте непосредственно отсчитываются координаты. Смотря по тому, как направлены оси вращения или какую из координат с наибольшей точностью мерит данный инструмент, существуют различные типы: экваториал, универсальный инструмент, вертикальный круг, альтазимут, меридианный круг, пассажный инструмент, зенит-телескоп. В каждом инструменте существуют погрешности, происходящие, во-первых, от ошибок установки в отношении к основным плоскостям, во-вторых, от технического несовершенства его отдельных частей и, в-третьих, от действия силы тяжести на отдельные части инструмента, или так называемые ошибки гнущия. Теория универсального инструмента включает в себе теорию любого астрономического инструмента и сводится к выводу формул, точных или приближенных, определяющих соотношение между

отсчетами кругов, уровней, микрометра и времени и действительными координатами светил, принимая при этом во внимание и инструментальные погрешности» [33, с. 239].

В этой статье выводятся формулы для редукции момента прохождения, из которых как частные случаи получаются общеизвестные формулы Майера и Бесселя для наблюдений вблизи меридиана и соответствующая формула для пассажного инструмента в первом вертикале. Эти формулы приводит Н. В. Циммерман в главе об астрономических переносных инструментах в «Пулковском курсе практической астрономии» (Л.; М., 1936, с. 181—227). Статья Б. В. Нумерова и теперь, почти через 60 лет после опубликования, может служить превосходным пособием для всех серьезно интересующихся меридианной астрономией, практической астрономией и астрономо-геодезическими определениями координат и азимутов.

Курс приближенных вычислений, прочитанный Б. В. Нумеровым в Ленинградском университете в 1920—1930 гг., также был оригинален. С. В. Дроздов, профессор Новгородского государственного педагогического института, сохранил черновые записки Б. В. Нумерова по этому курсу, привел их к удобному виду, вставил формулы и переслал в 1966 г. в Ленинградское отделение Архива АН СССР (68 с.). Этот материал он использовал при чтении лекций в 60-е годы. По словам С. Е. Александрова, лекции Б. В. Нумерова в Ленинградском университете в 1924—1926 гг. были очень интересными. Борис Васильевич увлекался сам и увлекал своих слушателей. С. Е. Александров вспоминает: «Б. В. Нумеров был яркой личностью. Он всегда говорил: „Если хотите начать новое дело, не смотрите на то, как это делали до вас. Сделайте по-своему, не бойтесь второй раз открыть Америку...“».

Б. В. Нумеров регулярно руководил семинарами по небесной механике. С начала 1922 г. при Астрономической обсерватории Петроградского университета с участием главным образом сотрудников Вычислительного института был организован семинар по небесной механике.

Астрономический институт

Создание Вычислительного института

В апреле 1917 г. на Первом съезде Всероссийского астрономического союза (ВАС) Борис Васильевич Нумеров был избран его секретарем. На этом же съезде впервые был поставлен вопрос об организации в России специального вычислительного института и об издании отечественного «Астрономического ежегодника». М. А. Вильев, П. М. Горшков, Л. Л. Маткевич выступили с докладами, в которых говорили о необходимости организации вычислительных работ. Практическим результатом явилось создание теоретической и вычислительной комиссии ВАС, членом которой был избран Борис Васильевич. Однако в связи с трудностями, вызванными гражданской войной, комиссия временно прекратила деятельность, и только в 1919 г. Нумеров смог начать реализацию идеи создания вычислительного центра.

Весной 1919 г. Б. В. Нумеров организовал Вычислительное бюро при Астрономической обсерватории Петроградского университета. Это было ядро будущего Вычислительного института, в него вошли работающие в университете преподаватели-астрономы, ассистенты и студенты. На организационном совещании, проведенном в Астрономическом кабинете Петроградского университета, было принято предложение Бориса Васильевича о начале работ по вычислению эфемерид малых планет. Эфемериды малых планет были напечатаны к началу 1919 г. в виде циркуляров обсерватории. Всего вышло два циркуляра, содержащих эфемериды 36 малых планет с яркостью не слабее 11-й звездной величины и со склонением не ниже -10° , цель которых была дать эфемериды на 1920 г. малых планет, доступных для наблюдения на рефракторе.

Ввиду явного успеха предпринятой работы, а также

в силу того, что Нумеров решил применить экстраполяционный метод к массовым вычислениям эфемерид малых планет с учетом возмущений, он стал ходатайствовать об учреждении Вычислительного института. Положение об институте и его устав были предварительно разработаны. 7 октября 1919 г. вновь созданный Вычислительный институт приступил к работе. В институте было девять человек: постоянные вычислители, работавшие ежедневно по 5 ч., и временные сотрудники, работавшие по 2—3 ч. Заведующим был Б. В. Нумеров.

1 ноября 1919 г. Борис Васильевич писал, что из работ, намеченных к выполнению и фактически выполняющихся в институте, следует отметить вычисление: приближенных эфемерид всех малых планет с точностью 0.1° для астрографов и ярких планет не слабее 11-й звездной величины склонением не ниже -10° , точностью $1'$; редуцированных величин на 1921 г. для приведения на видимое место, а также и самих приведений по особому списку для обсерваторий; эфемерид и орбит вновь открываемых светил интерполяционным методом для экстраполирования эфемерид на основании трех наблюдений и эфемерид малых планет с учетом возмущений, также интерполяционным методом, — и составление программы для способа Талкотта для всех широт от $+30$ до $+70^\circ$. Кроме того, в задачи института входило также создание школы вычислителей, разработка и упрощение методов вычислений. В конце 1919 г. вышел в свет первый выпуск, содержащий эфемериды малых планет на 1920 г. для 31 планеты.

1 января 1920 г. Нумеров стал директором Государственного вычислительного института, в котором были следующие отделы: теоретической астрономии, практической астрономии, физической астрономии и сферической астрономии. Создание института требовало от него большой энергии и настойчивости. Предпринятые усилия дали вполне реальный результат. Б. В. Нумеров при поддержке А. А. Иванова предпринял энергичные действия, направленные на дальнейшее расширение астрономической вычислительной базы института. Хлопоты его закончились удачно. Об этом пишет Е. Е. Нумерова в письме от 13 апреля 1920 г., адресованном сестре М. Е. Егоровой: «Борис Васильевич в Москве все дела провел блестяще. Получил утверждение о Государственном вычислительном институте, денежные ассигнования. Вместе с А. А. Ивановым

открыл отделение Вычислительного института в Москве». Много написано в письме о планах на ближайшее будущее: «Борису придется ехать организовывать отделение Вычислительного института в Казани, это уже позднее несколько. Вообще в Москве Научный отдел Наркомпроса дал массу денег, на все, что просили: институт, экспедиции, съезды и пр. Надо теперь это оправдать на деле, а людей не хватает, и Боря на себя много берет в смысле организации всего и чувствует тягость быть „начальством“».

Участники Второго съезда ВАС, состоявшегося в августе 1920 г. в Петрограде, с глубоким удовлетворением заслушали историю возникновения и отчет института и выразили пожелание расширить его работу, а также открыть отделения института, аналогичные Московскому отделению, в других городах. На этом же съезде Б. В. Нумеров прочитал отчет о деятельности ВАС и о работе Государственного вычислительного института, а также сделал доклады «О построении таблиц для приведения на видимое место всех звезд до 6-й величины на XX столетие», «О вычислении приближенных эфемерид малых планет с учетом возмущений» и сообщение «О схеме электрической установки Петроградской университетской обсерватории».

Перед вновь созданным институтом была поставлена сложная и ответственная задача вычисления в самый короткий срок основных астрономических эфемерид на 1921 г. и выпуска «Русского астрономического ежегодника». Несмотря на малое число сотрудников, Вычислительный институт уже в 1920 г. успешно выполнил первый этап этой большой работы, издав пять отдельных брошюр-выпусков. Выпуски содержали эфемериды Солнца, Луны и планет, средние и видимые положения звезд, таблицы для вычисления редуцированных величин, сведения о затмениях Солнца (вычисленные А. А. Михайловым в Москве) и Луны в 1921 г. Эта работа была успешно выполнена под руководством Н. И. Идельсона (эфемериды Солнца, Луны и больших планет) и Б. В. Нумерова (эфемериды малых планет, приведение звезд на видимое место в 1921 г. и соответствующие редуцированные величины).

Первый том «Русского астрономического ежегодника» на 1922 г. вышел в свет в декабре 1921 г. В предисловии, написанном Б. В. Нумеровым, было указано, что это первый опыт издания в России достаточно полных эфе-

мерид Солнца, Луны, больших планет, положений звезд и пр. На 1922 г. в институте были составлены, кроме того, расширенные таблицы азимутов и зенитных расстояний Полярной, таблицы для определения широты по наблюдениям Полярной, эфемериды малых планет и покрытий звезд Луной для Петрограда и др. Как писали Б. В. Нумеров, Н. И. Идельсон и П. И. Яшнов, «Астрономический ежегодник» «есть основа астрономической культуры страны. Все то, что дает теория по части движения в Солнечной системе, весь тот огромный материал, который накапливают обсерватории по наблюдению неподвижных звезд, все это дается здесь в такой форме, которая позволяет наблюдателю получить нужный ему комплекс положений небесных тел на любой момент времени в данном году» (см. [70], с. 58).

Наряду с эфемеридами «Русский астрономический ежегодник» на 1922 г., как и в следующие несколько лет, содержал краткие обзорные и оригинальные работы Б. В. Нумерова, Н. И. Днепровского, Н. И. Идельсона, И. А. Балановского, В. Ф. Газе, Н. Ф. Боевой, В. В. Шаронова, И. Д. Жонголовича, а также рефераты статей, появившихся в 1914—1919 гг. в зарубежных периодических научных изданиях. Публикация этих материалов восполнила недостаток специальной литературы, столь остро ощущавшийся в то время астрономами и другими учеными России. Начиная с «Астрономического ежегодника на 1925 г.» в соответствии с международными соглашениями в качестве аргумента эфемерид было принято Всемирное время.

В подготовке и издании астрономических ежегодников в 1922—1925 гг. приняли участие также М. Н. Абрамова, Н. Ф. Боева, В. Ф. Газе, Е. В. Вороновская, А. И. Лопаткова, Е. С. Мартынова, Е. С. Рубинштейн, П. И. Савкевич, А. Н. Струйская, А. И. Фролова, а также коллектив Самарского отделения института под руководством А. А. Михайловского. В 1925—1940 гг. содержание «Астрономического ежегодника» изменялось несущественно, главным образом за счет раздела «Звезды», расширение которого было обусловлено принятыми в СССР программами служб времени и астрономо-геодезических работ.

За 1919—1921 гг. Вычислительный институт выполнил 27 работ. С апреля 1921 г. начали выходить «Циркуляры Государственного вычислительного института», в которых

публиковались эфемериды малых планет на 1921 и 1922 гг., вычисленные с учетом возмущений, а также эфемериды кометы 1921a. Именно в это время в связи с необходимостью учитывать возмущения для более точного определения орбиты и вычисления эфемерид и возникла идея метода экстраполюрования. Б. В. Нумеров закончил теоретическую разработку нового метода численного интегрирования дифференциальных уравнений возмущенного движения тел, притягивающихся по закону Ньютона, а также создал метод определения орбит с учетом возмущений по трем и многим наблюдениям [25]. К работе приложен целый ряд вспомогательных таблиц.

В 1921—1922 гг. была проделана работа по вычислению эфемерид и приближенному учету возмущений в прямоугольных координатах для 99 планет за 1921—1925 гг. (были получены также значения невозмущенных координат и возмущений для этих 99 планет). При этом впервые в институте был осуществлен принцип коллективного труда, при котором работа была разделена на ряд операций и каждую операцию по всем планетам выполняло определенное лицо. После необходимого контроля лист с вычислениями поступал к следующему лицу для выполнения второй операции и т. п. В вычислениях, план которых был предложен Б. В. Нумеровым, принимали участие 10 человек.

Часть работы была поручена сотрудникам отделений Государственного вычислительного института в Казани и Самаре. Осенью 1922 г. А. А. Михайловский прислал из Самары результаты вычислений невозмущенных эклиптических координат для 40 планет. Координаты были использованы для вычисления видимых эфемерид, помещенных в приложение к «Астрономическому ежегоднику на 1923 год». Этот материал мог служить основой для улучшения элементов при сравнении с наблюдениями за тот же период. Поэтому Б. В. Нумеров выслал работу со всеми вспомогательными таблицами профессору Ф. Кону в Берлин и начал переписку с директором Вычислительного института в Берлине А. Копфом, предложив ему сотрудничество в вычислении эфемерид малых планет. Борис Васильевич писал: «Вычислительный институт в Петрограде обращается к Вам с предложением вычислять оппозиционные эфемериды с учетом возмущений для ряда малых планет, следуя новому методу численного ин-

тегрирования уравнений возмущенного движения. Изложение метода с целым рядом вспомогательных таблиц печатается в настоящее время в России. Краткое извлечение посылается в редакцию „Astronomische Nachrichten“. Для более успешного выполнения работы было бы желательно иметь точные элементы планет, полученные из нескольких оппозиций с эпохой оскуляции, по возможности наиболее поздней (после 1915 г.). К сожалению, за отсутствием всей литературы и наблюдений нет возможности выполнить эту работу в России. Поэтому институт просит выслать необходимый материал, при наличии которого можно было бы выполнить вычисления возмущенных эфемерид около 100 планет на ближайшие (1924—1925) годы. Кроме того, институт убедительно просит выслать „Berliner Jahrbuch“ на 1924 г., эфемериды малых планет и „Astronomische Nachrichten“ за последние годы в обмен на свои издания, посланные Вам в мае сего года».

Осенью 1922 г. Б. В. Нумеров прочитал в Государственном вычислительном институте курс лекций по приложению метода экстраполяции к вычислению эфемерид и определению орбит. После лекций был устроен практический семинар.

В связи с разработкой плана исследования силы тяжести в России, и в частности с начавшимся исследованием Курской магнитной аномалии и одновременной разработкой прибора для определения долгот по радио, существенно возросли задачи, стоявшие перед комиссиями по долготе, широте и силе тяжести ВАС. Эти комиссии в 1920 г. были преобразованы в Астрономо-геодезический институт. Директором института стал А. А. Иванов, а заведующим гравиметрическим и астрономическим отделами — Б. В. Нумеров.

Основание Астрономического института

В августе 1923 г. на основе Государственного вычислительного и Астрономо-геодезического институтов был создан Астрономический институт (ныне ИТА АН СССР). В задачи Астрономического института входили три основные проблемы: вычисление и издание «Астрономического ежегодника» и вспомогательных таблиц, необходимых для астрономо-геодезических работ; проведение работ в об-



Астрономический институт. 1929 г.

ласти теоретической астрономии и небесной механики, и в частности изучение возмущенного движения малых планет; исследования по звездной статистике и изучение движения Солнечной системы в пространстве на основе опубликованных материалов наблюдений различных обсерваторий. Кроме того, в программу работ Астрономического института вошли и следующие задачи Астрономо-геодезического института: организация гравиметрических наблюдений, теоретические работы в области гравиметрии и составление сводного каталога гравиметрических пунктов Советского Союза. Радиотелеграфная служба времени была переведена в Пулковскую обсерваторию. В дальнейшем тематика работ Астрономического института оставалась неизменной, и только в 1929 г. появились новые задачи в области астрофизики, связанные с методикой астрофизических наблюдений, конструированием новых инструментов и организацией на юге СССР горной астрономической обсерватории.

В 1923 г. в Астрономическом институте было организовано четыре отдела: астрометрический (вычислительный; зав. Н. И. Идельсон), теоретической астрономии (зав. Б. В. Нумеров), астрофизический (зав. И. А. Балановский), геодезический (зав. П. И. Савкевич, с 1927 г.

А. М. Гижицкий). Директором института был назначен Б. В. Нумеров. Задачей астрометрического отдела было продолжение издания «Астрономического ежегодника», содержащего точные положения Солнца, звезд, и ряда вспомогательных таблиц, предназначенных для астрономо-геодезических работ по определению широты и времени методами Певцова и Цингера. В 1927 г. в Астрономическом институте состоялось совещание по вопросу составления «Морского астрономического ежегодника» при участии многочисленных заинтересованных представителей. В 1930 г. институт выпустил первый «Морской астрономический ежегодник». В подготовке этого выпуска приняли участие Н. И. Идельсон, А. И. Фролова, М. И. Фролова, В. А. Россовская, М. А. Радынский и др.

Астрометрический отдел с 1935 г. приступил к работе над составлением «Авиационного астрономического ежегодника», первый выпуск которого на 1936 г. (в трех частях) был подготовлен под руководством Б. В. Нумерова группой сотрудников отдела, в которую входили И. Д. Жонголович, М. Д. Рожнов, А. И. Фролова, М. И. Фролова, С. М. Варзар, Ю. А. Харламова, И. Г. Земсков, В. И. Мартынова и Н. П. Гейнц. С 1926 г. ежегодно начали издаваться эфемериды пар Цингера.

В 20-е и 30-е годы в Астрономическом институте под руководством Б. В. Нумерова разрабатывались методы приближенного определения географических координат, времени и азимутов по наблюдениям Солнца и звезд, а также составлялись различные вспомогательные таблицы, применяемые в топографо-геодезических работах, в различных географических и других экспедициях. В статье «Методы приближенного определения широты, времени и азимута» [75] излагаются приближенные способы наблюдений невооруженным глазом при помощи простейших инструментов и, наконец, с помощью мензулы и кипрегеля. Еще раньше была опубликована работа Нумерова «Определение места меридиана и широты кипрегелем по Солнцу без помощи часов» [41]. Один из методов приближенного определения широты и азимута с помощью отвеса нашел отражение в таблицах А. И. Посто-ева.¹

¹ Таблицы для приближенного определения широты, времени и азимута с помощью отвеса. Л., 1928. 42 с.

Но особенно важной и значительной работой в то время была разработанная под непосредственным руководством Б. В. Нумерова в 1927 г. «Программа способа Талькотта для определения широты» [76], содержащая около 20 тыс. пар звезд для 240 широт от $+30$ до $+70^\circ$ через каждые $10'$, составленная на основе списка 1967 звезд Северного полушария до 6-й звездной величины. Вскоре вышел в свет каталог точных склонений этих звезд, составленный при участии Н. И. Днепровского [219]. В 1936 г. была издана вторая часть программы способа Талькотта [194], содержащая пары звезд с разностью прямых восхождений от 15 до 25^m . Все вычисления «в одну руку», начатые еще в 20-е годы, были выполнены Е. Е. Нумеровой. Работа еще не была напечатана, а специалисты уже просили дать пары звезд для наблюдений на разных широтах. Екатерина Ефимовна вспоминает: «Борис Васильевич обратился ко мне: „Катенька, просят топографы-геодезисты Украины, Крыма, Средней Азии. Может быть, выпишешь?“. Надо было выписанное проконтролировать и т. п. Я радовалась, видела, что моя работа нужна стране. И вообще каждая работа Астрономического института очень нужна была, и сотрудники понимали это, исполняли ее на совесть».

Отдел теоретической астрономии, возглавляемый Борисом Васильевичем, занимался определением орбит вновь открываемых светил и окончательных орбит с учетом возмущений, предвычислением возвращения периодических комет, развитием и приложением метода экстраполирования Нумерова, применением абсолютных методов Хилла и Бренделя и теории периодических решений к изучению движения малых планет, а также теоретическим исследованием периодических решений и новых разложений пертурбационной функции, статистическим исследованием комет и потоков падающих звезд. В отделе работали М. Н. Абрамова, Н. Ф. Боева, В. Ф. Газе, П. М. Горшков, М. Е. Егорова, Н. И. Идельсон, Н. В. Комендантов, В. С. Мошкова, М. М. Мусселиус, С. Г. Натансон, Н. С. Самойлова, Г. Г. Слюсарев, А. Н. Струйская и Л. И. Терентьева.

Борис Васильевич создал новый метод вычисления возмущенных прямоугольных координат малых планет — метод экстраполирования. Этот метод получил широкое применение на практике. Он значительно упростил и уско-

рил получение искомых результатов. Высокие достоинства метода экстраполирования видны из такого примера: при его помощи был найден восьмой спутник Юпитера, до того потерянный, который астрономы не могли отыскать в течение ряда лет. С тех пор метод экстраполирования Б. В. Нумерова включается в отечественные и заграничные учебные курсы.

В 1922 г. Борис Васильевич писал акад. Крылову: «Глубокоуважаемый Алексей Николаевич! Вместе с настоящим письмом пересылаю Вам мою новую работу „Метод численного интегрирования дифференциальных уравнений возмущенного движения и его применение к определению орбит и вычислению эфемерид“ и очень прошу дать Ваш компетентный отзыв о ней, а также подействовать распространению ее за границей. Работа включает в себе пять глав. Первая и вторая главы посвящены изложению интерполяционных методов численного интегрирования уравнений с указанием на возможное упрощение для некоторых классов уравнений путем введения особых координат. В частном случае возмущенного движения новое преобразование особенно ценно и приводит к весьма простому методу вычисления гелиоцентрических координат на основании заданных положений светила для двух произвольных моментов. Таким образом, мы имеем теперь метод быстрого вычисления эфемерид с учетом возмущений через интервалы в 40,80 и даже 160 дней.

В третьей главе развит новый метод определения орбит по трем наблюдениям. Особенностью решения задачи является выбор гелиоцентрических координат в качестве неизвестных, что ведет к значительному упрощению и ускорению вычислений. Окончательные уравнения для определения искомых координат включают в себе члены различных порядков и влияния возмущающего действия больших планет. При первом определении орбиты обычно возмущающее действие Юпитера имеет большее влияние, чем высшие члены разложения. Таким образом, по-видимому, нет оснований увеличивать число приближений к классической методе Гаусса, пренебрегая в то же время взаимодействием от больших планет.

В четвертой главе развит метод вариации гелиоцентрических координат, подобный известному методу вариации геоцентрических расстояний. Новый метод в приложении

к трем и многим наблюдениям одной или нескольких оппозиций, в значительной мере упрощая задачу определения орбит, дает возможность непосредственно судить о точности метода, а также о влиянии ошибок наблюдений на определение гелиоцентрических координат. Наконец, в последней, пятой главе приведены практические указания для вычисления возмущенных эфемерид на основании элементов определенной эпохи оскуляции, а также новые дифференциальные формулы для улучшения элементов на основе многих наблюдений. К работе приложен целый ряд вспомогательных таблиц.

Смею надеяться, что выполненная работа, тесно связанная с деятельностью молодого учреждения — Вычислительного института, созданного в 1919 г. в Петрограде, — является одним из ответов на задачу приближенного вычисления положений малых планет с учетом возмущений, поставленную еще давно Парижской Академией наук... Я думаю, что приложение методов численного интегрирования, несомненно, менее изящных в теоретическом отношении, может иметь большое практическое значение при массовом вычислении возмущенных эфемерид малых планет».

Благодаря этому методу Астрономический институт смог быстро и с достаточной точностью впервые в Советской России начать массовое вычисление эфемерид малых планет, т. е. службу малых планет. Вычисления по этому методу велись не только в Астрономическом институте в Ленинграде, но и в Пулковке, и в Симеизской обсерватории. В сентябре 1924 г. Борис Васильевич во время пребывания в заграничной командировке согласовал с директором Вычислительного института в Берлине А. Копфом совместную программу активного участия в международной эфемеридной работе. Астрономическому институту было поручено вычисление точных эфемерид 50 малых планет по методу экстраполирования для ежегодника «Kleine Planeten». В дальнейшем Астрономический институт взял на себя вычисление оппозиционных эфемерид, т. е. координат около 100 малых планет вблизи их противостояния; при этом были выбраны планеты, близкие к Юпитеру и испытывающие от него сильные возмущения.

А. Лейшнер, придавая большое значение методам вычисления орбит и эфемерид с учетом возмущений, разработанным в Астрономическом институте, попросил при-

слать отчет о работе института в области теоретической астрономии для включения в доклад комиссии на съезде Международного астрономического союза (МАС) в Кембридже (Англия) летом 1925 г. Там же должен был обсуждаться вопрос о роли Астрономического института в международной программе исследования планет. Кроме того, по предложению Британской астрономической ассоциации Астрономический институт с 1925 г. стал публиковать в «Handbook of the ВАА» точные эфемериды первых четырех малых планет: Цереры, Юноны, Паллады, Весты, — а по просьбе директора Международного планетного института во Франкфурте-на-Майне М. Бренделя институт взял на себя вычисление орбит нескольких малых планет по методу Бренделя.

Работа отдела астрофизики Астрономического института заключалась в систематическом исследовании движения звезд и Солнца в пространстве на основании опубликованных материалов о параллаксах, массах и собственных движениях звезд. В работе этого отдела принимали участие М. Н. Абрамова, И. А. Балановский, Н. С. Самойлова.

Геодезический отдел продолжал работу по систематическому определению силы тяжести с целью построения гравитационных карт СССР и изучения гравитационных аномалий в связи с геологическим строением верхних слоев Земли. В задачу отдела также входили теоретическое и практическое исследования формы геоида на основе систематизированного материала гравитационных наблюдений, а также приборов, и их усовершенствование. Работа отдела выполнялась А. М. Гижицким, И. Д. Жонголовичем, Б. Ю. Козловским, Б. В. Нумеровым, П. И. Савкевичем и др.

Большую роль в изучении классических и создании современных теорий абсолютных возмущений малых планет играл организованный Борисом Васильевичем теоретический семинар. Изложению теории и практическому ее приложению было посвящено 11 заседаний, докладчиками были П. М. Горшков, Б. Ю. Козловский, Н. И. Идельсон, С. Г. Натансон, Б. В. Нумеров, М. А. Радынский, Г. Г. Слюсарев. С изложением теории абсолютных возмущений прямоугольных координат по Энке выступал Б. В. Нумеров, абсолютной теории движения планеты по Гауссу — Н. И. Идельсон.

На набережной Фонтанки, 34, в Астрономическом институте, на еженедельных, просходивших по четвергам, научных собраниях, часто с участием приглашенных, заслушивались доклады по работам в области небесной механики, теоретической астрономии и по другим разделам астрономии, а также по геодезии и гравиметрии. Заседания протекали весьма оживленно. Б. В. Нумеров часто выступал на этих собраниях, и каждое его выступление — обыкновенно на новую тему, им разработанную, — или его предложения выслушивались с большим вниманием. Докладчик Борис Васильевич был хороший: ясная голова, отличная дикция; было видно, что он глубоко обдумал предмет. Астрономический институт занял достойное место среди подобных учреждений за границей. «Душой всех идей и начинаний в Астрономическом институте был всегда Б. В. Нумеров», — пишет П. М. Горшков.

С 1924 г. начал издаваться «Бюллетень астрономического института» и было организовано издание теоретических работ, выполненных в институте. В это же время Астрономический институт выпустил большое число вспомогательных, математических, а также геодезических таблиц (см. [200—215]). Уже в 1927 г. Астрономическим институтом было издано более 300 работ.

В первые же годы деятельности Астрономический институт имел связь со многими научными учреждениями: Ленинградским университетом, Пулковской обсерваторией, Главной палатой мер и весов, трестами «Эмбанефть» и «Грознефть», Геологическим комитетом, Нефтяным институтом, Энгельгардтовской обсерваторией и т. п. Институт установил также тесные связи с зарубежными учеными. Осенью 1926 г. директор Международного планетного института во Франкфурте-на-Майне М. Брендель пробыл в Ленинграде около недели. Он прочел на научных собраниях института четыре доклада по своей теории движения малых планет, а также доклад на тему «Организация совместных работ в области небесной механики». На этом же заседании Б. В. Нумеров выступил с докладом «Современное состояние вопроса о малых планетах», был обсужден также вопрос о программе дальнейших вычислительных работ по малым планетам на основе теории Бренделя.

Институт посещали многие зарубежные астрономы: А. Копф, директор Вычислительного института в Берлине,

П. Гутник, директор Астрофизического института в Бабельсберге, Г. Бигурдан, директор Международного бюро времени в Париже, В. В. Кемпбелл, директор Ликкской обсерватории (США) и многие другие.

