

ИЗ ИСТОРИИ ФИЗИКИ

53(092)

АЛЕКСАНДР АЛЕКСАНДРОВИЧ ФРИДМАН**(Биографический очерк)****В. Я. Френкель**

1. А. А. Фридман (1888—1925), столетие со дня рождения которого исполнилось в июне 1988 г., выполнил работу, которую по всей справедливости можно отнести к высочайшей категории «сделавших эпоху» (в немецком языке для определения таких работ существует специальное слово: *epochen-machend*). Современная релятивистская космология вышла из фридмановской теории нестационарной расширяющейся Вселенной и покоится (а точнее — продолжает развиваться) на фундаменте его работы.

Признание космологической работы Фридмана протекало очень драматично. Известно, что против нее на первых порах выступил Эйнштейн *), позднее целиком признавший ее значение и глубину (об этом будет сказано ниже). Но за прошедшие с тех пор более шести десятилетий, а особенно в течение последней четверти века, теория Фридмана получила всеобщее признание. С ее изложения начинаются книги по релятивистской космологии и астрофизике, обзорные и популярные статьи на эту тему^{2-7**}). При таких обстоятельствах нет необходимости говорить о значимости вклада, внесенного А. А. Фридманом в развитие науки о Вселенной, а также — даже конспективно — излагать его идеи.

Другая обширная область работ Александра Александровича, которыми он занимался 12 лет своей короткой 37-летней жизни, относится к проблемам гидродинамики и динамической метеорологии. Эти его работы получили у нас и за рубежом полное и всестороннее прижизненное признание, а дальнейшее их развитие в нашей стране связано с именами представителей фридмановской школы, славной именами Н. Е. Кочина, П. Я. Полубариновой-Кочиной, И. А. Кибеля, Н. В. Розе, Б. И. Извекова и других ученых последующих, в частности и послевоенных, поколений, не прямых, а косвенных «внучатых» учеников А. А. Фридмана. Этим его работам также посвящены специальные статьи, их генезис и последующее развитие прослежены в ряде монографий по метеорологии, теории турбулентности, гидро- и аэродинамике⁸⁻¹⁰.

Это удовлетворительное положение с известностью научных результатов творческой деятельности Александра Александровича находится в разительном противоречии со скудостью чисто биографических сведений о нем. Казалось бы, его жизнь уже давно должна была привлечь к себе внимание историков науки и писателей, работающих в жанре документальных или

*) Дж. Уилер, хорошо знавший Эйнштейна, пишет о том, что знаменитое предсказание Фридмана о пульсирующей Вселенной «Эйнштейн некоторое время считал слишком ужасающим, чтобы принять его» (1, с. 19).

**) Номера ссылок по списку литературы, сопровождающему статью.

романтических биографий. А вместе с тем написано об Александре Александровиче удивительно мало, почти ничего: маленькая брошюра о нем была опубликована в 1963 г.¹¹, сравнительно краткая научная биография вышла в изданном по инициативе П. Л. Капицы томе избранных трудов А. А. Фридмана, опубликованных в серии «Классики науки»¹²; в нем же помещены упомянутые важные статьи^{6, 7}, относящиеся к его работам по космологии. «Всплеск» — отнюдь не взрыв — информации о Фридмане отмечался в 1925—1927 гг.: под свежим впечатлением от его безвременной кончины было опубликовано около десятка некрологов и статей^{13, 14} (частично перепечатанных в томе серии «Классики»). Позднее несколько страниц учителю посвятила в своих книгах П. Я. Полубаринова-Кочина^{15, 16}. Положение меняется к лучшему в связи со 100-летием со дня рождения Александра Александровича: готовятся к изданию книги о нем, намечено проведение конференций и симпозиумов — все это предвестники большого информационного взрыва, отражающего интерес к жизни и творчеству замечательного ученого и необыкновенной судьбы человека.

На последующих страницах имена Эйнштейна и Фридмана часто будут соседствовать (что соответствует близости их интересов и масштабности работ Александра Александровича). Представляется поэтому уместным напомнить замечание Эйнштейна, оброненное им в разговоре с историком науки Б. Коэном. Он сказал Коэну, что «его столь же интересовали биографии ученых, как и их идеи. Ему нравилось узнавать о жизни тех, кто создал великие теории и осуществил важные эксперименты; ему нравилось узнавать, **что** за люди они были, как они работали и как они относились к современникам»¹⁷. Руководствуясь этим замечанием, мы на последующих страницах сосредоточим внимание на гражданской и «человеческой» биографии нашего замечательного соотечественника.

2. Практически вся жизнь А. А. Фридмана была связана с Петербургом — Петроградом — Ленинградом. Его родословная, особенно по материнской линии, может быть прослежена достаточно далеко. Ограничимся, однако, «ближним порядком». Его отец, тоже Александр Александрович (1866—1908(9)?), — выпускник Петербургской балетной школы. Уже став артистом кордебалета Императорского театра в Петербурге, он закончил Петербургскую консерваторию по классу Н. А. Римского-Корсакова, был автором музыки к балетам, поставленным на сцене петербургских театров. Мать Фридмана, Людмила Игнатьевна Воячек (1869—1953), также воспитанница Петербургской консерватории, окончила ее по классу рояля. Не получив известности в области избранной ею профессии, она, если можно так выразиться, трижды знаменита: как мать великого ученого, как дочь известного русского композитора и дирижера, профессора Петербургской консерватории Игнатия Каспаровича Воячека (1825—1916) и как сестра основоположника советской отоларингологии, генерал-лейтенанта медицинской службы академика В. И. Воячека (1876—1971).

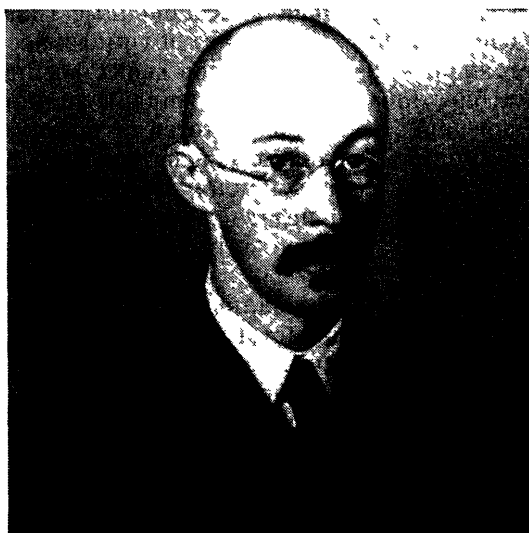
Ниже будет сказано об активной политической деятельности юного Фридмана. С этой точки зрения примечательно, что ближайшие его родственники — оба деда и отец — служили в ведомствах, примыкавших к императорскому двору: дед по отцовской линии, Александр Иванович Фридман (1839—1910), происходивший из кантонистов, был лекарским помощником Придворного медицинского округа, И. К. Воячек в течение многих лет состоял органистом и дирижером Императорского Мариинского театра, а отец, А. А. Фридман, был капельмейстером лейб-гвардии Преображенского полка, также приписанного ко двору.

Итак, А. А. Фридман родился в артистической петербургской семье в июне 1888 г. Для биографов выдающихся людей притягательна возможность разобраться в путанице фигурирующих в разных справочниках дат рождения их героев. Чаше всего в случае Фридмана в качестве такой даты

указывают 17 июня, не помечая, к какому — старому или новому — стилю она относится. Исходной цифрой, очевидно, следует считать опубликованную еще в 1927 г. в автобиографии Фридмана (*Curriculum vitae*), написанной им в 1925 г. Удивительным образом Александр Александрович ошибся — и это следует из сохранившегося свидетельства о рождении, в котором записано:

«В метрических Консistorских книгах Введенской церкви Лейб Гвардии Семеновского полка за 1888 г. в первой части о родившихся в статье под № 182 мужского пола значится:

Императорских С.-Петербургских театров у артиста балетной труппы Александра Александровича Фридмана и жены его Людмилы Игнатьевны



А. А. Фридман (1888—1925)

обоих православного исповедания, тысяча восемьсот восемьдесят восьмого года июня четвертого дня родился и двадцать девятого июня крещен сын Александр. Восприемниками были: Императорских С.-Петербургских театров артист балетной труппы Александр Александрович Облаков и дочь губернского секретаря девица Мария Александровна Фридман.

В чем и свидетельствует с приложением церковной печати означенной Семеновского полка церкви

Протоиерей Сергей Богоявленский, псаломщик Иван Федоров» *).

Итак, Фридман родился 4 июня. $4 + 12 = 16$ — в «Жизнеописании» неточность (как мы увидим дальше — не единственная), и 100-летие со дня его рождения исполняется 16 июня 1988 г.

Семейная жизнь родителей Фридмана не сложилась, их брак был расторгнут (в 1897 г.), и мальчик воспитывался отцом и родственниками по отцовской линии — дедом А. И. Фридманом, его дочерью М. А. Фридман (тоже пианисткой). Примиренье с матерью состоялось уже после революции, и отзвуки семейной трагедии явственно почувствовал в 1971 г., разговаривая с настороженно вслушивавшимся в мои вопросы профессором В. И. Воячком.

В том же 1897 г. Александр Фридман поступил во 2-ю Санкт-петербургскую гимназию, расположенную неподалеку от Исаакиевской площади, примерно в 20 минутах ходьбы от дома по набережной Мойки, 35, в котором

*) Метрика А. А. Фридмана находится в числе других документов фонда Петербургского университета, хранящихся в Государственном Историческом архиве Ленинграда (ГИАЛ). Ниже мы не будем давать подробные ссылки на архивные документы, ограничиваясь указанием на архивы, в которых они находятся.

он в то время жил с отцом. Дом этот находится под охраной государства как памятник архитектуры прошлого века и расположен в одном из красивейших и сохранившихся неизменным за минувшее столетие районов города.

В Государственном Историческом архиве Ленинграда хранится обширный фонд 2-й гимназии — старейшей в городе. Просматривая материалы этого фонда, относящиеся к годам учебы в ней Александра Фридмана, можно получить полное представление и об его учителях и об одноклассниках. Из числа учителей заслуживает упоминания прежде всего директор гимназии А. И. Давиденков *) и преподаватели математики (Я. В. Иодынский и П. Н. Гензель) и физики (И. В. Глинка). Протоколы педагогического совета гимназии свидетельствуют о прогрессивных взглядах А. И. Давиденкова, о его умелом руководстве гимназией в беспокойные годы первой русской революции — годы забастовок, студенческих и гимназических сходок и волнений. Он всегда стоял на страже интересов своих воспитанников. Иодынскому принадлежит блестящая характеристика Фридмана, приложенная к его аттестату и переданная в университет при поступлении туда юного абитуриента. И. В. Глинка, из личного дела которого мы узнаем об его активных симпатиях к прогрессивным силам, выступившим в 1905 г. против самодержавия, — видный русский педагог, автор изданных в десятые годы пособий по физике. П. Н. Гензелью также принадлежит гимназический учебник по алгебре.

Класс Фридмана оказался очень сильным, пятеро его выпускников получили золотые медали. В числе медалистов был, конечно, Фридман, а также его ближайший друг, Яков Тамаркин, соавтор Фридмана по статье о числах Бернулли, написанной в гимназии и опубликованной Д. Гильбертом, когда юные авторы еще оставались в ее стенах [Ф1] **). По отчетам об успехах (и неудачах) класса, ежегодно представляющихся Педагогическому совету, можно проследить за динамикой занятий Александра Фридмана. Если первый класс он закончил на сплошных тройках (включая и арифметику, пятерки у него были только по закону божию), то уже с 3-го класса он и Тамаркин — лучшие ученики, неизменно получавшие наивысшие оценки. Среди документов гимназии, хранящихся в фонде, имеются и ежегодные кондуиты. Здесь надо сказать, что выписки из кондуитов часто (если не всегда) прилагались к аттестату зрелости и представлялись абитуриентами в учебное заведение, в которое они намеревались поступить. Однако тщетно я пытался разыскать имя Фридмана в ежедневных записях о провинившихся гимназистах в этих когда-то драматических, а теперь воспринимаемых юмористически фолиантах. Юный Фридман не был, видимо, шалуном в начальных классах гимназии, а в старших был поглощен, с одной стороны, математикой и физикой, а с другой — политической деятельностью, которая была далека от шалостей. Только один раз его имя фигурирует в отчете, представленном одним из преподавателей Педагогическому совету о поведении гимназистов в бурные октябрьские дни 1905 г. Запись гласит: «13 октября, во время сходки, отец ученика 8-го класса Фридмана вызвал своего сына и, держа его за руки, умолял вернуться домой, говоря: «Мать больна, поедем!» ***). Ученик вырвался из рук отца со словами: «Мне товарищи дороже» и возвратился на сходку». Сделаем ударение в ответе Александра Фридмана отцу на чувстве товарищества, столь для него характерном. Что касается аргументации Фридмана-старшего, то позволим себе, вместе с Фридманом-младшим, усомниться в состоянии здоровья его приемной матери: ссылка на нездоровье близких — обычный и не очень оригинальный прием урезонивания юношей!

*) Дядя известных советских ученых-академиков — физика Н. Н. Давиденкова и невропатолога С. Н. Давиденкова.

***) Буква Ф перед (первой) цифрой ссылки (на строке) здесь и далее обозначает полный список трудов Л. Л. Фридмана, составленный автором и публикуемый в качестве приложения к настоящей статье (73 наименования).

***) В 1897 г. А. А. Фридман вступил во второй брак.

О революционной деятельности А. А. Фридмана вспоминал его товарищ по гимназии (впоследствии академик) В. И. Смирнов. Он писал, что на квартире деда Фридмана в доме на Дворцовой набережной, где жили лица, так или иначе связанные со службой при дворе, его внук хранил революционные прокламации, которые составлял со своими товарищами. В книге С. А. Дианова о революционной молодежи Петербурга — Петрограда¹⁸ рассказывается о том, что Фридман и Тмаркин активно участвовали в революционном движении гимназистов и были членами ЦК Северной социал-демократической организации средних школ Петербурга. Оба они, в соответствии с традициями или, может быть, внешними атрибутами тех лет, имели свои партийные клички; так, Фридмана называли «Лиловым» (теперь, наверное, уже не установить ее происхождения!). ЦК собирался еженедельно, в воскресенье вечером, на квартире у кого-нибудь из его членов. Мы узнаем, что он был непосредственно связан с Петербургским комитетом РСДРП, что гимназисты располагали тремя гектографами, на которых тиражом в несколько сотен экземпляров печатались прокламации.

С окончанием гимназии политическая активность Фридмана существенно снизилась, он сосредоточил свои усилия на занятиях, все более его увлекавших. Но закваска, полученная им в годы первой русской революции, не пропала даром и проявилась в последующие годы в его активном участии в организации русской военной авиации во время 1-й мировой войны, деятельности в Пермском университете, титанических усилиях по организации советской науки в последний пятилетний период его жизни.

3. Поступление А. А. Фридмана в 1906 г. на математическое отделение физико-математического факультета Петербургского университета представляется вполне закономерным. Счастливой случайностью было то, что как раз с этого же года профессором университета стал В. А. Стеклов, оказавший, вероятно, наиболее сильное влияние на развитие Фридмана.

Источником сведений о Фридмане в университетские годы служит, прежде всего, его обширное дело, хранящееся в фонде университета в уже упоминавшемся ленинградском архиве. Нам хотелось бы привести некоторые выдержки из этого дела, содержащие список книг, которые Фридман и Тмаркин изучили еще в гимназии, — это то, с чем они пришли на 1-й курс университета. Список этот Фридман счел нужным привести значительно позднее в одном из своих годовых аспирантских отчетов. Он включает следующие разделы: теория чисел (здесь указаны сочинения Р. Дедекинда, П. Дирихле, Ж. Лагранжа, А. Лежандра, Л. Эйлера, а из отечественных ученых — Е. И. Золотарева, А. А. Маркова, Ю. В. Сохоцкого, П. Л. Чебышева); анализ и специальные функции (Ж. Бертран, Р. Бэр, О. Коши, Ш. Пикар, Ж. Серре и др.); механика и математическая физика (П. Аппель, Г. Вебер, Р. Клаузиус, А. Пуанкаре, Г. Риман и др.); геометрия (Л. Бьянки, Г. Ламе, К. А. Андреев, Б. Я. Букреев). К этому разделу Фридман делает примечание: «К сожалению, в области синтетической геометрии и в области неевклидовой геометрии в наших (с Я. Д. Тмаркиным.— В. Ф.) знаниях существует серьезный пробел, который, однако, мы надеемся пополнить при дальнейших наших занятиях». Переходя к следующему пункту, он пишет: «В конце нашего пребывания в гимназии и в начале университетского курса мы интересовались обоснованием нашей науки. Нами изучены следующие сочинения...», — и далее снова приводится внушительный список книг Э. Бореля, П. Дюбуа-Реймона, Р. Дедекинда, Г. Кантора, А. Шенфлиса. Заключается список перечнем книг прочитанных Фридманом и Тмаркиным по теории вероятностей и теории конечных разностей (В. Я. Буняковский, А. А. Марков).