В декабре 1928 г. в Ленинграде проходил Четвертый съезд ВАС. Борис Васильевич принял активное участие в работе теоретической, геодезической и астрономической секций, прочел три доклада, много раз выступал в обсуждениях. На заседаниях теоретической секции были заслушаны его доклады «Периодические орбиты типа Шварцшильда» и «О развитии метода экстраполяции и результатах его применения», а на геодезической — «Результаты маятниковых и вариометрических наблюдений в связи с вопросом общих гравиметрических съе-мок».

Часть заседаний проходила в помещении Астрономического института. Нумеров предложил участникам съезда осмотреть институт и ознакомиться с содержанием и организацией основных работ по теоретической астрономии, астрофизике, астрометрии, а также с используемыми приборами и оборудованием. Желавшие могли посетить механическую мастерскую, гравитационную лабораторию, осмотреть оборудование: хронометры (в том числе хронометр-счетчик колебаний маятника), универсальный инструмент, часовые установки, прибор для определения постоянных вариометра, термостатическую будку, маятниковый прибор и радиостанцию. Были организованы показ всех изданий института и их продажа. Борис Васильевич сам тщательно продумал и отработал план посещения Астрономического института участниками съезда и осмотра всех работ и помещений. В заключение гости приняли участие в традиционном чаепитии.

Зарубежные поездки

Борис Васильевич Нумеров внес большой вклад в дело восстановления научных связей СССР с другими странами, нарушенных первой мировой и гражданской войнами. В период с 1924 по 1930 г. он посетил Германию, Англию, Францию, Голландию и США, где осмотрел крупнейшие астрономические обсерватории, занимался организацией совместных работ Астрономического инсти-

туда с родственными учреждениями Западной Европы, изучением геофизических исследований, а в последнюю командировку, в США, по заданию трестов «Эмбанефть» и «Грознефть», — изучением применения геофизических методов в разведке нефтяных месторождений.

Первая командировка Б. В. Нумерова за границу была в 1924 г. в Германию. Целью ее было ознакомление с современными методами небесной механики, в особенности с применением этих методов к теории движения малых планет. «Кроме того, — пишет Борис Васильевич, — я имел в виду представить заграничным ученым результаты работ Астрономического института за последние три года по вопросам определения орбит и вычисления эфемерид по разработанному мною методу экстраполяции, а также обсудить вопрос об участии института в международной работе... И еще целью моей командировки являлось изучение геофизических методов исследования, и в особенности метода определения силы тяжести с применением вариометров, изучение теоретических работ, связанных с определением фигуры Земли на основании гравиметрических данных, полученных из наблюдений. Наконец, в задачу моего командирования за границу входило ознакомление с работами первоклассных астрономических обсерваторий, занимающихся абсолютными определениями координат и другими работами. В частности, я хотел бы уточнить детали конструкции и возможность заказа фотографического пассажного инструмента по схеме, предложенной мной еще в 1918 г., но до сих пор не осуществленной. Я также хотел бы обсудить с известными механиками вопрос о типах арифмометров для производства числовых операций и экстраполяции и детали конструкций приборов для графического построения возмущенного движения на плоскости».

За время пребывания в Германии Нумеров посетил обсерватории: в Берлине (Бабельсберг), Гамбурге (Бергедорф), Гейдельберге (Кенигштуль), Иене, Бонне, Геттингене, Потсдаме, а также Геодезический институт в Потсдаме и Вычислительный институт в Берлине. Во время этой командировки он принял участие в XXVI съезде международного Астрономического общества в Лейпциге, где прочитал доклад на тему «Организация и работа Астрономического института». Подробно ознакомившись с работой Вычислительного института в Берлине, он опре-

делил совместно с директором института А. Копфом, а также Ж. Петерсом и Г. Штракке программу участия Астрономического института в эфемеридной работе. Астрономическому институту было передано вычисление эфемерид кратера Mösting A и точных эфемерид 50 малых планет по методу экстраполяции. Кроме того, в будущем предполагалось участие Астрономического института в вычислении эфемерид спутников Сатурна и переработке фундаментального каталога А. Ауверса. По поручению Геологического комитета Нумеров познакомился с применением гравитационных методов, в частности вариометра Этвеша, к геологическим изысканиям.

Во время второй командировки в Германию в 1925 г. Борис Васильевич занимался закупкой приборов и литературы для Астрономического института, изучением и приемкой приборов Этвеша новейшей конструкции для Геологического комитета. Ему удалось детально ознакомиться с гравитационными работами с прибором Этвеша на заводе фирмы «Бамберг» в Берлине, в геофизических институтах в Иене и Фрейбурге, посетить совместно с Н. И. Идельсоном Вычислительный институт в Берлине и Международный планетный институт во Франкфурте-на-Майне и согласовать программу дальнейших совместных работ в области вычисления эфемерид малых планет и издания «Астрономического ежегодника». В то же время в Англии проходил II съезд МАС, и Борис Васильевич принял в нем участие.

В 1926 г. Б. В. Нумеров был назначен также директором Главной геофизической обсерватории (он занимал эту должность с мая 1926 по декабрь 1927 г.). В письме к акад. А. Н. Крылову он писал в 1927 г.: «Обращаюсь к Вам с просьбой посодействовать мне в получении визы во Францию. С 1919 г. я состою заведующим Астрономическим институтом — новым учреждением, народившимся еще при Вашем пребывании в Ленинграде. С 1926 г. судьба меня закинула в Главную геофизическую обсерваторию. Сейчас для меня весьма было бы кстати познакомиться с организацией службы геофизики в Германии и Франции. По вопросу об оборудовании обсерватории и института я еду в Берлин около 1 марта с. г. Во второй половине марта я мог бы поехать в Париж». Таким образом, третья командировка Нумерова за границу, в Германию и Францию, состоялась в 1927 г.

Поездка Бориса Васильевича в США с посещением Европы — самая длительная, около полугода, сыграла очень большую роль в его научной и организационной деятельности как геофизика, в деле разведки нефти, и определила многие дальнейшие планы, связанные с коренной перестройкой астрономии, в частности астрофизики, в Советском Союзе. Он наметил и выполнил следующий план:

1) в Берлине — ознакомление с работами фирмы «Бамберг» по новым гравиметрическим приборам и сейсмометрическим инструментам, которые трест «Эмба-нефть» предполагал заказать этой фирме;

2) в Потсдаме — с работами фирмы «Сейсмос»;

3) в Ганновере — с работами фирмы «Проспекцион»;

4) в Гааге — с приборами Вейнинг-Мейнса для определения силы тяжести на море и с применением геофизических методов в нефтеразведке фирмы «Батавише петролеум»;

5) в Париже — по предложению Геологического комитета участие в выставке, которую организовал комитет, а также ознакомление с работами по геофизической разведке, и в частности с работами фирмы «Шлюмберже» по электроразведке полезных ископаемых;

6) основная цель поездки в США — знакомство с работами геодезических служб, с методами гравиметрических наблюдений и с методами их обработки на основе теории изостазии, а также переговоры о покупке в США новейших инструментов сейсморазведки по поручению треста «Эмбанефть».

Вот что пишет Б. В. Нумеров о своей командировке: «Осенью 1929 г. я был командирован трестами „Эмба-нефть“ и „Грознефть“ в Европу и Америку для изучения применения геофизических методов разведки в районах нефтяных месторождений. 7 сентября я выехал из Ленинграда. 25 октября прибыл в Нью-Йорк, работал в Америке до 1 марта 1930 г. и 24 марта возвратился в СССР. Таким образом, я пробыл за границей шесть месяцев, из которых около четырех — в Америке. Наконец, попутно мне удалось познакомиться с главнейшими американскими обсерваториями, и среди них — с Ликкской и Йеркской обсерваториями и обсерваторией Маунт-Вилсон» (см. [122], с. 50).

Работы в области небесной механики и теоретической астрономии

Большое количество уже открытых и вновь открываемых малых планет обусловило необходимость одновременного изучения движения многих астероидов, своевременного исправления элементов их орбит, а также попутного рассмотрения таких фундаментальных вопросов, как выбор малых планет, наиболее подходящих для уточнения нуль-пунктов фундаментальных систем звездных каталогов. Необычайно широкий диапазон научных направлений и намеченных Б. В. Нумеровым проблем требовал всесторонней подготовки к решению их как в теоретическом, так и в практическом, прикладном отношении. Ни одна из сторон практического решения не должна быть упущена; поэтому наряду с теоретическими разработками Борис Васильевич и его сотрудники вели обширные исследования для обеспечения больших вычислительных работ эффективными и в то же время экономичными пособиями и средствами. Нумеров обдумывал идею и разрабатывал проект уникальной автоматической машины для численного интегрирования дифференциальных уравнений небесной механики.

Наметив обширную программу исследования особенностей динамики малых планет, основанную на построении теорий их движения с наибольшей возможной точностью, Б. В. Нумеров обратил основное внимание на методы, которые могли дать наиболее эффективное решение при минимальных затратах труда и времени. Дифференциальные уравнения движения небесной механики не допускают решения в конечном, замкнутом виде, за исключением нескольких частных проблем (задача двух тел, задача двух неподвижных центров, специальные случаи трех тел). Поэтому для их общего интегрирования, как правило, используют аналитическое выражение правых частей, т. е. производных от возмущающей функции R , через элементы орбит изучаемых небесных тел, получая, таким образом, разложения в бесконечные ряды, так что для достижения высокой степени точности решения приходится выполнять операции с большим числом членов рядов, радиус сходимости которых неизвестен. Аналитические методы небесной механики, пригодные на практически неограниченных интервалах времени, представляются наиболее привле-

кательными. Однако из-за недостатка времени и стремясь как можно быстрее снабдить наблюдателей в обсерваториях точными эфемеридами малых планет, Борис Васильевич обратился к численному методу интегрирования дифференциальных уравнений небесной механики.

Основное достоинство численных методов интегрирования состоит в простоте их формул и отсутствии зависимости от вида интегрируемых функций. Они могут применяться при теоретических исследованиях, в тех случаях, когда из-за больших эксцентриситетов и наклонов орбит, соизмеримостей средних орбитальных движений или тесных сближений между небесными телами применение аналитических методов решения затруднительно. Б. В. Нумеров предложил новый, оригинальный метод численного интегрирования дифференциальных уравнений небесной механики, вошедший под названием метода экстраполирования в учебные курсы и руководства по астрономии. Впервые он был опубликован в «Трудах Главной российской астрофизической обсерватории» в 1923 г. [35] и получил широкое применение в Советском Союзе и за рубежом.

Численное интегрирование дифференциальных уравнений вида

$$\frac{d^2x}{dt^2} = f(x, t),$$

наиболее часто встречающихся в задачах небесной механики, самым простым образом, по замыслу Б. В. Нумерова, может быть выполнено на основе метода экстраполирования, который в принципе сводится к вычислению вторых разностей, фигурирующих в табличном задании числовых значений искомой функции $x(t)$. Напомним, что в астрономии при задании значений функции $x(t)$ для равноудаленных на величину ω значений аргумента t_k (времени), таких, что $t_k - t_{k-1} = \omega$, принята следующая схема образования разностей последующих порядков:

Аргумент	Функция	Разности
t_{-2}	x_{-2}	
t_{-1}	x_{-1}	Δ_{-1}^2
t_0	x_0	Δ_0^2
t_1	x_1	Δ_1^2
t_2	x_2	Δ_2^2

Δ_{-1}^3 Δ_0^3 Δ_1^3 Δ_2^3 Δ_3^3 Δ_4^3 ...

Б. В. Нумеров

НОВЫЙ МЕТОД
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОРБИТ И ВЫЧИСЛЕНИЯ ЭФЕМЕРИД
С УЧЕТОМ ВОЗМУЩЕНИЙ.

—
—
—
B. Noumeroff

MÉTHODE NOUVELLE
POUR LA DÉTERMINATION DES ORBITES
ET LE CALCUL DES ÉPHÉMÉRIDES
EN TENANT COMPTE DES PERTURBATIONS.



ПЕТРОГРАД
1923.

Статья Б. В. Нумерова «Новый метод определения орбит и вычисления эфемерид с учетом возмущений».

Если предположить, что значения функции $x(t)$ известны до $x_0 = x(T_0)$, то следующее значение, x_1 , можно найти по формуле

$$x_1 = x_0 + \Delta_{-1/2}^1 + \Delta_0^2,$$

из которой видно, что проблема экстраполирования сводится к определению значения второй разности Δ_0^2 , стоящего на строке значения функции x_0 , так что кроме x_0 необходимо знать еще одно, предыдущее значение функции x_{-1} .

Для вычисления искомой второй разности можно воспользоваться заданным дифференциальным уравнением и выразить эту разность через производные четного порядка: x_0^{2r} ; если обратиться к разложению $x(t)$ в ряд Тэйлора

$$x(t) = x_0 + (t - t_0)x_0^{(1)} + \frac{(t - t_0)^2}{1.2}x_0^{(2)} + \dots$$

и построить выражение для второй разности вида

$$\Delta_0^2 = x_1 + x_{-1} - 2x_0,$$

положив $t_1 - t_0 = \omega$, $t_{-1} - t_0 = -\omega$, то получится фундаментальная формула

$$\Delta_0^2 = \omega^2 x_0^{(2)} + \rho = \omega^2 f(x_0, t_0) + \rho,$$

лежащая в основе всех методов численного интегрирования, где ρ есть так называемая редукция, определяемая формулой

$$\rho = \frac{2}{4!} \omega^4 x_0^{(4)} + \frac{2}{6!} \omega^6 x_0^{(6)} + \dots$$

и обуславливающая различие этих методов (из-за различия в методе выражения производных $x_0^{(2k)}$ через разности Δ_0^k).

Так, в методе Коуэлла, например, редукция ρ выражается через четные разности Δ_0^{2k} , стоящие на строке x_0 , при помощи известной интерполяционной формулы Стирлинга

$$x = x_0 + n\Delta_0^1 + \frac{n^2}{2!} \Delta_0^2 + \frac{n(n^2 - 1^2)}{3!} \Delta_0^3 + \dots,$$

где

$$\Delta_0^1 = \frac{1}{2} (\Delta_{1/2}^1 + \Delta_{-1/2}^1), \quad \Delta_0^3 = \frac{1}{2} (\Delta_{1/2}^3 + \Delta_{-1/2}^3), \dots$$

Если продифференцировать эту интерполяционную формулу по t и подставить выражения производных в формулу для ρ , то получим формулы метода Коуэлла:

$$\Delta_0^2 = \omega^2 x_0^{(2)} + \frac{1}{12} \Delta_0^4 - \frac{1}{90} \Delta_0^6 + \frac{1}{560} \Delta_0^8 - \dots$$

или

$$\Delta_0^2 = f_0 + \frac{1}{12} \delta_0^2 - \frac{1}{240} \delta_0^4 + \frac{31}{60480} \delta_0^6 - \dots,$$

где символом δ обозначены разности функции f (правой части заданного дифференциального уравнения).

Борис Васильевич предложил ввести для упрощения редукции ρ , выраженной через разности функции x , новую функцию \bar{x} , связанную с x соотношением

$$\bar{x} = x - \frac{1}{12} \omega^2 x^{(2)} = x - \frac{1}{12} \omega^2 f(x, t);$$

тогда

$$\bar{\Delta}_0^2 = \omega^2 x_0^{(2)} + \rho_0,$$

где

$$\rho_0 = - \sum_{k=3, 4, 5, \dots} A_{2k} \omega^{2k} x_0^{(2k)}, \quad (*)$$

$$A_{2k} = \frac{2}{(2k)!} \left[\frac{2k(2k-1)}{12} - 1 \right],$$

или, через функцию \bar{x} ,

$$\rho_0 = - \sum_{k=3, 4, 5, \dots} B_{2k} \omega^{2k} \bar{x}_0^{(2k)}, \quad (**)$$

где

$$B_{2k} = A_{2k} + \frac{A_{2k-2}}{12} + \frac{A_{2k-4}}{12^2} + \dots + \frac{A_6}{12^{(n-1)/2}}.$$

Как и при выводе формулы численного интегрирования Коуэлла, можно найти:

$$\rho_0 = - \frac{1}{240} \bar{\Delta}_0^6 + \frac{31}{60480} \bar{\Delta}_0^8 - \dots$$

Для простоты интегрирования Б. В. Нумеров предложил выбирать шаг интегрирования ω так, чтобы величина редукции ρ всегда была меньше заданной наперед величины максимальной допустимой погрешности ϵ , т. е. чтобы

$$|\rho| = \frac{1}{240} \omega^6 x^{(6)} + \dots \leq \epsilon.$$

Для применения своего численного интегрирования (метода экстраполирования) к дифференциальным уравнениям возмущенного движения

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k^2x}{r^3} = \frac{1}{\omega^2} R,$$

где

$$R = \omega^2 k^2 \sum_i m_i \left(\frac{x_i - x}{\rho_i^3} - \frac{x_i}{r_i^3} \right),$$

Б. В. Нумеров вводит функцию \bar{x} соотношением

$$\bar{x} = x - \frac{1}{12} \omega^2 x^{(2)} + \frac{1}{12} R,$$

или, в силу заданного уравнения,

$$\bar{x} = x \left(1 + \frac{\omega^2 k^2}{12 r^3} \right).$$

Тогда вторая разность функции \bar{x}

$$\bar{\Delta}_0^2 = \omega^2 x_0^{(2)} + \rho_0 + \frac{1}{12} \Delta_0^2 (R).$$

При этом редукция ρ выражается посредством либо производных от x , либо производных от \bar{x} , либо разностей функции \bar{x} в одной из указанных форм. В тех случаях, когда можно пренебречь разностями высших порядков, по величине не превосходящими $R/12$, эти выражения являются точными.

С учетом заданного дифференциального уравнения и соотношений между x и \bar{x} основное уравнение метода экстраполирования можно представить в виде

$$\bar{\Delta}_0^2 = -\sigma_0 \bar{x} + \delta_0,$$

где

$$\delta_0 = R_0 + \rho_0 + \frac{1}{12} \Delta_0^2 (R),$$

$$\sigma_0 = \frac{\omega^2 k^2}{r_0^3} \left(1 + \frac{\omega^2 k^2}{r_0^3} \right)^{-1},$$

$$\rho_0 = -\frac{1}{240} \omega^6 x_0^{(6)} + \frac{31}{60480} \omega^8 x_0^{(8)} - \dots$$

Поскольку

$$\bar{r} = r \left(1 + \frac{\omega^2 k^2}{12 r^3} \right),$$

то

$$\sigma \left(1 - \frac{\sigma}{12} \right)^2 = \lambda = \frac{\omega^2 k^2}{\bar{r}^3},$$

так что величину σ можно разложить в ряд по степеням λ :

$$\sigma = \lambda + \frac{1}{6} \lambda^2 + \frac{7}{144} \lambda^3 + \frac{5}{288} \lambda^4 + \frac{143}{20736} \lambda^5 + \dots;$$

и тогда основную формулу экстраполирования можно записать в виде

$$\bar{x}_1 = (2 - \sigma_0) \bar{x}_0 - \bar{x}_{-1} + \delta_0.$$

Эта формула чрезвычайно упрощается, если вычислять величину δ_0 последовательными приближениями; из формулы для δ_0 видно, что она зависит от возмущающего действия R_0 на исследуемую планету в момент t_0 , влияния производных или разностей выше шестого порядка, вычисляемых по формуле (*) или (**), и, наконец, от второй разности функции R , равной

$$\Delta^2(R) = (R_1 + R_{-1} - 2R_0).$$

Однако, вообще говоря, последней величиной можно пренебречь или же легко ее экстраполировать, даже в случае больших значений шага интегрирования ω .

Благодаря введению особых координат отпала необходимость в вычислении последующих значений интегрируемой функции последовательными приближениями при целесообразном выборе шага интегрирования. Для облегчения такого выбора Борис Васильевич вычислил специальную таблицу на основе выведенных им аналитических соотношений, связывающих минимальное значение шага интегрирования с углом эксцентриситета орбиты и средним суточным движением планеты.

Как всегда стремясь к эффективности практических приложений, Б. В. Нумеров составил также специальные таблицы значений функции $2 - \sigma$ по аргументу r^{-2} для различных интервалов интегрирования ω . Это дало практический метод весьма быстрого вычисления координат возмущенного движения планет для любых начальных условий и возмущающих сил любой природы, причем метод экстраполирования (это название было дано методу самим Борисом Васильевичем) был особо удобен при замене логарифмических схем вычисления алгебраическими в связи с появлением механических вычислительных машин — арифмометров. Значительное упрощение и сокращение вычислительной работы при сохранении высокого уровня точности дало возможность расширить эфемеридную службу Астрономического института и обусловило его

участие в международных работах в области вычисления эфемерид малых планет.

«Надо помнить, — пишет Н. С. Самойлова-Яхонтова, — что, когда создавался метод экстраполяции, не было еще современных высокопроизводительных электронных машин, в практику астрономических вычислений только-только начинали входить арифмометры, поэтому создание метода, весьма удобного для вычислений на арифмометре, позволявшего быстро выполнять трудоемкие вычисления, имело большое значение. Сразу оказалось возможным вести вычисления с учетом возмущений для большой группы планет с малыми суточными движениями, наиболее близких к Юпитеру и испытывающих поэтому наибольшие возмущения. Почти для всех планет с суточным движением около $600''$ при шестизначном вычислении редукция была порядка 10^{-6} и интегрирование могло производиться без последовательных приближений».

Активно включившись в международное сотрудничество в области эфемерид малых планет, Астрономический институт по соглашению с Вычислительным институтом в Берлине, который играл в то время роль координационного планетного центра и выпускал специальный ежегодник «*Kleine Planeten*», взял на себя систематическую обработку наблюдений около 100 малых планет, близких к Юпитеру, с целью уточнения элементов их орбит и вычисления точных эфемерид. Эти планеты с малыми средними суточными движениями принадлежат к группам Гильды и Гекубы, а также к троянцам и испытывают сильные возмущения от Юпитера и Сатурна, так что построение абсолютных теорий их возмущенного движения весьма затруднено. С 1926 г. метод экстраполирования стал применяться для вычисления точных эфемерид 50 малых планет, к 1937 г. их число достигло 127. Благодаря систематическому применению метода экстраполирования Астрономический институт стал одним из ведущих в мире среди родственных ему по тематике астрономических учреждений.

Наиболее яркой иллюстрацией больших возможностей метода экстраполирования явилось его применение в 1930 г. к изучению возмущенного движения VIII спутника Юпитера, который с 1923 г. был утерян и не наблюдался, хотя эфемериды его положений исправно публиковались.

Из-за весьма слабого блеска (18-я звездная величина) обнаружить этот спутник, наблюдая в мощный телескоп, можно было только, располагая точной его эфемеридой (из-за малого поля телескопа). Однако обычные методы численного интегрирования не давали возможности учесть достаточно точно большие возмущения в его движении, вызванные Солнцем. Возвратившись из командировки в США, Б. В. Нумеров поручил работу по исследованию движения VIII спутника Юпитера и уточнению элементов его орбиты Н. Ф. Боевой, и только эфемерида, вычисленная ею на основе метода экстраполирования, позволила вновь открыть этот спутник 28 ноября 1930 г. на угловом расстоянии в несколько минут дуги от точки неба с предвычисленными координатами; спутник был найден американскими астрономами в 100-дюймовый рефлектор обсерватории Маунт-Вилсон в Калифорнии и наблюдался также на Ликкской и Йеркской обсерваториях США.

Успешное применение метода экстраполирования стимулировало его использование и в других областях, в частности в вычислительной математике для составления таблиц так называемых специальных функций — функций Бесселя, Ламе, Матье и др. Метод экстраполирования Б. В. Нумеров впоследствии широко применил также в области внешней баллистики к интегрированию уравнений движения артиллерийских снарядов [139, 224].

Начиная с 1937 г. работы по вычислению эфемерид малых планет на основе учета возмущений при помощи метода экстраполирования выполнялись в Астрономическом институте с применением счетно-аналитических машин, оперирующих с перфокартами. После Великой Отечественной войны в 1947 г. роль центра по изучению движения малых планет по решению Исполкома МАС в связи с прекращением деятельности Вычислительного института в Берлине перешла к ИТА АН СССР. Дальнейшее расширение работ по уточнению элементов орбит малых планет на основе метода экстраполирования Б. В. Нумерова связано с введением в практику астрономических вычислений с 1954 г. электронно-вычислительных машин. Это позволило уточнить параметры движения сразу для нескольких сот, а не десятков, как раньше, малых планет. Однако астрономы-теоретики всегда помнят о том, что начало всех этих грандиозных исследований было заложено Б. В. Нумеровым, и еще в 30-е годы по предложению Берлинского

вычислительного института его именем была названа малая планета № 1206 (Nunegowia).

Одновременно метод экстраполяции давал ключ к эффективному решению еще одной фундаментальной проблемы, лежащей на стыке астрометрии и теоретической астрономии, — проблемы исправления нуль-пунктов звездных каталогов по астрометрическим наблюдениям положений малых планет, для которых построены точные численные теории движения. Большое место в работах Б. В. Нумерова занимали вопросы составления в целесообразной форме условных уравнений, соответствующих методу вариации элементов, исследования оптимальных условий использования наблюдения малых планет. Следует отметить, что классическая задача определения элементов первоначальных орбит малых планет по трем наблюдениям точно решается Нумеровым также с учетом возмущений. Его метод основан на идее введения прямоугольных гелиоцентрических координат малой планеты в процедуру определения элементов орбиты по трем наблюдениям, причем применение этого метода на практике значительно упрощается по сравнению с другими методами благодаря специально составленным им таблицам, большинство которых находят применение и для решения других задач. Б. В. Нумеровым были разработаны системы условных уравнений для улучшения начальных данных численного интегрирования дифференциальных уравнений движения малых планет в прямоугольных координатах, причем он убедительно доказал, что для уверенного разделения искомого поправок необходимо использовать наблюдения не менее чем в четырех оппозициях.

Являясь неотъемлемой составной частью всего плана Б. В. Нумерова по уточнению нуль-пунктов фундаментальных звездных каталогов, метод улучшения теорий движения малых планет в первую очередь должен был применяться к вычислению эфемерид избранных малых планет в прямоугольных координатах с точностью до $1 \cdot 10^{-6}$ и к точному численному интегрированию дифференциальных уравнений движения этих же планет с шагом 20—40 суток на 10-летнем интервале с целью получения координат с точностью $1 \cdot 10^{-8}$ — $1 \cdot 10^{-7}$ для теоретических исследований. Это позволило бы сравнить нормальные места, составленные по 50—100 наблюдениям каждой избранной планеты в каждой оппозиции, с теоретически

предвычисленными положениями с точностью до $\pm 0.02''$, уточнить исходные элементы орбит этих малых планет и на основе анализа остаточных разностей $O-C$, полученных с новыми значениями элементов орбит, определить систематические ошибки положений звезд в фундаментальном каталоге, которые были использованы в качестве опорных при редукции наблюдений избранных малых планет. Б. В. Нумеровым на основе тщательного предварительного анализа нескольких вариантов решения были выбраны следующие 10 малых планет: 1 Церера, 4 Веста, 40 Гармония, 122 Герда, 124 Алкаста, 189 Фтия, 196 Филомела, 208 Лакримоза, 214 Ашера, 407 Арахна.

Наряду с численными методами Б. В. Нумеров интересовался и аналитическими, абсолютными методами вычисления возмущений в движении небесных тел, и притом не только в приложении к малым, но и к большим планетам, это нашло отражение в научных исследованиях теоретического отдела Астрономического института. Под руководством Б. В. Нумерова было развернуто применение приближенных методов вычисления абсолютных возмущений — методов Болина и Бренделя — к малым планетам. Сам Б. В. Нумеров разработал модификацию метода Хилла. Результатом этих работ явилось появление весьма эффективных таблиц коэффициентов разложений, пригодных сразу для достаточно обширной группы малых планет, имеющих близкие средние суточные движения (например, для малых планет группы Минервы со средними движениями от 700 до 800'').