Мы позволили себе подробно воспроизвести приведенные выше сведения (опустив название сочинений указанных Фридманом авторов), чтобы дать представление о темпе и объеме — возрастающих от года к году — его занятий. В отчетах о своей аспирантской работе (1911—1913 гг.) он неизменно

приводит не менее «ужасные» списки изученных им (иногда — совместно с товарищами) книг.

Данных о том, что именно читал Фридман в годы студенчества, нет, и соответствующие сведения могут быть почерпнуты из его зачетной книжки (она называлась: «Запись о прослушанных курсах»). Мы узнаем из нее, что он прослушал полный курс математики, читавшийся профессорами Ю. В. Сохоцким, Д. Ф. Селивановым, И. И. Ивановым, В. А. Стекловым (интегрирование уравнений с частными производными), Н. М. Гюнтером и др. Физику Фридману и его однокурсникам читали О. Д. Хвольсон и Н. А. Булгаков, механику — Д. И. Бобылев. По всем этим предметам Фридману была поставлена одна и та же оценка: «вуд», т. е. «весьма удовлетворительно». В зачетке против названий ряда других курсов механики и математики (все названия и фамилии профессоров напечатаны типографским шрифтом) стоит пометка: «освобожден». Можно думать, что успехи студента Фридмана в изучении соответствующих предметов были столь очевидны профессорам, что они не считали необходимым подвергать его формальным испытаниям.

Вернемся теперь к Владимиру Андреевичу Стеклову (1864—1926). Он был не только блестящим математиком и организатором науки, но еще и музыкально и литературно одаренным человеком. Им написаны яркие книги о Ломоносове и Галилее, живые и содержательные очерки о поездке за океан. Для нас еще более существенно, что в течение более двух десятилетий Стеклов ежедневно вел дневниковые записи. Записные книжки Владимира Андреевича бережно хранятся в Ленинградском отделении Архива АН СССР. Изучение их позволяет увидеть целую эпоху глазами ее внимательного наблюдателя, а жизнь петербургской-петроградской науки, жизнь Академии наук и университета — глазами плодотворно работавшего, энергичного ученого. Эти беглые заметки ждут своего внимательного публикатора и комментатора, а для биографов Фридмана могут служить неоценимым источником сведений о молодом ученом. Первое упоминание о А. А. Фридмане находим в записи Стеклова от 13 января 1908 г. В этот день он пишет: «В 4 часа явились Тмаркин и Фридман (студенты), принесли дальше составленные ими лекции по интегральному исчислению. Взяли исправленные мною (т. е. слегка просмотренные). Исправлять как следует нет возможности! Сказали, что 16-го придут на лекцию. Спрашивали, нельзя ли легализовать математический кружок без руководителя. Сказал — пусть подадут проект. Посмотрим!».

Мы видим, что на факультете действует кружок студентов-математиков, кружок самостоятельный, в который они не допускают преподавателей. Такие кружки были в те годы на всех факультетах университета. В типографским способом отпечатанных протоколах заседаний Совета Петербургского университета за 1907 г. и последующие несколько лет в изобилии содержатся сведения о такого рода кружках. Тут и «Физический кружок», «Воздухоплавательный кружок», кружки «Политической экономии», «Изучения догм римского права», «Любителей природы и охоты» — более 20 различных и пестрых по своим программам кружков. Объединялись они в «Межкружковую организацию», председателем которой был В. Л. Комаров — будущий президент Академии наук СССР, а в то время — доцент университета. А. Ф. Гаврилов пишет, что Фридман был деятельным участником некоторых из этих кружков, видимо, физического и математического: «Я помню его доклад в одном из кружков «О каналах на Марсе», известия об открытии которых появились незадолго до этого. Под бурные аплодисменты молодой аудитории Александр Александрович закончил доклад словами: «Каналы появились почти внезапно, во всяком случае они построены очень скоро. Не свидетельствует ли это, что на Марсе уже социализм?» (19, с. 418). Хороший эпизод, характеризующий умонастроения студенчества и самого Фридмана!

Легализация математического кружка без руководителя не удалась: к нему был официально приставлен проф. Д. Ф. Селиванов, но он ни разу на

его заседаниях не появился, так что студенты добились желаемого, если и не *de jure*, то *de facto*.

Отметим, что опыт кружковой работы по физике был у Фридмана накоплен еще в гимназические годы. Гимназический кружок собирался раз в неделю в физическом кабинете, на его занятиях читались доклады, издавался собственный журнал. Фридман бывал на его занятиях, даже уже став студентом, и прочел там, в частности, доклад о природе шаровой молнии.

Фридман, Тамаркин и другие ученики Стеклова бывали у него дома примерно раз в месяц, и так продолжалось многие годы.

В приведенной записи Стеклова от 13 января говорится о его лекциях, записанных Фридманом и Тамаркиным. При физико-математическом факультете к этому времени уже давно существовала Издательская комиссия, которая занималась печатанием курсов лекций университетских профессоров. А. А. Фридман был одним из активных членов Бюро этой комиссии. Бюро определяло выбор лекций, вело переговоры с профессорами, назначало из среды способных студентов составителей лекций, связывалось с типографией, их издававшей. Большую роль во всей этой деятельности играла финансовая сторона: работа над подготовкой курсов к изданию сравнительно хорошо оплачивалась и служила подспорьем для нуждавшихся студентов. Подготовленные и изданные Комиссией курсы сохранились: по уставу обязательные экземпляры их передавались в Публичную библиотеку и библиотеку университета. К сожалению, на титульных листах книг не зафиксированы фамилии составителей, но известно, что Фридман подготовил к изданию «Дифференциальное исчисление» Д. Ф. Селиванова (вышло 4 издания этой книги), его же «Интегрирование функций», «Высшую алгебру» Ю. В. Сохоцкого, «Теорию чисел» И. И. Иванова (составительская работа в последнем случае выполнялась им вместе с Тамаркиным). А в дневниковой записи В. А. Стеклова речь идет об издании «Уравнений с частными производными».

В случае Фридмана просветительская деятельность в Издательской комиссии во многом также стимулировалась финансовыми трудностями, с которыми он столкнулся после смерти отца *) и выхода на пенсию деда. В поисках заработка он писал рецензии в издававшемся в Петербурге журнале «Русская школа» [Ф 2—4], сотрудничал в ЖРФХО («держал корректуру», как указано на титульном листе одного из томов), писал для этого журнала обзоры и рецензии [Ф 7—9, 11, 12, 22]. Среди этих рецензий Фридмана стоит упомянуть его отклик на книгу о норвежском математике Нильсе Хенрике Абеле [Ф 3]. Как это часто бывает, Фридман акцентирует те обстоятельства жизни Абеля, описанные автором книги (Л. де Песлюан), которые созвучны его собственным мыслям и жизненным обстоятельствам: «В жизни ученого, кроме его деятельности, как мыслителя, следует всегда отличать две весьма существенные черты, стороны: материальные обстоятельства и личную жизнь», — пишет рецензент. Говоря о первой из них, Фридман отмечает, что «великий ученый должен был довольствоваться 40 коп. в день, — сумма в то время совершенно недостаточная». Статья о биографии Абеля написана зрелым человеком (Фридману было в то время 23 года), вдумчивым и тонким читателем.

Осень 1910 г. была временем самой острой финансовой неустроенности Фридмана. К этому времени он получает заказ на статью в одном из сборников, издание которых предпринял В. К. Лебединский. Материал сборников был посвящен физике электромагнитных колебаний и включал в себя как переводы классических работ на эту тему (Герц, Кельвин и др.), так и обзоров, написанных русскими физиками. Во 2-м выпуске (а всего их было 6) серии была опубликована статья Фридмана «Об интегрировании линейных уравнений второго порядка» [Ф6] — на примере уравнения, описывающего

*) Точной даты смерти отца Фридмана, А. А. Фридмана-старшего, установить не удалось. Известно только, что он умер раньше деда ученого, А. И. Фридмана.

процессы, происходящие в колебательном контуре. Статья носит методический характер и привлекает ясностью и отточенностью изложения. В ней тщательно обсуждаются некоторые интуитивно не вызывающие сомнений утверждения, к которым мы настолько привыкли, что даже не задумываемся о необходимости их строго обоснования. Так, Фридман показывает, что обычная форма решения такого уравнения, представляемая линейной комбинацией двух частных его решений, является не только достаточной, но и *необходимой*: она строго следует из структуры исходного уравнения. Статья интересна еще и тем, что может считаться прологом к оригинальному исследованию особенностей разряда конденсатора, предпринятому А. А. Фридманом и В. И. Смирновым несколько позднее [Ф 15].

Отголоски трудных условий жизни Фридмана-студента и аспиранта мы находим и в официальных бумагах, направленных В. А. Стекловым на имя ректора университета. В них содержится ходатайство об оставлении Фридмана и двух его товарищей по курсу — Я. Д. Тамаркина и В. В. Булыгина для подготовки к профессорской деятельности (т. е. в аспирантуре). Вот что писал в конце 1910 г. В. А. Стеклов: «Имею честь представить Вашему Превосходительству, согласно ст. 427, отд. IV, п. 4 «Университетского устава 1884 г.» об оставлении при Санктпетербургском университете по кафедре математики избранного физико-математическим факультетом для приготовления к профессорской деятельности Александра Александровича Фридмана на два года: 1) с 1 сентября 1910 г. по 1 января 1911 г. и о назначении ему стипендии (на это время) в 400 р. При сем прилагается восемь документов, диплом первой степени...» — и т. д. К прошению приложен еще и отдельный отзыв, в котором Фридман, как и Тамаркин, оцениваются очень высоко: «По своим способностям, трудолюбию оба эти лица равносильны и уже в настоящее время производят впечатление молодых ученых, а не студентов, только что окончивших университет».

Ходатайство было удовлетворено, и Фридман, получив довольно большую стипендию (100 рублей в месяц; оклад профессора университета составлял в начале 10-х годов около 300 рублей), был оставлен при физико-математическом факультете. По положению он должен был писать ежегодные отчеты о проведенной работе, а его руководитель — В. А. Стеклов — оценивать достигнутые им успехи. Все эти материалы тоже сохранились. Стеклов обычно писал сразу о трех упомянутых выше математиках, поэтому нередко бывает так, что начало одного и того же (обычно рукописного) отзыва находится в личном деле Булыгина, продолжение — в деле Фридмана, а окончание — у Тамаркина. Иногда Стеклов добавлял к их именам имена В. И. Смирнова, М. Ф. Петелина (также воспитанников 2-й петербургской гимназии, бывших годом старше Фридмана) и Я. А. Шохата, который был годом их младше. Приведем наиболее красноречивую выдержку из такого рода характеристик Стеклова (1912 г.): «Замечу, что выпуск 1910 г. составляет какой-то исключительный случай. Из выпуска 1911 г. и среди студентов 4-го курса предстоящего выпуска нет ни одного, равного по знаниям и способностям с гг. Тамаркиным, Фридманом, Булыгиным, Петелиным, Смирновым, Шохатом и др. Не было ни одного такого случая и за мою 15-летнюю преподавательскую деятельность в Харьковском университете. Этим благоприятным случаем необходимо воспользоваться для пользы Университета». К перечисленным В. А. Стекловым математикам надо еще добавить имена А. С. Безиковича и А. Ф. Гаврилова *). Первый был младше, а второй —

*) По-разному сложились судьбы участников университетского математического кружка, друзей А. А. Фридмана. Василий Васильевич Булыгин (1888—1919) успел сделать несколько работ по математике и стал одним из авторов задачника по высшей математике [Ф69]. Михаил Федорович Петелин (1886—1921) участвовал в работах по военной метеорологии, подавал большие надежды. Также выполнил ряд исследований, одно на них — в соавторстве с Фридманом [Ф14], и умер, как и Булыгин, совсем молодым. Яков Давидович Тамаркин (1889—1945) — выдающийся математик, соавтор В. И. Смирнова

примерно одного возраста с каждым из «великолепной шестерки». И для полноты назовем еще одного более позднего ученика В. А. Стеклова, хотя и не входившего в содружество перечисленных молодых ученых, но сотрудничавшего со Стековым в 1917—1918 гг. Это уже встречавшийся на предыдущих страницах товарищ Фридмана по гимназической политической деятельности — С. А. Дианин (в 30-х годах он работал в теоретическом отделе одного из институтов «Комбината физико-технических институтов», возглавлявшегося Ленинградским Физико-техническим институтом А. Ф. Иоффе).

Что касается аспирантских отчетов Фридмана, то, как об этом было уже упомянуто, впечатляет перечисление усвоенной им математической литературы. Они содержат также сведения о выполненных им самостоятельных исследованиях по математической физике и механике, частично опубликованных в различных изданиях в России и за рубежом. Так, в первые годы аспирантуры им была выполнена упомянутая выше работа о колебательном разряде конденсатора (совместно с В. И. Смирновым). Вместе с М. Ф. Петелиным Фридман решил поставленную еще В. Бьёркнесом задачу об определении закона, по которому должны изменяться объемы погруженных в жидкость и пульсирующих в ней двух сфер, чтобы взаимодействие между ними подчинялось закону обратных квадратов расстояния между ними [Ф14]. Ряд работ посвящен теории упругости — изодинамическим поверхностям в упругом теле [Ф13] и упругому равновесию тел. Приведем здесь интересное, с нашей точки зрения, замечание Фридмана, сделанное им в отчете за 1911/12г. (второй год аспирантуры): «При составлении уравнений гидродинамики и теории упругости мы пришли к заключению, что уравнения движения вязкой жидкости представляют переходную стадию от уравнений жидкости без внутреннего трения к уравнениям теории упругости. Нас (видимо, Фридмана и Тамаркина.— В. Ф.) поразило то обстоятельство, что в теории упругости не употребляется уравнение непрерывности, которое имеет в гидродинамике большое значение, так как без него задача гидродинамики была бы неопределенной. Напротив, в теории упругости это уравнение является совершенно излишним и даже может не выполняться совсем, так как обычно употребляемые уравнения теории упругости допускают единственное решение. Между тем ясно, что «уравнение непрерывности», которое обозначает не что иное, как сохранение массы вещества, должно иметь место для всякой деформируемой среды, будет ли это жидкость или упругое твердое тело».

А. А. Фридман изучает труды Якоби и Кирхгоффа, черпает оттуда материал для дальнейших самостоятельных исследований. Он штудирует «Лекции по гидродинамике» Н. Е. Жуковского и упрощает данное знаменитым московским профессором доказательство того, что всякое течение несжи-

по первым изданиям 1-го тома знаменитого смирновского курса высшей математики, автор целого ряда работ и книг. В 1925 г. эмигрировал в США и стал там одним из ведущих математиков, членом Американской Академии наук и искусств. Яков Александрович Шохат (1886—1944), родившийся в Варшаве, в начале 20-х годов переехал в Польшу, а оттуда — в США. Также получил широкую известность своими работами (одна из книг — вместе с Тамаркиным) и книгами, изданными в США, Франции, Германии. Абрам Самойлович Безикович (1891—1970) тесно сотрудничал с Х. Бором, эмигрировал в Англию, стал членом Королевского общества; его работы по почти периодическим функциям, теории вероятности и геометрии хорошо известны. Александр Феликсович Гаврилов (1887—?) стал профессором математики, преподавал в университетах Перми и Нижнего Новгорода, а с 1920 г. и до конца жизни — в разных вузах Ленинграда. Воевал вместе с Фридманом, составил с ним точные таблицы бомбометания; автор ряда учебников по высшей математике. Наибольшую известность получил замечательный ученый и человек — Владимир Иванович Смирнов (1887—1974), который, как и Я. Д. Тамаркин, принадлежал к числу самых близких друзей Фридмана. Его имя хорошо известно в нашей стране: академик, Герой Социалистического Труда, крупнейший математик Ленинградского университета, автор пятитомного курса высшей математики, неоднократно издававшегося у нас в стране и за рубежом.

маемой жидкости, совершающееся с потенциалом скоростей, является установившимся течением. Разбирает он и вопросы плоского течения и струеобразования. Видимо, об этих своих исследованиях Фридман сообщил Жуковскому, потому что, как мы увидим далее, Николай Евграфович уже в 1916—1917 гг. знал молодого петроградского ученого и высоко его ценил.

Совместно с Я. А. Шохатом Фридман занимается вопросами технической механики (вычислением стрелы прогиба закрепленной по краям прямоугольной пластины, находящейся под действием постоянной и равномерно распределенной по поверхности нагрузки). Здесь молодые исследователи взаимодействуют с профессором Морской академии И. Г. Бубновым. С Я. Д. Тамаркиным Фридман исследует сложный случай прогиба балки, находящейся под переменной нагрузкой. Его интересуют вопросы приближенных исчислений — тут он сотрудничает с математиком Н. М. Крыловым (будущим академиком).