Б. В. Нумеров сразу оценил потенциальные возможности теории периодических решений дифференциальных уравнений, разработанной французским математиком А. Пуанкаре, для построения промежуточных орбит малых планет, и на основе метода Хилла вычисления абсолютных возмущений в сферических координатах построил в качестве опыта приближенную аналитическую теорию движения малых планет, имеющих среднее суточное движение, равное 600'' (т. е. планет типа Гекубы), с учетом возмущений от Юпитера, движущегося по круговой орбите, причем результаты аналитического решения были проверены и подтверждены численным интегрированием по методу экстраполяции. Борис Васильевич показал, что для практических приложений к реальным небесным телам периодические решения Пуанкаре второго рода не

вполне пригодны из-за того, что условия существования этих решений далеки от условий реальных движений. Поэтому им были выбраны периодические решения Шварцшильда, так как для их существования необходимы менее жесткие условия. Если через T_0 , μ и e обозначить соответственно период обращения при невозмущенном движении, среднее движение и эксцентриситет, то условие периодичности имеет вид

$$\frac{\mu'}{\mu} = \frac{k}{2} + \frac{1}{2\pi} (\Delta\omega - \mu'\Delta T),$$

где k — целое число, связанное с величиной соизмеримости движений малой планеты и Юпитера и с начальными условиями расположения этих тел, $\Delta\omega$ и ΔT — возмущение аргумента перигелия и периода обращения.

Таким образом, при существовании периодического решения первоначальная точная соизмеримость нарушается и должна существовать связь между эксцентриситетом e и суточным движением μ , так как возмущения ΔT и $\Delta\omega$ зависят от среднего движения Юпитера μ' и начальных значений μ , e . Для получения возмущений ΔT и $\Delta\omega$ строится аналитическая теория возмущенного движения малой планеты, из которой можно получить искомую зависимость между μ и e в аналитической форме; с другой стороны, численное интегрирование дает возможность получить эту зависимость в численном виде для различных значений соизмеримости движений Юпитера и малой планеты. В качестве начальных конфигураций Б. В. Нумеров выбрал четыре комбинации положений малой планеты в перигелии или афелии с положениями Юпитера в оппозиции или соединении относительно нее. Если $\Delta\mu$ есть возмущение среднего движения μ малой планеты, то эти соотношения имеют вид

$$\Delta\mu = A + Be + Ce^{-1},$$

где A , B , C — численные коэффициенты, соответствующие различным конфигурациям. Развитие и приложение метода экстраполирования к вычислению периодических решений на практике было сделано Н. В. Комендантовым, В. С. Мошковой, М. Е. Товстик и Н. Ф. Боевой.

Неустанное внимание Б. В. Нумерова ко всем сотрудникам Астрономического института, распространявшееся на все стороны их жизни, в первую очередь проявлялось

в интересе к их научной работе. Н. С. Самойлова-Яхонтова писала: «И директор, и большая часть сотрудников были молоды. Б. В. Нумеров очень любил астрономию и умел привлекать к работе молодежь, увлекать своим увлечением. Отсутствие на первых порах существования института рабочего помещения не сказывалось на результатах работы, работали дома, не считая рабочих часов». Характерно, что фактически в институте в 20-х годах работало 22 человека, тогда как фонд зарплаты был утвержден на 19: все делилось пропорционально внесенному труду. Твердого закрепления сотрудников за определенными отделами не было, поэтому в отчетах о работе института, написанных Б. В. Нумеровым, упоминаются одни и те же лица, принимающие участие в различных по профилю работах разных отделов. Каждый рабочий день Б. В. Нумерова начинался с краткого доклада всех тех, с кем он был непосредственно связан темой работы. Он прекрасно знал, на каком этапе находятся исследования по всем порученным им заданиям, во-время давал советы. Организаторская работа Бориса Васильевича в сочетании с его теоретическими исследованиями привела к созданию школы теоретической астрономии в Ленинграде, сплотив всех сотрудников института.

Много лет сотрудничали с Б. В. Нумеровым В. С. Мошкова, Н. В. Комендантов и др. В. С. Мошкова была верной помощницей и вычисляла быстрее и лучше других, практически без ошибок, «в одну руку». Почти все работы Б. В. Нумерова, требовавшие выполнения большого объема вычислений, сделаны им совместно с В. С. Мошковой. Она «отвечала» за вычисление эфемерид семи малых планет — 94, 153, 190, 719, 361, 451 и 522. Ею же были вычислены прямоугольные экваториальные координаты Юпитера и Сатурна. Н. В. Комендантов, принятый в институт «сверх штата», много сил и времени посвятил практическим приложениям и дальнейшему развитию теоретических разработок Б. В. Нумерова, в особенности его метода экстраполяции, на его попечении было 13 малых планет (1, 10, 76, 96, 121, 279, 308, 588, 683, 694, 704, 769, 1921 IC=946).

Н. В. Комендантов в дальнейшем руководил всей эфемеридной службой малых планет, организованной Б. В. Нумеровым, и с 1933 г. посылал эфемериды в ежегодное издание Вычислительного института в Берлине

«Kleine Planeten» («Малые планеты»). Впоследствии он успешно изучал движение малых планет троянской группы, дающих естественную иллюстрацию теоретических решений задачи трех тел Лагранжа, разрабатывал методы вычисления абсолютных возмущений в движении малых планет. А. Н. Струйская была опытной вычислительницей. Она впервые применила метод Нумерова к периодическим кометам. Под ее «опекой» было восемь планет (17, 360, 403, 408, 659, 758, 1001, 1924 QF = 1015). В 1937—1939 гг. вся работа по вычислению эфемерид малых планет и определению элементов их орбит велась под руководством А. Н. Струйской.

В. Ф. Газе — разносторонний и талантливый ученый, она окончила Петроградский университет, ей было поручено вычисление эфемерид малых планет 3, 87, 334, 423, 624, 884, в числе которых Юнона; движения этих планет она исследовала, используя метод экстраполяции. В. Ф. Газе была человеком необыкновенных музыкальных и поэтических способностей. Впоследствии она заинтересовалась астрофизическими исследованиями туманностей и работала в Крымской астрофизической обсерватории.

С Б. В. Нумеровым много лет работала и М. Е. Товстик, сестра Е. Е. Нумеровой. Она исследовала орбиты малых планет 168, 508, 566, 579, 811. Уже после Великой Отечественной войны она выполнила обширные работы по уточнению элементов орбит малой планеты 1004 Белопольская и определила новые элементы астероида 944 Гидальго, представив его движение с 1934 по 1962 г. численной теорией, построенной методом экстраполяции.

Л. И. Терентьева была профсоюзным деятелем, очень хорошим и отзывчивым человеком (в институте ее называли «астрономическая совесть») и отличным вычислителем. Она одной из первых начала работать вычислителем (ее планеты 303, 354, 617). С. М. Варзар, много лет работавшая в институте, занималась методами вычисления абсолютных возмущений (ее планеты 4, 107, 154). Н. Ф. Боева училась на Высших женских курсах в Москве вместе с Е. Е. Нумеровой, приглашена в Петроград из Воронежа. Она применила метод экстраполяции к VIII спутнику Юпитера. К школе теоретической астрономии, созданной Б. В. Нумеровым, следует отнести также А. И. Постоева и А. П. Тяхта.

Аспирантами Астрономического института были многие известные ученые: небесные механики Н. С. Самойлова-Яхонтова, которая в 1945 г. возглавила эфемеридную службу малых планет, и ныне работающая в институте В. И. Орельская, математик А. А. Марков, оптик Г. Г. Слюсарев, астрофизики В. В. Шаронов, В. Б. Никонов, Е. К. Харадзе, П. П. Добронравин, Н. Н. Сытинская, А. В. Марков.

Гравиметрия и гравитационная разведка

Принято считать, что главные интересы Б. В. Нумерова относились к проблемам небесной механики и эфемеридной астрономии. Вместе с тем вопросы геодезии и гравиметрии, в частности применение гравитационных методов в геологии, всегда занимали видное место в его деятельности; им посвящено большое число его научных исследований. Еще в студенческие годы в Петербургском университете он вместе с К. К. Дубровским исследовал прибор Штюккрата для определений силы тяжести с маятниками Штернека [1]. Позже, в 1918 г., Нумеров дал подробный вывод формулы для учета влияния колебаний маятникового штатива и предложил новую методику наблюдений [14]. В 1921 г. в гравиметрической экспедиции, направленной Вычислительным институтом на Белое море, им впервые был использован радиотелеграф для определения поправки хронометра и разработана система защиты маятникового прибора от колебаний температуры. В это же время он предложил новую конструкцию маятника и хронометра-счетчика с разрезным балансиrom. Систематические теоретические и практические работы по гравиметрии были начаты Б. В. Нумеровым осенью 1923 г., когда Вычислительный институт был преобразован в Астрономический институт и была значительно расширена тематика его исследований. В план института сразу же были включены организация гравиметрических экспедиций, составление сводного каталога гравиметрических пунктов страны и теоретические исследования по использованию гравитационных измерений в геологии для разведки полезных ископаемых.

В 20-е годы интерес Б. В. Нумерова в области гравиметрии относился главным образом к практической

задаче — изучению местных аномалий силы тяжести, вызванных влиянием близко расположенных более плотных (или менее плотных) масс земной коры. Для этих исследований применялись наблюдения с маятниками и гравитационные вариометры. При наблюдениях с маятниками, определяя с точностью 10^{-6} с и более период колебания маятника в каком-либо полевом пункте и сравнивая его с периодом колебания того же маятника в опорном пункте с известной силой тяжести, можно определить величину g (ускорение силы тяжести) в этом пункте. Отклонение величины g от вычисленной по нормальной формуле с учетом высоты пункта над геоидом (над уровнем моря) называется аномалией силы тяжести. Аномалии бывают глобальные, зависящие от отличия фигуры Земли от геоида, и региональные, местные, вызванные избытком или недостатком подземных масс вблизи данного пункта. Таким образом, наблюдения с маятником позволяют исследовать вертикальные составляющие в аномалиях силы тяжести. В отличие от маятниковых приборов при наблюдениях с гравитационным вариометром определяются с большой точностью горизонтальные градиенты силы тяжести, и притом в любом азимуте, т. е. вызванные массами, расположенными по разные стороны от пункта наблюдения, так как вариометр строится на принципе крутильных весов.

Именно в теории и практике наблюдений с гравитационным вариометром Б. В. Нумеров выполнил ряд важных исследований [99]. В те годы, когда вычислительные работы выполнялись с помощью таблиц логарифмов или ручных арифмометров, большое значение имело создание рациональных способов, облегчающих обработку измерений. Борис Васильевич обладал способностью к такого рода упрощениям, он дал ряд замечательных по простоте таблиц и графиков для учета влияния различных возмущающих факторов на процесс измерения и для объективной интерпретации гравитационных наблюдений. Это позволило значительно ускорить трудоемкие вычисления и производить обработку сразу после измерений [121]. Он предложил несколько аналитических и графических способов учета влияния топографического рельефа на измерения и даже придумал особые рейки для нивелирования местности вокруг пункта наблюдений.

Особое значение в практическом применении гравита-

ционных методов имеет интерпретация гравитационных наблюдений, т. е. решение задачи о форме и размере возмущающих масс, расположенных под поверхностью Земли и скрытых от глаз наблюдателя. В области теоретических работ и работ по интерпретации и использованию гравитационных наблюдений следует отметить целый ряд работ Б. В. Нумерова (см. [53, 54, 73, 98, 132]).

Б. В. Нумеров начал с исследования простой задачи о влиянии подземных масс различной формы на гравитационные наблюдения (отчасти это было им сделано в статье «Теоретические основания применения гравитационных методов в геологии» [56] для ряда случаев простейших форм залегания в виде наклонного параллелепипеда с конечным или бесконечным простиранием пород). В статье «Влияние внешних масс на гравитационные наблюдения в случае бесконечного простирания» [114] он рассмотрел два случая бесконечного простирания пород: сечение в виде замкнутого контура и сечение в виде пласта со скошенным краем.

При решении задач, связанных с интерпретацией гравитационных наблюдений, Б. В. Нумеров использовал два метода. Первый метод, или метод аналогий, дает решение обратной задачи, т. е. позволяет для различных возмущающих масс и геологических структур вычислить аномалии силы тяжести и определить природу источника возмущения. В работе «Интерпретация гравитационных наблюдений» [73] Б. В. Нумеров предлагает три способа построения кривой гравитационной аномалии, или уклонения отвеса, для бесконечной призмы с любым сечением: графический (состоящий в подсчете площадей специальных диаграмм), численный и метод, основанный на применении специального прибора — гравиметра.

Второй метод интерпретации гравитационных наблюдений относится к случаю одной контактной поверхности (например, дна озера) [98]. Такие наблюдения были выполнены Б. В. Нумеровым зимой на льду Шуваловского оз. близ Ленинграда и дали поразительное сходство графика гравитационных аномалий с рельефом дна [93, 111, 128]. Кроме того, Б. В. Нумеров совместно с В. С. Мошковой разработал упрощенный метод интерпретации по изогаммам [99].

Велики заслуги Б. В. Нумерова в разработке и применении гравитационных методов в геологии для народнохозяй-



Гравиметрическая экспедиция в Соликамск. 1926 г.

ственных целей. В 1924 г. он стал консультантом Государственного геологического комитета, и при его участии были организованы десятки гравиметрических экспедиций в различные районы СССР, проводивших измерения с маятниками и вариометрами, в 1925 г. — консультантом треста «Эмбанефть», в 1928 г. — треста «Грознефть», в 1931 г. — ленинградского Нефтяного института.

В период с 1925 по 1930 г. Астрономический институт совместно с Геологическим комитетом под руководством Б. В. Нумерова начал проведение гравиметрических определений с вариометрами и маятниками в районе р. Эмбы, на Северном Урале, в Грозном, в Кривом Роге, в Донецком бассейне и Западной Сибири при активном участии геофизиков-нефтяников. В 1926 г. работы на р. Эмбе велись около Гурьева, в урочище Новобогатинск. В этих работах участвовали Б. В. Нумеров, Б. Ю. Козловский, Н. Н. Михайлов, Н. Н. Черепанов, С. Е. Александров, В. В. Нумерова, Н. Н. Самсонов др. С 1927 г., когда объем работ на р. Эмбе был увеличен, работы велись в Искине, Байчунасе и в урочище Каратон на берегу Каспийского моря [127, 174].

В 1930 г. из треста «Эмбанефть» выделилась Геолого-разведочная контора. С увеличением объема работ возрос и штат сотрудников гравитационных партий, в который влилось новое пополнение, подготовленное в Астрономическом институте (Д. Н. Храмов, Б. В. Котляревский, Л. А. Амбарцумян, которые потом вместе с Н. Н. Черепановым и Э. Э. Фотиади составили ядро эмбенских геофизиков-разведчиков). В 1930 г. поиск велся на левом берегу р. Урал, в Темирском районе работала группа Б. Ю. Козловского. В районе р. Эмбы проводились маршрутные или общие съемки с гравитационными вариометрами, это был наиболее эффективный и дешевый метод поиска соляных куполов. В последующие годы продолжались исследования между Волгой и Уральскими горами.

Под редакцией Бориса Васильевича вышло краткое руководство для геологов и студентов нефтяных техникумов и вузов «Геофизические методы разведки на нефть» [146], в котором описываются геофизические методы разведки: магнитный, гравитационный, электрический, сейсмический. После 1931 г. стала применяться и сейсмическая разведка для отыскания нефти.

После командировки в Америку в 1929—1930 гг., во время которой его главной задачей было изучение применения геофизических методов для разведки в нефтяных районах США, Борис Васильевич составил отчет. В отчете он подробно изложил геофизические и другие методы разведки нефти и дал описание приборов, с которыми ему удалось познакомиться. Он писал: «Я думаю, что геофизическая разведка в середине континента [Северная Америка] не будет особенно плодотворна — много причин тому. К сожалению, я путешествую один. Было бы в 100 раз интереснее и полезнее вместе с геологом, ибо главный интерес, пожалуй, не в методике наблюдений, а в методике их интерпретации и использования». Нумеров сделал важные для народного хозяйства СССР выводы о необходимости проведения аэрофотосъемки и общих геофизических наблюдений в целях разведки природных богатств страны. Уже тогда, 50 лет тому назад, Нумеров понимал и предвидел, что надо развивать геофизические методы разведки полезных ископаемых, в частности нефти [100], стремился перенять полезный опыт зарубежных специалистов и хотел организовать производство приборов в СССР, избавляя, таким образом, страну от необходимости импорта.

Б. В. Нумеров был одним из инициаторов большого государственного дела — общей гравиметрической съемки Советского Союза. На Четвертом съезде ВАС, на заседании геодезической секции 25 декабря 1928 г., Борис Васильевич выступил с докладом «Результаты маятниковых и вариометрических наблюдений в связи с вопросом общей гравитационной съемки». В докладе сообщалось: «За последние 10 лет значительно возрос интерес к гравитационным наблюдениям с помощью маятников и вариометра Этвеша. Последние работы Геологического комитета и ряда трестов, использующих гравитационные наблюдения для геологической разведки, показали, что для построения карты с изогаммами необходимо вести маятниковые наблюдения с частотой иногда до 10 км, потому что все районы аномальны. Редкая общая съемка через 100 и даже через 50 км может дать превратное представление о ходе гравитационной аномалии и только для наших северных окраин может быть оправданна. Гравитационные наблюдения главным образом служат для характеристики строения ближайших слоев земли глубиной до 10 км и прежде всего должны быть использованы для задач геологии. Установление зависимости между аномалией силы тяжести и уклонением отвеса может иметь большое значение в тех районах, в которых топографические съемки опираются на астрономические пункты. Поэтому особый интерес представляет применение последних формул Вейнинг-Мейнеса».

При обсуждении вопроса об общей гравиметрической съемке СССР в Госплане Борис Васильевич выступил с докладом, содержащим обстоятельный анализ задач в области геодезии и гравиметрии. Борис Васильевич участвовал в разработке проекта общей гравиметрической съемки с применением всех имеющихся в Советском Союзе гравиметрических инструментов. Было решено вовлечь в работу все учреждения, занимающиеся гравитационной съемкой.

В связи с необходимостью исследования Урало-Кузбасса Астрономическим институтом были заключены договоры с Уральским геологоразведочным управлением и Нефтяным институтом (Ленинград) на определение аномалии силы тяжести в 235 пунктах в Западной Сибири (в районе Орска и Магнитогорска), а также по линии железной дороги между Котельничем и Пермью. Были

привлечены также астрономические учреждения, имеющие маятниковые приборы, которые вели работу по инструкции, разработанной Астрономическим институтом. Предварительная обработка измерений велась в полевых условиях, и результаты работы немедленно сообщались в институт по телеграфу. Такая постановка дела позволяла вносить своевременные коррективы в первоначально выработанный план и уточнять места гравиметрических аномалий.

В 1932 г. при участии треста «Эмбанефть» под руководством Б. В. Нумерова была начата общая гравитационная съемка района р. Эмбы. В этом районе начал работать сконструированный Б. В. Нумеровым трехрычажный гравитационный вариометр. На Памире и в пустыне Кызылкум был применен для съемок (1/4)-секундный маятниковый прибор. Работы велись И. Д. Жонголовичем и др. В результате общей съемки с использованием гравитационных вариометров на обширнейшей территории Прикаспийской впадины было установлено повсеместное развитие соляных куполов. Академик И. М. Губкин высоко оценил эту область как основную часть нефтяной базы СССР.

В 1933—1936 гг. проводилась гравитационная съемка на Севере СССР. Кроме того, Астрономический институт выполнил ряд работ по гравиметрической съемке Западной Сибири, Восточного и Центрального Казахстана. В общей сложности до 1940 г. сотрудниками гравиметрического сектора Астрономического института в 77 экспедициях было определено 2086 гравиметрических пунктов, что составило в то время пятую часть гравиметрических определений, выполненных на территории нашей страны.

Кроме теоретических, методических и полевых работ в области гравиметрии Б. В. Нумеров много сил отдал организации производства гравиметрических приборов. В 1928 г. по инициативе Б. В. Нумерова в Астрономическом институте была создана небольшая опытная мастерская, а несколько позднее — конструкторское бюро. Здесь проектировались и создавались первые уникальные астрономические и гравиметрические приборы и инструменты, большинство из которых разрабатывалось по замыслам и под непосредственным руководством Бориса Васильевича. По его идее был сконструирован и построен облег-

ченный (1/4)-секундный маятниковый прибор (около 10 кг), созданы регистрационный счетчик (хронометр с разрезным балансиrom) по новой схеме и (1/2)-секундный маятниковый прибор.

Б. В. Нумеров сконструировал прибор для измерения и обработки снимков, получаемых при фотографировании отсчетов на вариометре и гравиметре, для интерпретации гравитационных наблюдений. Им была создана новая модель вариометра Этвеша малого веса и размера с особым приспособлением для быстрого успокоения рычагов и защиты их от влияния температуры. В 1929 г. Б. В. Нумеров сконструировал оригинальную систему гравитационного вариометра с тремя рычагами, который был изготовлен затем немецкой фирмой «Бамберг», причем эффективность его была в два раза больше, чем у обычного вариометра системы «Бамберг». В 1931 г. С. Е. Александров и Б. Ю. Козловский провели исследование этого вариометра, а Б. В. Нумеров при содействии В. С. Мошковой вывел формулы для обработки измерений, выполненных при помощи трехрычажного вариометра [121, 135]. В 1932 г. этот вариометр с успехом работал на гравитационной съемке в районе р. Эмбы. Основная идея этого вариометра заключалась в максимальном ускорении процесса наблюдения и контролировании работы отдельных рычагов. Достаточно было произвести визуальные наблюдения в двух азимутах в течение часа, чтобы закончить наблюдения в данном пункте.

В 1934 г. П. С. Полетаев при участии Н. В. Созина на основе трехрычажного вариометра разработал конструкции малого портативного быстродействующего вариометра С-14 с длиной горизонтального рычага 14 см. В 1934 г. для нефтяной промышленности были изготовлены девять маятниковых приборов новой конструкции и пять приборов в облегченном варианте. Кроме того, в Астрономическом институте были построены две модели прибора Леже с упругими маятниками для наблюдения силы тяжести, испытания которых провели С. Е. Александров и Б. В. Нумеров.

В 1939 г. были сконструированы и исследованы макеты ряда гравиметров, в том числе гравиметра с рычагом конструкции Б. Б. Голицына и В. В. Нумеровой, два типа маятниковых приборов для определения силы тяжести на море и два типа статических гравиметров — пружинный

системы Б. Б. Голицына в модификации В. В. Нумеровой и двухбалансирный.

Маятниковый прибор, разработанный под руководством С. Е. Александрова в 1936 г., оказался настолько портативным и легким, что его удалось доставить самолетом на Северный полюс. С этим прибором Е. К. Федоров произвел определение силы тяжести на дрейфующей льдине. Маятниковые приборы, сконструированные в Астрономическом институте, успешно использовались в экспедициях на ледоколах «Садко» и «Малыгин». В экспедиции на ледоколе «Малыгин» в 1940 г. трагически погибла племянница Б. В. Нумерова Валентина Васильевна Нумерова.

Таким образом, по инициативе Б. В. Нумерова было начато в Советском Союзе производство гравиметрической аппаратуры.

С 17 по 21 января 1934 г. в Москве состоялся I Всесоюзный астрономо-геодезический съезд. На секции геодезии и гравиметрии выступили с докладами сотрудники Астрономического института: С. Е. Александров — «Работы Астрономического института по конструированию гравитационных приборов», Б. В. Нумеров — «Вычисление уклонения отвеса по аномалии силы тяжести» [164], Б. В. Нумеров и Н. А. Артемьев — «Теория упругого вертикального маятника и применение его для определения силы тяжести», В. В. Нумерова — «Применение вертикального маятника Б. Б. Голицына к определению силы тяжести». Съезд с удовлетворением отметил разработку Астрономическим институтом новых методов определения силы тяжести с упругими маятниками и вертикальным сейсмографом и работы по конструированию самих маятниковых приборов и впервые в Советском Союзе оптического счетчика (хронометра с разрезным балансиrom).

В 1929 г. Б. В. Нумеров исследовал зависимость между местными аномалиями силы тяжести и производными от потенциала силы тяжести и дал упрощенный вывод формулы отклонения отвеса для случая плоской земной поверхности [83]. В 1933—1934 гг. он занимался вопросом определения местных уклонений отвеса по аномалиям силы тяжести, что представляет значительный интерес для практической геодезии, ибо дает возможность использовать астрономические пункты как опорные триангуляционные пункты. Исправляя астрономические координаты

за уклонение отвеса, вычисляемое на основании карты с изогаммами (или линиями равных аномалий силы тяжести), можно найти геодезические координаты, совершенно не прибегая к триангуляционным геодезическим работам. Борис Васильевич предложил также и план исследования формы и размеров Земли. Он решил задачу обработки маятниковых наблюдений с целью вывода параметров земного эллипсоида, наиболее точно представляющего территорию СССР. Им была решена задача определения фигуры геоида по значениям силы тяжести, заданым на его поверхности (1935—1936 гг.) [165—166].

Специально для геодезистов Б. В. Нумеровым были разработаны и вычислены многочисленные таблицы преобразования географических координат и прямоугольных координат Гаусса — Крюгера в связи с переходом к системе прямоугольных координат в геодезии. В 1933 г. были составлены и изданы таблицы для вычисления географических координат и прямоугольных координат Гаусса—Крюгера для широт от 36 до 72° с точностью до 0.01 м и $0.01''$ для работы с арифмометром [208]; в издании 1936 г. точность таблиц была повышена до $0.001''$ [215]. Кроме того, в 1934 г. были изданы таблицы перевода координат Гаусса—Крюгера в систему Руссиля [212]. По заданию Топографического управления Б. В. Нумеровым были выведены новые формулы для перевода прямоугольных координат Гаусса—Крюгера из трехградусной зоны в шестиградусную и из шестиградусной зоны в соседнюю шестиградусную и по ним составлены вспомогательные таблицы [211].

Следует отметить статьи «Редукция наблюдений гравитационного вариометра за топографию» [77], «Общая характеристика гравитационного метода разведки по работам б. Геологического комитета 1925—1928 гг.» [120] и краткое руководство для геологов и студентов нефтяных техникумов и вузов «Геофизические методы разведки на нефть» [146]. Кроме того, под редакцией Б. В. Нумерова вышел из печати «Каталог гравиметрических пунктов, определенных в СССР до 1935 г.» [218].

О роли Б. В. Нумерова в развитии отечественной астрофизики

Русские астрономы С. П. Глазенап, А. П. Ганский, Г. А. Тихов, К. Д. Покровский и другие неоднократно высказывали мысль об устройстве горной астрономической обсерватории. В начале XX столетия меценатом астрономии Н. С. Мальцевым в Крыму, на совершенно случайном месте, была построена Симеизская обсерватория. Однако условия астрономических наблюдений там оказались малоблагоприятными и единственным современным телескопом был рефлектор английской фирмы Грэбб, установленный в 1926 г.

В первые годы после революции вопрос об организации горной астрономической обсерватории, естественно, отошел на задний план, но с момента начала экономического подъема в стране, укрепления молодых республик, созданных в Средней Азии и на Кавказе, вновь встал вопрос об организации республиканских астрономических центров на юге СССР. Б. В. Нумеров также считал необходимым организовать высокогорную астрономическую обсерваторию на юге, особенно после знакомства с высокогорными астрономическими обсерваториями в США. Создание такой обсерватории было связано с решением новых задач, в первую очередь с изготовлением отечественных астрономических инструментов, а также с разработкой методики астрофизических наблюдений. Поэтому в 1931 г. была проведена некоторая реорганизация Астрономического института. Вместо четырех отделов было организовано пять секторов: вычислительный и издательский (зав. Н. И. Идельсон), теоретический (зав. Б. В. Нумеров), гравиметрический (зав. А. М. Гижицкий), астрофизический (зав. И. А. Балановский), конструкторско-механический (зав. Н. Г. Пономарев).

В апреле 1931 г. Астрономическим институтом в Ленинграде по инициативе Нумерова было созвано совещание по вопросу организации горной астрономической обсерватории в южных районах СССР. На совещании присутствовали представители астрономических и геофизических учреждений, в том числе акад. Д. С. Рождественский, Д. Д. Максудов, Т. П. Кравец, А. И. Тудоровский, Г. Г. Слюсарев и В. П. Линник. От Астрономического института два доклада сделал Н. Г. Пономарев: «О конструкции 13-дюймового рефлектора Астрономического института и короткофокусного астрографа» и «Возможности постройки больших астрономических инструментов в СССР». Было прочитано около 50 докладов, касающихся методики и планов экспедиционных работ, выбора места для будущей обсерватории, задач этой обсерватории, а также конструирования и изготовления больших астрономических инструментов в Советском Союзе. Председателем совещания был Нумеров, выступивший с несколькими докладами.

В резолюции совещания были отмечены важность и необходимость организации систематической службы Солнца на территории СССР и использования результатов для нужд геофизики. Для выбора района горной обсерватории был намечен конкретный план экспедиционных обследований на 1931 г. Были определены основные задачи горной астрофизической обсерватории и приведен список инструментов, которые должны быть сконструированы и изготовлены в научных учреждениях и на заводах в соответствии с этими задачами.

В 1931 г. от Астрономического института были направлены экспедиции на Северный Кавказ (П. П. Добронравин), в Среднюю Азию (Д. О. Мохнач и Б. В. Окунев), в Крым (А. И. Лебединский) и в Грузию (В. С. Мошкова, В. Б. Никонов и Б. В. Нумеров). К экспедиции в Грузию присоединился аспирант института Е. К. Харадзе. 9 июля экспедиция прибыла в Тбилиси, имея с собой 60- и 90-миллиметровые рефракторы Цейсса на азимутальной монтировке, снабженные стандартными 50-миллиметровыми диафрагмами, окулярными шкалами для оценки дрожаний изображений звезд и призмой для наблюдений Солнца; цианометр Оствальда—Линке для определения синевы неба и фотоаппарат. После совещания в Тбилисской геофизической обсерватории со специалистами наиболее

интересными и подлежащими обследованию в этом же году были признаны район Боржоми—Бакуриани, Абастумани, высокогорное Ахалкалакское плато и район бывшего монастыря Шуамта в Кахетии. 19 июля, закончив организационные работы, экспедиция выехала в Бакуриани. После наблюдений в Бакуриани участники экспедиции верхом на лошадях объехали берега высокогорного Тибисхурского оз., побывали в Красной Церкви, Молите, Удабне, Балате и Баралетах, установив связь с наблюдателями метеорологических станций. Продолжая предварительный осмотр, Нумеров, Никонов и Харадзе 5 августа поехали в Абастумани. Затем Борис Васильевич вернулся в Ленинград, а Никонов и Харадзе приступили к обследованию Бакурианского района. Позднее, в 1932 г., был обследован еще и район Кахетии (В. Б. Никонов). В результате тщательного анализа данных, полученных всеми экспедициями, Б. В. Нумеров принял решение построить обсерваторию в Абастумани. Директором ее был назначен Е. К. Харадзе, который руководит обсерваторией и в наши дни.

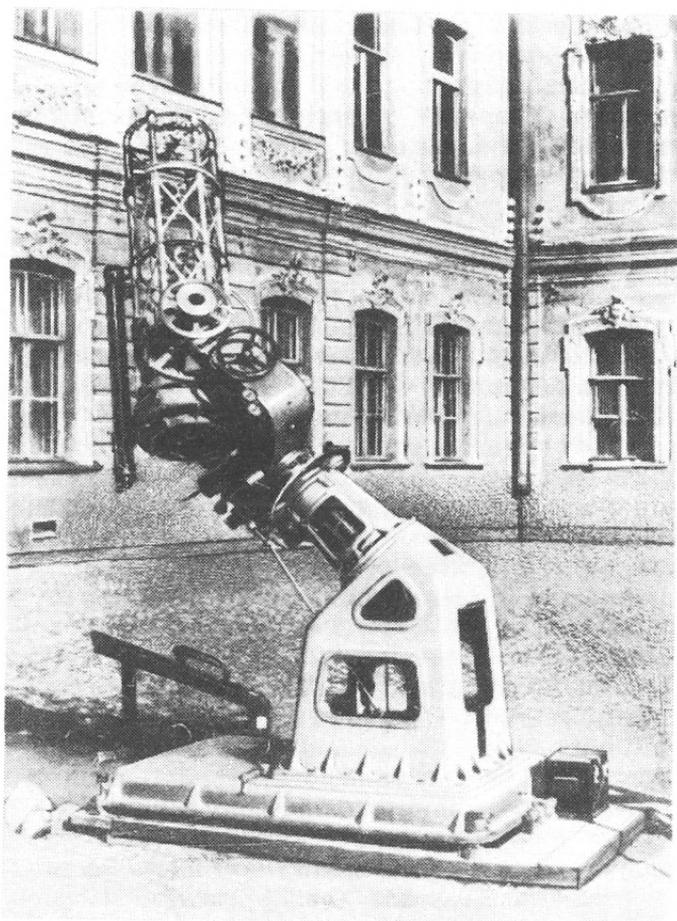
Новую обсерваторию необходимо было оснастить современной наблюдательной аппаратурой. Б. В. Нумеров берет инициативу в свои руки. Он всячески способствует развитию астрономического приборостроения в Астрономическом институте. Здесь при активном содействии промышленности* (судостроительного Балтийского завода в Ленинграде) был изготовлен по проекту и под руководством заведующего конструкторско-механическим сектором Н. Г. Пономарева первый отечественный 33-сантиметровый рефлектор, установленный в Абастуманской астрофизической обсерватории. Одновременно конструируются и изготавливаются современные микрофотометры (А. В. Марков, В. Б. Никонов, Н. П. Померанцев). Осваивается совершенно новая в СССР техника фотоэлектрической фотометрии (В. Б. Никонов), которая и применяется в Абастуманской обсерватории.

Создание Абастуманской астрофизической обсерватории явилось толчком к строительству других обсерваторий Советского Союза, расположенных в благоприятных климатических условиях, — Бюраканской, Шемахинской в Азербайджане, Алма-Атинской в Казахстане и, наконец, Специальной астрофизической обсерватории АН СССР на Северном Кавказе. Радикальный подход Нумерова к ре-

конструкции и созданию наблюдательной базы обеспечил тот высокий уровень, на котором астрофизика находится в настоящее время.

Конструированием и изготовлением астрономических инструментов в Советском Союзе занимались и Пулковская обсерватория, и ГАИШ (Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга). В Пулковской обсерватории были изготовлены спектрокомпараторы, хронографы, делительная машина и др. ГАИШ занимался разработкой приборов для гравиметрических наблюдений. Большой вклад в конструирование и создание новых астрономических и гравиметрических инструментов внес Астрономический институт. С 1928 г., после организации небольшой опытной мастерской, Б. В. Нумеров поставил целью (создав в конце концов специальный конструкторско-механический сектор) выполнение экспериментальных работ и изготовление новых инструментов оригинальной конструкции. Можно отметить следующие важнейшие работы Астрономического института с 1928 по 1932 г.: 13-дюймовый (33-сантиметровый) рефлектор, первый большой инструмент, построенный в Советском Союзе и летом 1932 г. установленный на астрофизической обсерватории в Абастумани; большой рефлектор новой конструкции диаметром 40 дюймов с неподвижным главным зеркалом; оправы линз и зеркал новой конструкции; роликовые подшипники для большого рефлектора и солнечного телескопа; меридианный колориметр для ГАИШ, предназначенный для фотометрических работ; конструкторские чертежи — спектрогелиоскопа по идее американского астронома Дж. Э. Хейла для Харьковской астрономической обсерватории, шлифовальной машины для изготовления больших зеркал и объективов диаметром до 1 м, выполненные по заданию Государственного оптического института (ГОИ), короткофокусного спектрографа; лабораторный визуальный микрофотометр нового типа для измерения яркости точек и площадей на фотографической пластинке; схема объективного микрофотометра, основанная на использовании оптических частей и фотоэлементов, изготавливаемых в СССР.

В это же время была начата подготовка конструкторских чертежей большого солнечного телескопа для Пулково по идее, предложенной Е. Я. Перепелкиным. Был



13-дюймовый рефлектор, установленный на Абастуманской астрофизической обсерватории.

предложен также новый метод изготовления полого облегченного диска большого диаметра для зеркал.

Весной 1931 г. на совещании по организации горной астрономической обсерватории был поставлен вопрос о привлечении научных учреждений и заводов к изготовлению больших астрономических инструментов. ГОИ и Астрономический институт заключили соглашение о создании объединенной механической мастерской и конструп-

торского бюро по проектированию астрономических инструментов. С 1931 по 1933 г. Б. В. Нумеров был заведующим отделом прикладной математики ГОИ, и под его руководством было сделано несколько важных работ [224].

В июле 1931 г. при ВООМП была создана специальная комиссия астрономических приборов (КАП) для координации работ, связанных с постройкой больших астрономических инструментов: объектива рефрактора для Пулковской обсерватории и инструментов для будущей горной астрофизической обсерватории, — председателем которой был Б. В. Нумеров. В КАП участвовали: от Ленинградского завода оптического стекла — В. В. Гаврилов, от Пулковской обсерватории — И. А. Балановский и Е. Я. Перепелкин, от ГОИ — Д. С. Рождественский, А. И. Тудоровский, В. П. Линник, Д. Д. Максutow, И. В. Гребенщиков, от Астрономического института — Н. Г. Пономарев, который стал ученым секретарем комиссии. Параллельно работали две подкомиссии: стекловаренная под председательством В. В. Гаврилова и оптико-механическая под председательством Б. В. Нумерова; в задачу последней входило установление спецификации с учетом пожеланий астрономов, изучение физико-химических свойств существующих больших астрономических объективов и зеркал и определение технических условий при изготовлении оптического стекла для больших объективов и зеркал.

Основной задачей была прежде всего организация изготовления большого объектива диаметром 81 см с фокусным расстоянием 900 см для рефрактора, механические части которого уже были готовы и находились в Пулковской обсерватории. Эта грандиозная задача, доступная только нескольким мировым фирмам, имеющим уже многолетний опыт производства оптического стекла и объективов, могла быть поставлена и решена только при том энтузиазме, которым были воодушевлены работники заинтересованных учреждений. И воодушевлял всех Б. В. Нумеров. К. Ф. Огородников писал: «Борис Васильевич обладал необыкновенной способностью подбирать кадры. Это были не просто способные люди, но такие, которые были крепко преданы порученному им делу и сами становились носителями заложенных в них Нумеровым идей. Хочется вспомнить в связи с этим молодого оптика и конструктора Н. Г. Пономарева, которого Нумеров привлек во вновь создаваемую лабораторию по конструированию астроно-

мических инструментов. В скором времени Пономарев стал известным конструктором как астрономических, так и гравиметрических приборов. Совместно с Д. Д. Максотовым он создал советский 13-дюймовый рефлектор для астрофизической обсерватории в Абастумани. Сегодня мы, современники и свидетели постройки в СССР самого большого в мире 6-метрового рефлектора, не можем не вспомнить имена тех, кто начинал отечественное строительство астрономической техники в то трудное время».

Деятельность КАП была отражена в статье Б. В. Нумерова «Конструирование и изготовление астрономических приборов в СССР» [137], а также в нескольких докладах, прочитанных им на конференциях 1932—1933 гг. «Деятельность Б. В. Нумерова в области создания и развития астрономического приборостроения вылилась и в организацию им КАП (комиссии астрономического приборостроения), задачей которой было содействовать развитию этого раздела техники. В результате Н. Г. Пономарев организует на Государственном оптико-механическом заводе астрономическую группу, которая в настоящее время превратилась в мощное конструкторское бюро, создавшее все современные крупнейшие телескопы СССР (2,6-метровые телескопы Крымской и Бюраканской обсерваторий, крупнейший в мире 6-метровый телескоп САО АН СССР и др.)», — пишет В. Б. Никонов.

В 1928 г. на Четвертом съезде ВАС Б. В. Нумеров был избран секретарем Астрономической ассоциации РСФСР. 31 января 1929 г. он был избран в члены-корреспонденты Академии наук СССР и до конца дней связал свою деятельность с работой Академии наук. В 1930 г. при Секторе науки Наркомпроса РСФСР для планирования и координации астрономических работ был создан Астрономический комитет. В состав комитета входили: Б. В. Нумеров (председатель), А. А. Канчеев (зам. председателя), Р. В. Куницкий, С. Н. Блажко и С. В. Орлов (ученый секретарь). Астрономический комитет координировал научную работу и преподавание астрономии, в его задачи входили планирование и организация работы астрономических учреждений. Преемником этого комитета в настоящее время является Астросовет Академии наук СССР.

30—31 октября 1930 г. в Москве состоялось совещание астрономических учреждений, созванное Сектором науки Наркомпроса РСФСР. Участниками совещания были:

К. Д. Покровский (Главная астрономическая обсерватория в Пулковке), Б. В. Нумеров (Государственный астрономический институт) и др. На совещании были вынесены решения: 1) просить астрономические учреждения принять участие в поисках местности для постройки высокогорной обсерватории; 2) признать желательным издание следующих монографий: «Руководство к методу экстраполяции» под редакцией Б. В. Нумерова, «Теория и практика гравитационных наблюдений» под редакцией Б. В. Нумерова и «Теория лучистого равновесия» В. А. Амбарцумяна и Н. А. Козырева.

На пленуме Астрономического комитета 23—26 ноября 1933 г. Б. В. Нумеров доложил тематику исследований на 1934 г. для Астрономического института, комитет заслушал также его доклад о строительстве обсерватории в Абастумани в связи с решением вопроса о месте установки 16-дюймового рефрактора, находившегося в то время в Астрономической обсерватории Ростовского университета: было решено установить рефрактор в Абастуманской обсерватории.

На пленуме Астрономического комитета 21 января 1934 г., после обсуждения вопроса об информационном циркуляре астрономических институтов СССР, была создана комиссия в составе Б. В. Нумерова, Б. П. Герасимовича, С. Г. Натансона и Б. В. Кукаркина, которой было поручено представить свои соображения о характере циркуляра и месте его издания.

Идеи Б. В. Нумерова об использовании точной теории движения малых планет и их наблюдений в области фундаментальной астрометрии

В марте 1932 г. в Пулковской обсерватории состоялась 1-я Астрометрическая конференция СССР, которая оказала большое влияние на развитие астрометрических исследований в нашей стране. На этой конференции впервые был поставлен вопрос о создании каталога слабых звезд (КСЗ) — новой фундаментальной системы звездных положений, основанной на наблюдениях только слабых звезд 7—9-й величины.

Б. В. Нумеров был одним из самых активных участников конференции и сделал на ней большой доклад «Теоретические основания применения теории движения малых планет к определению систематических ошибок склонений». Это выступление дало начало большому международному сотрудничеству, в котором в течение последующих нескольких десятилетий принимали участие более 20 обсерваторий разных стран.

В классической астрометрии задача определения начала системы небесных координат (точки весеннего равноденствия¹) решается посредством меридианных наблюдений Солнца. Однако еще в конце XIX столетия С. Ньюком предложил использовать для этой цели также наблюдения больших планет.

Идея Ньюкома, как ее кратко объясняет Б. В. Нумеров, заключается в том, что если отвлечься от возмущений в движении планет (их можно вычислить и учесть с большой точностью), то невозмущенная гелиоцентрическая

¹ Точка весеннего равноденствия — точка пересечения эклиптики с небесным экватором, через которую Солнце проходит весной.

орбита каждой планеты будет находиться в плоскости, проходящей через центр Солнца, и на небесной сфере даст большой круг. Экватор фундаментального каталога также является большим кругом небесной сферы. Поэтому среднее значение из склонений планеты, определенных по всей ее орбите, должно точно равняться нулю. Отличие этого значения от нуля дает поправку $\Delta\delta_0$ положения экватора фундаментального каталога. Аналогично определяется и поправка ΔA к положению точки весеннего равноденствия, если элементы орбиты планеты хорошо известны. При этом наиболее точно получается именно поправка экватора $\Delta\delta_0$. Поэтому Б. В. Нумеров в докладе, а также в ряде статей [147, 149, 167, 168] поставил вопрос об улучшении только системы склонений.

Известно, что астрометрические наблюдения больших планет, и в особенности Солнца, отягощены трудно учитываемыми систематическими ошибками (из-за большой яркости, дискообразной формы, наличия фазы, дневных условий наблюдений и т. д.), и точность этих наблюдений значительно ниже, чем точность наблюдений звезд. Поэтому выгоднее наблюдать малые планеты, которые на небе по виду неотличимы от звезд.

Малые планеты наблюдаются в основном вблизи оппозиций, поэтому требуется несколько лет, чтобы охватить наблюдениями всю их орбиту. Нумеров показал, что если привлечь несколько целесообразно выбранных планет, то примерно за десятилетний период можно равномерно покрыть наблюдениями всю экваториальную зону звездного каталога.

В статьях «К вопросу определения систематических ошибок звездных положений» [167, 168], «Организация работы по определению систематических положений звезд на основании наблюдений и теории движения малых планет» [190] и «Современные задачи астрометрии» [195] Б. В. Нумеров изложил план наблюдения малых планет. В своей программе он выделил следующие положения. При выборе планет нужно, чтобы их наблюдения были возможны в период оппозиций вблизи экваториальной зоны, это позволит надежно определить элементы их орбит по наблюдениям в небольшом числе оппозиций, эксцентриситеты орбит не имеют значения. На 1935—1945 гг. Нумеров рекомендовал следующие 10 малых планет:

	m	μ	i	φ
1 Церера	7.4	771	11°	5°
4 Веста	6.5	978	7	5
40 Гармония	9.2	1039	4	3
122 Герда	11.5	616	2	3
124 Алкаста	10.3	832	3	4
189 Фтия	11.5	925	5	2
196 Филомела	10.3	643	7	1
208 Лакримоза	11.2	721	2	1
214 Ашера	12.1	841	3	2
407 Арахна	11.9	834	4	4

Здесь m — звездная величина в оппозиции; μ — среднее суточное движение; i — наклон орбиты; φ — угол эксцентриситета.

В каждой оппозиции малой планеты важно охватить наблюдениями возможно большую дугу орбиты, для чего наблюдать планету надо не менее 6 мес.; это позволит с достаточной надежностью раздельно определить элементы орбит планеты и Земли [164].

Старые наблюдения планет применять нецелесообразно не только из-за небольшого их числа и недостаточной точности, но главным образом ввиду неясности системы координат, к которым они отнесены, и, следовательно, невозможности их редукции к единой системе. К тому же старые наблюдения планет чаще всего проводились вблизи оппозиций, тогда как особенно важны наблюдения, по времени удаленные от моментов оппозиций. Особенно желательны меридианные наблюдения планет с привязкой прямо к звездам фундаментального каталога (Босса). Ввиду слабой видимой величины большинства планет даже в оппозиции чрезвычайно желательно создание для этих наблюдений светосильного меридианного круга, позволяющего наблюдать объекты до 11-й звездной величины и слабее (о проекте такого инструмента сказано дальше).

Необходимо организовать систематические фотографические наблюдения избранных планет с привлечением к ним многих обсерваторий как в СССР, так и за рубежом. Опорные звезды для обработки фотографий следует брать из каталога Босса или из других каталогов, привязанных к каталогу Босса.

Для учета возмущений движений планет в течение 10—20 лет целесообразно применить простой и испытанный метод экстраполяции особых координат, опыт применения которого к движению планеты Юнона показал, что он обеспечивает точность $\pm 0.02''$ в течение 10 лет.

Вся работа должна проходить в следующем порядке. Вначале в соответствии с приближенной теорией движения избранных планет, дающей точность координат порядка $\pm 0.6''$, вычисляются эфемериды и рассылаются обсерваториям, в которых ведутся наблюдения планет на меридианных кругах и астрографах и обрабатываются в системе каталога Босса; систематические ошибки отдельных обсерваторий исследуются, и результаты объединяются в нормальные места. Результаты должны публиковаться не позднее чем через год после окончания одного обращения планеты. После сравнения эфемериды с нормальными местами строится точная теория движения этих планет, которая снова сравнивается с нормальными местами; полученные разности $O-C$ (наблюдения минус вычисления) служат материалом для общего анализа, т. е. для определения поправок к нуль-пунктам каталога, поправок равноденствия ΔA и экватора $\Delta \delta_0$, а также 11 поправок элементов орбит — шести для планеты и пяти для Земли; поскольку планет 10, то в окончательной системе уравнений будет 67 неизвестных. Решение этой системы будет выполняться последовательными приближениями в разных вариантах.

Астрономический институт может взять на себя составление эфемерид для наблюдателей и построение точной теории движения избранных планет. Конечно, вполне возможна в этой работе кооперация с другими институтами и обсерваториями. Общую организацию всей работы следует возложить на комиссию 20 МАС.

Предложение Нумерова было своевременным, так как оно соответствовало плану создания КСЗ, для ориентации системы координат которого нужны были наблюдения слабых по яркости тел Солнечной системы — малых планет. Доклад Бориса Васильевича вызвал оживленную дискуссию. В его последующих статьях и выступлениях ставилась задача улучшения системы фундаментального каталога по обеим координатам (по склонению и прямому восхождению), хотя, как известно, поправка ΔA нуль-пункта прямых восхождений по наблюдениям планет определяется с очень малой точностью из-за ее сильной корреляции с поправкой долготы планеты ΔL_0 в начальную эпоху.

План наблюдений малых планет был опубликован в 1933 г. и вызвал отклики за рубежом. Известный амери-

канский астроном Д. Брауэр,² ссылаясь на Нумерова, в 1935 г. предложил свой, расширенный план наблюдений 14 малых планет, поставив целью определить для каталога Босса не только постоянные поправки системы ΔA и $\Delta \delta_0$, но и периодические ошибки прямых восхождений и склонений в экваториальной зоне от $+30$ до -30° .

В июле 1935 г. в Париже, на V съезде МАС, состоялось совместное собрание трех комиссий — 4 (Эфемериды), 8 (Меридианная астрономия) и 20 (Малые планеты) специально для обсуждения планов наблюдений избранных малых планет, предложенных Нумеровым и Брауэром. Съезд МАС принял резолюцию, одобряющую эти планы и рекомендующую обсерваториям в ближайшие годы организовать наблюдение планет. На этом съезде Б. В. Нумеров был избран вице-президентом комиссии 20. Сообщение о работе V съезда МАС и о принятых съездом решениях опубликовано участником съезда В. Г. Фесенковым (см.: АЖ, 1935, т. 12, вып. 5, с. 503—504).

Наблюдения малых планет по плану Б. В. Нумерова были организованы в СССР в 50-е годы. К этому времени потребовалось пересмотреть список подходящих планет, что было сделано в Институте теоретической астрономии (ИТА) Н. С. Самойловой-Яхонтовой. В 1954 г. на 11-й Астрономической конференции СССР, приуроченной к открытию восстановленной после войны Пулковской обсерватории (в работе конференции участвовал ряд зарубежных ученых, в их числе и Д. Брауэр), состоялся доклад Н. С. Самойловой-Яхонтовой «Наблюдения малых планет для определения постоянных каталога слабых звезд»,³ который заканчивался призывом к обсерваториям участвовать в наблюдениях планет. Этот призыв встретил широкий отклик среди астрометристов. За 1955—1975 гг. на 20 обсерваториях обоих полушарий Земли было получено свыше 22 тыс. фотографических наблюдений малых планет. Можно отметить активное участие в этих наблюдениях обсерваторий в Пулкове, Николаеве, Москве, Ташкенте, Сиднее, Копенгагене, Бухаресте, Сантьяго (Чили) и др. Обработка этих наблюдений сначала велась с координа-

² Vrouwer D. On the determination of systematic corrections to star positions from observations of Minor Planets. — AJ, 1935, vol. 44, p. 57—63.

³ См.: Тр. 11-й Астрометр. конф. СССР. М.; Л., 1955, с. 78—82.

тами опорных звезд из каталогов Йельской обсерватории (США), но потом результаты были тщательно переведены в систему каталога АГКЗ для северного неба.

Всю громадную работу по сбору наблюдений, их детальному анализу и систематизации, по связи с наблюдателями обсерваторий всех континентов выполнила в ИТА В. И. Орельская. В 1979 г., после решения на ЭВМ ряда вариантов составленных ею систем условных уравнений, были получены давно ожидаемые систематические поправки к фундаментальному каталогу FK4. Результаты оказались весьма интересными. Поправка равноденствия ΔA по всем 10 планетам оказалась по знаку обратной той, которая 40 лет тому назад была внесена в систему каталога FK3 по данным меридианных наблюдений Солнца и больших планет начала XX столетия. Таким образом, или новая поправка ΔA , если ее учесть, вернет точку весеннего равноденствия в положение, выведенное С. Ньюкомом в конце прошлого века, или надо признать, что эта точка с течением времени перемещается вдоль экватора. В. И. Орельская определила поправки к положению точек весеннего равноденствия и экватора каталога FK4. Результаты оказались в согласии с полученными в Астрономическом вычислительном институте в Гейдельберге В. Фрикке.

Следует еще отметить, что в СССР за последние годы выполнено несколько теоретических исследований ориентации системы координат звездного каталога с использованием наблюдений малых планет. Можно назвать, например, работу В. Н. Бойко⁴ «Улучшение системы фундаментального каталога по наблюдениям малых планет», в которой исследованы веса определяемых величин для разных вариантов решения условных уравнений, и цикл статей, а также монографию Д. П. Думы⁵ «Определение нуль-пунктов и периодических погрешностей звездных каталогов», рассмотревшего эту проблему в широком плане, с анализом результатов наблюдений как малых, так и больших планет.

Что касается предложенного Д. Брауэром в 1935 г. плана наблюдений малых планет, то благодаря инициативе директора Йельской обсерватории Ф. Шлезингера на двух

⁴ См.: АЖ, 1975, 52, вып. 2, с. 431—440.

⁵ Киев, 1974. 163 с. См. также: Астрометрия и астрофизика, 1960, № 7, с. 3—39.

обсерваториях США, а также в Лейдене (Голландия) и Йоганнесбурге (Южная Африка) с 1935 по 1948 г. было получено около 7 тыс. наблюдений 15 избранных им планет. Они были в 60-е годы обработаны в США Д. Пирсом.

М. С. Зверев пишет: «Таким образом, улучшение системы фундаментального звездного каталога посредством наблюдений группы избранных малых планет получено в ИТА в результате исследований по плану Б. В. Нумерова. В связи с успехом этой работы ИТА АН СССР в 1976 г. на 16-м съезде МАС предложил новый, разработанный В. И. Орельской расширенный план наблюдений 20 избранных малых планет. В наблюдениях по новому плану участвует более 20 обсерваторий разных стран. Можно с удовлетворением констатировать, что предложенный более 50 лет тому назад план Б. В. Нумерова до сих пор является одной из актуальных проблем современной астрометрии».