Развивая намеченную В. А. Стекловым в его докторской диссертации задачу, Фридман исследует специальные случаи решения уравнения Лапласа и успешно справляется с поставленной учителем задачей [Ф10], причем Владимир Андреевич в одном из отзывов о работе ученика особо отмечает основательность и изящество, с которой тот выполнил это исследование.

Как видим, спектр интересов и исследований А. А. Фридмана исключительно широк. А надо помнить, что они проводились на фоне интенсивной подготовки к магистерским экзаменам, сдача которых открывала путь к профессуре.

Ежегодные отчеты Фридмана, а в равной мере Булыгина, Петелина, Тамаркина, Шохата содержат сведения о том, что в годы их аспирантуры ими был создан математический кружок, собиравшийся еженедельно, для совместного обсуждения трудных математических вопросов, а также для проработки текущей математической литературы, преимущественно книг. Среди такого рода книг участники кружка особенно ценили курс математического анализа Э. Гурса, механику П. Аппеля, работы Н. Е. Жуковского. По существу, этот петербургский кружок-семинар был петербургским аналогом Академии Олимпии Эйнштейна и его друзей, регулярно собиравшихся в Берне несколькими годами ранее. В его работе университетские профессора участия не принимали, как это было и в Берне. Не чужды были петербуржцам и философские проблемы, прежде всего связанные с обоснованием математики. С Академией Олимпией некоторых участников «Математической Академии» роднила и любовь к музыке. В записях В. А. Стеклова 1911—1916 гг. часто упоминаются музыкальные вечера в его доме, куда он приглашал своих молодых учеников, включая, конечно, и Фридмана. В. И. Смирнов и Я. Д. Тамаркин прекрасно играли на рояле. У хозяина — это известно по воспоминаниям — был хороший голос (когда-то ему прочили карьеру оперного певца), и он пел под аккомпанемент рояля. Александр Александрович пианистом не был, но музыку понимал и любил. Проф. Н. Н. Миролюбов (в письме к автору статьи) вспоминал, что в начале 20-х годов часто видел Фридмана и Тамаркина на концертах в Петроградской филармонии, причем за игрой симфонического оркестра они обычно следили по партитурам исполняемых произведений.

Разумеется, об Академии Олимпии Фридман и его товарищи не подозревали. Но они знали, еще будучи студентами, о существовании в Петербурге кружка новой теоретической физики, который в 1908 г. организовал приехавший из Германии П. С. Эренфест. Фридман, который был на восемь лет младше Эренфеста, относил его к числу своих учителей. Он и Тамаркин (и еще один математик — С. Н. Бернштейн) регулярно посещали занятия кружка Эренфеста, в который входили физики А. Ф. Иоффе, Д. С. Рождественский, К. К. Баумгарт, В. Р. Бурсиан, Ю. А. Крутков, Л. Д. Исаков, Т. А. Афанасьева-Эренфест, В. М. Чулановский и некоторые другие. Самые ранние из сохранившихся фридмановских писем адресованы П. С. Эренфесту и сви-

детельствуют о том участии, с которым Павел Сигизмундович относился к своему молодому коллеге, помогал ему «словом и делом». Видимо, именно он устроил ему работу в ЖРФХО, рекомендовал книги для рецензирования. Фридман и Тмаркин были приняты в доме Эренфестов, часто там бывали и получили от старшей дочери Эренфестов ласковые прозвища, закрепившиеся за ними. Тмаркина девочка называла «Слоником» за его склонность к полноте, а Фридмана — «паучком» — из-за тонких (музыкальных!) пальцев и худобы.

Занимаясь в аспирантуре, Фридман одновременно начал преподавательскую деятельность — сначала в Горном институте, а затем и в Институте инженеров путей сообщения. Следы его деятельности на этом поприще сохранились и выразились в участии в составлении задачника по высшей математике, первое издание которого вышло еще в 1912 г., а последнее — в 1931 г. [Ф45, 68].

Как уже говорилось, Фридман сразу же начал, по окончании университета, готовиться к сдаче магистерских экзаменов (на степень магистра чистой и прикладной математики). Материалы о сдаче этих экзаменов сохранились, по ним легко устанавливаются дни, когда он подвергался соответствующим испытаниям. Если, отправляясь от этих дат, обратиться к дневникам В. А. Стеклова, то видно, что Владимир Андреевич относил экзамены своего ученика к числу существенных событий дня, и всякий раз фиксировал его (и его товарищей) успехи, отмечая, что экзамены он сдавал отлично.

Наконец, в 1913 г. Фридман начинает работать в Главной геофизической обсерватории (которую в то время возглавлял акад. Б. Б. Голицын), точнее, в одном из ее отделений в Павловске — пригороде Петербурга. К этому времени окончательно определился его интерес к вопросам физики атмосферы, гидро- и аэродинамике. Этот живой интерес (о происхождении которого можно только гадать) удивителен у человека, который с гимназических лет через годы студенчества и аспирантуры, интересовался теорией чисел, анализом, математической физикой и готовился, казалось бы, к карьере ученого кабинетного типа. Однако интерес к пятому океану проходит через всю дальнейшую жизнь Фридмана.

В Павловске Александр Александрович занимается не только теоретической метеорологией [Ф17—21]. Он совершает полеты на дирижаблях, участвует в запуске шаров-зондов, воздушных змеев*), несущих на себе приборы для определения направления и скорости ветра и других процессов, развивающихся в атмосфере. Его работы поддерживает Б. Б. Голицын, по рекомендации которого Фридмана весной командировают в Лейпциг, где в то время работают метеорологи В. Бьёркнес (директор Метеорологического института Лейпцигского университета) и Г. Хессельберг [Ф19]. Возвращается в Петербург Фридман в самый канун 1-й мировой войны.

4. Если определенное удивление вызывает переход А. А. Фридмана от чистой математики к прикладной метеорологии, то еще более неожиданной представляется метаморфоза, происшедшая с ним во время 1-й мировой войны и в последующие годы. Александр Александрович проявил себя человеком больших организаторских способностей, имеющим несомненный вкус к такого рода деятельности.

6 августа 1914 г. В. А. Стеклов записывает в дневнике: «Явился неожиданно Фридман. Идет на войну в авиационную роту, командирует Главной Физической обсерваторией». В автобиографии 1925 г. Фридман написал, что он, «имея целью ввести аэрологические наблюдения в авиационную практику и тем, с одной стороны, оказать посильную помощь авиации, с другой сторо-

*) В одной из бумаг А. А. Фридмана сохранилось упоминание о напечатанной в каком-то журнале статье «О форме равновесия нити, удерживающей змея». Статью найти не удалось.

ны, увеличить число аэрологических станций, поступил с разрешения и одобрения директора Обсерватории Б. Б. Голицына в добровольческий авиационный отряд, где и работал сначала на северном фронте близ городов Осовца и Лыка, а затем и на других фронтах над организацией аэрологических наблюдений и вообще аэрологической службы» [Ф62; 73, с. 387].

Так началась военная одиссея А. А. Фридмана, длившаяся более трех лет. Об ее этапах можно проследить по опубликованным его письмам к В. А. Стеклову и Б. Б. Голицыну. Эти письма показывают Фридмана человеком очень храбрым, необычайно преданным науке, находившим время и силы для занятий ею в перерывах между боями, в которых он участвовал с первых недель войны. Фридмана часто командировали в Петроград, и всякий раз он заходит к своему учителю, В. А. Стеклову, а Владимир Андреевич фиксирует это в своем дневнике (за военные месяцы 1914 г. мы находим такие записи 2 сентября, 2 ноября и 23 ноября, много их также и в последующие годы). Так, 2 ноября Стеклов пишет: «Идя в университет, встретил Фридмана! Командирован вел. кн. Александром Михайловичем для организации воздушной разведки в различные армии. Включен в число кандидатов на Георгия 4-й степени за разведки успешные. Много рассказывал. Обедали у нас. Говорит, настроение войска бодрое, хотя, конечно, желали бы скорее кончить с успехом войну. Пробудет здесь, вероятно, недели две, а затем поедет во Львов... В общем положением дел и своею деятельностью доволен».

Если сравнить оригинал упоминавшегося выше (с. 483) жизнеописания Фридмана, хранящийся в Архиве АН СССР в Ленинграде, с печатными его текстами 1927 и 1966 гг., то видно, что некоторые места из этого жизнеописания были опущены. В их числе оказалась и фраза, из которой следует, что он был награжден Георгиевским крестом. На основе других источников можно полагать, что он получил и второй Георгиевский крест, а также был награжден почетным Георгиевским оружием (¹⁹, с. 421; [Ф63], с. 343). Магистрант Петербургского университета оказался отважным летчиком!

На фронте Александр Александрович занимается еще и вопросами теории прицельного бомбометания, составляя соответствующие таблицы, пользование которыми резко поднимало вероятность попадания бомбы в намеченную цель. Методику расчета он обсуждает в письмах к Стеклову. Случилось так, что в укрепленной австрийскими войсками крепости Перемышль (Западная Галиция) в феврале 1915 г. находился будущий профессор-метеоролог Г. Фиккер (с которым судьба сведет Фридмана уже в мирные 20-е годы). Фиккер, откидаясь Стеклову на известие о кончине Фридмана, напишет в 1925 г., что единственное удачное попадание бомбы, которое он наблюдал в Перемышле, было сделано с аэроплана, который пилотировал именно Фридман*). В мемуарных статьях об Александре Александровиче говорится, что когда бомбардировка Перемышля сопровождалась поражением целей, немецкие солдаты говорили: «Сегодня летает Фридман»**) (¹², с. 433).

Приведем здесь хотя бы две выдержки из фронтовых писем Фридмана Стеклову [Ф73]. 5 февраля 1915 г. он пишет:

*) Возникает естественный вопрос: откуда Г. Фиккер мог это знать? Ответ на этот вопрос дает выдержка из исключительно сочувственного интервью, данного Г. Фиккером уже после смерти А. А. Фридмана корреспонденту ленинградской «Красной газеты» (вечерний выпуск от 18 сентября 1925 г.): «С А. А. Фридманом я встречался в Берлине 3 раза. Однажды мы с ним разговорились и выяснилось, что незадолго до падения Перемышля проф. А. А. Фридман, как русский военный летчик, сбросил большой разрушительной силы бомбу над моим домом в Перемышле. В момент падения бомбы я, как летчик германской авиации, находился в это время у моего начальника для получения очередных инструкций. Хорошо помню, что сброшенная А. А. Фридманом бомба была единственная, угодившая со стороны русских в Перемышль. Во время моего первого знакомства с А. А. Фридманом в Берлине, выяснилось точно время и место столь необычного и неприветливого нашего знакомства на поле брани».

**) Остается, конечно, неясным, откуда они об этом знали. Однако если это и легенда, то — характерная!

«Моя жизнь течет достаточно ровно, если не считать таких случайно-стей, как разрыв шрапнели в 20 шагах, разрыв взрывателя австрийской бомбы в полшаге, кончившийся для меня почти благополучно, и падения на лицо и голову, кончившегося разрывом верхней губы и головными болями».

28 февраля 1915 г.: «Мне самому довелось недавно проверить свои соображения (о прицельном бомбометании по составленным таблицам. — В. Ф.) во время одного из полетов над Перемышлем; оказалось, что бомбы падают почти так, как следует по теории. Чтобы окончательно подтвердить теорию, я в один из ближайших дней полечу снова» [Ф73, с. 341]. Заметим здесь, что в уравнения движения бомбы, составленные Фридманом, входил некий коэффициент, связанный с сопротивлением воздуха падению, величину которого Фридману необходимо было определить эмпирически: он оказывался различным для бомб весом 5 и 25 фунтов и 1 пуд, которые «метал» Фридман с борта аэроплана.

Репутация Фридмана-летчика укрепляется — его посылают преподавателем в школу авиаторов в Киеве.

Объективности ради следует сказать, что если во всех предшествовавших записях Стеклова Фридман предстает в наилучшем свете, то со второй половины 1915 г. в них начинают попадаться нотки некоторого раздражения: учитель подмечает у своего ученика и отрицательные черты. Владимир Андреевич поделился своими чувствами и опасениями с Я. Д. Тамаркиным — ближайшим другом Фридмана, причем просил его не делать из состоявшегося у них разговора тайны от Александра Александровича, скорее, наоборот. В ближайший приезд Фридмана в командировку в Петроград он пришел к Стеклову. Вот что записывает Владимир Андреевич 14/27 февраля 1916 г. в свои заметки: «Вчера звился Фридрих к Я. Д. Тамирину. Тот пересказал с Фридманом насчет его не всегда одобрительного поведения; пришел

ронство и бахвальство, на зачатки стремления к карьеризму... Сказал, чтобы следил за собой и, по возможности, сдерживал себя, уничтожал эти низменные инстинкты, кои у него есть-таки в натуре... Полезна все-таки проборка *) ему. Может, и подействует немного».

Попробуем выступить в защиту Фридмана. Сугубо книжный человек, едва-едва приобщившийся к практической деятельности в Павловской обсерватории, в августе 1914 г. оказывается совсем в других условиях, видит рядом с собой смерть, сам подвергается смертельной опасности — полеты на самолетах в те времена и в мирных-то условиях были рискованным мероприятием, а в военных?! Когда тебя не могут, а хотят сбить, убить! Фридман оставил своих товарищей за привычными и им и ему занятиями — работой над рукописями и книгами. А он на фронте «работает» в небе над Перемышлем. В коридорах университета они встречаются друг с другом, со своими профессорами, словно и нет войны. А он в небе Галиции встречается с вражескими аэропланами, видит в лицо своих врагов.

И при этом продолжает работать, работать успешно. Из его размышлений и трудов рождаются статьи [Ф23, 24, 26, 27], и тут он ни в коей мере не отстаёт от своих друзей. Но у него-то сверх этого и Георгиевский крест за храбрость, и вполне конкретное, зримое, осязаемое дело наладки авиа-мастерских, создания новых приборов, расчета нужных фронту таблиц прицельного бомбометания [Ф28]. Из нищего студента, с трудом сводящего концы с концами аспиранта, он к 1916 г. превратился в человека, жалованье которого сравнимо, а иногда и превышает жалованье профессора (вероятно, именно тогда, во время приездов в Петроград, Фридман собрал свою прекрасную библиотеку, в которую вошли труды немецких, английских, французских и русских классиков математики и механики — библиотека эта

*) По «Словарю русского языка», «проборка (разг.) — строгий, резкий выговор, внушение».

сохранилась). И не хвастался, хочется думать, Александр Александрович Владимиру Андреевичу Стеклову, а просто рассказывал с внутренним удовлетворением и законной гордостью, кем он был, кем он стал, полагая, что учитель разделит с ним эту радость и гордость. А к друзьям обращался с частыми просьбами (за что его тоже упрекнул Стеклов), потому что, во-первых, на то они и друзья, чтобы помогать друг другу, и, во-вторых, можно быть уверенным в том, что с такой же готовностью принимал их просьбы и поручения, с радостью их выполнял. Ведь, забегая вперед, в пермский период жизни Фридмана, можно с определенностью утверждать, что именно он, не жалея ни времени, ни сил, помог приехать туда Гаврилову и Тамиркину, а потом, уже в Петрограде, опять-таки именно он, первым оказавшись в Морской академии, привлек к работе в ней Гаврилова, Смирнова, Шохата.

Да и Стеклов-то отчитал Фридмана, потому что любил его: недаром, говорят, что по-настоящему ссорятся только близкие люди. Будь Владимир Андреевич равнодушен к своему ученику, окажись Фридман не в меру самодовольным, ограниченным человеком, махнул бы Стеклов на него рукой. А он по-отечески предостерег его от опасностей испытаний медными трубами — после испытания «огнем и воздухом». И Александр Фридман не мог не признать, что, справедливы ли опасения его учителя или нет, но продиктованы они тревогой и заботой о его судьбе. Поэтому он и не прервал отношений со Стекловым, по-прежнему приходил к нему за советом и поддержкой.

И сохранился только мелкий штришок, свидетельствующий, что Александр Александрович все же немного рассердился на Стеклова («Александр, ты сердисься, значит...»). Если до февраля 1916 г. письма к учителю начинались обращением: «Глубокоуважаемый и дорогой Владимир Андреевич», то после объяснения в феврале эпитет «дорогой» из этого обращения выпал и «восстановился» только в самом конце 1918 г.

В бытность свою в 1916—1917 гг. в Киеве Фридман наладил в Военной школе летчиков-наблюдателей чтение курсов аэронавигации и аэронавигационных приборов, службу предсказания погоды на фронте, ремонт авиационных приборов в частях действующей армии.