В материалах Б. В. Нумерова имеется большая неопубликованная статья «К вопросу определения фундаментальных склонений звезд и систематических ошибок вертикального круга». В ней теоретически рассмотрена проблема абсолютного определения склонений (а также широты места, постоянной рефракции и рефракционного уклона) посредством различных вариантов меридианных наблюдений. Исследование ведется анализом математических выражений и иллюстрируется следующими численными моделями: 1) наблюдения звезд в двух кульминациях с вертикальным кругом; 2) комбинация наблюдений с одним вертикальным кругом на двух широтах в Северном или в Северном и Южном полушариях; 3) комбинация наблюдений с вертикальным кругом и зенит-телескопом, установленными на разных широтах. Борис Васильевич показал невозможность строгого определения всех неизвестных из такого рода наблюдений (в ряде вариантов не определяется постоянная поправка широты $\Delta\varphi$, которая может быть получена из наблюдений планет). Более выгодной является комбинация наблюдений с вертикальным кругом и зенит-телескопом на широтах соответственно $+60^\circ$ и $+50^\circ$. При этом не требуется, чтобы систематические ошибки вертикального круга были малы; важна лишь их устойчивость. В статье высказываются критические замечания по поводу временного переноса пулковского вертикального круга в Южное полушарие, что не может

способствовать решению задачи абсолютного определения склонений звезд.

Интересно отметить, что практические рекомендации Б. В. Нумерова по существу основаны на принципе зенитной симметрии ошибок меридианных наблюдений, сформулированном В. Г. Шапошниковым в статье «О построении нормальной системы склонений на основе зенитной, строевые систем, полученных из наблюдений».⁶ Идея Б. В. Нумерова о широком использовании в фундаментальной астрометрии наблюдений с зенит-телескопом осуществилась, когда В. А. Наумов в Пулковской обсерватории разработал план построения системы склонений для всего неба на основе комбинации наблюдений на вертикальных кругах и зенит-телескопах. Выполнены наблюдения с вертикальным кругом в Пулкове и на обсерватории Серро-Калан (Чили) и с зенит-телескопом в Пулкове, Китабе и на о. Шпицберген. Организуются наблюдения также на экваторе, после чего станет возможным объединение всех результатов в единый высокоточный каталог склонений звезд.

Научные интересы Б. В. Нумерова в области фундаментальной астрометрии не ограничивались предложенным им планом наблюдений малых планет. Он активно участвовал в решении проблемы создания КСЗ, обсуждавшейся также на конференции по теоретической астрономии и небесной механике, созванной по его инициативе в мае 1935 г. в Ленинграде. В основном же ей была посвящена 2-я Астрометрическая конференция, состоявшаяся в Пулковской обсерватории весной 1936 г., на которой продолжалась дискуссия о фундаментальном каталоге и об использовании малых планет (вместо Солнца) для определения нуля-пункта его координатной системы. Большое внимание было уделено также службе времени и проблеме изучения изменения широт. Наряду с пулковскими астрономами Б. П. Герасимовичем, Н. И. Днепровским и П. И. Яшновым Б. В. Нумерова по праву можно считать одним из инициаторов постановки большой комплексной проблемы создания КСЗ [185, 197]. Из его конкретных предложений по этой проблеме кроме плана использования теории и наблюдений малых планет можно назвать проект создания светосильного фотографического

⁶ См.: АЖ, 1939, т. 16, вып. 3, с. 62—74.

меридианного круга [175, 177] и план построения абсолютной системы прямых восхождений слабых звезд [193].

Идею создания нового фотографического меридианного круга Б. В. Нумеров стал разрабатывать, по-видимому, одновременно с планом наблюдений избранных малых планет. Для улучшения системы звездного каталога по наблюдениям планет необходимо определить их точные координаты в этой системе, что непосредственно достигается наблюдениями с меридианным кругом, когда опорные звезды берутся прямо из фундаментального каталога. Однако ввиду слабой яркости большинства малых планет, которые даже в оппозиции не достигают 9-й звездной величины, их визуальные наблюдения на имеющихся меридианных инструментах практически невыполнимы. Борис Васильевич предложил создать светосильный меридианный круг (диаметр объектива 30 см, светосила 1:7) для визуальных, а также фотографических наблюдений. В последнем случае окулярный микрометр надо заменить подвижной кассетой с фотопластинкой, которая может равномерно перемещаться со скоростью суточного движения наблюдаемого объекта. Таким образом, задавая экспозицию в 20—30 с, можно на пластинке получать точечные изображения звезд и малых планет до 11-й звездной величины и даже слабее.

Б. В. Нумеров выдвинул оригинальную идею привязки каждого наблюдения к жестко связанным с Землей ориентирам, а именно к восточной и западной мирам. Свет от мир, проходя через объективы, помещенные на концах горизонтальной оси, и пентапризмы, установленные в центральном кубе инструмента, образует точечные изображения мир в фокальной плоскости телескопа. При визуальных наблюдениях рабочей нитью микрометра надо измерять расстояние от объекта до изображения мир. При фотографировании с подвижной кассетой изображение мир вытянется в черту. Прерывая свет миры при помощи контактного хронометра, можно получить на пластинке подобие записи на ленте хронографа, опуская перпендикуляр из звезды (или планеты) на линию следов миры, можно измерить момент прохождения объекта через миру, при этом результат будет свободен от ошибок установки инструмента и неправильностей цапф горизонтальной оси. Б. В. Нумеров подчеркивает, что применение фотографического метода в фундаментальной астрометрии

перспективно, это путь к автоматизации меридианных измерений.

Для определения склонений Б. В. Нумеров предложил поместить на горизонтальной оси инструмента два круга диаметром 50 см, разделенных через 20', т. е. имеющих по 1080 делений. При фотографировании их с увеличением в 8 раз на пленке будет получен масштаб 100" в 1 мм, что позволит в измерениях иметь точность $\pm 0.1''$ (1 мкм). В статье «Определение индивидуальных ошибок делений круга» [189] Нумеров описывает стройный способ определения поправок всех 540 диаметров таких кругов и дает теоретическое обоснование выбора рациональной системы углов между диаметрами для достижения максимальной эффективности исследования.

В разработке проекта Нумерова создания меридианного круга активное участие принимал П. И. Яшнов. Планировалось изготовление инструмента для Абастуманской обсерватории и установка его на горе Канобили на высоте 1700 м над ур. м., где в условиях прекрасного климата и высокой прозрачности воздуха можно ожидать получения более высокой точности наблюдений.

Еще в начале научной деятельности, будучи сотрудником Пулковской обсерватории и наблюдая на зенит-телескопе, Б. В. Нумеров глубоко заинтересовался проблемой выравнивания годичного цикла наблюдений, в частности цепным методом, принятым в работах Международной службы широты. Цепной метод использовал П. И. Яшнов для вывода абсолютной системы прямых восхождений слабых звезд. Б. В. Нумеров использовал его идеи в своих исследованиях о построении фундаментального звездного каталога. Основу фундаментальной системы прямых восхождений слабых звезд, по предложению Нумерова, должны образовать три кольца звезд 7—9-й звездной величины — близполюсное, околоренитное и экваториальное — с числом звезд соответственно 24, 72, 144, таким образом, каждый час могут наблюдаться две близполюсные звезды (одна в верхней и другая в нижней кульминации), три зенитные и шесть экваториальных. Эти основные звезды надо наблюдать возможно чаще. В программу, кроме них, следует ввести и звезды промежуточных склонений, по возможности равномерно заполняющие поверхность небесной сферы. Через полгода близполюсные звезды будут наблюдаться в противоположных

кульминациях, что позволит при общем выравнивании результатов наблюдений каждого года вывести абсолютные значения азимута инструмента независимо от знания координат близполюсных звезд.

Сначала для этого выравниваются цепным методом наблюдения околозенитных звезд, для которых не требуется точно знать азимут инструмента, затем из комбинации наблюдений зенитных и соответствующих близполюсных звезд вычисляются предварительные значения азимута, а окончательные абсолютные азимуты выводятся при совместном анализе материалов наблюдений, полученных с интервалом в полгода, т. е. с привлечением наблюдений одних и тех же близполюсных звезд в двух кульминациях. Б. В. Нумеров выводит формулы, подтверждающие возможность определения абсолютного азимута, анализирует точность передачи полученного азимута на экваториальную зону и показывает, что этот метод применим на широтах более 30° , при этом выгодны близполюсные звезды со склонением не более 80° , поскольку с приближением к полюсу слишком велики ошибки регистрации прохождений.

В 30-е годы П. И. Яшнов с участием Нумерова организовал наблюдения на одном из пассажных инструментов Пулковской обсерватории с целью испытания на практике предложенного им цепного метода выравнивания прямых восхождений часовых (экваториальных) звезд. Придавая большое значение предложениям Нумерова, Яшнов включил в программу этих наблюдений ряд околозенитных звезд, чтобы сравнить классический пулковский метод определения азимута по наблюдениям Полярной звезды с методом Нумерова.

Хотя некоторые идеи и предложения Б. В. Нумерова остались не реализованными, они оказали существенное влияние на дальнейшее развитие фундаментальной астрометрии. Например, разработанный А. А. Немиро и примененный в Пулковской обсерватории и в Южном полушарии метод абсолютного определения азимута посредством цепного выравнивания ночных наблюдений близполюсных звезд несомненно был навеян идеями Б. В. Нумерова и П. И. Яшнова. Использование мир в первом вертикале в последние годы было предложено для некоторых конструкций меридианных инструментов (например, Л. А. Сухаревым для горизонтального меридианного круга). На

многих обсерваториях сейчас реализуются идеи Нумерова об автоматизации наблюдений и их обработки, правда, на основе применения не фотографии и не механических счетно-перфорационных машин, а фотоэлектрической техники и ЭВМ.⁷

Б. В. Нумеров на 2-й Астрометрической конференции выражал сомнение в том, что КЗС даст что-либо существенно новое для астрометрии, если и наблюдения, и обработка будут выполнены классическими методами с обычными инструментами. В дальнейшем развитии фундаментальной астрометрии это замечание Б. В. Нумерова практически было учтено. Сейчас обсуждается возможность дальнейшего распространения фундаментальной системы координат на еще более слабые объекты, вплоть до далеких галактик и радиоисточников (квазаров). Можно предположить, что фундаментальная система координат станет универсальной и будет представлена в виде звездного каталога, содержащего объекты от самых ярких до самых слабых (аналогичное решение предлагал В. Г. Шапошников). Вместе с тем для обеспечения фотографической астрометрии составляется КЗС. Он будет содержать около 42 тыс. звезд 7—9-й звездной величины, равномерно расположенных по всему небу, по одной звезде на квадратный градус. В 50-е и 60-е годы выполнены меридианные наблюдения этих звезд для «первой эпохи», в которых участвовало 19 обсерваторий разных стран. В настоящее время ставится вопрос об организации в 80-е годы наблюдений для «второй эпохи». Однако прежде необходимо существенно модернизировать имеющиеся и создать новые меридианные инструменты с широким внедрением автоматики, о чем говорил Б. В. Нумеров более 40 лет тому назад.

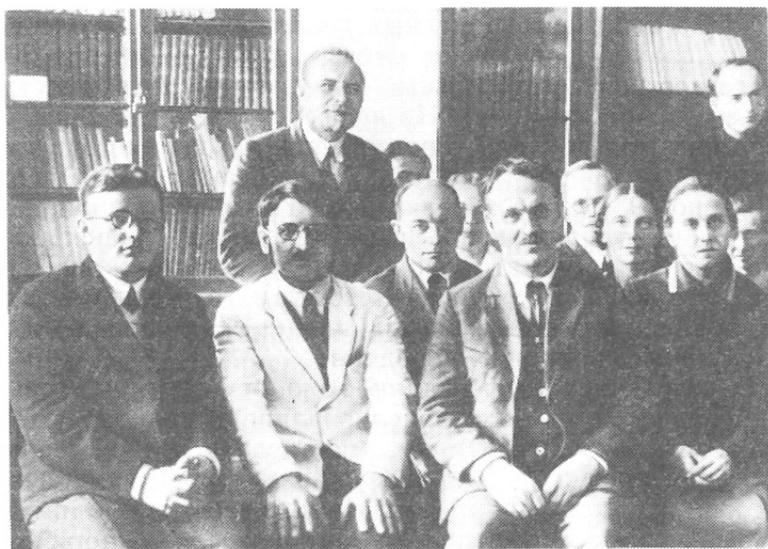
⁷ См.: Тр. 15-й Астрометр. конф. М.; Л., 1963, с. 195—203.

Глава VII

Последние годы

Событием большого научного значения явилась теоретическая конференция, созванная Астрономическим институтом в Ленинграде по вопросам теоретической астрономии и небесной механики в мае 1935 г. Конференция подвела итоги обширных исследований за 18 лет большого числа специалистов в области небесной механики — науки, в которой в дореволюционной России работало несколько ученых-теоретиков. В заседаниях конференции приняли участие более 50 видных ученых из Пулковской обсерватории, ГАИШ, университетов Ленинграда, Москвы, Одессы, Киева, Харькова, Ростова-на-Дону и др. Прежде всего на конференции были продемонстрированы выдающиеся результаты работы руководимого Б. В. Нумеровым Астрономического института. На девяти заседаниях конференции было прослушано 30 докладов. Как писал сам Б. В. Нумеров, рост интереса к глубоким теоретическим исследованиям в области изучения законов движения небесных тел, и прежде всего планет и комет около Солнца, спутников вокруг планет, кратных звездных систем, а также в области космогонии показал, что развитие теоретических знаний в любой области в конечном счете только и может обеспечить успех в практической и исследовательской работе и участие в общем созидательном подъеме.

Конференция отметила наиболее интересные исследования, выполненные Астрономическим институтом в области систематического изучения движения группы планет, близких к Юпитеру. Эти исследования, связанные с широким применением метода экстраполяции и приближенных методов вычисления абсолютных возмущений, выдвинули Астрономический институт на ведущее место в мире среди учреждений, участвующих в между-



Участники конференции по небесной механике, проходившей в Астрономическом институте. Март 1935 г.

народной программе исследования малых планет. Конференция одобрила планы, предложенные Б. В. Нумеровым в связи с расширением теоретических исследований в области изучения динамики малых планет, с развитием точных наблюдений их положений и применением их к определению поправок к нуль-пунктам фундаментальных каталогов звезд. Н. В. Комендантов отметил на конференции ценность идей Б. В. Нумерова: «Если американцы, ознакомившись с идеей Бориса Васильевича, взяли и развили ее еще более широко, то это показывает, насколько потребность в ее осуществлении велика для астрометрии». Его идеи были столь смелы в то время, что Н. И. Идельсон сомневался в возможности их реализации. Однако весь дальнейший ход развития науки подтвердил правильность идей и взглядов Б. В. Нумерова.

На конференции особо было отмечено успешное исследование движения VIII спутника Юпитера (получившего имя Пасифая), основанное на применении метода экстраполирования. Стенограммы конференции ярко характеризуют Б. В. Нумерова — ученого, борца за новые идеи

в теории и практике. Он резко высказывается по поводу низкого качества современных позиционных наблюдений малых планет, предлагает смелые проекты («через 2—3 года построим светосильный меридианный круг и поставим его в Абастумани»). На конференции Борис Васильевич прочитал доклады о применении метода экстраполирования к точному представлению движения Юноны с 1926 по 1934 г., об абсолютных возмущениях полярных координат, о применении движения малых планет для определения систематических ошибок звездных положений, а также о проекте светосильного меридианного круга для наблюдения малых планет и об абсолютных возмущениях полярных координат.

В резолюции конференции было отмечено, что опыт применения метода экстраполирования к точному представлению движения Юноны и построению точной теории движения больших планет заслуживает особого внимания, так как при экстраполировании в девятом знаке с интервалом 20 дней обеспечивает построение возмущенного движения с точностью до $0.02''$ в течение 10—20 лет. Был одобрен опыт сотрудников Астрономического института в построении общих выражений возмущений полярных координат для случая внешних и внутренних планет, при этом за независимую переменную принимается истинная аномалия. В случае внутренних планет теория позволяет построить общие таблицы для вычисления влияния Меркурия, Венеры, Земли и Марса на движение малых планет.

По докладам Н. В. Комендантова и Б. В. Нумерова конференция рекомендовала применять метод экстраполирования для вычисления возмущенных координат планет с малым суточным движением, а для планет с суточным движением начиная с $600''$ — приближенные методы определения абсолютных возмущений (Болина, Хилла и Нумерова) и закончить построение удобных для практики таблиц для вычисления отдельных наиболее значительных членов разложений. Была отмечена необходимость параллельно разработать теорию планет с использованием как методов численного интегрирования, так и методов общих возмущений, поскольку самые точные абсолютные методы не могут гарантировать в течение столетия точность $0.1''$ в представлении координат планет.

В резолюции конференции подчеркивалось, что метод меридианных наблюдений является самым надежным и

точным для привязки наблюдений планет к системе фундаментального каталога, что фотографический пассажный инструмент, предложенный Б. В. Нумеровым, с которым будут возможны наблюдения слабых объектов до 11-й звездной величины, заслуживает особого внимания и требует испытания на практике и что конструкция светосильного меридианного круга, предложенная Б. В. Нумеровым и П. И. Яшновым, представляет значительный интерес; необходимо ускорить его изготовление для Абастуманской обсерватории. На конференции обсуждалась также проблема создания КСЗ. Итоги конференции были проанализированы и изложены в нескольких статьях Б. В. Нумерова (см., например, [176, 183]).

В 1936 г. Президиум Академии наук СССР утвердил структуру и персональный состав Отделения технических наук и Отделения математических и естественных наук. Б. В. Нумеров входил в группу технической физики и в группу горного дела по Отделению технических наук, а также в группу астрономии по Отделению математических и естественных наук. Расширенное совещание группы технической физики 16—17 мая 1936 г. обсудило вопросы службы времени в СССР. Точная служба времени чрезвычайно важна для научных исследований, нужд промышленности и транспорта. В совещании приняло участие около 60 представителей научных учреждений, промышленных предприятий, наркоматов и хозяйственных организаций. Был заслушан ряд докладов — Н. Н. Павлова, Н. И. Днепровского, П. Н. Долгова и Б. В. Нумерова. Б. В. Нумеров сделал доклад «Проект организации службы времени» и совместно с Н. Н. Павловым — доклад по автоматизации астрономических наблюдений времени.

В связи с предстоявшим 19 июня 1936 г. солнечным затмением Академией наук СССР была создана специальная комиссия по проведению подготовительных работ. Ее председателем был назначен директор Пулковской обсерватории Б. П. Герасимович, ученым секретарем — Е. Я. Перепелкин. В работе комиссии активное участие принимал и Б. В. Нумеров. По ее заданию в июле 1935 г. Астрономический институт взял на себя изготовление стандартных коронографов-целостатов с подвижным объективом. Коронографы-целостаты были изготовлены к сроку и безупречно работали во время затмения. Всего было изготовлено пять механических частей целостатов

и шесть комплектов оптики. При проведении этой работы В. Б. Никоновым были разработаны две установки для электрофотометрии солнечной короны, одна для измерения интегральной освещенности от короны и ее блеска и другая для колориметрии кольцевых зон. С. К. Всехсвятский и А. В. Марков разрабатывали методику наблюдений со стандартным коронографом.

В это же время в Астрономическом институте А. В. Марковым и М. П. Померанцевым была разработана конструкция визуального микрофотометра, аспирантом Л. А. Сухаревым был разработан проект машины для измерения астрофотографий, а М. П. Померанцевым были сделаны чертежи малой башни зонного астрографа Пулковской обсерватории, который должны были перенести в Абастумани. Кроме того, в течение года был сконструирован и изготовлен опытный экземпляр звездного электрофотометра и начаты его испытания (В. Б. Никонов, А. А. Калиняк и Е. Б. Никонова). В 1935 г. было закончено конструирование приборов, были сделаны отливки механических частей и было развернуто производство с привлечением целого ряда мастерских и заводов, общая организация работы была поручена инженеру А. В. Коржинскому.

Б. В. Нумеров летом 1935 г. ездил выбирать место в окрестностях с. Каленого на р. Урал для наблюдения солнечного затмения, а затем Астрономическим институтом совместно с Абастуманской обсерваторией была снаряжена экспедиция для наблюдения затмения. Начальником экспедиции был Б. В. Нумеров. В. Б. Никонов пишет по этому поводу: «Несмотря на свою основную интенсивнейшую деятельность в области небесной механики и гравиметрии, Б. В. Нумеров находит время организовать и принять участие в экспедиции Астрономического института на р. Урал по наблюдению солнечного затмения 1936 г. Оборудование для этой экспедиции (как и для некоторых других экспедиций) было изготовлено в мастерских Астрономического института». Для наблюдения были установлены четыре прибора: коронограф (группой наблюдателей руководил С. К. Всехсвятский), корональный электрофотометр (В. Б. Никонов и Н. А. Ершова), прибор для измерения интегральной освещенности короны и фотоэлектрический корональный колориметр (А. А. Калиняк), сотрудники АИ Л. А. Сухарев и С. И. Донов вели также наблюде-

ния на радиометрической установке Абастуманской обсерватории. От Абастуманской обсерватории наблюдал поляризацию короны Захарин, а от Главной геофизической обсерватории актинометрические наблюдения вел Гордин.

Экспедиция была проведена успешно. Было получено 10 снимков солнечной короны. Фотометрически было получено абсолютное значение блеска короны в визуальной системе. С помощью стандартного коронографа были исследованы внешняя и внутренняя корона, хромосфера а также определена полная яркость и радиация короны (см.: Тр. экспедиции по наблюдению полного солнечного затмения 19 июня 1936 г. М.; Л., 1939, т. 2, с. 97—122). Географические координаты пункта наблюдения были определены Борисом Васильевичем.

Участники экспедиции вспоминают, что утро в день затмения было облачным, весь коллектив экспедиции волновался из-за возможности срыва наблюдений. Однако к радости всех сотрудников буквально за несколько минут до начала затмения облака, словно в награду за труды людей, перестали закрывать солнечный диск. Во время полной фазы солнечного затмения Борис Васильевич вслух отсчитывал по хронометру секунды для наблюдателей, работавших в темноте. Е. Е. Нумерова вспоминает, как Борис Васильевич с гордостью показывал ей снимок солнечной короны. Радовались и все создатели коронографа.

Обработка наблюдений общей электрофотометрии короны была закончена в 1936 г. В Президиуме Академии наук СССР был заслушан отчетный доклад Б. П. Герасимовича, было отмечено, что как подготовка к затмению, так и наблюдения были выполнены успешно. Была выражена благодарность ГОИ (Д. Д. Максутову), ГОМЗу (Н. Г. Пономареву) и Ленинградскому астрономическому институту за образцовое изготовление точных инструментов, впервые сконструированных в СССР.

Б. В. Нумеров, стремясь сократить время вычислительной работы, задумал создание специальной вычислительной машины для решения дифференциальных уравнений небесной механики, для вычисления возмущающих сил и одновременного экстраполирования трех координат. Вот что писал он в 1928 г.: «Имея в виду в дальнейшем расширение программы работ Астрономического института на большое число планет с суточным движением 700", мы за последние годы ставили себе задачей улучшить

ние метода экстраполирования как со стороны получения надежного контроля в процессе вычисления, так и в получении более совершенного метода учета влияния высших порядков. В этих двух направлениях главным образом продвигалась работа. Наконец, ставилась еще третья задача, до сих пор окончательно не разрешенная, о построении специальной машины для вычисления возмущающих сил и экстраполирования одновременно всех трех координат» [81].

В памяти сотрудника Пулковской обсерватории Г. Г. Ленгауэра осталось яркое впечатление от доклада Б. В. Нумерова, посвященного вычислительным машинам: «Борис Васильевич Нумеров изредка приезжал в Пулково с докладами, всегда интересными. Один из этих докладов (кажется, в 1933 г.) мне вспоминается очень живо, так как он произвел на присутствующих большое впечатление. Содержание доклада — применение счетно-аналитических машин к астрономическим вычислениям. Эти машины только что стали появляться у нас, и Борис Васильевич был, как известно, одним из первых, пропагандировавших их в СССР. В частности, в докладе Борис Васильевич сообщил о разработанном им методе машинного интерполирования табличных значений функций, заложенных в карточные массивы для этих машин». Из воспоминаний Людмилы Николаевны Петровой, племянницы Бориса Васильевича: «В последний раз он был в Москве в 1936 г. осенью и зашел к нам на квартиру. Его последние слова, сказанные в этот приезд: „Знаешь, Людмила, скоро дифференциальные уравнения будут решать машины“».

Свои работы Борис Васильевич часто называл мечтами, и последняя его мечта — автоматическая машина. Он писал: «Процесс экстраполирования по своей автоматичности всегда заставляет думать о возможности построения специальной вычислительной машины, которая упростила бы и ускорила вычисление возмущенных прямоугольных координат светила по заданным координатам для предшествующих двух моментов. После ознакомления со счетно-аналитическими машинами „Голлерит“ с пробивными карточками, с применением этих машин к численному интегрированию уравнений в схеме, предложенной Эккертом в Колумбийском университете в Нью-Йорке, а также с музыкальными автоматами типа Вельта-Миньон, предназначенными для воспроизведения сыгран-

ных на рояле пьес при помощи пневматического устройства и ролика с отверстиями, мной была разработана конструкция автоматической вычислительной машины для экстраполирования, которая должна была „строить“ возмущенное движение с учетом возмущений от всех больших планет с предельной точностью до 9-го знака в координатах без непосредственного участия астронома-вычислителя» [184].

В 1939 г. в Астрономическом институте впервые в Советском Союзе И. Н. Янжулом был проведен опыт применения перфорационных вычислительных машин типа «Голлерит» для численного интегрирования дифференциальных уравнений движения малых планет. В 1940 г. была организована первая в Советском Союзе машиносчетная станция. При вычислении эфемерид для Астрономического ежегодника на 1941 г. были широко использованы счетно-аналитические (перфорационные) машины типа «САМ» и «Голлерит». В план работ института была включена тема «Автоматизация научных исследований и вычислений». Однако Нумеров был первым, кто начал пропагандировать применение счетно-аналитических машин к астрономическим вычислениям и численному решению дифференциальных уравнений возмущенного движения малых планет.

В последние годы жизни Бориса Васильевича был опубликован ряд его работ [181, 184, 189, 199]. В 1936 г. он продолжал работать над методами абсолютных возмущений с целью приближенно объяснить всем хорошо известное явление, что троянцы движутся около либрационных точек, образующих равносторонний треугольник с Солнцем и Юпитером [186]. Была опубликована работа об абсолютных возмущениях полярных координат астероидов от внешних планет [198]. Эта последняя опубликованная им статья включает окончательные результаты вычислений, которые могут быть использованы для практического применения к индивидуальным планетам и построения общих таблиц абсолютных возмущений для определенной группы планет. Борис Васильевич считал особенно необходимым продолжать разработку общей теории абсолютных возмущений второго порядка относительно масс, имея целью довести теорию до практического применения.

В ноябре 1936 г. деятельность Б. В. Нумерова была трагически прервана, но научная работа этого неутюми-



Б. В. Нумеров. 1936 г.

мого ученого и исследователя прекратилась лишь с самой его жизнью — в г. Орле 13 сентября 1941 г. Борис Васильевич Нумеров оставил о себе у всех окружавших его людей светлую память как талантливый ученый и обаятельный человек. Профессор Ленинградского университета П. М. Горшков, много лет работавший совместно с Борисом Васильевичем, писал: «Зная по документам и по личным встречам большинство профессоров, доцентов и ассистентов, работавших ранее и работающих сейчас в Ленинградском университете, думаю, что Борис Васильевич Нумеров представляет собой одну из самых ярких фигур среди многих крупных его предшественников по работе в университете. Это талантливый русский ученый, самородок, разносторонний и своеобразный, которым может гордиться русская наука и Родина. В связи с 90-летием со дня рождения Б. В. Нумерова — одного из наиболее выдающихся отечественных астрономов и организаторов советской астрономии и геофизики — уместно отметить, в соответствии с мнением многих ведущих советских астрономов, что лучшим и заслуженным памятником Борису Васильевичу Нумерову было бы присвоение его имени его главному детищу — Институту теоретической астрономии Академии наук СССР».