Работу школы в Киеве и Центральную аэронавигационную станцию, которой заведовал прапорщик А. А. Фридман, в мае 1916 г. ревизовал генерал-лейтенант флота А. Н. Крылов, назначенный начальником Главного военно-метеорологического управления русской армии. В деле Алексея Николаевича Крылова в Архиве АН СССР хранится составленный Фридманом «Конспект лекций по аэронавигации» [Ф25] (объемом в 43 стр.)— книга, ни одного экземпляра которой не удалось обнаружить в основных библиотеках Ленинграда и Киева! В том же деле — и некоторые другие печатные инструкции, подготовленные для работников Аэронавигационной станции и подписанные Фридманом.

Не ограничиваясь напряженной военной работой, Фридман прочел в Киеве несколько лекций в университете, намереваясь стать его приват-доцентом. В соответствии с тогдашними правилами он выступил с так называемыми пробными лекциями. Одна из них называлась «О движении жидкости с меняющейся температурой», а другая — «О криволинейных координатах». Звание приват-доцента Александр Александрович получил, и в качестве такового В. А. Стеклов позднее, в 1918 г., рекомендует его Пермскому университету. Другой ареной деятельности Фридмана в Киеве явилось тамошнее физико-математическое общество (его членами были в то время Б. Н. Делоне, А. П. Котельников, В. П. Линник, О. Ю. Шмидт). И здесь Фридман неоднократно выступал с докладами, стал действительным членом Общества.

В 1917 г. его переводят в Москву.

5. Еще в 1915 г. в Москве были организованы мастерские по ремонту аэронавигационных приборов. Среди небольшого штата сотрудников в них,

по рекомендации А. А. Фридмана, начал работать Н. Н. Андреев *), младший товарищ Александра Александровича по университету, автор необычайно живых воспоминаний о нем²⁰. Вскоре на месте мастерских решили создать завод, и летом 1917 г. туда была направлена из Киева со всем своим штатом и, разумеется, с А. А. Фридманом Центральная аэронавигационная станция. Андреев вспоминал, что когда он только начинал работать в мастерских, стоило ему упомянуть Н. Е. Жуковскому имя Фридмана, как это обеспечило поддержку Николаем Евграфовичем ряда начинаний, предпринятых в мастерских, в частности работ по проектированию и сооружению небольшой аэродинамической трубы для градуировки приборов.

На заводе «Авиаприбор» Фридман занимал должности заведующего одного из отделов, а затем и директора. В течение более полугода, проведенного в Москве, Фридман упрочил связи завода с Н. Е. Жуковским, организовал математическое бюро, в котором составлялись уточненные таблицы бомбометания, и проделал много другой работы. Но когда сразу после Октябрьской революции возникла некоторая надежда на окончание войны и наступление периода мирного развития, деятельность завода была свернута.

Фридман принимает решение переехать из Москвы в Пермь, где к этому времени уже был организован университет — сначала в качестве филиала Петроградского, а затем и в качестве самостоятельного высшего учебного заведения, первого на Урале. Прекрасную рекомендацию А. А. Фридману составил В. А. Стеклов, и она, несомненно, сыграла свою роль в избрании Александра Александровича профессором университета. В письмах Стеклову из Перми Фридман многократно говорит о том, что научная работа, которую он там ведет, — это «оплата» той лестной оценки, которую дал ему в своем отзыве Стеклов.

Сразу по приезде в Пермь (апрель 1918 г.) Фридман с присущей ему энергией включается в университетские дела. Опираясь на поддержку Пермского Совета, помощь промышленных предприятий города, он организует хорошо оснащенный механический кабинет. В июне 1918 г. проходит первое заседание Пермского физико-математического общества. На Фридмана в нем были возложены самые хлопотливые обязанности секретаря. В порядке их выполнения он организует выпуск журнала Общества и успевает подготовить к изданию два его тома (1919 и 1921 гг.), публикует там свои статьи [Ф29, 30] и статьи своих коллег. В Перми собираются сильные математики, воспитанники Петербургского университета — А. С. Безикович, И. М. Виноградов, Н. М. Гюнтер, А. Ф. Гаврилов, Р. О. Кузьмин, Я. Д. Тамаркин. В работе физико-математического общества принимают участие более 60 человек, в том числе астроном (будущий академик) Г. А. Шайн, физики — участники эренфестовского кружка в Петербурге — Г. Г. Вейхардт и В. В. Дойникова и др. В одном из писем В. А. Стеклову Фридман замечает, что «...некоторые способности быстро ориентироваться в практических делах служат мне часто дурную службу, так как коллеги стремятся поручить мне какую-нибудь ответственную практическую работу» (письмо от 9 июня 1918 г.; [Ф73], с. 352). И в самом деле, нагрузка Александра Александровича необыкновенно велика: в последний период своего пребывания в Перми он по-новому организовал факультет, создав там три отделения и два института (Механический и Геофизический), взял на себя чтение лекций по целому ряду предметов — от теоретической механики до общего курса физики, включая сюда еще и упражнения (по метеорологии, начертательной геометрии) и лабораторные работы по механике. К этому надо добавить многообразные задачи, которые ему приходилось решать в качестве помощника ректора по хозяйственной части (!). И, наконец, последнее по счету, но не по значению: научная работа — по механике, математике, гидродинамике (подготовка магистерской диссертации).

*) Его не следует смешивать с Н. Н. Андреевым — акустиком.

Эта работа была осложнена еще и тем обстоятельством, что во время переезда из Москвы у Фридмана пропал сундук с книгами и рукописями, который он (тщетно) надеялся получить. Многого ему пришлось делать заново — писать, вычислять.

Фридман остался в Перми, когда она была занята войсками Колчака. В Архиве АН СССР имеется версия его автобиографии (во многом совпадающая с опубликованной). Приведем отрывок из этой автобиографии, в публикацию не включенный: «Весной 1919 г. был командирован Советом Пермского Государственного университета для научных занятий на летнее каникулярное время в Екатеринбургскую магнитную и метеорологическую обсерваторию. Указанная командировка совпала с эвакуацией личного состава Пермского университета. В г. Екатеринбурге ввиду тяжелого положения Екатеринбургской обсерватории в переходное время, принял на себя обязанности заведующего аэрологическим отделением Обсерватории и члена Совета ее, каковые обязанности нес до середины августа 1919 г., когда возвратился в Пермский университет».

Обнаруженные в архивах Перми документы свидетельствуют о том, что он подвергался резким нападкам со стороны реакционно настроенной профессуры университета за связи с советской властью, но не отказывался от своих позиций и симпатий и в месяцы оккупации. Так, протокол одного из заседаний Совета университета зафиксировал, что в марте 1919 г. Фридман и Вейхардт голосовали против проколчаковского антисоветского обращения Пермского университета к иностранным высшим учебным заведениям.

Хотя из писем Фридмана к Стеклову, написанных из Перми, видно, что он увлечен работой, видимо, он все более склонялся к необходимости вернуться в Петроград. То многое, что было им сделано на благо Пермского университета, очевидно, дало ему моральное — перед собой — право осуществить это намерение. Как и ранее, дневниковые записи Владимира Андреевича позволяют установить время приезда Александра Александровича в родной город — конец второй декады мая 1920 г. В это время идут ожесточенные бои с белополяками, гражданская война еще не кончилась, но жизнь в городе начинает понемногу восстанавливаться. 20 мая Стеклов записывает: «В 11 $\frac{1}{2}$ явились неожиданно Тамаркин и Фридман, ехали 12 дней в особой теплушке». В теплушке везли книги, которые библиотека Пермского университета возвращала Петроградскому. А заодно и некоторое количество продуктов, которое у друзей-математиков чуть было не реквизировали — велась борьба со спекулянтами и мешочниками. Все, однако, уладилось.

Фридман просил у Стеклова поддержать его кандидатуру на должность ассистента на физико-математическом факультете университета (Петроград). Стеклов, «поворчав» по этому поводу в своем дневнике, содействие оказал, поговорил с профессором А. А. Ивановым (астрономом), и уже 12 июля 1920 г. Фридман был избран преподавателем по кафедре математики и механики. Еще раньше, 1 июля, он начал читать на факультете курс прикладной математики и вести упражнения по высшей математике.

Высшие учебные заведения Петрограда открыли свои двери тем, перед кем они были закрыты в дореволюционные годы, — рабочим, крестьянам. В городе была страшная нехватка преподавателей. Неудивительно поэтому, что предложения о работе Александр Александрович получил и от других вузов. В близком ему (по довоенной работе) Институте инженеров путей сообщения он начал читать лекции на только что открывшемся факультете воздушных сообщений — в качестве профессора кафедры прикладной аэродинамики. Помимо чтения лекций по аэродинамике и аэронавигации он читал там курс приближенных вычислений, в 1925 г. воплотившийся в книгу (написанную в соавторстве с Я. С. Безиковичем и переизданную в 1930 г.) [Ф55, 67]. Курс этот, по воспоминаниям Н. М. Гюнтера, был превосходным.

По рекомендации А. Н. Крылова Александр Александрович был привлечен к работе на физико-механическом факультете Петроградского политехнического института. Факультет был открыт в 1919 г. усилиями ряда ученых города, в первую очередь А. Ф. Иоффе, А. Н. Крылова, Ф. Ю. Левинсон-Лессинга и др. 2 августа 1920 г. на заседании Совета факультета (секретарем которого в то время был П. Л. Капица) Фридман 9 голосами против 1 был избран профессором теоретической механики. В короткий отпущенный ему срок Александр Александрович создал там, по воспоминаниям его учеников, Л. Г. Лойцянского и А. И. Лурье, «школу механики, воспитал плеяду учеников, в дальнейшем развивавших идеи и педагогические установки учителя. Существующие ныне (речь идет о 1949 г.— В. Ф.) специальности гидроаэродинамики и прочности машин уходят корнями в школу Фридмана» (²², с. 84). Все курсы механики, которые читал Фридман, были насыщены векторным анализом, что было в те годы большой редкостью. По материалам этих обработанных Л. Г. Лойцяским лекций была написана и издана книга «Теоретическая механика» [Ф51], отпечатанная в издательстве Морской академии. Фридман читал свои лекции студентам 2-го и 3-го курсов физико-механического факультета, причем, по воспоминаниям одной из его слушательниц, Н. Д. Девятковой ²³, наряду с «академическими» проблемами механики вносил в свой курс много нового: элементы нелинейной механики, цикл лекций по приближенным вычислениям и методике составления таблиц. Особенно интересно, что рассказывал он студентам-политехникам и о своих оригинальных работах по теории относительности и космологии.

Н. Д. Девяткова припомнила и такой — представляющийся несколько неожиданным — эпизод, относящийся к манере Фридмана читать лекции. Он никогда не пользовался записями, но вот, однажды, придя на очередную лекцию, сказал, что оставил дома свой конспект, и лекцию отменил!

Однако преподавательская деятельность Фридмана проходила не только в трех перечисленных институтах! А. Н. Крылов, бывший в 1919 г. начальником Морской академии (которую примерно за 30 лет до того окончил), привлек его к работе и в этой Академии: Фридман становится ее адъюнктом по кафедре механики. И, как это уже было упомянуто, приглашает на работу в Академию своих коллег — А. Ф. Гаврилова, Я. Д. Тамаркина, Я. А. Шохата. А. Ф. Гаврилов пишет о его лекциях в Академии, как об «интереснейших».

Надо знать Александра Александровича, чтобы понимать: все эти обязанности он выполнял ответственным образом. Откуда он брал для этого время? Как ему хватало суток? А ведь была еще работа в Атомной комиссии Государственного оптического института (расчеты разных моделей многоэлектронных атомов, исследования по адиабатическим инвариантам) и, главное, исследовательская деятельность: по метеорологии в Главной геофизической обсерватории и по космологии!

6. В автобиографии 1925 г. А. А. Фридман указывает, что в 1922 г. находился в заграничной командировке — в Германии и Норвегии [Ф73, с. 389]. Здесь описка (кочующая с тех пор по немногочисленным о нем статьям): на самом деле был Александр Александрович в командировке в 1923 г. Установить это помогли недавно поступившие в Ленинградское отделение Архива АН СССР материалы — письма 1923—1925 гг. от А. А. Фридмана к Н. Е. Малининой. Прежде чем привести важные выдержки из них, необходимо совершить небольшой экскурс в прошлое — вернуться в 1911 г. В июле этого года А. А. Фридман женился на Екатерине Петровне Дорофеевой, домашней наставнице (как значится в сохранившемся документе — заявлении Александра Александровича на имя ректора университета с «почтеннейшей просьбой о разрешении вступить в брак»). Это звание давали Высшие женские (бестужевские) курсы, которые окончила Е. П. Дорофеева.

Я. Д. Тамаркин писал В. А. Стеклову 13 июля 1911 г.: «Женитьба Александра Александровича для меня явилась столь же неожиданной, как и для Вас. Жена его — довольно симпатичная особа, хотя и немного старше его. Пока могу сказать, что женитьба подействовала на Александра Александровича только благотворно; она уменьшила его обычную нервность, сделала его более спокойным и уже во всяком случае совсем не помешала нашим занятиям, кои продолжают почти без перерыва по 5 раз в неделю».

Вместе с женой Фридман в 1913 г. переехал в Павловск, поближе к месту работы в обсерватории. Здесь у них в гостях часто бывали супруги Стекловы. Из дневников Владимира Андреевича видно, что в последующие годы на стекловские вечера, устраивавшиеся для учеников, Александр Александрович приходил вместе с Екатериной Петровной. Осенью 1925 г. Стеклов специально хлопочет о предоставлении пенсии вдове Фридмана, Е. П. Дорофеевой. Соответствующий документ (сохранившийся в фонде Стеклова) во многом удивителен. Прежде всего, оказывается, что первоначальный вариант известного некролога (опубликованного в 1927 и 1966 гг.)²⁴ в основной своей части составлял обширную преамбулу к ходатайству о предоставлении Е. П. Дорофеевой персональной пенсии — ходатайство, отправленное в Наркомпрос, помечено 29 сентября 1925 г., а некролог — октябрём того же года. В ходатайстве Стеклов пишет: «После него осталась вдова, Екатерина Петровна Фридман, **(которая)** являлась прямой помощницей в его неустанной научной и организационной деятельности, исполняя всевозможные его поручения, исправляя корректуры и т. д.».

Однако дело еще и в том, что за два года до того, как составлялся этот документ, А. А. Фридман официально разошелся с Е. П. Дорофеевой и вступил во второй брак (причем не только гражданский, но и церковный — «чтоб крепче было», как он однажды сказал) с сотрудницей Главной геофизической обсерватории Наталией Евгеньевной Малининой *). Письма к ней (1923—1925 гг.), необычайно эмоциональные, содержат важный материал к биографии Фридмана. Они показывают его, вопреки сложившимся представлениям (основанным на скудной почве зафиксированных рассказов современников), человеком больших страстей. Горячо полюбив Н. Е. Малинину, он не был безоблачно счастлив в этом браке, терзался от мысли о причиненном им Е. П. Дорофеевой горе, метался между обеими женщинами, которые в этой трудной ситуации вели себя чрезвычайно благородно. В одном из писем Малининой, уже после женитьбы на ней, Фридман написал: «На моем пути, как символ крайних точек моих колебаний, встала ты и Екатерина Петровна». В другом письме находим такую пронзительную по своей искренности фразу: «Покончить с собой сейчас не могу — не хватает душевных сил». Незадолго до своей смерти А. А. Фридман узнал, что у него и Н. Е. Малининой должен родиться ребенок. 1 июля 1925 г. он написал Н. Е. Малининой: «Сейчас все ушли из Обсерватории. Я один среди статуй и портретов моих великих и малых предшественников, душа после дневной суеты становится все спокойней и спокойней, и так отрадно думать, что за несколько тысяч верст бьется любимое сердце, живет нежная душа, растет новая жизнь, ...жизнь, будущее которой таинственно, а прошлого нет».

У Н. Е. Малининой родился мальчик, в традициях семьи Фридманов названный Александром. Он появился на свет уже после смерти отца (умер он в Ленинграде в 1983 г.).

Значительная часть переписки с Малининой приходится на 1923 г. и содержит письма из-за рубежа. Ниже приводятся несколько отрывков из этих писем и дается к ним необходимый комментарий.

*) Н. Е. Малинина дожила до глубокой старости и скончалась в 1981 г. Она была доктором физико-математических наук, много лет заведовала Ленинградским отделением Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР. Это была очень образованная и разносторонняя женщина, в молодости знакомая с В. В. Маяковским и К. И. Чуковским. Сведениями о ней я обязан А. Д. Чернину.