Е. Е. Нумерова

Родилась я в 1893 г. в Казани в семье военного. Мой отец Е. Е. Егоров погиб на фронте в 1914 г. После окончания гимназии в 1911 г. я поехала учиться в Москву, где поступила на физико-математический факультет Высших женских курсов. Московские Высшие женские курсы были организованы группой профессоров, ушедших из университета в знак протеста против репрессий царского правительства. Директором стал С. А. Чаплыгин. Преподавание вели крупные ученые: П. К. Штернберг читал описательную астрономию и астрофизику, С. А. Казаков — теоретическую астрономию (практические занятия вела А. С. Миролюбова), курс физики — А. А. Эйхенвальд, оптику и звук — Т. П. Кравец, математику — Б. К. Млодзеевский. Одновременно я закончила одногодичные курсы при Московском учебном округе для подготовки учителей и учительниц старших классов средних учебных заведений.

В 1917 г. я окончила Высшие женские курсы и уехала работать в Казань. Мне удалось поступить работать в обсерваторию Казанского университета. Поручили мне обработку вычислений и службу времени. Весной 1918 г. по приглашению Д. И. Дубяго я поехала на Энгельгардтовскую обсерваторию. Начала работать на пассажном инструменте Кука, определять поправку часов к хронометру. Днем работала в вычислительной. Составляла программу звезд для вечерних наблюдений. Когда приехал Б. В. Нумеров, астроном из Петрограда, директор Энгельгардтовской обсерватории Д. И. Дубяго пришел вместе с ним в вычислительную, познакомил его с другими астрономами и со мной. Нумеров спросил у меня, что я делаю. — «Составляю программу для вечерних наблюдений по Ежегоднику». Он быстро набрал нужные мне звезды, показал,

как надо подбирать пары на западе и на востоке. Вечерами стал заглядывать. Очень быстро научил нивелировать инструмент. Раньше у меня уходило на это несколько часов, у него — минуты. Борис Васильевич стал бывать у нас дома. В сентябре 1918 г. мы поженились в Казани. И почти сразу же уехали в Петроград. Помню, прощаясь, Дмитрий Иванович Дубяго сказал про Бориса Васильевича: «Ваш муж достоин любви и уважения».

По дороге в Петроград мы заболели испанкой, пришлось задержаться в Москве, в семье Николая, брата Бориса Васильевича, а затем направились в Новгород, где жила его мать Анна Ивановна с дочерьми Ольгой и Людмилой. Сохранилась открытка с видом Новгорода, посланная мною из Новгорода в Казань моей матери Александре Петровне Егоровой 1 ноября 1918 г. В открытке написано: «Это дом, где родился Борис. Здесь нас, мамочка, радостно встретили и теперь откармливают. Новая моя мама очень старенькая, но энергичная, все хлопочет, стряпает».

Вспоминаю приезд в Петроград, почти безлюдный. С вокзала до университета шли пешком. Вещи везли на тележке. Университетская квартира астронома-наблюдателя, оставшаяся за Борисом Васильевичем, полухолодная, топилась каменным углем только плита в кухне. Нетопленые аудитории. Вычислительная комната Астрономической обсерватории с временкой, во время топки которой чуть теплее и дымнее становилось.

Научные работники терпели лишения. Блокада Советской России, и как следствие отсутствие астрономических ежегодников, получаемых из Франции, Англии, Германии, грозила остановить работы обсерваторий; не было необходимых для работы эфемерид звезд. Но благодаря энергии Б. В. Нумерова, его умению объединять и вдохновлять людей эти трудности были преодолены в созданном им Вычислительном институте. Все, кто работал в Вычислительном институте, еще где-нибудь работали: в Астрономической обсерватории Петроградского университета, в Пулковской обсерватории. В основном это были ученики А. А. Иванова, окончившие университет и Бестужевские курсы. Работали на энтузиазме. Многие не получали зарплату, только хлебные карточки. Штатов было значительно меньше, чем работающих людей. Один человек совмещал несколько должностей: М. И. Фролова была канцеляристом, управделами и секретарем-машинисткой, Л. И. Те-

рентьева — вычислителем и председателем месткома. Вычислители работали в Астрономической обсерватории университета и на 1-й линии Васильевского острова (в доме № 50, кв. 3) — в первом самостоятельном помещении института, где жили курьер Аннушка (А. Ходкевич) и вычислительница Н. Ф. Боева. Там были столы, арифмометры, печка-времянка. Раз в неделю или чаще собирались у нас на квартире в университете. Отчитывались, получали новое задание. Так был создан Вычислительный, позднее Астрономический институт. Листы с вычислениями передавались из рук в руки. Каждый человек делал определенную операцию, другой — следующую и т. д., по всем выбранным планетам, по конвейеру, как говорил Борис Васильевич. Это экономило время, бумагу. Для контроля все вычисления делались независимо двумя вычислителями («в две руки»). Я работала с логарифмами, В. С. Мошкова — на арифмометре. Схему вычислений Борис Васильевич обдумал и составил сам.

Запомнился приход Лидии Ивановны Терентьевой («астрономическая совесть» — так называли ее сотрудницы). Ее большие коричневые глаза все видели, подсказывали директору, кому нужно помочь. Утром у нас в квартире стоит с портфелем, и на нем бумаги, а Борис Васильевич — навстречу ей, уходит. Она поспешно сообщает: тому, чтобы не уплотняли, надо справку, что работает в институте, другому справку на лекарство в аптеку или отношение, еще кому-то — хлебную карточку как работающему в институте и т. д. Нумеров говорит: «Пишите справку». Терентьева: «Да вот, я уже заготовила». Борис Васильевич обычно быстро просматривает бумаги, иногда подправляет, подписывает: «Пусть Мария Ивановна Фролова печать поставит». Оба уходят. У Б. В. Нумерова во всех отделах были целеустремленные, воодушевленные люди, которые следили за всеми нуждами и отнимали у него минимум времени. А он летел то в университет, то в Горный институт или в Пулковскую обсерваторию, Палату мер и весов просить о чем-то, договариваться, увязывать...

В 1922 г. Борис Васильевич поручил мне составить программу для определения широты по способу Талькотта. Я работала вместе с В. В. Шароновым «в две руки». Он тогда был студентом. Помню широкий письменный стол в нашей квартире. Напротив сидит Всеволод Васильевич с разложенными листами, в пенсне, а дочка Ирочка

(1.5 года) ползет к нему по столу, стараясь достать пенсне, снять. Я удерживаю ее левой рукой за платье, а правой вожу бумажную ленту под цифрами. Позднее, встречая нас с Ирой, Всеволод Васильевич всегда вспоминал этот эпизод.

В 1923 г. был создан Астрономический институт. Вначале не было здания, были только люди, работающие на институт в разных местах. Однажды Борис Васильевич сказал мне: «Катенька, твоя ставка нужна необходимому для института человеку, работай так, мы вполне обойдемся без твоей зарплаты». В результате все время, пока я работала в институте, я не получала зарплаты.

В 1924 г. Борис Васильевич был в командировке в Берлине, установил контакт с Вычислительным институтом в Берлине и договорился о совместной работе по вычислению «Астрономического ежегодника». Наш Астрономический институт взял на себя вычисление эфемерид малых планет. Вспоминаю слова Бориса Васильевича: «Мы немцев превзойдем в точности, количестве и скорости вычисления эфемерид малых планет». Его предсказание сбылось очень скоро. Из Германии Борис Васильевич привез точные станки, прецизионные станки, каких еще не было в Советском Союзе, для нарезки лимбов и нанесения штрихов и в Астрономическом институте основал механические мастерские. С большим интересом и охотой потянулись в институт лучшие механики Ленинграда.

И где бы ни работал Борис Васильевич, что бы ни начинал, все — во всесоюзном масштабе (кооперативная работа обсерваторий, гравиметрическая сеть) или в мировом масштабе («Астрономический ежегодник», международные наблюдения в четырех точках при измерении широты и др.). Он весь, полностью отдавался работе. Ложился спать и брал блокнот, записывая формулы, мысли, чертежи, схемы, тут же вскакивал и звонил кому-нибудь из сотрудников, в данный момент работающих: «А вот попробуйте сделать под таким-то углом или возьмите такой-то интервал, укоротите на столько-то сантиметров. Позвоните мне, что из этого получится. Я сейчас дома». Он все умел делать своими руками, собрать и настроить любой нужный ему прибор; в экспедициях, в гравиметрических партиях и со студентами знал, как быстро разжечь костер, поставить палатку, как сварить кашу. Он никогда не скрывал своих идей, поручал разрабатывать



Е. Е. Нумерова с детьми. 1929 г.

свои идеи другим, щедро раздавал их. Борис Васильевич со всеми находил общие интересы и этим располагал к себе. Внимательно слушал собеседника, вносил новые предложения, заманчивые, трудные, даже рискованные. Особенно молодежь стремилась попасть к нему работать: аспиранты Астрономического института и сотрудники обсерватории в Грузии, участники экспедиций треста «Эмба-нефть» и др.

Дома Борис Васильевич был внимательным мужем и отцом. Все успевал, и поиграть с детьми, и принять участие в домашнем спектакле, музыкальном концерте. Когда я грустила, он напевал мне: «Что тебе в душеньку вкрадось, милая». Это романс Римского-Корсакова, посвященный жене. Подводил к роялю, усаживал, играл и подпевал остальные фразы. Дома у нас была большая музыкальная библиотека, а научную литературу Борис Васильевич держал в институте, чтобы сотрудники могли ею пользоваться, так как библиотеки институт еще не имел. Очень он любил Римского-Корсакова. Детям играл на рояле оперу Римского-Корсакова «Снегурочка» — темы Весны, Берендея, песни Леля. Они угадывали, что исполнялось. Раз, проходя мимо, вижу: топчутся, подпрыгивают. «Мама,

это птицы пляшут, весна холодная, они греются». А я говорю: «Я вам завтрак грею». Борис Васильевич: «Ну идемте, не будем задерживать маму». Борис Васильевич часто организовывал посещения филармонии всеми желающими сотрудниками института. Слушали всех приезжих знаменитостей. В первом ряду всегда белела голова А. П. Карпинского, президента Академии наук, и Борис Васильевич подходил к нему, разговаривал.

Можно сказать, что коллектив Астрономического института жил общими интересами. Наша квартира была местом встречи друзей — сотрудников. Банкеты Второго и Четвертого съездов Всесоюзного астрономического союза проводились у нас дома. Астрономы многих обсерваторий всегда были нашими гостями. Борис Васильевич все видел, замечал. Однажды у нас были гости, стол на 24 места, овальный, длинный, покрыт скатертью. Настя (домработница) ставила тарелки, беря их с буфета из стопки по одной, двигалась туда и обратно. Он, проходя мимо, взял всю стопку в обе руки и пальцами последнюю, нижнюю тарелку опускал на стол. Обежал вокруг стола в мгновение ока, поставив все тарелки: «Не бойся, Настенька, не разобью». Я залюбовалась, наблюдая за ним. А он прошел быстро к гостям. До чая или ужина — музыка. После — подвижные игры.

Ставили у нас и спектакли. Режиссером-постановщиком был П. П. Шаповалов, вычислитель Астрономического института (в молодости он играл на сцене). Борис Васильевич по его указанию вбивал гвозди, натягивал шнуры-веревки, на которые вешал шторы, тюлевые занавески, намечал места, где должны быть окна, двери, с большим интересом давал звонки на выход артистам, но сам не играл. Он всегда поддерживал занятия детей балетом, детские праздники, помогал, чем мог и умел. Борис Васильевич любил большие дружные сборища. Осенью, когда сотрудники возвращались из экспедиции, в институте и у нас дома устраивались небольшие праздники. Чай, бутерброды, торты, небольшой концерт, игры. Одна игра математическая: назывались подряд числа, а вместо 7, 14, 21 и т. д. надо было говорить «хлоп»; тот, кто ошибался, выходил из игры; оставались один-два человека — победители, среди них всегда Борис Васильевич.

В 1935 г. ушла из жизни Лидия Ивановна Терентьева. Борис Васильевич организовал похороны. В молчаливой

печали собрались все в зале института у гроба. Звучал «Реквием» Моцарта. Пел небольшой хор капеллы, приглашенный Нумеровым. Каждый выступавший отмечал искреннюю доброту, сердечное отношение, заботу Лидии Ивановны. По дороге на Смоленское кладбище лились звуки траурного марша Шопена. На кладбище, у могилы, Борис Васильевич мне тихо сказал: «Показательные похороны, хотел бы, чтобы меня похоронили так...».

А. Б. Нумеров

Десятилетним мальчиком я лишился отца. Время стирает из памяти многое, но остается главное: образ, любовь, гордость, скорбь, благодарность. Тогда я не все мог осмыслить, понять, что отец — один из талантливейших, одухотворенных людей своего времени. Его заслугам в науке воздадут должное ученые; для меня Борис Васильевич был просто любимым отцом. В памяти он сохранился добрым, умным, он никогда меня не ругал, хотя я был озорником. Я всегда с нетерпением ждал его прихода домой, прислушивался к звукам открываемой двери; войдя, он обнимал меня и брал на руки.

Самые светлые воспоминания детства, связанные с отцом, — это, конечно, музыка. Она вошла в мою жизнь так естественно, с самого раннего детства. В доме было три музыкальных инструмента: рояль, фисгармония и орган. На всех инструментах отец играл, а я слушал. Когда же он играл на органе, чаще Баха, я качал меха. Кроме того, был приставной механизм к роялю, с виду похожий на пианино, механические пальцы которого в совершенстве исполняли классическую фортепианную музыку, записанную на соответствующих бумажных роликах. Этот механизм назывался Вельта-Миньон. В трех-четырёхлетнем возрасте я умел управлять им и познакомился с сонатами Бетховена — Патетической, Лунной, Аппassionатой, Турецким маршем Моцарта, Кампанеллой Листа, «Картинками с выставки» Мусоргского и многими другими произведениями в исполнении таких пианистов, как И. Гофман, И. Падеревский, А. Скрябин. Часть этих роликов сохранилась у меня до сих пор.

В доме бывали гости — любители музыки и известные музыканты; я помню, как И. А. Браудо играл на органе.

Певцам аккомпанировал всегда сам отец, по их отзывам, весьма тонко, чутко и с увлечением. Любимыми композиторами отца были Бах, Бетховен, из русских композиторов — Мусоргский, Римский-Корсаков, Скрябин, Бородин. Он восхищался операми и знал их глубоко и подробно — «Бориса Годунова», «Хованщину», «Сказание о граде Китеже», «Царскую невесту», «Князя Игоря» и др.

Несмотря на занятость, отец водил сестер и меня в оперу. Билетов обычно не было, но он всегда умел договориться с билетершами, и нас пропускали. Перед театром отец всегда наигрывал темы из той оперы, которую собирались слушать, и объяснял смысл происходящего. В театре я испытывал радость узнавания знакомой музыки и еще больше любил ее. Отец водил меня в филармонию, в основном днем, на репетиции симфонического оркестра. В начале 30-х годов на гастроли приезжали известные музыканты и дирижеры, и мы, сидя на хорах, слушали репетиции этих мастеров.

Лет с семи или восьми к нам приходила учительница и давала уроки музыки. Откровенно говоря, я не любил их и бывало даже прятался. Зато с большим удовольствием занимался с отцом, он сам меня учил. Теперь я понимаю, что отец раскрывал красоту и сущность музыки и заражал своей любовью к ней, уроки были плодотворны и любимы. Я бесконечно благодарен отцу за то, что он открыл мне одно из величайших чудес человеческого творчества — музыку и научил глубоко и серьезно ее любить. Помню, как к нам домой приходили два талантливых юных брата, Алик и Юра Муравлевы, ученики музыкальной десятилетки, об их игре на рояле отец отзывался очень одобрительно.

Летом в Любани, где жили мать отца Анна Ивановна и сестра Ольга Васильевна, собиралось много родственников. Всем хватало места в доме. Со своими братьями Николаем и Александром, а также моими старшими двоюродными братьями Борисом и Сергеем Нумеровыми отец корчевал пни, косил сено и убирал его на сеновал, пилил дрова, потом все шли купаться на речку Тигоду. Спать отец любил на сеновале. Запомнилась поездка отца на родину его матери в Новгородскую область, в деревню Жабницу. Меня тоже взяли с собой. Смотрели место, где прежде был дом, ведь прошло около 40 лет с тех пор, как уехали оттуда. Отец беседовал с местными

жителями. Потом все отправились в Новгород, на родину отца. Катались на яхте по р. Волхов и оз. Ильмень.

Заметный след оставила экспедиция для наблюдения солнечного затмения летом 1936 г., на р. Урал, которую возглавлял отец, меня он взял с собой. Полон энергии, радости, он с утра и до вечера с членами экспедиции готовился встретить это чрезвычайно редкое явление. За полчаса до начала затмения Солнце закрыли облака. Отец был взволнован, но все было готово для наблюдений и все было на своих местах у приборов. И словно по заказу за несколько минут до начала затмения облачность рассеялась и засияло Солнце. Полное затмение длилось 110 с и началось точно, как было предсказано. Наблюдения прошли очень удачно. Незабываемое, красочное зрелище! Отец был очень доволен. После мы ловили рыбу в р. Урал (сазана на булку). Катались на лодке, и я научился плавать, с лодки был опущен в воду, а отец предварительно сказал: «Работай руками и ногами, поплывешь». И действительно, я стал держаться на воде.

С тех пор прошло много лет, прожита значительная часть жизни. Я закончил 7 классов в Любани, находился в блокадном Ленинграде в 1941—1942 гг. В мае 1942 г. окончил ремесленное училище, затем был эвакуирован в Казань, работал на заводе, в 1943 г. участвовал в восстановлении Николаева и шахт Донбасса. С 1944 г. — солдат-пехотинец, участник боев 3-го Украинского фронта в Венгрии, Австрии, в 1949 г. демобилизован. После 13-летнего перерыва поступил в музыкальное училище при Консерватории. В 1962 г. окончил Консерваторию по классу фортепиано и преподаю в музыкальном училище. Сидя за роялем, я иногда играю для отца, как будто он меня слушает.

У меня две дочери, Анна и Екатерина, обе окончили музыкальное училище, Екатерина — студентка Ленинградской консерватории, а также сын Борис, который назван в честь деда и родился спустя 30 лет после его смерти. Растет внук Бориса Васильевича, который никогда не видел деда, но любит его и гордится им.

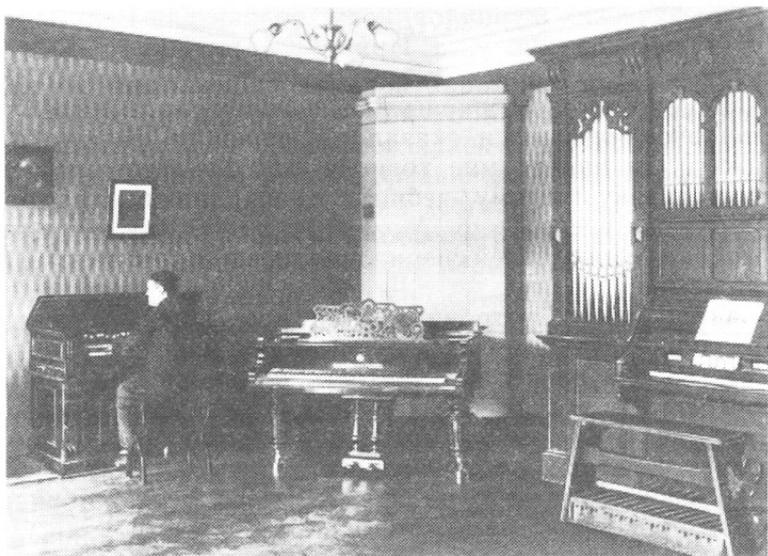
А. Б. Нумерова

Квартира в университете, в которой мой отец Борис Васильевич Нумеров жил с 1915 по 1925 г. (в то время он был астрономом-наблюдателем Астрономической обсерва

тории Петроградского университета и читал лекции в университете), располагалась в бывшем здании 12 коллегий (Университетская набережная, д. 7/9, кв. 8). Вход был из галереи здания университета. Прямо находилась гостиная, в которой стояли рояль и фисгармония. Между двумя окнами в сад стояло трюмо со столиком. В гостиной на столе отца стояла лампа с зеленым абажуром. Из гостиной налево были спальни и столовая (небольшие комнаты, которые соединялись лесенкой). Кабинет выходил окнами на галерею. Из окна гостиной был выход в сад: через окно крали доску, так дети попадали в сад летом и весной. Во время наводнения 1924 г. квартира была затоплена. Отец в это время был в командировке в Германии. После наводнения, пока не просохла квартира, семья жила в Филологическом переулке, в Астрономическом кабинете, который находился на втором этаже.

В 1926 г. мы переехали на вторую линию Васильевского острова в дом № 3, в отдельную большую квартиру в бельэтаже, где отец продолжал жить и работать в течение более 10 лет. Напротив наших окон находился сад Академии художеств. Наша квартира состояла из пяти комнат. Окна зала и двух детских комнат выходили на улицу, столовой и спальни родителей — во двор.

В зале был кабинет отца и музыкальная комната. Органная музыка — одно из ярких впечатлений моего детства. Отец очень хорошо играл на органе, особенно любил исполнять произведения Баха. В этой же комнате стоял рояль. Около него находился специальный шкаф со спускающейся дверцей, в котором хранились ноты. Рояль и шкаф сохранились до сих пор у брата Андрея — музыканта. У рояля стояла Вельта-Миньон — музыкальное электро-механическое устройство с деревянными клавишами, — которая подвигалась к роялю, вставлялся ролик с записью игры какого-нибудь пианиста, после чего устройство включалось. Валик вращался, на красной плотной бумаге были прорези, соответствующие записи музыки, — нотам, силе удара, ритму, темпу. Мы, дети, часто усаживались на диван, сами заводили себе Лунную сонату Бетховена, которую очень любили, «Хоровод гномов» Листа, особенно любимые нами «Картинки с выставки» Мусоргского и бегали смотреть к дверям, в прихожую, где стояли батареи, на мерцающие огоньки, питающие Вельту. Андрей был



Б. В. Нумеров за фисгармонией.

очень маленький, не умел еще читать и писать, но всегда мог среди многих найти нужный ролик по какому-то ему одному известному признаку. В музыкальной комнате была еще и фисгармония, на которой очень любил играть отец, но всегда в сопровождении рояля. Музыка вошла в нашу жизнь с детства. Отец много способствовал нашему музыкальному образованию. На наши домашние музыкальные вечера всегда собиралось очень много народу. Играли в четыре руки: рояль звучал вместе с фисгармонией. Отец любил сам играть на органе.

Маленькими мы иногда ездили в Пулково. Бывали в гостях у Кондратьевых, Циммерманов. Какой был вокруг здания обсерватории густой парк! Помню, как мы долго поднимались вверх по лестнице на холм. В Астрономический институт на набережной Фонтанки, 34 мы заходили довольно часто. Красивая чугунная решетка и герб над воротами, низкий правый флигель, в котором помещался тогда Астрономический институт.

В 1929 г. отец был в командировке в США и Европе. Мы провожали его на пароход на набережной лейтенанта Шмидта. Вернулся он через полгода. Привез очень много

географических журналов, ноты, ролики для Вельты, мне гуттаперчевую куклу, а Ирине — авторучку с золотым пером.

В шестом классе школы у меня были нелады с физикой. Отец очень огорчился, сказал мне, что знать физику очень важно. Он принес мне толстый том Хвольсона и велел учить физику по этому учебнику: «Тася, физику надо знать, она основа всех основ». Может быть, поэтому я все-таки выбрала физику своей специальностью и окончила в 1948 г. физический факультет Ленинградского университета.

Отец любил устраивать для нас, детей, маленькие праздники. Так, иногда он приглашал нас всех обедать в ресторан «Квисис-Сана», который помещался на Невском проспекте (в здании, где сейчас находится кафе «Север»). Часто покупал нам или посылал нас самих купить шоколадных конфет к вечернему чаю.

Отец каждое лето по крайней мере месяц, а иногда и два проводил с нами. Мы часто путешествовали. Так, в 1928 г. я путешествовала с отцом и матерью из Орджоникидзе в Сочи, а потом в Батуми и в Тбилиси. Ирина в том же году путешествовала с родителями по Волге. Но чаще всего мы жили в Любани под Ленинградом. Туда съезжались родные, братья и сестры отца и их дети. Там всегда было весело и многолюдно.

В 1936 г. на территории Советского Союза было полное солнечное затмение. Родители с братом поехали на р. Урал. Я, Ирина с бабушкой, В. С. Мошкова и И. Д. Жонголо-вич на ст. Белореченская сделали остановку на пути в Абастумани и там наблюдали затмение. Спустя некоторое время к нам в Абастумани приехал отец. На обсерваторию ехали узким ущельем. Дорога только начинала строиться и шла от башни Глазенапа. Жилые дома на обсерватории еще не были готовы, и сотрудники обсерватории жили внизу. С отцом мы часто поднимались на гору и однажды ночью впервые увидели Луну в телескоп. Самые интересные прогулки мы совершали с отцом. Он ходил с нами к «воротам очарования», на Черное озеро, мы осматривали старинную крепость, собирали ягоды. В Абастумани отец договорился с администрацией бань, и раз в неделю нам предоставлялся небольшой бассейн, в котором мы с удовольствием купались, ныряли в теплую воду. В наших прогулках принимали участие и сотрудники обсерватории Е. К. Харадзе и М. А. Вашакидзе.

Борис Васильевич Нумеров запомнился мне на всю жизнь как яркая, интересная, обаятельная личность. Первая моя встреча с ним состоялась летом 1930 г., когда он приехал в Тбилиси, чтобы организовать экспедиции для поиска в горных районах Грузии места, где предполагалось построить астрономическую обсерваторию современного типа. Б. В. Нумеров, посетивший перед тем горные астрофизические обсерватории в Калифорнии (США), своевременно поднял вопрос о необходимости создания отечественного астрономического приборостроения, строительства обсерваторий в горных местностях с благоприятным астроклиматом. Известную роль в пропаганде этой идеи сыграли также К. Ф. Огородников и Б. П. Герасимович.

С большим увлечением и настойчивостью Борис Васильевич взялся, во-первых, за строительство телескопа и разработку конструкции электрофотометра и, во-вторых, за организацию экспедиций для обследования горных мест в южных республиках страны, пригодных для строительства обсерватории. Талантливый оптик-конструктор Н. Г. Пономарев, мечтавший сконструировать крупный телескоп, был вовлечен Б. В. Нумеровым в работу, успешному окончанию которой Борис Васильевич способствовал всеми силами. Создание конструкции первого советского звездного электрофотометра Б. В. Нумеров поручил В. Б. Никонову — основоположнику советской звездной электрофотометрии.

Мне хорошо запомнились встречи с Б. В. Нумеровым в Тбилиси, куда он приехал с предложением организовать обследование горных районов Грузии, его выступления по этому поводу в Геофизической обсерватории Грузии, где я тогда работал, а затем и проведенные с ним дни и ночи в наблюдениях за качеством звездных изображений в Бакуриани и Абастумани. В перерывах между наблюдениями он излагал свои мысли о развитии советской астрономии, о будущих крупных телескопах, которые позволят нам серьезно конкурировать с американской наблюдательной астрономией. Нередко обучал он меня решениям простыми способами задач полевой практической астрономии. При этом он расспрашивал меня об истории, науке, искусстве, культуре моего родного грузинского народа. Когда Борис Васильевич рассказывал или

слушал ответы на свои вопросы, его выразительные глаза блестели. Естественно, он произвел на меня незабываемое впечатление.

Знакомясь с атмосферным режимом в Абастумани, он сразу обратил внимание на то, что в небольшой заброшенной башне, в которой в конце прошлого века наблюдение вел С. П. Глазенап, отлично сохранилась деревянная обшивка. Это указывало на сухость климата. Борис Васильевич заинтересовался окрестностями, мы верхом на лошадях объехали ближайшие горы и решили исследовать качество звездных изображений на горе Канобили, покрытой тогда густым лесом, а теперь увенчанной астрономическими башнями. Затем были ночи, проведенные в башне Глазенапа за теодолитом. Мы предварительно определяли координаты места, но мысли наши кружились вокруг горы Канобили и в воображении вставали большие башни с крупными телескопами. При повторном посещении Нумеровым Тбилиси была согласована возможность строительства обсерватории на горе Канобили. В Абастуманской обсерватории предполагалось испытать телескоп отечественного производства и новые методы астрофизических наблюдений в благоприятных атмосферных условиях.

В те месяцы я постоянно общался с Борисом Васильевичем, поскольку был зачислен, по его предложению, в аспирантуру при Астрономическом институте, которым он ведал. Заходил я к нему и домой, где он был также прот и доступен, как на работе. Он любил приглашать к себе учеников и коллег, устраивал семейные концерты, сам музицировал. Борис Васильевич приучил меня посещать знаменитую Ленинградскую филармонию, где проходили изумительные симфонические концерты и читал увлекательные лекции И. И. Соллертинский, которого так искусно копировал впоследствии И. Л. Андроников. Поощрял он и посещения камерных концертов.

В 1932 г. началось создание обсерватории в Абастумани, куда Н. Г. Пономарев привез готовый уже 13-дюймовый рефлектор — первенец отечественного астрономического приборостроения. В наши дни рядом с современными телескопами он выглядит игрушкой, но в то время его изготовление представлялось событием. И в самом деле, с создания этого телескопа стало развиваться советское телескопостроение, блистательным достижением которого явилась постройка 6- и 2.6-метровых телескопов.

В последний раз Б. В. Нумеров посетил Абастумани в 1936 г. Он приехал из района экспедиции для наблюдения полного солнечного затмения 19 июня вместе с известным американским астрономом Д. Мензелом. Борис Васильевич радовался тому, что на горе Канобили уже была проложена дорога, что строилась башня нового цейссовского 40-дюймового рефрактора — тогда одного из самых крупных и технически наиболее оснащенных телескопов в Советском Союзе. Немалую помощь оказал Борис Васильевич и в решении вопроса об установке этого телескопа именно в Абастумани.

Возвращаясь к личности Б. В. Нумерова, мне хочется еще сказать, что он воплотил в себе ученого и организатора, мыслил ясно, принимал четкие решения, отличался богатством идей, которыми охотно делился. Общение с ним влияло на молодежь самым благотворным образом, потому что, благожелательно настроенный к ученикам и коллегам, он смело доверял молодым, но одновременно был очень требователен и строг, а подчас даже резок. Все эти качества Бориса Васильевича я — тогда еще совсем неопытный молодой человек — постиг и оценил, конечно, не сразу.

Позволю сказать немного о себе. Студентом я мечтал заниматься астрономией, однако для этого в Тбилиси не было в то время никаких условий, даже в университете читались только курсы общей и сферической астрономии. Поэтому я стал работать в Геофизической обсерватории, где и остался бы, не появившись в Тбилиси Б. В. Нумеров и В. Б. Никонов. Б. В. Нумеров решил мою судьбу, за что я храню чувство глубокой благодарности к нему. Но важно не это, а то, что его инициатива и заражающий организаторский талант решительно способствовали созданию высокогорной обсерватории в Грузии.

Б. В. Нумеров увлек и сплотил окружающую его молодежь идеей развития советской астрономии. С той поры астрономическая наука у нас в стране неизменно развивалась, обогащаясь оборудованием, пополняясь новыми обсерваториями, квалифицированными кадрами. Абастуманская обсерватория была задумана как первая в стране горная астрофизическая база, служащая интересам всесоюзной науки. И действительно, под влиянием Б. В. Нумерова обсерватория и создавалась, и развивалась впоследствии на началах творческого сотрудничества

астрономов Грузии с астрономами Ленинграда, Москвы и других астрономических центров нашей страны. Духу и практике содружества обязана обсерватория своими научными достижениями. А когда будет написана история Абастуманской астрофизической обсерватории, достойное место в ней займет имя Бориса Васильевича Нумерова.

П. П. Добронравин

Борис Васильевич запомнился мне как весьма жизнерадостный, веселый, энергичный человек, иметь дело с которым всегда было легко. Поражало его умение быстро входить в самую суть каждой из работ, выполняемых сотрудниками Астрономического института, видеть, понимать и поддерживать наиболее прогрессивное в развитии астрономии в нашей стране.

Значительную помощь от него получил и я лично. Помню, как однажды в период моей работы в Абастумани он приехал туда. Естественно, возник вопрос о том, что делается. И Борис Васильевич, не будучи специалистом в области астрофизики, не только полностью уловил суть выполнявшейся мною тогда работы, но и дал несколько очень полезных советов, увидев «свежим» глазом некоторые упущения, которые я не замечал, успев к ним привыкнуть. И вообще им было сделано очень много для создания Абастуманской обсерватории. Память о нем я всегда буду хранить с уважением и благодарностью.

М. С. Зверев

В первый раз я увидел Б. В. Нумерова в начале 30-х годов в Москве, на большом собрании в Госплане, на котором обсуждался вопрос об общей гравиметрической съемке страны, и Нумеров выступал с одним из основных докладов. В то время я работал в Государственном астрономическом институте им. П. К. Штернберга (ГАИШ), в дружном коллективе звездных астрономов (С. Н. Блажко, П. П. Паренаго, Б. В. Кукаркин и др.). Яркое впечатление у нас оставило короткое посещение Б. В. Нумеровым ГАИШ, во время которого он поделился результатами своей зарубежной командировки в страны Европы и в США. Особенно

запомнилось его сообщение об успешном использовании в США больших счетно-аналитических машин «Голлерит». Он увлек слушателей горячей убежденностью, что применение новой вычислительной техники должно дать громадный эффект во всех астрономических исследованиях, особенно при изучении движения планет. Вскоре на состоявшейся в Пулковской обсерватории в марте 1932 г. 1-й Астрометрической конференции Б. В. Нумеров предложил свой, теперь знаменитый, план наблюдений избранных малых планет с целью ориентации системы координат каталога слабых звезд.

Последние мои встречи с Б. В. Нумеровым были в апреле 1936 г. в Пулкове и Ленинграде, в связи со 2-й Астрометрической конференцией. На ней Нумеров был одним из самых активных действующих лиц. Он сделал три научных сообщения: об абсолютных наблюдениях фундаментальных звезд, о плане наблюдения малых планет и об идее нового светосильного меридианного круга с мирами в первом вертикале. Он энергично выступал с существенными замечаниями почти по всем докладам. В перерывах между заседаниями он познакомил Б. В. Кукаркина и меня с деталями своего проекта меридианного круга и передал нам большой чертеж оптической схемы инструмента с двумя пентапризмами в центральном кубе для наблюдений осевых мир. Борис Васильевич рассказал также о перспективе установки телескопа на Кавказе, в новой, созданной при его участии Абастуманской обсерватории, и был полон энергии.

Тогда же, в один из вечеров, он пригласил меня и московского геодезиста П. Н. Долгова к себе домой, где перед нами раскрылась совсем другая область его интересов. Б. В. Нумеров был большим любителем и серьезным знатоком музыки, главным образом классической. В его доме имелся ряд музыкальных инструментов — рояль, фисгармония и даже старый, но хорошо действующий орган (для игры на нем требовался помощник для нагнетания воздуха в трубы ручным насосом). Б. В. Нумеров охотно демонстрировал свое незаурядное искусство исполнения на разных инструментах (при этом для органа мы по очереди качали рукоятку насоса) и предлагал играть нам. Тогда я знал несколько органных прелюдий Баха—Бузони и пытался их исполнить на органе, что оказалось делом непростым. Б. В. Нумеров оживленно высказывал свои

суждения не только о музыке, но и о живописи, архитектуре и о других видах искусства. В тот памятный вечер мы наглядно убедились в широте и глубине его весьма разнообразных интересов.

Вспоминая все это, я вижу перед собой живого Бориса Васильевича, эмоционального, всегда оживленного, смотрящего с полуулыбкой внимательными глазами на собеседника, быстро реагирующего на вопросы и замечания. Ко мне и моим товарищам он относился доброжелательно, охотно делился своими соображениями, поражая нас богатством идей, всегда конкретных и ясных. Обладая талантом ученого, он, как мне думается, не стремился детально изучать труды своих предшественников, но предпочитал до всего доходить сам. Об этом можно судить, например, по его оригинальному блестящему изложению строгой теории универсального инструмента (в статье «Теория универсального инструмента»), по его ранним статьям по исследованию цапф, об астрономической рефракции и др. Вклад Б. В. Нумерова в астрономию, геодезию, геофизику, в практические приложения этих наук настолько значителен, что его имя, по моему убеждению, должно быть конкретно увековечено. Естественно было бы присвоить имя Бориса Васильевича Нумерова основанному им учреждению — теперь Институту теоретической астрономии Академии наук СССР.

Д. Я. Мартынов

Борис Васильевич Нумеров молодым человеком двадцати восьми лет был назначен директором только что организованного Вычислительного института в Петрограде, основное направление деятельности которого — составление всевозможных эфемерид, необходимых для моряков, геодезистов и, конечно, астрономов. Нужно помнить, что в ту пору наша страна была блокирована Антантой и западные астрономические ежегодники до нас не доходили. Уже в конце 1921 г. в нашей стране вышел «Астрономический ежегодник на 1922 г.» — первенец в длинной и непрерывной серии ежегодников, все более и более полных и совершенных. Вычислительный институт вскоре перестал быть только вычислительным — в нем выполнялись теоретические работы по небесной механике

и особое внимание уделялось движению малых планет. В 1923 г. Вычислительный институт был преобразован в Астрономический, в 1943 г. переименованный в Институт теоретической астрономии АН СССР. Энергии Б. В. Нумерова вполне хватило на то, чтобы в Астрономическом институте развить обширные гравиметрические исследования, создать астрофизический отдел и начать работы по конструированию астрономических и гравиметрических инструментов, а кроме того, воскресить полузабытую идею создания высокогорной астрономической обсерватории и приступить к ее реализации.

Именно в эту пору я ближе познакомился с Борисом Васильевичем — в пору наивысшего расцвета его творческих сил. Незадолго до того он возвратился из поездки в США, где познакомился главным образом с гравиметрическими работами, но посетил и астрономические учреждения, с успехом продемонстрировав способность исключительно быстро схватывать суть совершенно новых для него вопросов (в чем мы, молодые астрономы, неоднократно убеждались при общении с ним). Я вспоминаю облик Бориса Васильевича: подвижное лицо, коротко подстриженные усы, умный взгляд, простые манеры, внимание к тому, что говорит собеседник. Он немногословен и в большинстве случаев спокоен в спорах.

В 30-х годах у Бориса Васильевича были, по-видимому, большие связи с зарубежными астрономами и геодезистами, обусловленные обширными гравиметрическими работами, которые возглавлял Астрономический институт (в частности, поиск нефтеносных районов с помощью вариометрических съемок). Были у него также контакты с учеными прибалтийских стран в связи с деятельностью Балтийской комиссии, ставившей своей целью высокоточное геодезическое опоясывание Балтийского моря.

Просматривая отчеты о деятельности Астрономического института за 30-е годы, легко заметить, что Б. В. Нумеров участвовал в работе почти всех секторов института — вычислительного, теоретического и гравиметрического. Он же плодотворно вторгся в астрометрию, когда в 1930—1931 гг. разработал способ улучшения системы склонений звезд на основе наблюдений движения малых планет. В отличие от укоренившегося обычая наблюдать малые планеты только вблизи противостояний новый способ требовал регистрации положения планеты на

возможно более длинном отрезке ее видимого пути, притом в течение нескольких лет. Обработка таких наблюдений с последующим вычислением всех испытанных планетой гравитационных возмущений (с помощью экстраполяционного метода Нумерова) раскрывала систематические ошибки звездных положений. Идея Нумерова продолжает жить и сейчас, спустя 40 лет, как часть большой коллективной работы: малые планеты наблюдают по программе каталога слабых звезд.

В. И. Орельская

Б. В. Нумеров был человек живой и темпераментный, умел привлекать людей к работе. Например, А. П. Тяхт жил на Фонтанке около Астрономического института. Как-то зашел в институт, и Нумеров предложил ему работу, хотя тот не имел высшего образования; работал Тяхт хорошо и с интересом. На лекции о методе экстраполирования Борис Васильевич рассказывал: «Вы думаете, что метод просто так сам получился? Идешь на работу — думаешь, идешь с работы — думаешь, ложишься спать — думаешь. Это результат длительной работы». Все работы Нумерова имели связь с практикой, имели практическое значение. Когда директором Астрономического института был Нумеров, все сотрудники сидели в одной большой комнате на Фонтанке, 34. Приходил Нумеров, подходил к одному: «Ну, как Ваши дела?». Подходил к другому: «Какие результаты? Попробуйте сделать по-другому... А вот мне кажется, может быть, лучше сделать так». Он всем помогал, как врач, всех выпрашивал, давал советы, оказывал помощь. Был в курсе работы каждого.

Э. Э. Фотиади

В плане гравиразведочных работ могу подчеркнуть исключительную роль Бориса Васильевича, который, помимо Эмбы, где он был истинным инициатором и непосредственным исполнителем гравиметрических исследований, принимал руководящее участие в гравиразведочных работах на Северном и Восточном Урале, в Соликамске, Донбассе, на Баскунчаке, в калмыцких степях, на Север-

ном Кавказе, в Средней Азии (Ферганская долина) и ряде других районов Советского Союза. Ленинградский университет и Астрономический институт были alma mater для большинства гравиметристов, проводивших работы в перечисленных районах, а их учителем (в том числе и моим) был Борис Васильевич. Помимо больших теоретических, методических и экспедиционных работ, он, создав при Астрономическом институте конструкторскую группу и механические мастерские, много работал над созданием ряда гравиметрических приборов и аппаратуры, которые затем внедрялись в производство.

В. Б. Никонов

Борис Васильевич был человеком действия. Ему была свойственна необычайно высокая жизненная активность. Он всегда видел основные проблемы, находил и чувствовал то главное направление, которое должно развиваться, схватывал на лету суть дела и сейчас же думал, что можно сделать для реализации этого дела. Принимал решения быстро и сразу же начинал действовать. Он всегда действовал конкретно. В науке шел наиболее прямым путем. Человек был требовательный, но очень благожелательный, простой. Но отругать тоже умел. Ругань была эффективной... С ним очень легко и приятно было иметь дело и работать. Он учил людей, как надо работать. Я ему очень благодарен за это.

Основные даты жизни и деятельности Б. В. Нумерова

1891. 29 января. Родился в Новгороде.
1909. Окончил новгородскую гимназию и поступил на физико-математический факультет Петербургского университета.
1912. Участвовал в экспедиции по наблюдению кольцевого солнечного затмения на ст. Спасская Полисть.
1913. Окончил Петербургский университет с дипломом 1-й степени и оставлен при университете для подготовки к научной деятельности, стал членом Совета Русского астрономического общества.
- 1913—1915. Сверхштатный астроном Пулковской обсерватории.
1915. Астроном-наблюдатель на Астрономической обсерватории Петроградского университета.
1917. Апрель. На Первом съезде русских астрономов избирается секретарем Всероссийского Астрономического союза, организует комиссию по определению силы тяжести, входит в теоретическую и вычислительную комиссии и в комиссию по широте Июль—август. Принимает участие в гравиметрической экспедиции. Приступил к чтению курсов практической астрономии, вычислительной техники, высшей геодезии, гравиметрии, проводит семинары по теоретической астрономии, небесной механике и геодезии.
1918. Командировка в Москву и в Казань, на Энгельгардтовскую обсерваторию. Женитьба на Екатерине Ефимовне Егоровой.
1919. Редактор «Вестника Всероссийского Астрономического союза» (совместно с С. К. Костинским).
7 октября. Организация Вычислительного института.
1920. Участие в гравиметрической экспедиции в Северо-западную область.
1921. 4 мая. Рождение дочери Ирины.
Участие в гравиметрических экспедициях на Белое море.
Выпуск первого «Русского астрономического ежегодника».
- 1922—1925. Председатель Русского астрономического общества.
1923. Участие в гравиметрической экспедиции на Балтийское море.
17 апреля. Рождение дочери Анастасии.
1924. 10 июня. Назначен директором Астрономического института.
Избран профессором Ленинградского университета по теоретической астрономии и Горного института по геофизике.
18 июня—28 октября. Командировка в Германию, участие в работе XXVI съезда международного Астрономического общества в Лейпциге.
Назначен консультантом Геологического комитета по вопросу применения гравитационных наблюдений для геологической разведки на территории СССР.
1925. 2 июля—12 августа. Командировка в Германию.
Июль. Участие в работе II съезда МАС в Англии (Кембридж).
Сентябрь—октябрь. Руководство гравиметрической экспедицией на р. Эмбу.
Назначен консультантом треста «Эмбанефть».
23 ноября. Рождение сына Андрея.

- 1926—1928. Директор Главной геофизической обсерватории.
1926. Руководство гравиметрическими экспедициями на р. Эмбы и на Северный Урал.
1927. 1 марта—1 мая. Командировка в Германию и Францию. Руководство гравиметрическими экспедициями в Дагестан, на Северный Урал, в район р. Эмбы, а также опытными наблюдениями на Шуваловском оз.
1928. Руководство наблюдениями на Шуваловском оз. и гравиметрическими экспедициями на Урал, в Нижнее Поволжье, в район р. Эмбы, на Северный Кавказ и в Кривой Рог. Назначен консультантом треста «Грознефть». Создание опытной мастерской в Астрономическом институте. Избран секретарем Астрономической ассоциации РСФСР.
1929. 31 января. Избран в члены-корреспонденты АН СССР по Отделению физико-математических наук. Руководство гравиметрическими экспедициями в Донецкий бассейн, в Дагестан, в район р. Эмбы, на Северный Кавказ и в Кривой Рог.
- 1929—1930. Командировка в Германию, Голландию, Францию и Америку, посещение крупнейших астрономических обсерваторий мира (Ликкской, Йеркской и Маунт-Вилсон).
1930. Руководство гравиметрическими экспедициями в район р. Эмбы и на Северный Кавказ.
- 1930—1934. Назначен председателем Астрономического комитета Наркомпроса РСФСР.
1931. 25—30 апреля. Совещание в Ленинграде в Астрономическом институте по организации горной астрономической обсерватории. Назначен заведующим отделом прикладной математики Государственного оптического института. Июль. Создание специальной комиссии астрономических приборов. Участие в экспедиции в горные районы Грузии по подысканию места для астрономической обсерватории. Участие в подготовке работ по общей гравиметрической съемке Советского Союза. Назначен консультантом Нефтяного института в Ленинграде.
- 1931—1932. Впервые в мире поставил вопрос об использовании малых планет для определения систематических ошибок фундаментальных звездных каталогов.
1932. Создание трехрычажного вариометра оригинальной конструкции. Основание Абастуманской астрофизической обсерватории. Назначен консультантом Абастуманской астрофизической обсерватории.
1934. Участие в комиссии по подготовке к наблюдению полного солнечного затмения.
1935. Май. Конференция в Астрономическом институте по теоретической астрономии и небесной механике. Принятие V конгрессом МАС плана Б. В. Нумерова проведения совместно с зарубежными обсерваториями работы по определению постоянных звездных каталогов; избрание вице-президентом комиссии 20 МАС (положения и движение малых планет, комет и спутников). Выбор места на р. Урал (с. Каленое) для наблюдения солнечного затмения.

- Предложил новый тип фотографического пассажного инструмента для наблюдения слабых звезд.
1936. Руководитель экспедиции по наблюдению солнечного затмения 19 июня 1936 г. на р. Урал.
Введен в состав групп физики, технической физики и горного дела соответствующих отделений АН СССР.
1941. 13 сентября. Смерть в г. Орле.
1970. На XIV съезде МАС кратер на обратной стороне Луны с селенографическими координатами -161 , -71° получил название «Нумеров».

Работы Б. В. Нумерова

1911

1. Прибор Штюккрата для относительных определений силы тяжести. — Тр. студенческих науч. кружков физ.-мат. фак. С.-Петербургского ун-та, вып. 3, с. 1—36. (*Совместно с К. К. Дубровским*).

1912

2. Beobachtungen der Sonnenfinsternis 1912, April 17. — AN, Bd 192, S. 210.

1913

3. Definitive Bahnbestimmung des Kometen 1907 I. — AN, Bd 195, S. 273—295. (*Совместно с К. К. Дубровским*).

1915

4. Математическое основание одного из способов обработки наблюдений для определения изменения широты. — Изв. ГРАО, т. 6, № 11 (71), с. 255—259.
5. О влиянии периодического члена на среднюю ошибку. — Изв. ГРАО, т. 6, № 8 (68), с. 121—130.
6. Observations de comètes à l'équatorial de 15 p. — Изв. ГРАО, т. 6, № 7 (67), с. 118—120. (*Совместно с Л. В. Окуличем, А. Н. Высотским*).

1916

7. Переход от наблюдаемых экваториальных координат Луны к геоцентрическим. — Изв. РАО, вып. 22, № 3, с. 83—88.
8. Точный вывод формулы $\tau_1 = \frac{2C}{2C+1}$, употребляемой при определе-

нии относительной силы тяжести — Изв. РАО, вып. 21, № 8, с. 194—196.

9. Nouveau programme pour le Zénith-télescope. — Изв. ГРАО, т. 7, № 1 (73), с. 1—20. (Совместно с Н. В. Циммерманом).

1917

10. Влияние инструментальных ошибок на меридиональные измерения с микрометром. — Тр. АО Петрогр. ун-та, т. 2, с. 57—64.

1918

11. Деятельность Союза: От редакции. — Вестн. Всерос. астрон. Союза, вып. 2, с. 1—2.
12. Новая программа зенит-телескопа в связи с вопросом об определении абберационной постоянной. — Изв. ГРАО, т. 8, № 3 (85), с. 19—22.
13. Об организации работ по определению силы тяжести. — Вестн. Всерос. астрон. союза, вып. 1, с. 62.
14. Определение поправки за качание штатива при относительных определениях силы тяжести. — Вестн. Всерос. астрон. союза, вып. 1, с. 88—94.
15. По поводу уменьшения средней ошибки при комбинировании наблюдений δ Кассиопеи. — Изв. ГРАО, т. 8, № 3 (85), с. 23—26.
16. Les observations au grand Zénith-telescope de Poulkovo des paires et δ Cassiopée du 1 oct. 1913 jusqu'au 18 oct. 1915: Publ. de l'obs. Central Nicolas. — Тр. ГРАО, т. 27, № 4, с. 1—97.

1919

17. Вычислительный институт. — Издания Вычислительного института при Всероссийском астрономическом союзе. Пгр., вып. 1, с. 3—4.
18. Деятельность Союза: А. Действие Бюро Совета: Б. Работы подкомиссий Союза. — Вестн. Всерос. астрон. союза, вып. 2, с. 1—19.
19. Новая форма дифференциальных уравнений общей теории рефракции. — Изв. РАО, вып. 23, № 1—3, с. 33—37.
20. Схема электрической часовой установки Астрономической обсерватории Петроградского университета. — Тр. АО Петрогр. ун-та, т. 3, с. 77—79.

1920

21. О вычислении эфемерид малых планет — В кн.: Отчет за 1919/1920 гг. Главной Российской астрономической обсерватории в Пулковке. Пгр., с. 45—49.

1921

22. По поводу расширения таблиц. — Изв. РАО, вып. 23, № 7—9, с. 126—128.

1922

23. Государственный вычислительный институт: Отчет о деятельности Государственного вычислительного института в 1920 и 1921 гг. — В кн.: Астрон. ежегодник на 1922 г. Пгр., с. 193—206.
24. Исследование по теории рефракции. — Изв. РАО, вып. 24, № 1—9, с. 30—35.

25. Метод численного интегрирования дифференциальных уравнений возмущенного движения и его применение к определению орбит и вычислению эфемерид. Пгр. 147 с.
26. Радиосигналы времени и ритмические сигналы, подаваемые в России. — В кн.: Астрон. ежегодник на 1922 г. Пгр., с. 216—222.

1923

27. Исследование цапф пассажного инструмента. — Тр. АО Петрогр. ун-та, т. 4, с. 6—17.
28. Научная деятельность Государственного вычислительного института. — В кн.: Астрон. ежегодник на 1923 г. Пгр., с. 300—313.
29. Новый метод определения орбит и вычисления эфемерид с учетом возмущений. — Тр. АО Петрогр. ун-та, т. 4, с. 29—39.
30. Отчет о деятельности Государственного вычислительного института в 1922 г. — В кн.: Астрон. ежегодник на 1923 г. Пгр., с. 297—299.
31. Прием и обработка радиосигналов. — В кн.: Астрон. ежегодник на 1923 г. Пгр., с. 267—277.
32. Применение метода численного интегрирования к движению планеты Nestor (659). — Изв. РАО, т. 25, № 1—4, с. 77—90.
33. Теория универсального инструмента. — В кн.: Астрон. ежегодник на 1923 г. Пгр., с. 239—272.
34. Эллипсоидная рефракция. — Вестн. Всерос. астрон. союза, вып. 3, с. 47—57.
35. Méthode nouvelle de la détermination des orbites et le calcul des éphémérides on tenant compte des perturbations. — Тр. ГРАФО, т. 2, с. 188—288.

1924

36. Вычисление невозмущенных эфемерид при произвольном эксцентриситете. — РАЖ, т. 1, вып. 2, с. 87—95.
37. Графическое построение движения по закону Ньютона на плоскости. — Изв. РАО, т. 25, № 5—9, с. 11—16.
38. Метод экстраполирования возмущений. — РАЖ, т. 1, вып. 3—4, с. 1—13.
39. Метод экстраполирования возмущений особых координат. — Бюл. АИ, № 3, с. 13—15.
40. Новая форма условных уравнений для определения поправок элементов. — Бюл. АИ, № 4, с. 21—23.
41. Определение места меридиана и широты кипрегелем по Солнцу без помощи часов. — В кн.: Астрон. ежегодник на 1925 г. Пгр., с. 143—146.
42. Определение силы тяжести на Белом море летом 1921 г. — Бюл. АИ, № 5, с. 25.
43. Организация и программа работ Астрономического института. — Бюл. АИ, № 1, с. 1—3.
44. Письмо в Международный астрономический союз. — Publ. ASP, vol. 36, p. 301.
45. Численное интегрирование уравнений невозмущенного движения в полярных координатах. — Бюл. АИ, № 2, с. 7—10.
46. A method of extrapolation of perturbations. — MN, vol. 84, № 8, p. 592—601.
47. Calcul des éphémérides pour une excentricité arbitraire. — J. Obs., vol. 7, p. 125—130.

48. Détermination de l'orbite de la comète 1922C d'après trois observations. — MN, vol. 84, № 3, p. 180—186.
49. Die organisation und das Programm der Arbeiten des Astronomischen Instituts in Leningrad. — Vierteljahrsschrift der Astron. Ges., Bd 59, S. 190—195.
50. Graphische Methode zur Berücksichtigung des topographischen Einflusses und des Einflusses der unterirdischen Massen auf die gravimetrische Beobachtungen. — Z. Geophys., Bd 1, № 8, S. 367—371.
51. Résultats du calcul des éphémérides et des perturbations approchées des coordonnées rectangulaires de 94 planètes pour l'époque 1921—25. — Изв. ГРАО, т. 10, № 1(94), с. 58—155.