29 июля 1923 г. «В Берлине поражают контрасты: роскошь богачей, перед которой наши нэпманы — свинькины мальчики, трудность жизни среднего класса и нищета рабочих... «Хвосты» за покупками масла, картофеля, хлеба и сахара растут с каждым днем. Берлин, несомненно, накануне больших событий, как и вся Германия, да и пора стряхнуть буржуазную (мещанскую) ветошь и ея тряпичные «мудрые» предрассудки. Сейчас в Берлине происходит дикая свистопляска с валютой; недавно (три дня тому назад) доллар стоил 1 миллион марок, теперь он стоит 4 миллиона и ожидается еще повышение, таким образом, за три дня марка упала на 400 %; для тех, кто имеет доллары, это ничего, но для немцев, живущих на жалование, это равносильно катастрофе и недоеданию, притом недоеданию, не похожему на наше, недоеданию при наличии магазинов, полных доверху, и при наличии людей, едящих вволю и живущих в свое удовольствие».

6 августа, Берлин. «Вчера был на аэродроме в Штакене и говорил с Kurt Wegener'-ом — очень интересный человек, рассказал мне много любопытного, однако, чтобы иметь ясное представление о состоянии немецкой аэронавигации, надо прожить в Германии по крайней мере месяц; в литературе достижения в аэронавигации почти не отражены, печатать в Германии трудно... Дальнейший мой маршрут таков: до 8/VIII буду в Берлине, 8/VIII поеду в Гамбург, где пробуду до 11/VIII, 11/VIII возвращусь в Берлин; будучи в Берлине, съезжу в Штакен на аэродром и еще раз в Потсдам, 13/VIII поеду в Линденберг, где пробуду до 18/VIII, 18/VIII возвращусь в Берлин и 19/VIII поеду в Христианию (Осло.— В. Ф.) и Берген. Через неделю примерно, 26/VIII, возвращусь в Берлин, 27/VIII поеду в Гёттинген, где пробуду три дня до 30/VIII, или вернусь в Берлин, или поеду в Тюрингию, в Fulda, где имеется аэродром для планеров. Планеры, по-видимому, будут в ближайшее время играть большую роль в исследовании атмосферы, и хорошо было бы установить организацию соответствующих работ».

В следующем письме, без даты,— видимо, от 8 августа — Фридман сообщает, что виделся с Фиккером, директором Прусского метеорологического института, обсуждал с ним возможности его работы в России. Фиккер этого очень хотел. Уже после смерти Александра Александровича В. А. Стеклов официально пригласил Фиккера на должность директора Главной геофизической обсерватории, но Фиккер, после долгих колебаний (отраженных в переписке со Стекловым), отказался от этого предложения. В августе же 1923 г. Фридман договорился с ним о публикации в немецком метеорологическом журнале статей своих сотрудников. Обеспечение таких публикаций в различных журналах — метеорологических, механико-математических и астрономических — было одной из задач, поставленных Александром Александровичем перед собой. Он писал об этом так: «Если аналогичное дело я сделаю по отношению к математическим и механическим работам, то 3/4 задач моей поездки будет выполнено».

На оставшуюся четверть приходилось очень много! Прежде всего, научные контакты, обсуждение работ с коллегами. Далее — закупка приборов и книг...

11 августа. «(Альфред) Wegener рассказал мне много интересного о своей работе по вопросу образования континентов..., его гипотезы хорошо подтверждаются опытными данными, континенты плавают в жидкой магме, сначала все континенты были расположены вместе, потом постепенно они раздвинулись; подобного рода перемещение континентов, наверное, должно иметь большое влияние на магнитные явления и, быть может, на вековой ход,— правда, это лишь мое, а не Wegener'a мнение. В Seewarte *) мне показали работу прекрасной машины по предсказанию приливов, остроумие в этой машине необычайное.

*) Морская обсерватория (нем.).

Wegener рассказывал, что метеорологический отдел, которым он заведует, не имеет никакой программы работ; когда я рассказал ему о программе работ отдела теоретической метеорологии, он был очень удивлен и усомнился, можно ли эту программу выполнить. Я ответил, что выполняем ее третий год».

12 августа Фридман возвращается из Гамбурга в Берлин и в тот же день пишет Малининой:

«По дороге было страшно тоскливо. Особенно тоскливо было смотреть на немецкий лес: дерево к дереву, вытянуто в ниточку, все подметено, сучочка не найдешь, сучья по ранжиру в разные кучи уложены. Тьфу! Не лес, а архив какой-то. Божий лес во что бусурмане превратили... Откровенно сказать, наша жизнь со всею ее некультурностью и со всеми ее недостатками нравится мне больше буржуазной жизни Германии. Суть в том, что, несомненно, у нас капитализм лишь терпимое зло, тогда как на Западе — это Молох, это все, всеобщее божество, отсюда — бесчисленное множество предрассудков Запада».

18 августа Фридман провел в Линденбергской обсерватории и сделал там доклад о работе теоретического отдела Обсерватории в Петрограде, который он возглавлял. Принимавший его профессор Г. Хергессель в ответном слове сказал (цитируем письмо Фридмана), что «...отдела, подобного Отделу теоретической метеорологии ГФО, нет нигде». Фридман добавляет, что договорился о публикации в немецком журнале работ своих сотрудников.

Затем была Норвегия, плодотворные дискуссии с профессором Гансом Хессельбергом, которого Фридман знал еще по первой поездке в Лейпциг в 1914 г. Были четко сформулированы планы будущей совместной работы, в частности, коллеги (и друзья!) договорились о том, что будут вместе писать книгу по динамической метеорологии — планам этим не суждено было осуществиться.

В Гёттингене Фридман был в лаборатории у знаменитого Л. Прандтля, директора Института гидродинамики. Осталось своеобразное письменное свидетельство одной из линий их взаимодействия: в 1925 г. увидела свет книга немецкого инженера И. Аккерета, сотрудника Прандтля, «Роторный корабль», новый способ использования ветра» (вместо паруса на палубе такого корабля были установлены два вращающиеся цилиндра; взаимодействие их с воздухом приводит к появлению движущейся силы). Книга эта вышла у нас под редакцией А. А. Фридмана²⁵. Мы обращаем на это внимание еще и потому, что изобретение роторного судна (А. Флеттнером) в меньшей степени произвело в свое время впечатление на А. Эйнштейна, который посвятил ему специальную статью²⁶. Не удивительно ли, что Эйнштейн и Фридмана равно привлекали не только глобальные проблемы физики и техники, но и куда более скромные их вопросы? Есть еще один пример подобного соответствия. В 1911 г. Фридман опубликовал прекрасную научно-популярную статью «К теории аэроплана» [Ф12]. Несколькими годами позднее, в 1916 г., на сходную тему писал в журнале «Naturwissenschaften» Эйнштейн — эта статья вошла в 4-й том его избранных трудов, изданных в нашей стране (см.²⁷). Более того, Эйнштейн, отдавший в 20-е годы большую дань изобретательству, в середине 10-х годов выдвинул идею об особой форме крыла самолета, увеличивающей подъемную силу²⁸. Интересно, что эта идея (впрочем, без успеха) была проверена на практике. Вряд ли каждый из двух названных ученых знал о соответствующих интересах другого.

Во время своей командировки Фридман закупил много приборов для ГГО и книг и журналов для ее библиотеки. Груз получился очень большим, так что возвращаться домой Александру Александровичу пришлось морем. 12 сентября Крутков, описывая сестре вечер, проведенный им в Берлине в обществе Фридмана и еще двух друзей из России (А. Б. Ферингер, работавшей в ГГО, и акад. Ф. И. Щербатского, известного индолога), сообщает, что 15-го Фридман отплывает из Штеттина на Родину.

Спустя год Александр Александрович в третий раз оказался за границей, в Голландии. В Дельфте 22—28 апреля состоялся Первый международный конгресс по прикладной механике. От Советского Союза помимо Фридмана, в его работе приняли участие А. Ф. Иоффе, А. Н. Крылов, Н. М. Гюнтер, Я. Д. Тамаркин. В интервью корреспонденту «Правды» (23 июля 1924 г.) Фридман сообщил, что из более 70 докладов, представленных на конгресс, 19 принадлежали советским ученым *). Его собственный доклад (совместный с сотрудником ГГО Л. В. Келлером) был посвящен проблемам турбулентности в сжимаемой жидкости [Ф54]. В письме к В. А. Стеклову, написанном 2 мая 1924 г. из Берлина, Фридман сообщил, что «конгресс прошел очень хорошо, к русским было прекрасное отношение; в частности, меня включили в число членов комитета по созыву следующего конгресса. Особым успехом отличался доклад А. Ф. Иоффе **). Работа Н. М. Гюнтера очень заинтересовала Лихтенштейна, который в настоящее время редактирует журнал «Zeitschrift für Mathematik». Работы Тамаркина заинтересовали Куранта из Гёттингена. Работами моими и моих сотрудников заинтересовались Блюменталь, Карман и Леви-Чивита. Если у Вас будет время, расскажу с удовольствием и доложу подробно Вам о конгрессе» ([Ф73], с. 363).

Помимо упомянутого собственного доклада Фридман прочел также доклад от имени Н. Е. Кочина и в отдельном сообщении рассказал о некоторых своих собственных и своих сотрудников и коллег работах — Б. И. Извекова, Н. Е. Кочина, О. А. Костыревой, П. Я. Полубариновой (Кочиной) — из ГГО, Г. А. Гринберга (своего бывшего дипломанта) и Л. Г. Лойцянского — из Политехнического института. Вернулся в Ленинград Александр Александрович 21 мая, проведя более двух недель в Германии.

Проф. Г. Шоу (Лондон), президент Международной комиссии по изучению верхних слоев атмосферы, написал в ГГО осенью 1925 г. уже после кончины Фридмана: «Я сохранил воспоминания о громадном числе докладов, привезенных им на Международный конгресс по прикладной механике в Дельфте» (¹³, с. 77).

О степени напряженности работы Александра Александровича в Голландии и Германии можно судить по тому, что вскоре по возвращении и перед началом нового учебного года он направил декану физико-математического факультета университета официальное прошение об освобождении его от чтения лекций в 1924/25 г. из-за «совершенно расстроенного здоровья». Его прошение было удовлетворено, и чтение курса, читавшегося Фридманом, передано известному механику Г. В. Колосову.

Однако в других областях своей многогранной научной, педагогической и организационной деятельности Александр Александрович продолжал работать в таком же разрушительном для его здоровья напряженном темпе.

7. При всей значимости работ А. А. Фридмана по метеорологии и гидродинамике можно утверждать, что теперешняя его широкая известность, которая, несомненно, еще более возрастет с годами, связана с исследованиями по релятивистской космологии. Известно, что основная работа Александра Александровича на эту тему — «О кривизне пространства» [Ф36] поначалу была раскритикована Эйнштейном. Творцу теории относительности приходилось — и не раз — ошибаться ***) , но, по его собственному признанию, отказ от рассмотрения возможности существования нестационарной Вселенной и ошибочная резкая критика им работы Фридмана явились самым

*) В «Трудах» Конгресса ²⁹ опубликован 51 доклад его участников, в том числе 4 доклада советских ученых.

**) Доклад А. Ф. Иоффе был посвящен проблемам пластичности и прочности кристаллов (²⁹, с. 64—66).

***) Так, в числе работ, помещенных в четырехтомное собрание избранных трудов Эйнштейна (вышедшее у нас в стране в 60-е годы) из числа статей Эйнштейна, написанных до 1922 г., имеется 6 заметок с указанием на допущенные им ошибки или неточности.

большим его просмотром. Именно поэтому мы уделим полемике Эйнштейна и Фридмана специальное внимание, тем более, что располагаем рядом новых документов, к ней относящихся.

Нет сомнений в том, что Фридман с его интересом к проблемам механики еще в университетские годы (а может быть, и раньше) ознакомился с «малым принципом относительности», как он позже называл специальную теорию относительности. Эти вопросы живо обсуждались на занятиях петербургского кружка Эренфеста, участником которого был Александр Александрович. Первое прямое свидетельство его интереса к этому вопросу содержится в письме Эренфесту, написанном Фридманом вскоре после его возвращения из Перми в Петроград. В этом письме-отчете (от 6 августа 1920 г.), адресованном человеку, которого Фридман почитал, наряду с Б. Б. Голицыным и, прежде всего, В. А. Стекловым, одним из своих учителей, Александр Александрович рассказывает о своих работах в атомной комиссии, преподавательской деятельности, исследованиях, проводимых им в Главной геофизической обсерватории — наиболее к тому времени результативных, о технических своих работах на заводе «Авиапром». После этого Фридман переходит к интересующему нас вопросу. Он пишет: «Занимался аксиоматикой малого принципа относительности. Исходя из двух предложений: 1) равномерное движение остается равномерным и для движущегося равномерно мира и 2) скорость света постоянна (одинакова в движущемся и неподвижном мире) получил для одномерного в смысле пространства мира формулы, более общие, чем преобразования Лоренца, с еще одним лишним параметром. В двух- и более мерном в смысле пространства мире формулы сложения скоростей (свойства группы преобразований) дали возможность получить формулы Лоренца. Мне показалось смешным это различие одномерного от других миров *). За последнее время стал думать, какую арифметику изобрели бы люди, если бы скорости в их распоряжении были бы близки к скорости света. Очень хочу изучить большой принцип относительности (т. е. общую теорию относительности.— В. Ф.), но нет времени»³⁰.

Начало занятий аксиоматикой восходит, вероятно, еще к пермскому периоду. С возвращением в Петроград наступило время тесных контактов Фридмана с коллегами, которые были в курсе рассматриваемых работ. Сказанное прежде всего относится к проф. В. К. Фредериксу. Всеволод Константинович в годы 1-й мировой войны оказался «гражданским пленным» в Германии, но, благодаря содействию Д. Гильберта, получил возможность работать в качестве его частного ассистента в Гёттингенском университете. Поэтому он был в курсе новейших исследований по теории относительности и ее «большому принципу», знал о дискуссиях между Гильбертом и Эйнштейном. По приезде в Петроград он начал читать лекции по теории относительности в университете и Политехническом институте. В этом же институте с начала 1921 г. соответствующие проблемы обсуждались и в лекциях Я. И. Френкеля. В. А. Фок (которого, кстати сказать, Фридман в то время привлек к работе в своем отделе в Главной геофизической обсерватории) был свидетелем живых обсуждений проблем теории относительности между Фредериксом и Фридманом, проходивших на семинаре Физического института при университете. Вот что пишет по этому поводу Владимир Александрович: «Основными докладчиками по теории относительности были В. К. Фредерикс и А. А. Фридман, но иногда выступали Ю. А. Крутков, В. Р. Бурсиан и другие. Доклады Фредерикса и Фридмана я живо помню. Стиль этих докладов был различный: Фредерикс глубоко понимал физическую сторону теории, но не любил мате-

*) Что имеет в виду Фридман, говоря о лишнем параметре в формулах преобразования Лоренца в одномерном случае, — не ясно. Зная масштабы дарования Фридмана, трудно, однако, представить себя, что здесь имела место какая-то элементарная ошибка. С другой стороны, Фридман не опубликовал никаких соображений на эту тему ни в своих работах по теории относительности, ни в книге [Ф40].

математических выкладок. Фридман же делал упор не на физику, а на математику. Он стремился к математической строгости и придавал большое значение полной и точной формулировке исходных предпосылок. Очень интересны бывали возникавшие между Фредериксом и Фридманом дискуссии» (6, с. 399).

Укажем здесь, что с лекциями о теории относительности Фридман выступал и на заседаниях Петроградского физико-математического общества (секретарем которого, кстати сказать, он был). Н. М. Гюнтер вспоминает слова Я. Д. Тамаркина, сказанные им однажды: «Скоро мы разберемся в этих вопросах — Фридман взялся за изучение Вейля».

Результаты своих оригинальных исследований, подробно обсужденных в указанных в начале статьи работах²⁻⁷, Фридман опубликовал на немецком и русском языках. Эйнштейн в небольшой заметке по поводу этой работы, как пишет В. А. Фок, «несколько свысока говорит, что результаты Фридмана показались ему подозрительными и что он нашел в них ошибку, по исправлению которой решение Фридмана приводится к стационарному» (6, с. 401), т. е. к тому решению, ради которого сам Эйнштейн в своей работе 1917 г., введя в уравнения для гравитационных потенциалов космологический λ -член, получил цилиндрический мир с постоянной во времени кривизной.

Прежде всего, обратимся непосредственно к обсуждению дискуссии — о самих работах Фридмана. Задачи, которые он перед собою ставил, сформулированы им в п. 1 его работы [Ф36]. Фридман пишет: «Настоящая заметка имеет целью получить цилиндрический и сферический мир *) как частные типы, вытекающие из некоторых общих положений, а затем указать возможность получения особого мира, кривизна пространства которого, постоянная относительно трех принятых за пространственные координат, меняется с течением времени, т. е. зависит от четвертой координаты, принятой за временную; этот новый тип вселенной в остальных своих свойствах напоминает цилиндрический мир Эйнштейна» ([Ф73], с. 229).

Предположения Фридмана, касающиеся трехмерного пространства, — те же, что и у Эйнштейна и де Ситтера, а именно: трехмерное пространство однородно и изотропно. Кроме того, оно имеет положительную кривизну **). Что же касается временного поведения мира, то здесь Фридман, в отличие от Эйнштейна и де Ситтера, не делал априорных предположений о том, может (или не может) мир меняться со временем — это должны показать уравнения.