1925

52. Астрономический институт: Отчет Астрономического института за 1925 г. — РАЖ, т. 2, вып. 4, с. 79—81.
53. Графический метод учета топографического влияния подземных масс на гравитационные наблюдения. — Вестн. Геол. комитета, № 1, с. 38—41.
54. Графический метод учета топографической поправки и влияния подземных масс на гравитационные наблюдения. — РАЖ, т. 2, вып. 4, с. 32—36.
55. Исследование температурного и динамического коэффициентов прибора Штюккрата. — Бюл. АИ, № 6, с. 38—40.
56. Теоретические основания применения гравитационных методов в геологии. — Изв. Геол. комитета, т. 14, № 3, с. 331—347.
57. An approximate method of improvement of elements of planets on basis of observations during four oppositions. — Бюл. АИ, № 6, с. 36—37.
58. Bahnbestimmung nach der Methode der Variation der heliozentrischen Koordinaten. — Бюл. АИ, № 10, с. 69—75.
59. Eine optische Methode zur Untersuchung des Verhaltens der elektrischen Anlage des Stückrath'schen Pendelapparatus. — Бюл. АИ, № 9, с. 63.
60. Elemente von 1074 Beljawska. — AN, Bd 226, S. 269—270.
61. Exact formulae for improvement of elements on basis of four oppositions. — Бюл. АИ, № 7, с. 44—45.
62. Sur la détermination des elements. — Бюл. АИ, № 8, с. 49—53.
63. The systematical influence of high order terms in the process of numerical integration in special coordinates. — РАЖ, т. 2, вып. 1, с. 7—28.

1926

64. Астрономический институт: Отчет о работе Астрономического института в Ленинграде с 1 X 1925 по 1 X 1926. — РАЖ, т. 3, вып. 3/4, с. 249—251.
65. Астрономический институт. — В кн.: Наука и научные работники СССР. Л., ч. 2, с. 44—45.
66. Berechnung der gestörten Ephemeriden nach der Extrapolationsmethode. — Бюл. АИ, № 12, с. 109—120.
67. Hilfstafeln zur Bahnbestimmung und gestörten Ephemeridenrechnung nach der Extrapolationsmethode. — Бюл. АИ, № 13, с. 121—152.

68. Астрономический институт: Краткая характеристика работ института для выставки 1927 г. Л. 4 с.
69. Астрономический институт: Отчет о работе Астрономического института в Ленинграде с 1 X 1926 по 30 IX 1927. — РАЖ, т. 4, вып. 4, с. 328—330.
70. Астрономия и гравиметрия. — В кн.: Десять лет советской науки. М.; Л., с. 55—104. (Совместно с Н. И. Идельсоном, Г. Н. Неуйминым, П. И. Яшновым).
71. Геофизика. — В кн.: Десять лет советской науки. М.; Л., с. 251—264. (Совместно с Б. И. Извековым, Е. И. Тихомировым).
72. Главная геофизическая обсерватория: Ее задачи и деятельность до Октябрьской революции и в десятилетие 1917—1927 гг. Л. 93 с.
73. Интерпретация гравитационных наблюдений. — Бюл. АИ, № 15, с. 165—167.
74. Магнито-метеорологическая обсерватория: Слуцк. Л. 45 с.
75. Методы приближенного определения широты, времени и азимута. — В кн.: Астрон. ежегодник на 1927 г. Л. 32 с.
76. Программа способа Галькотта для определения широты. Л., ч. 1. 108 с.
77. Редукция наблюдений гравитационного вариометра за топографию. — Бюл. АИ, № 17, с. 193—210.
78. Note on the numerical integration of $\frac{d^2x}{dt^2} = f(h, t)$. — AN, Bd 230, S. 359—364.

79. К вопросу о численном интегрировании возмущенного движения в особых координатах. — Бюл. АИ, № 19, с. 219—226.
80. Об определении исходных гелиоцентрических координат планеты по многим наблюдениям в одной оппозиции. — Бюл. АИ, № 21, с. 1—3.
81. Отчет о работе Астрономического института в Ленинграде с 1 X 1927 по 30 XI 1928. — АЖ, т. 5, вып. 4, с. 254—256.
82. Die topographische Reduction bei Drehwaagen Beobachtungen. — Z. Geophys, Bd 4, S. 117—134.

83. Зависимость между местными аномалиями силы тяжести и производными от потенциала. — ДАН СССР, № 4, с. 101—105.
84. Периодические решения плоской задачи при круговом движении Юпитера. — АЖ, т. 6, вып. 2, с. 125—161.
85. Применение метода экстраполирования через широкий интервал к планете Nestor (659). — Бюл. АИ, № 24 с. 29—35.
86. Работа Астрономического института в Ленинграде по малым планетам. — Бюл. АИ, № 22, с. 13—20.
87. Результаты гравитационных наблюдений 1928 г. близ озера Баскунчак. — ДАН СССР, № 16, с. 385—387. (Совместно с Н. Н. Самсоновым).

88. Результаты гравитационных наблюдений 1927—1928 гг. в Эмбенском районе. — ДАН СССР, № 16, с. 388—390. (*Совместно с Б. Ю. Козловским*).
89. Результаты гравитационных наблюдений в Грозненском районе в 1928 г. — Бюл. АИ, № 23, с. 21—25.
90. Gravity observations in the Solikamsk and Berezniki districts in the Northern Urals in 1926 and 1927. — Z. Geophys., Bd 5, N 7, S. 261—265.
91. Interrelation between local gravity anomalies and the derivatives of the potential. — Z. Geophys., Bd 5, N 2, S. 58—62.
92. On the subject of numerical integration of the equations of perturbed motion in special coordinates. — AN, Bd 234, S. 1—10.
93. Results of gravimetric observations on Schuvalovo Lake in winter 1927 and 1928. — Z. Geophys., Bd 5, N 7, S. 276—289.
94. Results of gravitational observations in the region of Grozny in 1928. — Z. Geophys., Bd 5, N 7, S. 271—275.
95. Results of gravity observations of 1928 near Lake Baskunchak. — Z. Geophys., Bd 5, N 7, S. 265—268.
96. Results of the general gravity survey in the Emba districts. — Z. Geophys., Bd 5, N 7, S. 268—270.

1930

97. Аэросъемка и геофизические наблюдения как основа будущих геологоразведочных работ. — Вестн. Главн. геологоразвед. упр., т. 5, № 7—8, с. 30—32.
98. Интерпретация гравитационных наблюдений в случае одной контактной поверхности. — ДАН СССР, № 21, с. 569—574.
99. К вопросу построения изогамм по наблюдениям гравитационного вариометра. — ДАН СССР, № 21, с. 575—579.
100. Необходимо ускорить разведку новых нефтеносных месторождений. — Вестн. Главн. геологоразвед. упр., т. 5, № 5—6, с. 7—9.
101. О вычислении приближенных эфемерид малых планет с учетом возмущений. — Тр. II, III и IV астрон. съездов 1920—1928 гг. Л., с. 9.
102. О деятельности Всероссийского астрономического союза. — Тр. II, III и IV астрон. съездов 1920—1928 гг. Л., с. 6.
103. О деятельности Петроградского отделения Государственного вычислительного института. — Тр. II, III и IV астрон. съездов 1920—1928 гг. Л., с. 8.
104. О построении таблиц для приведения на видимое место всех звезд до 6-й величины на 20-е столетие. — Тр. II, III и IV астрон. съездов 1920—1928 гг. Л., с. 9.
105. О схеме электрической установки Петроградской университетской обсерватории. — Тр. II, III и IV астрон. съездов 1920—1928 гг. Л., с. 13.
106. От Совета Ассоциации астрономов РСФСР. — Тр. II, III и IV астрон. съездов 1920—1928 гг. Л., с. 3. (*Совместно с К. Д. Покровским*).
107. Периодические орбиты типа Шварцшильда. — Тр. II, III и IV астрон. съездов 1920—1928 гг. Л., с. 49, 128.
108. Применение геофизических методов разведки на нефтяных месторождениях Америки. — Вестн. Главн. геологоразвед. упр., т. 5, № 11—12, с. 16—29.
109. Развитие метода экстраполирования и результаты его примене-

- ния. — Тр. II, III и IV астрон. съездов 1920—1928 гг. Л., с. 50, 132.
110. Результаты гравитационных наблюдений в Соликамском и Березниковском районах в 1926, 1927 и 1929 гг. — Горный журн., № 8—9, с. 104—111.
111. Результаты наблюдений на Шуваловском озере зимой 1927 и 1928 гг. — Горный журн., № 12, с. 108—118.
112. Результаты маятниковых и вариометрических наблюдений в связи с вопросом общей гравитационной съемки. — Тр. II, III и IV астрон. съездов 1920—1928 гг. Л., с. 57, 168.

1931

113. Аналитический метод учета влияния топографических масс. — Тр. Главн. геологоразвед. упр., № 36, с. 75—85.
114. Влияние внешних масс на гравитационные наблюдения в случае бесконечного простирания. — Тр. Главн. геологоразвед. упр., № 36, с. 97—107.
115. Гравитационные наблюдения в Соликамском и Березниковском районах на Северном Урале в 1926 и 1927 гг. — Тр. Главн. геологоразвед. упр., № 36, с. 126—131.
116. К вопросу о создании горной астрономической обсерватории. — Вестн. АН СССР, № 4, с. 7—12.
117. Краткая программа наблюдений по выбору места горной астрономической обсерватории. — Бюл. АИ, № 29, с. 95—97.
118. Нормальное действие земного эллипсоида на производные от потенциала силы тяжести. — Бюл. АИ, № 26, с. 59—60.
119. Нормальное действие земного эллипсоида на производные от потенциала силы тяжести. — Тр. Главн. геологоразвед. упр., № 36, с. 42—50.
120. Общая характеристика гравитационного метода разведки по работам б. Геологического комитета 1925—1928 гг. — Тр. Главн. геологоразвед. упр., № 36, с. 5—8.
121. Основные формулы для обработки наблюдений с гравитационным вариометром. — Тр. Главн. геологоразвед. упр., № 36, с. 27—41.
122. Применение геофизических методов разведки на нефтяных полях Америки. — Горный журн., № 1, с. 50—57.
123. Программа наблюдений для специальных экспедиций по выбору места для горной астрономической обсерватории. — Бюл. АИ, № 29, с. 97—101.
124. Редукция наблюдений гравитационного вариометра за топографию. — Тр. Главн. геологоразвед. упр., № 36, с. 51—73.
125. Результаты гравитационных наблюдений близ озера Баскунчак в 1928 г. — Тр. Главн. геологоразвед. упр., № 36, с. 148—151. (*Совместно с Н. Н. Самсоновым*).
126. Результаты гравитационных наблюдений в Грозненском районе в 1928 г. — Тр. Главн. геологоразвед. упр., № 36, с. 140—147.
127. Результаты гравитационных наблюдений в Эмбенском районе 1927—1928 гг. — Тр. Главн. геологоразвед. упр., № 36, с. 132—134. (*Совместно с Б. Ю. Козловским*).
128. Результаты гравитационных наблюдений на Шуваловском озере зимой 1927 и 1928 гг. — Тр. Главн. геологоразвед. упр., № 36, с. 108—125.

129. Результаты определения силы тяжести на восточных склонах Урала в 1930 г. — Природа, № 4, с. 401—405.
130. Результаты определения силы тяжести на восточных склонах Урала. — Горный журн., № 6, с. 51.
131. Совещание по организации горной астрономической обсерватории. — Бюл. АИ, № 28, с. 87—94.
132. Теоретические основания применения гравитационных методов в геологии. — Тр. Главн. геологоразвед. упр., № 36, с. 9—26.
133. Улучшение исходных шести координат в методе экстраполирования. — Бюл. АИ, № 27, с. 71—73.
134. Учет влияния топографических масс на наблюдения с гравитационным вариометром. — Бюл. АИ, № 26, с. 60—67.

1932

135. Гравитационный вариометр с тремя рычагами. — Бюл. АИ, № 30, с. 103—108.
136. Задачи и пути астрономии в Союзе. — Природа, № 11/12, с. 975—990.
137. Конструирование и изготовление астрономических приборов в СССР. — Оптико-мех. пром-сть, № 9, с. 18—20.
138. Конструкция и изготовление астрономических приборов в СССР. — В кн.: Наука в СССР за 15 лет. М.; Л., с. 207—215.
139. Метод экстраполирования в применении к численному интегрированию линейных дифференциальных уравнений второго порядка. — Изв. АН СССР. Отд. мат. и естеств. наук, № 1, с. 1—8.
140. Отчет о работе Астрономического института за 1931 г. — АЖ, т. 9, вып. 3/4, с. 280—289.
141. 15 лет советской астрономии. — АЖ, т. 9, вып. 3/4, с. 129—134.
142. Результаты определения силы тяжести на восточных склонах Урала в 1930 г. — Изв. Всесоюз. геологоразвед. об-ния, т. 51, № 8, с. 173—175.
143. Сокращенная форма многозначных таблиц логарифмов чисел. — Изв. АН СССР. Отд. мат. и естеств. наук, № 3, с. 373—380.

1933

144. Вычисление координат Гаусса—Крюгера. — Геодезист, № 3—4, с. 33—43.
145. Вычисление уклонения отвеса и вторых производных от потенциала по наблюдениям силы тяжести. — Бюл. АИ, № 34, с. 195—212.
146. Геофизические методы разведки на нефть. Л.; М. 120 с.
147. К вопросу определения систематических ошибок склонений фундаментальных звезд. — Бюл. АИ, № 32, с. 139—147.
148. Новый метод определения силы тяжести упругими маятниками. — Природа, № 3/4, с. 126—129.
149. Теоретические основания применения теории движения малых планет к определению систематических ошибок склонения. — Тр. Астрометр. конф. в Пулковке 5—9 марта 1932 г. Л., с. 41—50.
150. Успехи в методах наблюдений силы тяжести. — Мирозведение, т. 22, № 2, с. 1—10.

1934

151. Астрономический институт в Ленинграде (1920—1935 гг.). — Социалистическая реконструкция и наука, вып. 10, с. 165—177.

152. Вычисление абсолютных возмущений первого порядка в полярных координатах. — Бюл. АИ, № 35, с. 223—236.
153. Вычисление уклонения отвеса по аномалиям силы тяжести: Докл. на I Всесоюз. астрономо-геодез. съезде в Москве 17—21 января 1934 г. — Мирозведение, т. 23, № 2, с. 142.
154. Вычисление уклонения отвеса по наблюдениям силы тяжести. — Успехи астрон. наук, сб. 5, с. 90—107.
155. Государственный астрономический институт. — В кн.: Университеты и научные учреждения к XVII съезду ВКП(б). М.; Л., с. 191—218.
156. К вопросу определения плотностей пород. — Горный журн., № 3, с. 5—6.
157. Международный астрономический съезд: К предстоящему съезду в июле в 1935 г. в Париже. — Правда, 6 декабря.
158. О задачах советской астрономии на вторую пятилетку. — АЖ, т. 11, вып. 1, с. 1—4.
159. Отчет о работе Астрономического института за 1933 г. — АЖ, т. 11, вып. 3, с. 264—267.
160. Astronomical institute: Leningrad. — In: Information circular of the Astronomical institutions of the USSR. Leningrad. 4p.

1935

161. Государственный астрономический институт. — В кн.: Университеты и научные учреждения. 2-е изд. М.; Л., с. 272—293.
162. Государственный астрономический институт (15 лет работы: 1920—1935 гг.). — Природа, № 1, с. 83—86.
163. Итоги конференции по теоретической астрономии и небесной механике. — Фронт науки и техники, № 7, с. 89—91.
164. К вопросу о совместном определении поправок элементов планеты и Земли. — АЖ, т. 12, вып. 6, с. 584—594.
165. К вопросу об определении геоида на основании гравитационных наблюдений. — ДАН СССР, т. 1, № 1, с. 17—21.
166. К вопросу об определении геоида на основании гравитационных наблюдений. — АЖ, т. 12, вып. 1, с. 47—59.
167. К вопросу определения систематических ошибок звездных положений. — ДАН СССР, т. 2, № 7, с. 451—457.
168. К вопросу определения систематических ошибок звездных положений. — АЖ, т. 12, вып. 4, с. 339—348.
169. Конференция по теоретической астрономии и небесной механике. — Природа, № 6, с. 89—90.
170. Общие формулы разложения возмущающих сил при вычислении абсолютных возмущений в полярных координатах. — ДАН СССР, т. 1, № 7—8, с. 452—457.
171. Общие формулы разложения возмущающих сил при вычислении абсолютных возмущений полярных координат. — ДАН СССР, т. 3 (8), № 2 (62), с. 67—70.
172. Предисл. к кн.: Жонголович И. Д. Метод одновременного определения азимута, широты и звездного времени: Теория. Вспомогательные таблицы. Л., с. 1.
173. Применение метода экстраполяции к точному вычислению возмущенного движения малых планет. — АЖ, т. 12, вып. 5, с. 455—475.
174. Результаты общей гравитационной съемки в Эмбенском районе. — В кн.: Бор и калий в Западном Казахстане. М.; Л., с. 5—16. (*Совместно с Э. Э. Фогиади*).

175. Светосильный фотографический меридианный круг. — АЖ, т. 12, вып. 4, с. 349—355.
176. Успехи советской астрономии: Конференция по теоретической астрономии и небесной механике. — Мироведение, т. 24, № 4, с. 237—240.
177. Фотографический меридианный круг. — ДАН СССР, т. 3 (8), № 5 (65), с. 201—204.
178. Элементарный метод определения орбит и вычисления эфемерид. — В кн.: Астрономический календарь на 1935 г. Горький, с. 130—146.
179. Application de la méthode d'extrapolation au calcul précis du mouvement troublé des petites planètes. — J. Obs., vol. 18, p. 153—171.
180. Sur la détermination des erreurs systématiques des positions d'étoiles. — J. Obs., vol. 18, p. 57—64.

1936

181. Абсолютные возмущения полярных координат в случае возмущающего действия внутренних планет. — АЖ, т. 13, вып. 2, с. 156—189. (*Совместно с В. С. Мошковой*).
182. Астрономическая наука СССР. — Наука и техника, № 10 (584), с. 1—2.
183. Государственный астрономический институт: Отчет о деятельности Государственного астрономического института в Ленинграде за 1935 г. — АЖ, т. 13, вып. 3, с. 277—281.
184. Идея автоматической машины для вычисления возмущенного движения по методу экстраполяции. — Бюл. АИ, № 41, с. 18—26.
185. К вопросу построения фундаментального каталога слабых звезд. — ДАН СССР, т. 3 (12), № 6 (101), с. 261—263.
186. К вопросу устойчивости движения троянцев. — Бюл. АИ, № 41, с. 1—4.
187. Об определении фигуры геоида на основании наблюдений силы тяжести. — Бюл. АИ, № 40, с. 385—397. (*Совместно с Д. Н. Храмовым*).
188. Об определении фигуры геоида на основании наблюдений силы тяжести. — ДАН СССР, т. 3 (12), № 6 (101), с. 265—268. (*Совместно с Д. Н. Храмовым*).
189. Определение индивидуальных ошибок делений круга. — Бюл. АИ, № 41, с. 26—33.
190. Организация работы по определению систематических положений звезд на основании наблюдений и теории движения малых планет. — Мироведение, т. 25, № 4, с. 66—68.
191. Основные принципы методики построения геоида на основании гравитационных и астрономо-геодезических наблюдений. — ДАН СССР, т. 3 (12), № 6 (101), с. 269—270.
192. Полное солнечное затмение 19 июня 1936 г. — Природа, № 4, с. 79—81.
193. Построение фундаментального каталога прямых восхождений. — ДАН СССР, т. 3 (12), № 5 (100), с. 209—210.
194. Программа способа Галькотта для определения широты от 30° до 70°. Дополнительные пары с разностью прямых восхождений от 15 до 25 мин. времени. Л., ч. 2. 65 с.
195. Современные задачи астрометрии. — АЖ, т. 13, вып. 4, с. 355—361.
196. On the problem of simultaneous determination of corrections to the elements of the planet and of the earth. — AJ, vol. 45, p. 105—111.
197. Zur Schaffung eines Fundamentalsystems schwacher Sterne. — AN, Bd 260, S. 305—322.

1937

198. Абсолютные возмущения полярных координат астероидов от внешних планет. — Бюл. АИ, № 42, с. 35—37.
199. Ориентировка системы и определение систематических ошибок фундаментального каталога по наблюдениям малых планет. — Бюл. АИ, № 42, с. 75—83.

Таблицы

1921

200. Таблицы для линейного интерполирования на каждую сотую долю от 0 до 100. Л. 12 с.

1922

201. Таблицы для вычисления видимых мест индивидуальных звезд на XX столетие. — В кн.: Астрон. ежегодник на 1922 г. Пгр., с. 207—215.
202. Таблицы трехзначного вычисления. Пгр. 32 с.

1926

203. Вспомогательные таблицы для астрономических вычислений (вспомогательные таблицы и постоянные). — В кн.: Астрон. ежегодник на 1926 г. Л., с. 161—183.

1928

204. Таблицы функций «А» для вычисления поправки за топографию по Б. В. Нумерову. Грозный. 10 с.
205. Таблицы функций «В» для вычисления поправки за топографию по Б. В. Нумерову. Грозный. 11 с.

1932

206. Пятизначные таблицы логарифмов и тригонометрических величин для углов в дугу и во времени; Под ред. Н. В. Комендантова. Л.; М. 88 с.
207. Таблицы десятизначных логарифмов чисел от 1000 до 10 000. Л.; М. 198 с.

1933

208. Таблицы для вычисления географических и прямоугольных координат Гаусса—Крюгера для широт от 36° до 72° с точностью до 0.01 метра и $0''.01$ (для работы с арифмометром). Л. 79 с.
209. Таблицы натуральных значений тригонометрических функций с 5 десятичными знаками. Л.; М. 58 с.

1934

210. Таблицы для определения азимутов Полярной с точностью до $0.1''$ для широт от 36° до 71° на 1934 и 1935 гг. Л. 47 с.
211. Таблицы для перевода прямоугольных координат Гаусса—Крюгера из системы трехградусной зоны в систему шестиградусной посредством поправок ΔX и ΔY (эллипсоид Бесселя). Ч. I. Л.; М. 136 с.; ч. II. Л.; М. 202 с.
212. Таблицы перевода координат Гаусса—Крюгера в систему Руссиля. Л.

1935

213. Самойлова - Яхонтова Н. С. Таблицы эллиптических интегралов. М.; Л. 107 с.
214. Таблицы для перевода прямоугольных координат Гаусса-Крюгера из системы трехградусной зоны в систему шестиградусной посредством поправок ΔX и ΔY (эллипсоид Бесселя). М.; Л., ч. III. 76 с.

1936

215. Таблицы для точного вычисления прямоугольных координат Гаусса—Крюгера для широт от 36° до 72° с точностью до 0.001 метра (для работы с арифмометром). Л. 79 с.

Каталоги

1933

216. Каталог склонений звезд программы Талькотта. — Тр. Астрометр. конф. в Пулковке 5—9 марта 1932 г. Л., с. 39—41.
217. Каталог 1967 звезд программы способа Талькотта на эпоху 1930 г. вместе с редуцированными величинами для приведения на видное место. Л. 94 с.

1934

218. Каталог гравиметрических пунктов, определенных в СССР до 1935 г.; Под общ. ред. проф. И. А. Казанского, проф. А. А. Михайлова, проф. Б. В. Нумерова. М.; Л.; Новосибирск. 106 с.
219. Днепровский Н. И. Свободный каталог фундаментальных склонений 1631 звезды для 1915. Л. 59 с.

Литература о Б. В. Нумерове

220. Покровский К. Д. Отзыв о статье «Окончательное определение орбиты кометы 1907 г.»— Изв. РАО, 1913, вып. 19, № 6, с. 169—171.
221. Десять лет советской науки. М.; Л., 1927, с. 55—104.
222. Астрономия в СССР за 15 лет (1917—1932). М.; Л., 1932, с. 176—178, 191—205.
223. Математика в СССР за 30 лет (1917—1947). М.; Л., 1948, с. 782, 804, 806, 845.
224. Математика в СССР за 40 лет. М., 1959, т. II, с. 516.
225. Астрономия в СССР за сорок лет (1917—1957). М., 1960. 25 с.
226. Яхонтова Н. С. Борис Васильевич Нумеров (к семидесятилетию со дня рождения), 1891—1943.¹ — Бюл. ИТА, 1963, т. 9, № 3 (106), с. 213—215.
227. Селешников С. И. Юбилей отечественной и мировой астрономии в 1966 г.: Нумеров Б. В. — В кн.: Астрон. календарь. М., 1965, вып. 69, с. 211—214.

¹ Дата смерти указана неверно: Б. В. Нумеров умер 13 сентября 1941 г.

228. Куликовский П. Г. Из истории советской астрономии (1917—1967). — Земля и Вселенная, 1967, № 2, с. 33—38.
229. Развитие астрономии в СССР: Астрономия в СССР за 50 лет. М., 1967, с. 24—25. 64—65.
230. Чеботарев Г. А. Основные этапы истории Института теоретической астрономии АН СССР (1919—1969). — Бюл. ИТА, 1971, т. 12, № 9 (142), с. 758—766.
231. Лаптева М. В. Библиография по истории и деятельности Института теоретической астрономии АН СССР за 50 лет (1919—1968). — Бюл. ИТА, 1971, т. 12, № 9 (142), с. 767—771.
232. Абалякин В. К. Астрономический ежегодник СССР. — Бюл. ИТА, 1971, т. 9, № 3 (106), с. 772—776.
233. Нумеров Борис Васильевич. — В кн.: Архив АН СССР. М., 1971, т. 6, с. 22.
234. Малые планеты; Под ред. Н. С. Самойловой-Яхонтовой. М., 1973. 359 с.
235. Нумеров В. В. — In: Dictionary of scientific biography. New York, 1973, vol. 10, p. 158—160.
236. Нумеров Борис Васильевич. — В кн.: БСЭ; 3-е изд. М., 1974, т. 18, с. 434.
237. Атлас обратной стороны Луны. М., 1975, ч. 3, с. 120, 205.
238. Abalakin V. K. The development of theoretical astronomy in the USSR. — In: Vistas in astronomy. London, 1977, vol. 19, part 2, p. 103—177.
239. Колчинский И. Г., Корсунь А. А., Радригес М. Г. Астрономы: Библиографический справочник. Киев, 1977, с. 180—181.
240. Нумеров Борис Васильевич. — В кн.: Советский энциклопедический словарь. М., 1979, с. 914.
241. Никонов В. Б., Нумерова А. Б., Огородников К. Ф. Борис Васильевич Нумеров (к 90-летию со дня рождения). — Земля и Вселенная, 1981, № 3, с. 48—50.
242. Зверев М. С. Встречи с Б. В. Нумеровым. — Земля и Вселенная, 1981, № 3, с. 50—51.
243. Мартынов Д. Я. Из воспоминаний о Б. В. Нумерове. — Земля и Вселенная, 1981, № 3, с. 51—53.
244. Харадзе Е. К. Б. В. Нумеров и развитие астрономии в Грузии. — Земля и Вселенная, 1981, № 3, с. 53—54.
245. Зверев М. С., Мищенко М. П. Астрометрия. — Учен. зап. Лен. гос. ун-та, № 406. Сер. мат. наук, вып. 59. Тр. Астрон. обсерв., т. 37, 1981, с. 160—180.
246. Нумерова А. Б. Борис Васильевич Нумеров (1891—1941). — В кн.: Историко-астрон. исслед. М., 1983, вып. 16, с. 193—218.

Оглавление

От автора	5
Предисловие	7
Глава I	
Ранние годы	11
Детство и гимназия в Новгороде	11
Студенческие годы	14
Глава II	
Пулковская обсерватория и университет	18
Работа в Пулковской обсерватории	18
Работа в Петроградском университете	25
Глава III	
Астрономический институт	38
Создание Вычислительного института	38
Основание Астрономического института	43
Зарубежные поездки	51
Работы в области небесной механики и теоретической астрономии	55
Глава IV	
Гравиметрия и гравитационная разведка	70
Глава V	
О роли Б. В. Нумерова в развитии отечественной астрофизики	80
Глава VI	
Идеи Б. В. Нумерова об использовании точной теории движения малых планет и их наблюдений в области фундаментальной астрометрии	88
Глава VII	
Последние годы	100
Воспоминания о Б. В. Нумерове	109
Основные даты жизни и деятельности Б. В. Нумерова	130
Работы Б. В. Нумерова	132
Литература о Б. В. Нумерове	143



А. Б. Нумерова

**Борис Васильевич
НУМЕРОВ**

30 к.



«Н а у к а»
Ленинградское отделение