Представляется уместным привести оценку работы Фридмана, данную Я. Б. Зельдовичем в статье, опубликованной в УФН четверть века тому назад, в связи с 75-летием со дня рождения Фридмана (и перепечатанной в его «Трудах»⁷). Комментируя исходные предположения Фридмана, Зельдович пишет: «Из такого минимального количества предпосылок теоретически был получен грандиозный вывод: галактики не могут быть в покое друг относительно друга. Относительные скорости движения двух объектов возрастают пропорционально расстоянию между ними... Теория Фридмана предсказала грандиозное явление, масштаб которого в миллиарды раз больше масштаба явлений в солнечной системе. Поэтому без преувеличения можно говорить о великом научном подвиге Фридмана: его работа является основой всей современной космологии» (7, с. 403—404). Далее Я. Б. Зельдович пишет о том, что значение работы Фридмана особенно велико, если принять во внимание космологические работы его современников, включая в их число и Эйнштейна. «Эйнштейн исходил из предвзятой точки зрения, что Вселенная должна быть стационарной, т. е. в среднем неизменной с течением времени. Когда оказалось, что уравнения не дают такого решения, он стал произвольно менять уравнения общей теории относительности (грубо говоря, ввел

*) Соответственно, по принятой терминологии, мир Эйнштейна и мир де Ситтера.

***) Случай мира с отрицательной кривизной, который не рассматривался Эйнштейном и Де-Ситтером, разобран в [Ф43].

нечто вроде отрицательной плотности и отрицательного давления в пустоте *) только с тем, чтобы спасти стационарность» (⁷, с. 404).

Интересны психологические детали, связанные с оценкой Фридманом его собственных выводов. С одной стороны,— и этому посвящено несколько последующих страниц — он энергично борется за свою правоту в дискуссии с Эйнштейном. С другой — нельзя не отметить своеобразного скептического налета в некоторых его фразах, относящихся к выводам из работы. Так, в процитированном выше отрывке из нее Фридман, видимо, не случайно называет свою большую статью «заметкой». Более существенны его комментарии к ней в книге «Мир как пространство и время», вышедшей в 1923 г. [Ф40], годом позже опубликования статьи [Ф36]. Нестационарная Вселенная, полученная им, что называется, «на кончике пера» **) напоминает ее автору «сказание индусской мифологии о периодах жизни. Является возможным также говорить о сотворении мира «из ничего», но все это пока должно рассматривать как курьезные факты, не могущие быть солидно подтвержденными недостаточным астрономическим экспериментальным материалом. Бесполезно за отсутствием надежных астрономических данных приводить какие-либо цифры, характеризующие жизнь переменной Вселенной; если все же начать подсчитывать ради курьеза время, прошедшее от момента, когда Вселенная создавалась из точки, до теперешнего ее состояния, т. е. начать определять, следовательно, время, прошедшее от создания мира, то получатся числа в десятки миллиардов наших обычных лет» ([Ф73], с. 317).

Прошло шесть лет, и работы Хаббла стали тем «астрономическим экспериментальным материалом», который подтвердил выводы Фридмана о нестационарной расширяющейся Вселенной. Что же касается вопроса о том, будет ли это расширение продолжаться беспредельно или же сменится сжатием, сбеганием галактик, то это, как известно, определяется величиной средней плотности вещества во Вселенной, достоверных оценок которой пока нет.

Примечателен и хорошо известен тот факт, что некоторые результаты теории Фридмана и нестационарной однородной Вселенной и даже закон космологического расширения (закон Хаббла) оказалось возможным получить на основе классических представлений теории тяготения Ньютона, без привлечения теории относительности — это было впервые продемонстрировано в 1934 г. в работе ³⁰. Я хорошо помню выступление Я. Б. Зельдовича летом 1963 (или 1964 г.) на теоретическом семинаре ФТИ им. А. Ф. Иоффе в Ленинграде, посвященном расширяющейся Вселенной. Получив основные результаты указанным «классическим» способом (в своей цитированной выше статье он отмечает, что такой «ньютоновский подход является строгим и точным»; ⁷, с. 408), Яков Борисович отошел от доски, на которой только что произвел соответствующие простые выкладки, немного помолчал и сказал: «Какая все-таки замечательная наука — классическая механика! Я работал в разных областях физики, но ее люблю больше всего!».

8. Обратимся теперь непосредственно к материалам дискуссии Фридмана с Эйнштейном. Внешняя ее канва такова.

1. Статья Фридмана «О кривизне пространства» [Ф36] получена редакцией журнала «*Zeitschrift für Physik*» 29 июня 1922 г.

2. Первый отклик Эйнштейна на эту статью Фридмана получен редакцией этого же журнала 18 сентября 1922 г.

3. Вторая заметка-отклик Эйнштейна ([Ф73], с. 398) на ту же статью Фридмана получена редакцией 21 мая 1923 г. ([Ф73], с. 398).

*) То есть знаменитый λ (космологический) — член в системе уравнений для гравитационных потенциалов.

**) Из анализа кубического многочлена, входящего в выражение, определяющее время жизни Вселенной, Фридман получает различные варианты ее эволюции (см. уравнение (10); [Ф73], с. 234 и далее).

Между 18 сентября 1922 г. и 21 мая 1923 г. имели место, если можно так выразиться, «закулисные события» этой драмы идей двух ученых.

Журнал «*Zeitschrift für Physik*» — самый популярный в 20-е годы физический журнал. Несомненно, Эйнштейн просматривал его сразу по получении. К сожалению, до сих пор не составлена подробная «хроника» его жизни. Но известно, что весну 1922 г. он какое-то время пробыл во Франции, в октябре этого же года был в Швейцарии. Вероятно, какое-то время (от июля до сентября) он все же где-то отдыхал и не сразу откликнулся на статью Фридмана, о котором вряд ли ранее слышал. Но прочитав ее, видимо, решил обязательно быстро ответить на нее. Его реакция (в объективном пересказе В. А. Фока) приведена выше.

Отрицательная оценка работы Фридмана в устах человека, пользовавшегося исключительным авторитетом, не могла не задеть Александра Александровича. Номер с заметкой Эйнштейна появился в России в октябре, с ним сразу же мог ознакомиться и Фридман, и его коллеги, но знакомство это, оказывается, произошло еще раньше. 6 декабря Фридман направляет Эйнштейну в Берлин подробное деловое письмо. О нем было известно из ⁶ и из статьи М. А. Лорис-Меликова (¹⁴, с. 61), но копии его в отечественных архивах обнаружить не удалось. В начале 70-х годов я обратился к душеприказчику Эйнштейна и хранителю его фонда, д-ру О. Натану, с просьбой посмотреть, не окажется ли в нем письма Фридмана. Такое письмо нашлось, и ксерокопия с него была мне любезно переслана *). Начиналось оно так:

«Многоуважаемый господин профессор! Из письма одного из своих друзей, который сейчас находится за границей, я имел честь узнать, что Вы сдали в печать в 11-й том «*Zeitschrift für Physik*» небольшую заметку, где указывается, что если принять сделанные в моей статье «О кривизне пространства» допущения, то из выведенных Вами мировых уравнений должна будет следовать, что радиус кривизны мира является величиной, не зависящей от времени».

Прервем цитату. Можно не сомневаться, что «один из друзей» Фридмана — это Ю. А. Крутков, уехавший в Германию в сентябре 1922 г. и проведший там более года.

Далее в своем письме Фридман показывает прямыми выкладками, что из факта обращения в нуль дивергенции тензора энергии-импульса, на который указывает Эйнштейн, отнюдь не следует постоянство во времени радиуса кривизны мира. «Принимая во внимание определенный интерес, который имеет вопрос о возможности существования нестационарного мира,— пишет Фридман,— я позволю себе представить Вам здесь проведенные мною расчеты ... для их проверки и критической оценки». По окончании выкладок Фридман упоминает, что в последнее время он исследовал «случай мира с постоянной и изменяющейся (во времени) отрицательной кривизной... Результат расчетов показал, что может существовать как мир с постоянной (но уже отрицательной), так и мир с изменяющейся (во времени) кривизной. Наличие возможности получить из Ваших мировых уравнений мир с постоянной отрицательной кривизной представляет для меня исключительный интерес, и поэтому я очень прошу Вас ответить на это мое письмо, хотя и знаю, что Вы очень заняты», — пишет Фридман. И заключает: «В случае, если Вы сочтете правильными изложенные в моем письме расчеты, я прошу Вас не отказать мне в том, чтобы известить об этом редакцию «*Zeitschrift für Physik*»; быть может, в этом случае Вы поместите в печати поправку к Вашему высказыванию или предоставите возможность для перепечатки из этого моего письма» (³¹, с. 11).

Можно не сомневаться, что Фридман обсудил со своими коллегами, прежде всего с В. К. Фредериксом, свои выкладки, да и вообще был убежден в их правильности. Но следует специально отметить, что он не послал письма

*) Перевод этого письма полностью опубликован в ³¹.

прямо в редакцию журнала, проявив тем самым исключительную деликатность по отношению к своему оппоненту.

Фридман правильно предположил, что Эйнштейн «очень занят», но вероятно, все же надеялся вскоре получить его ответ. Однако шли недели, а отклика на его письмо не поступало. Объясняется это очень просто: Эйнштейна в декабре не было в Берлине. Еще в конце сентября, вскоре после отправки в журнал своей первой заметки о статье Фридмана, они вместе с женой выехали из Берлина — сначала в Швейцарию, а оттуда во Францию и 11 октября отплыли на пароходе в Японию. Эйнштейн, как известно, с опозданием узнал, что в его отсутствие ему была присуждена Нобелевская премия. Не смог он 11 декабря присутствовать в Стокгольме на церемонии вручения ему премии. Только в марте 1923 г. он вернулся в Берлин. Не сразу, думается, разобрал накопившуюся за почти полугодичное отсутствие почту...

Прошел апрель, а в мае Эйнштейн был приглашен в Лейден (он был к тому времени почетным профессором тамошнего университета), чтобы присутствовать на прощальной лекции Лоренца, уходившего в отставку. В это время в Лейдене находился Ю. А. Крутков. Есть все основания предполагать, что Фридман обратился к Юрию Александровичу с просьбой обсудить с Эйнштейном дискуссию между ними и ознакомил его с аргументацией, содержащейся в письме от 6 декабря (а может быть и прислал Круткову его копию). Эйнштейн в Лейдене всегда останавливался в доме у Эренфеста, с которым Крутков виделся ежедневно и в то время работал. К 1923 г. он по праву считался одним из образованнейших теоретиков нашей страны. С теорией относительности он был прекрасно знаком. О «посреднической миссии» Круткова известно из второй заметки Эйнштейна о статье Фридмана, из статьи В. А. Фока⁶ и других источников³². Но об этом же говорят и непосредственные дневниковые записи Круткова и письма его к сестре, Татьяне Александровне, обнаруженные среди других материалов Ю. А. Круткова, хранящихся в фонде А. Н. Крылова в Архиве Академии наук в Ленинграде. Его записные книжки 1923 г. испещрены формулами фридмановской статьи и выкладками, к ней относящимися. Крутков пишет сестре из Лейдена 29 апреля: «Эйнштейн должен приехать на-днях. Очень он мне интересен». 4 мая: «Я не могу однако писать, так как должен спешить на доклад Эйнштейна. Он очень приятный человек». Запись в рабочей тетради: «В понедельник 7 мая 1923 г. читал с Эйнштейном статью Фридмана в «Zs. f. Phys»». Снова письма сестре: «13 мая. ...Не знаю, почему присылка паспорта из Берлина задержалась, а то выехал бы 15 с Эйнштейном *)... Эйнштейн очень мил». 18 мая: «В 5 часов Эйнштейн докладывал Эренфесту, Дросте и одному бельгийцу свою последнюю работу... Победил Эйнштейна в споре о Фридмане. Честь Петрограда спасена» (³², с. 674).

Мы видели, что вторая заметка Эйнштейна, относящаяся к космологической статье Фридмана, получена редакцией журнала 21 мая 1923 г. Нет никаких сомнений в том, что такое временное совпадение не случайно и что эта заметка родилась в результате дискуссий Эйнштейна и Круткова в Лейдене.

Приведем теперь текст второй заметки Эйнштейна. Она опубликована на русском языке в «Собрании научных трудов» (т. II) творца теории относительности и включена в качестве приложения в том «Избранных трудов» Фридмана. Звучит она так:

«В предыдущей заметке я подверг критике названную выше работу (Эйнштейн ввел название работы Фридмана в заголовок своей заметки.— В. Ф.). Однако моя критика, как я убедился из письма Фридмана, сообщенного мне г-ном Крутковым, основывалась на ошибке в вычислениях. Я считаю результаты г. Фридмана правильными и проливающими новый свет. Оказывается, что уравнения поля допускают, наряду со статическими

*) На самом деле Эйнштейн выехал из Лейдена несколько позже.

также и динамические (т. е. переменные относительно времени) центрально-симметричные решения для структуры пространства» [Труды, с. 398].

Фраза «письма Фридмана, сообщенного мне г-ном Крутковым» допускает очевидное толкование: в сутолоке приезда из длительного путешествия Эйнштейн не прочел письма Фридмана; только после встречи с Крутковым он получил сведения об его содержании — возможно, потому, что это содержание было, как указывалось выше, предварительно сообщено Круткову Фридманом. Существенно, что 7 мая Эйнштейн *читал* с Крутковым статью Фридмана — Крутков ни словом не обмолвился о *письме* из Петрограда в Берлин.

Ю. Б. Татаринев, разбирая недавно³³ вопрос о полемике Фридман — Эйнштейн в свете приведенных здесь и опубликованных в 1970 и 1974 гг. крутковских материалов^{31, 32}, решил перепроверить точность перевода заметки Эйнштейна, приведенной в указанном академическом издании. Интересующая нас фраза в более точном переводе звучит так: «Мое возражение основывалось на вычислительной ошибке, как я убедился по побуждению г-на Круткова, руководствуясь письмом г-на Фридмана». Отсюда Татаринев делает вывод, что Эйнштейн письмо Фридмана читал. Вероятно, так оно и было. Крутков в Лейдене разбирал статью Фридмана с Эйнштейном и дополнил разбор известной ему аргументацией Фридмана. Вернувшись в конце второй декады мая в Берлин Эйнштейн обнаружил письмо Фридмана (могло быть, впрочем, и так, что нашел он его и раньше и захватил с собой в Лейден или ознакомился с письмом по имевшейся у Круткова копии). С Крутковым Эйнштейн встречался по возвращении из Лейдена в Берлине. 8 июня он писал оттуда своей сестре: «Пак дела у Фридмана? Я написал ему о его деле с Эйнштейном и удивляюсь: о чем он, собственно, думает? Во всяком случае он должен был бы мне написать». Увы, переписки Круткова с Фридманом обнаружить не удалось, но из других писем — Круткова к сестре и Фридмана к Н. Е. Малининой — можно получить существенные для рассматриваемого вопроса сведения о пребывании Фридмана в Берлине в августе—сентябре все того же 1923 г. и его попытках увидеться с Эйнштейном. 9 августа Крутков пишет: «Фридман здесь, сегодня, через несколько часов едет в Гамбург. Заметка Эйнштейна, в которой он реабилитируется — с моей подачи — уже появилась». А вот что пишет Фридман 19 августа: «Моя командировка не ладится,— Эйнштейн, например, уехал на дачу и мне его повидать не удастся»; 2 сентября: «Мне осталось еще выполнить следующие дела: 1) съездить в Göttingen; 2) повидаться с Паленом (астроном, мой бывший помощник); 3) повидаться с Mises'ом (редактор «Zs. f. angew. Math.») и Einstein'ом и 4) сделать необходимые покупки». 13 сентября: «Сегодня был у астронома Палена, моего старого друга, там встретился с астрономом Freundlich'ом, очень интересным человеком, мы говорили с ним об устройстве Вселенной... На всех произвела большое впечатление моя борьба с Эйнштейном и последующая моя победа, мне это приятно постольку, поскольку для статей своих я буду иметь возможность более легкого их опубликования».

Маленький комментарий к последнему письму. Перечисленные в нем лица достаточно хорошо известны. Э. Пален (1882—1952) и Э. Фрейндлих (1885—1964) — немецкие астрономы. До революции Э. Пален жил в Петербурге, был членом Русского физико-химического общества. Во время 1-й мировой войны служил в авиационном отряде (во Львове и в Киеве) под началом А. А. Фридмана. После революции эмигрировал в Германию. Именами Палена и Фрейндлиха названы кратеры на поверхности Луны*). Они — авторы книг по космологии и теории относительности. Книга Палена «Бесконечность мира и теория относительности», изданная в Потсдаме в 1924 г.³⁴, имела в библиотеке Фридмана. Фрейндлих — автор одной из первых научно-популярных книг по теории относительности — она была опубликована

*) Есть на Луне и кратер, носящий имя А. А. Фридмана.

в 1916 г. (в 1924 г. появилась у нас в русском переводе) и удостоилась очень доброжелательного предисловия Эйнштейна. Р. Мизес (1883—1953) — австрийский математик и механик, занимавшийся аэродинамикой. Для Фридмана он был, вероятно, интересен и тем, что был летчиком.

К сожалению, ни в 1923 г., ни во время следующей командировки в Голландию и Германию в 1924 г. (о ней говорилось выше), Фридману так и не удалось встретиться с Эйнштейном.

9. 1922—1925 гг. были для Фридмана насыщены издательской деятельностью — выпуском книг, подводившим итоги его исследований и суммировавшим его педагогический опыт. В первую очередь здесь надо назвать его труд «Опыт гидромеханики сжимаемой жидкости» [Ф34], представленный им в Петроградский университет в качестве магистерской диссертации. В этой книге были обобщены и развиты исследования по гидро- и аэродинамике, выполненные Фридманом в течение ряда лет [Ф23, 24, 26, 27, 30—34, 37—39] и опубликованные как до, так и (частично) несколько позже [Ф35]. Оценка этих работ, как указывалось, дана в ⁸⁻¹⁰.

Другой важный результат работ А. А. Фридмана — это труд «Основы теории относительности» [Ф50], задуманный им и В. К. Фредериксом как многотомное издание, из которого вышел в свет только первый том, содержащий основы тензорного анализа. Книга вышла в издании «Academia» — одном из наиболее популярных и престижных в 20—30-е годы *). Укажем затем (упомянутые ранее) книги по приближенным вычислениям [Ф55], теоретической механике [Ф51] и курс «Решение численных уравнений» [Ф56].

К этому нужно добавить участие Фридмана в работе по подготовке к первому изданию Большой Советской Энциклопедии. На Александра Александровича была возложена обязанность редактора работ по геофизике и метеорологии. Первый том энциклопедии вышел уже после кончины Фридмана и открывался траурным извещением о том, что три ведущих ее сотрудника — В. Я. Брюсов (один из основателей издания), М. В. Фрунзе (редактор военного отдела) и А. А. Фридман не дожили до появления 1-го тома. Но в последующих томах, как свет угасшей звезды, дошли до читателя три статьи Фридмана: «Арифметика» [Ф60] (в ней особенно впечатляет блестяще написанный исторический очерк), «Атмосфера» [Ф61] (совместно с Б. И. Извековым и Е. И. Тихомировым) и «Аэронавигация» [Ф62] — в этом вопросе Александр Александрович был, наверное, лучшим в стране специалистом!

10. Последний год жизни А. А. Фридмана ознаменован еще большим укреплением его связей с ГГО. 5 февраля 1925 г. постановлением коллегии Главнауки Народного комиссариата просвещения был утвержден новый состав правления ГГО. Во главе правления был поставлен Фридман, который назначался и. о. директора ГГО (он был утвержден в этой должности 6 июня).

В нынешней ГГО им. А. И. Воейкова в Ленинграде сохранился журнал приказов по Обсерватории, относящихся к рассматриваемому периоду. Журнал представляет собой добротную конторскую книгу. На ее страницы от руки вносились различные распоряжения и приказы. Поскольку с февраля 1925 г. они подписывались Фридманом, легко установить, что Александр Александрович бывал в ГГО практически ежедневно. За одним существенным исключением: он очень много ездил по делам Обсерватории в команди-

*) Следует еще раз назвать вышедшую в 1923 г. (в том же издательстве «Academia») книгу Фридмана «Мир как пространство и время» [Ф40]. Она содержала очень физичное изложение проблем теории относительности и космологии («картины мира»), проведенное с применением минимальных математических средств: только эта внешняя сторона работы Александра Александровича позволила ему отнести свою книгу к разряду научно-популярных. Вхождение в круг рассмотренных автором вопросов, выбранные им подходы к изложению, требовали от читателя напряженного труда. Книга дважды переиздавалась [Ф72, 73]. Издание 1923 г. имелось в личной библиотеке В. И. Ленина в Кремле ³⁵.

ровки в Москву. Частота таких поездок возрастала с приближением летних месяцев. Так, в марте-мае он бывал в Москве не реже одного раза в декаду. Это было связано с интенсивной подготовкой, а потом и проведением в мае 1925 г. I Всесоюзного геофизического съезда, которому Фридман придавал большое значение. Параллельно съезду, точнее, в его рамках, проходило созданное по инициативе Александра Александровича совещание директоров центральных геофизических учреждений Российской Федерации и союзных республик. На совещании были выработаны принципы организации службы погоды в стране, рассмотрены вопросы координации деятельности соответствующих учреждений (ежегодные совещания, публикации и т. д.). Одна из последних статей Фридмана представляет собой, вероятно, конспект его выступления на совещании [Ф59].

В одном из своих постановлений съезд специально отметил «правильность линии, взятой ГГО по вопросам о задачах ГГО и общей метеорологической службы, причем было признано, что планомерное выполнение Обсерваторией пяти групп стоящих перед ней задач, а именно: 1) методология наблюдений и их обработка, 2) получение данных для диагноза погоды, 3) опубликование данных диагноза, 4) исследование законов, управляющих атмосферными явлениями и 5) осуществление прогноза погоды, с присоединением к этим пяти группам издательской деятельности, подготовки ученого персонала и популяризации метеорологических знаний среди широких масс трудящихся,— все это позволит ГГО и в дальнейшем стоять в первых рядах среди метеорологических учреждений не только СССР, но и мировой метеорологии»¹³, с. 23).

Естественно, на съезде было заслушано много (более 200!) докладов, в том числе и представленных сотрудниками ГГО.

Параллельно с подготовкой к съезду А. А. Фридман в сотрудничестве со своими коллегами начал готовиться к полету на аэростате. Помимо разработки научной программы полета и ее обеспечения, это требовало приложения больших организационных усилий. 16 июля 1925 г. в книгу приказов по ГГО был внесен очередной (685-й) приказ такого содержания: «Отбывая 16-го сего июля в служебную командировку в полет на аэростате с научной целью, временное исполнение обязанностей директора ГГО передаю помощнику директора по административно-хозяйственной части Л. В. Дашкевичу». Приказ подписан директором ГГО и ее ученым секретарем — П. Я. Полубариновой (в его и им подобных текстах чувствуется в Александре Александровиче «военная косточка» — не зря он более трех лет провел в армии!). На следующий день он писал Н. Е. Малининой: «Я очень устал; ловчусь все подняться на аэростате, но не знаю, возможно ли это будет сделать. От обсерваторских дел так устал, что с нетерпением жду отпуска и возможности несколько дней ничего не делать». Когда писалось это письмо, Фридман, конечно, уже знал, что полет состоится не сегодня-завтра. Основная его цель заключалась в исследовании атмосферных вихрей, но аэронавты — профессор А. А. Фридман и пилот П. Ф. Федосеенко — должны были выполнить еще и биологические исследования (по изучению изменения количества микроорганизмов в воздухе с высотой), а также произвести ряд медицинских самонаблюдений. Полет оказался опасным, его перипетии Александр Александрович по свежим следам описал в прекрасной статье, которая была опубликована в журнале «Хочу все знать» [Ф58], а затем перепечатана в 1925¹³, с. 8—11) и 1966 гг. [Ф73]. О мужестве, проявленном А. А. Фридманом во время полета, писал позднее П. Ф. Федосеенко³⁶. Аэронавты достигли рекордной по тому времени для СССР высоты в 7400 м (предыдущий рекорд — 6400 м — был установлен коллегой А. А. Фридмана по Институту инженеров путей сообщения Н. А. Рыным еще в 1910 г.). Александр Александрович не успел подготовить научного отчета о результатах полета. Упомянутая же его статья в большой степени характеризует облик ее автора. Она написана в спокойной, лишенной какого-либо ложного пафоса манере.

Приведем две небольшие выдержки из нее: «Любопытны ощущения и переживания в облаках. Полная тишина, полный покой, ничего не видно, не знаешь, над какой местностью лежишь. Ни тебя никто не видит, ни ты никого. Полная изолированность. Сначала, правда, доносятся с земли звуки «быта»: гудки паровозов, звонки, пение петухов, лай собак и т. п. Когда эти звуки слышишь, чувствуешь себя уютнее, но вскоре эти звуки пропадают. Наступает мертвая тишина». «Пока мы возились с вдыханием кислорода, произошло несчастье. Среди полной тишины раздался оглушительный взрыв, мы взглянули наверх и видим, что аэростат весь окутан дымом. Сейчас же мелькнула мысль: «горим», шансов на спасенье в этом случае очень мало. Потом дым рассеялся, и мы увидели, что наш «кислородный сундук» лопнул. Произошло вот что: на высоте, где давление мало, кислородный сундук расперло и разорвало, газ (влажный) вырвался на свободу, охладился, и влага конденсировалась в виде облака, которое мы и приняли за дым. Установив, в чем дело, мы облегченно вздохнули, хотя запас кислорода значительно уменьшился и долго держаться на высоте было трудно» ([Ф73], с. 383).

Аэростат приземлился вблизи деревни Окороки Нижегородской области (в те времена — губернии). Навстречу вышедшим из гондолы аэропланам бросились работавшие в поле крестьяне. А. А. Фридман пишет, что он и П. Ф. Федосеенко прочли им импровизированную лекцию о полете и его целях. А. Ф. Вангенгейм добавляет (¹³, с. 7), что между комсомольцами деревни и Александром Александровичем завязалась переписка. Приходится только сожалеть, что его письма не сохранились. 21 июля аэропланы приехали в Ленинград.

Вскоре после возвращения Фридман получает, наконец, возможность отдохнуть: реализуется его мечта провести хотя бы небольшой отпуск в Крыму. Там, в Феодосии, на одной из баз ГГО, в это время работала Н. Е. Малинина. 27 июля, только-только вернувшись из очередной командировки, Фридман снова выезжает в Москву, а оттуда 30 июля — в Симферополь и Феодосию. Л. Г. Лойцянский вспоминает, что Александр Александрович был очень доволен своим менее чем трехнедельным пребыванием в Крыму. 17 августа он вернулся в Ленинград посвежевшим и, казалось, набравшимся новых сил. Ничто не предвещало скорого конца.

Одна из причин, по которым Фридман спешил в Ленинград, состояла в том, что здесь в сентябре 1925 г. должно было торжественно отмечаться 200-летие со дня основания Академии наук. В. А. Стеклов, ее вице-президент, привлек А. А. Фридмана к организации торжеств и к составлению научной программы — предусматривалось посещение ГГО советскими и иностранными учеными (оно, кстати, состоялось; в ГГО в Ленинграде и на базе академии в Павловске побывали, в частности, М. Планк, Ч. Раман и Г. Фиккер)*).

В объемистом деле по подготовке к юбилейной сессии (хранящемся в Ленинградском архиве АН СССР) имеются материалы, свидетельствующие о том, как тщательно разрабатывался сценарий торжеств. Так, среди прочих документов, там имеется план посещения участниками сессии оперы Глинки «Руслан и Людмила» в Театре оперы и балета, причем в нем указано, что в одном из рядов бельэтажа должны будут сидеть Фиккер, Фридман и некоторые другие советские и иностранные ученые.

Из упомянутого выше журнала приказов по ГГО видно, что Фридман был на работе в Обсерватории 19, 20, 22 и 23 августа. В дальнейшем приказы подписаны ученым секретарем Обсерватории, видимо, Александр Алек-

*) В Ленинградском отделении архива Академии наук сохранился черновик письма (на русском языке) В. А. Стеклова Г. Фиккеру, написанного после окончания юбилейной сессии и, вероятно, являвшегося ответом Владимира Андреевича на письмо Фиккера с соболезнованиями по поводу кончины А. А. Фридмана. Читаем в письме Стеклова: «Смерть Фридмана действительно омрачила конец нашего праздника, к которому он сам готовился с таким воодушевлением. Для нашей Обсерватории его смерть есть тяжелый удар».

сандрович был занят в Академии или уже почувствовал некоторое недомогание. 2 сентября он понял, что болен серьезно — этим числом им подписан (несколько изменившимся почерком, возможно, уже лежа в кровати) приказ о том, что на время болезни обязанности директора ГГО возлагаются на проф. Е. И. Тихомирова. Врачи поставили диагноз — брюшной тиф. К началу сентября прошло примерно 2 недели со времени возвращения Фридмана из Крыма, что как раз и соответствует продолжительности инкубационного периода этой болезни. Александр Александрович вспомнил, что по дороге в Ленинград купил на одной из станций аппетитные груши и, по легкомыслию, не помыл их. Нелепая небрежность, обернувшаяся роковым исходом. 16 сентября, уже в больнице, А. А. Фридман скончался.

Сообщение об его смерти появилось в «Правде» и «Известиях», в ленинградских газетах. В вечернем выпуске ленинградской «Красной газеты» было 18 сентября 1925 г. опубликовано интервью с лечившим А. А. Фридмана врачом, доктором Я. А. Бухштабом. Из него мы узнаем, что рано утром 16 сентября у А. А. Фридмана началось желудочное кровотечение. Температура была очень высокой, Александр Александрович был в бреду. Удивительным образом описание этого состояния было помещено в газету: «Бред покойного был чрезвычайно характерным: он говорил о студентах, лекциях, вспомнил о полете, старался делать какие-то вычисления. Порой казалось, что он читает лекцию».

В журнале «Климат и погода» в разделе «Хроника» (¹³, с. 76) было рассказано о похоронах Александра Александровича. В траурной церемонии приняли участие президент Академии наук А. П. Карпинский, неперменный ее секретарь акад. С. Ф. Ольденбург — масштаб несчастья, постигшего советскую науку, был очевиден сразу. Весь долгий путь от больницы, расположенной на Каменном острове, до Смоленского кладбища, гроб с телом Александра Александровича несли на руках его студенты и сотрудники. Среди выступивших на кладбище, у открытой могилы, были А. Ф. Вангенгейм, автор одного из первых некрологов, проф. И. В. Мещерский (в лаборатории которого в Политехническом институте занимался Фридман-аспирант), проф. Н. А. Рынин, на факультете которого работал Александр Александрович в Институте инженеров путей сообщения, товарищ по полету на аэростате П. Ф. Федосенко, ближайший сотрудник и ученик по Политехническому институту Л. Г. Лойцянский (¹³, с. 76—78).

В конце октября в Государственном географическом обществе, где не раз приходилось выступать А. А. Фридману, состоялось траурное заседание его памяти, на котором был прочтен ряд докладов. Другие заседания состоялись в Физическом институте Ленинградского университета и в Ленинградском физико-математическом обществе, секретарем которого был Фридман.

Еще при жизни А. А. Фридман был представлен к престижной премии Главнауки Наркомпроса СССР за труд «Опыт гидромеханики сжимаемой жидкости» [Ф35]. Постановление о премировании было подписано 29 октября 1925 г., когда Александра Александровича уже не было в живых³⁷. В 1931 г. ему была посмертно присуждена Ленинская премия «за выдающиеся научные работы». Прижизненная широкая известность в предвоенные годы сменилась широчайшей известностью посмертной. Можно без преувеличения сказать, что в 60-е годы ей на смену пришла мировая слава одного из крупнейших ученых нашего века.

Говорят, что Александру Александровичу случалось несколько иронически отзываться о значимости полученных им результатов. Думается, это было не унижение паче гордости: здесь просто проявлялась скромность, его характеризовавшая. Но близкие ему люди (в частности, член-корреспондент АН СССР Г. А. Гринберг *) , рассказывают, что на самом деле Фридман

*) Г. А. Гринберг выполнил под руководством А. А. Фридмана дипломную работу (теория упругости и гидродинамика специальной теории относительности), о которой А. А. Фридман рассказывал на конгрессе 1924 г. в Дельфте.

хорошо понимал масштабы выполнявшихся им исследований, в том числе и по релятивистской космологии. И все же он был бы, вероятно, удивлен и обрадован, если б мог узнать о том всемирном признании этих работ, свидетелями которого мы сегодня являемся. Работы А. А. Фридмана навсегда вошли в золотой фонд науки и, одновременно, составляют ее живую ткань.

Я хотел бы в заключение искренне поблагодарить сотрудников ленинградских архивов, в которых я работал (ГИАЛ, ЛО Архива АН СССР, архивы ЛПИ им. М. И. Калинина и ГГО им. А. И. Воейкова) за помощь в работе. Текст статьи был просмотрен А. Д. Черниным и К. С. Шифриным, которым я признателен за замечания.

При работе над статьей я неизменно ощущал поддержку Якова Борисовича Зельдовича, с которым успел обсудить подробный ее план. Его, так много сделавшего для дальнейшего развития астрофизики и космологии, глубоко интересовала монументальная фигура А. А. Фридмана. С благодарностью вспоминаю я сейчас доброжелательную помощь Якова Борисовича.

Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе
АН СССР, Ленинград

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уилер Дж. А. Предвидение Эйнштейна. — М.: Мир, 1970.
2. Зельдович Я. Б., Новиков И. Д. Структура и эволюция Вселенной. — М.: Наука, 1975.
3. Вейнберг С. Гравитация и космология. — М.: Мир, 1975.
4. Гуревич Л. Э., Чернин А. Д. Введение в космологию. — М.: Наука, 1978.
5. Новиков И. Д. Эволюция Вселенной. — М.: Наука, 1979.
6. Фок В. А. Работы Фридмана по теории тяготения Эйнштейна//Фридман А. А. Избранные труды. — М.: Наука, 1966. — С. 398—402. — (В дальнейшем цит. как «Труды»).
7. Зельдович Я. Б. Теория расширяющейся Вселенной, созданная А. А. Фридманом// Ibidem. — С. 402.
8. Монин А. С., Яглом А. М. Статистическая гидромеханика (механика турбулентности). Ч. 1. — М.: Наука, 1965.
9. Кочин Н. Е. Собрание сочинений. Т. 1. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949.
10. Кибель И. А. Гидродинамический (численный) краткосрочный прогноз погоды// Механика в СССР за 50 лет. — М.: Наука, 1970. — Т. 2. С. 561.
11. Тростников В. Н. Выдающийся советский ученый А. А. Фридман. — М.: Знание, 1963.
12. Полак Л. С. Жизнь и научное творчество А. А. Фридмана//Труды. — С. 427.
13. Климат и погода. 1925. № 2—3.
14. Геофизич. сб. 1927. Т. 5, № 1.
15. Кочина П. Я. Воспоминания. — М.: Наука, 1974.
16. Кочина П. Я. Николай Евграфович Кочин. — М.: Наука, 1979.
17. Коэн Б. Беседа с Эйнштейном//Эйнштейновский сборник, 1967. — М.: Наука, 1967. — С. 45.
18. Днанин С. А. Революционная молодежь в Петербурге 1897—1917 гг. — Л.: Прибой, 1926.
19. Гаврилов А. Ф. Воспоминания о Фридмане//Труды. — С. 417; Памяти А. А. Фридмана (некролог)//УФН. 1926. Т. 6. С. 73.
20. Андреев Н. Н. Мои встречи с А. А. Фридманом//Природа. 1967. № 6. С. 88.
21. Лоскутов К. Н. Деятельность А. А. Фридмана в Пермском университете//Уч. зап. Перм. ун-та. 1968. № 163 (Физика). С. 149.
22. Лойцянский Л. Г., Лурье А. И. Александр Александрович Фридман (1888—1925)//Тр. Ленингр. Политехн. ин-та. 1949. № 1. С. 83.
23. Девяткова Е. Д.//Воспоминания о А. Ф. Иоффе. — Л.: Наука, 1973. — С. 70.
24. Стеклов В. А. А. А. Фридман (некролог)//Труды. — С. 394; см. также ¹⁴, с. 7.
25. Аккерет И. Роторный корабль: Новый способ использования силы ветра/Под ред. А. А. Фридмана. — Л.: 1925.
26. Эйнштейн А. Судно Флетнера//Изобрет. и рационализат. 1965. № 6. С. 17.
27. Эйнштейн А. Элементарная теория полета и волн на воде//Эйнштейн А. Собрание научных трудов. — М.: Наука, 1967. — Т. 4. С. 22.
28. Френкель В. Я., Явелов Б. Е. Эйнштейн-изобретатель. — М.: Наука, 1981.
29. Proceedings of the 1st International Congress of Applied Mechanics. Delft, 1924/Eds C. Beizano, J. M. Burgers. — Delft, 1925.

30. McCrea W. H., Milne E. A. Newtonian Universe and the Curvature of Space// Quart. J. Math. 1934. V 5. P. 17.
31. Френкель В. Я. Новые материалы о дискуссии Эйнштейна и Фридмана// Эйнштейновский сборник, 1973.— М.: Наука, 1974.— С. 5.
32. Френкель В. Я. Юрий Александрович Крутков//УФН. 1970. Т. 102. С. 639.
33. Татарин Ю. Б. Пятьдесят лет теории расширяющейся Вселенной//Вопросы истории естествозн. и техн. 1982. № 3. С. 88.
34. P a h l e n E., von. Der unendliche Weltraum und die Relativitätstheorie.— Potsdam, 1924.
35. Библиотека В. И. Ленина в Кремле: Каталог.— М.: Политиздат, 1961.
36. Федосеевко П. На высоте 7400 м//Вестн. возд. флота. 1925. Т. 8, № 9. С. 23.
37. Хроника// Сов. наука. 1925. № 3. С. 174.

СПИСОК ТРУДОВ А. А. ФРИДМАНА *)

1906

1. Sur les congruences degré et les nombres de Bernoulli//Math. Ann. Bd 62. S. 409—412.— (Совм. с Я. Д. Тамаркиным).

1908

- 2*. Рец. на кн.: S a n t e r g e S. Psychologie du nombre et des operations elementaires de l'arithmetique.— Paris, 1906//Русская школа. № 1, отд. III. С. 27—28.
- 3*. Рец. на кн.: П е л л и к о, Сильвио. Обязанности человека.— М., 1907//Ibidem. № 7—8, отд. III. С. 2—3.
- 4*. Рец. на кн.: М е л ь г у н о в С. Студенческие организации 80—90-х гг. в Московском университете.— М., 1908//Ibidem. С. 28.

1909

5. Quelques formules concernant la théorie de la fonction et les nombres Bernoulli//J. reine und angew. Math. (Crelle J.). Bd 135. S. 146—156.

1910

- 6*. Об интегрировании линейных уравнений второго порядка//Электрические колебания/Под ред. В. К. Лебединского.— Спб.— Вып. 2. С. 109—122.
- 7*. Рец. на ст.: К а г а н В. Ф. Математика//История России в первой половине XIX века.— Спб.: Гранат, 1909//ЖРФХО. Ч. физ. Т. 42, вып. 2. С. 79.
- 8*. Рец. на: Труды студенческих научных кружков физико-математического факультета Петербургского университета//Ibidem. С. 80.
- 9*. К возвращению кометы Галлея//Ibidem. Вып. 3. С. 113—116.
- 10*. Рец. на кн.: д е П е с л о ю а н Л. Жизнь и труды Абеля//Ibidem. Вып. 6. С. 244—246.

1911

11. Sur la recherche des surfaces particulières de l'équation Laplace//Сообщ. Харьк. мат. об-ва. Сер. 2. Т. 12, № 6. С. 244—268.
12. К теории аэроплана//ЖРФХО. Ч. физ. Т. 43, вып. 9. С. 362—376; вып. 10. С. 400—410.

1912

13. Sur la recherche des surfaces isodynamiques//C. R. Ac. Sci., Paris (1 IV). Т. 154. P. 864—865.
14. Sur un probleme hydrodynamique de Bjerknes//Сообщ. Харьк. мат. об-ва. Сер. 2. 1912—1913. № 6. С. 253—262.— (Совм. с М. Петелиным).

1913

15. К вопросу о колебательном разряде конденсатора//ЖРФХО. Ч. физ. Т. 45, вып. 5. С. 276—282.— (Совм. с В. И. Смирновым).

*) Работы (а также рецензии и рефераты), выявленные автором настоящей статьи и отсутствующие в «Избранных трудах» А. А. Фридмана [Ф73] и в¹⁴, помечены в приводимом списке звездочкой. Подчеркнутый снизу порядковый номер работы в списке означает, что соответствующая статья включена в [Ф73].

1914

- 16*. Реферат ст.: Ш м и д т В. Какие виды отражения звука имеют значение для грома// Ежемес. метеорол. бюлл. Т. 22, вып. 4. С. 9.
17. Zur Theorie der Vertikaltemperaturverteilung//Meteorol. Zs. Bd 31. S. 154—156
18. Значение линий тока воздушных течений для воздухоплавания *)//Техн. воздухоплавания. Вып. 6—8. С. 246—258.
19. Die Grössenordnung der meteorologische Elemente und ihrer räumlichen und zeitlichen Abteilungen//Veröff. Geophys. Inst. Univ. Leipzig. Ser. 2. Bd 1, H. 1. S. 14—40. — Совм. с Г. Т. Хессельбергом).
20. Sur la distribution de la temperature aux diverses hauteurs//Геофизич. сб. Т. 1, вып. 1. С. 35—55.

1915

21. К вопросу о скорости звука//Ibidem. Т. 2, вып. 1. С. 69—72. — (Совм. с В. Я. Альтбергом).

1916

22. Об одном случае адиабатического движения тяжелого газа **).
23. Sur les tourbillons dans liquid a temperature variable//C. R. Ac. Sci., Paris (28 VII). Т. 163, Nr. 9. P. 219—222.
24. О вихрях в жидкости с меняющейся температурой//Сообщ. Харьк. мат. об-ва. Т. 15, вып. 4. С. 173—176.
25. Конспект лекций по аэронавигации. — Киев. — 43 с. — (Издано по распоряжению канцелярии Августейшего заведующего авиацией и воздухоплаванием в действующей армии. Тип-я Штаба Киевского военного округа).
26. Об атмосферных вихрях//Геофиз. сб. Т. 3. С. 90—120.

1917

27. Определение вертикальных течений воздуха с помощью наблюдений над шарми-пилотами, проводимых с одного пункта//Ibidem. Т. 3, вып. 2. С. 75—83. — (Совм. с Н. Пулятой).
- 28*. Общие принципы бомбометания//Труды Комиссии по изучению воздушной артиллерии, образованной при Управлении воздушного флота по указанию Полевого генерал-инспектора военного воздушного флота при Верховном Главнокомандующем. — Пг. — Вып. 3. С. 3—8.

1918

29. К вопросу о доказательстве правила параллелограмма сил//Ж. Перм. физ.-мат. об-ва при Перм. ун-те. Вып. 1. С. 33—43.

1919

30. О вертикальных течениях в атмосфере//Ibidem. Вып. 2. С. 67—104.

1920

31. О распределении температуры с высотой при наличности лучистого теплообмена Земли и Солнца//Изв. Главн. физ. обс. Вып. 2. С. 42—44.

1921

32. Об атмосферных вихрях с вертикальной и горизонтальной осью// Ibidem. Вып. 3. С. 3—4.
33. Идея вращающейся жидкости в атмосферных движениях//Метеорол. вестн. Т. 31. С. 69—88.
34. Die vertikalen Temperaturgradienten in der Atmosphäre//Beitr. Phys. freien Atmospher, München. Bd 10. H. 4. S. 185—201.

*) К статье дано примечание Н. Н. Андреева: «Вследствие отъезда автора на театр военных действий, статья эта была закончена в его отсутствие, благодаря чему в расположении и числе чертежей произошли незначительные изменения».

**) Упоминание об этой работе имеется в¹⁴, но указание о том, где и когда она была опубликована, там отсутствует. Печатный ее оттиск оказался в библиотеке ГГО им. А. И. Воейкова (под шифром Р. 5/11. а. 45). Есть основания отнести время публикации к 1916 г. и полагать, что она была напечатана в одном из изданий, вышедших в это время в Киеве.

1922

35. Опыт гидромеханики сжимающейся жидкости: Диссертация. — Пг. — 516 с. — (Литограф. изд.).
 Рец.*: К о с т и ц ы н В. А. // УФН. 1923. Т. 3, вып. 4. С. 495.
36. Über die Krümmung des Raumes // Zs. Phys. Bd 10, H. 6. S. 377—387.
37. Атмосферные вихри и порывистость ветра // Тр. Аэрол. обс. в Павловске за 1920—1922 гг. — Вып. 1. С. 8—12.
38. Sur la cinématique des lignes des tourbillon // Bull. Ac. Sci. Cracovie. Ser. A. P. 25—44.

1923

39. Über die vertikale Temperaturgradienten in der Atmosphäre // Ann. Hydrograph., Marit. und Meteorol., Berlin. Bd 51, H. 1. S. 12—16.
40. Мир как пространство и время. — [Пг.]: Academia. — 130 с.
41. О движении сжимаемой жидкости // Изв. Гидрол. ин-та. № 7. — С. 21—28.

1924

42. Über eine Methode der Bestimmung der vertikalen Windgeschwindigkeit // Meteorol. Zs. Bd 41, H. 3. S. 90—91. — (Совм. с Я. Д. Тамаркиным).
43. Über die Möglichkeit einer Welt mit konstanter negativer Krümmung des Raumes // Zs. Phys. Bd 21. S. 326—333; перевод: УФН. 1963. Т. 80, вып. 3. С. 447—452.
44. Über Wirbelbewegung in einer kompressiblen Flüssigkeit // Zs. angew. Math. und Mech. Bd 4, H. 2. S. 102—107.
45. Сборник задач по высшей математике / Под ред. профессоров Н. М. Гюнтера, Я. Д. Тамаркина, Я. В. Успенского и А. А. Фридмана. — Л.: ГИЗ. — 226 с. *).
46. О распространении прерывности в сжимаемой жидкости // ЖРФХО. Ч. физ. Т. 56, вып. 1. С. 40—58.
47. О кривизне пространства // Ibidem. С. 59—68. — Статья представляет собой перевод работы [Ф36]; перепечатано: УФН. 1963. Т. 80, вып. 3. С. 439—446; там же вторично: 1967. Т. 93, вып. 2. С. 280—287.
48. О возможных конфигурациях электронов в атоме Резерфорда // Тр. Гос. Оптич. ин-та. Т. 3, вып. 21. С. 1—14. — (Совм. с Я. Д. Тамаркиным).
- 49*. Рец. на кн.: М о л ч а н о в П. Методы и приборы современной аэронавигационной службы // Вестн. возд. флота. № 6—7. С. 81.
50. Основы теории относительности. — Л.: Academia. — 166 с. — (Совм. с В. К. Фредериксом).
51. Теоретическая механика (кинематика). — Л.: Изд-во Военно-морской академии. — 277 с. — (Литограф. изд.). — (Совм. с Л. Г. Лойцянским).
52. Über die Geometrie der halbsymmetrischen Übertragungen // Math. Zs. Bd 21, H. 3—4. S. 211—223. — (Совм. с И. Шоутеном).
53. Über atmosphärische Wirbel und die Turbulenz des Windes // Beitr. Phys. freien Atmospher. Bd 11, H. 4. S. 154—163.

1925

54. Differentialgleichungen für die turbulente Bewegung einer kompressiblen Flüssigkeit // Proc. of the 1st Intern. Congress of Applied Mechanics, Delft, 1924/Eds C. Beizano, J. M. Bürgers. — Delft, 1925. — P. 395—405. — (Совм. с Л. В. Келлером).
55. Приближенные вычисления. — Л. — 132 с. — (Совм. с Я. С. Безиковичем).
56. Решение численных уравнений. — Л. — (Литограф. изд.).
57. Sur le mouvement d'un fluide partait compressible // Изв. РАН. Т. 19. С. 351—361.
58. На высоте 7400 м // Хочу все знать (журн.). № 10. С. 18—20; сокращенный вариант (именно он вошел в [Ф73]): // Климат и погода. № 2—3. С. 8—11.
59. Перспективы работы по организации метеорологической службы // Ibidem. — № 1. С. 18—22.

1926

- 60*. Арифметика // БСЭ. — (1-е изд.) — М. — Т. 3. С. 338—346.
- 61*. Атмосфера // Ibidem. — С. 779. — (Совм. с Б. Н. Извековым и Е. И. Тихомировым).
- 62*. Аэронавигация // Ibidem. — Т. 4. С. 204—206.

1927

63. Curriculum vitae (Автобиография) // Геофиз. сб. Т. 5, вып. 1. С. 11—13.
64. Théorie du mouvement d'un fluide compressible et ses applications aux mouvements de l'atmosphère // Ibidem. С. 16—56.

*) Это, судя по предисловию, 3-е изд. задачника. Первых двух изданий найти не удалось; см. [Ф69].

65. О перемежающихся особенностях плоского движения несжимаемой жидкости//Ibidem. Вып. 2. С. 9—24.— (Совм. с П. Я. Полубариновой-Кочиной).
 66. О приближенных условиях динамической возможности движения сжимаемой жидкости//Ibidem. С. 24—32.— (Совм. с Н. Е. Кочиным).

1930

- 67*. Приближенные вычисления.— 2-е изд., доп.— Л.— (Совм. с Я. С. Безиковичем).

1931

- 68*. Можно ли предсказать появление микроциклонов? *)//Метеорол. вестн. № 9—12. С. 112—113.
 69*. Сборник задач по высшей математике.— М.; Л.: ГТТИ. **).— (Совм. с А. А. Адамовым, В. В. Булыгиным, А. П. Вилижаниным, Н. М. Гюнтером, А. Н. Захаровым, В. М. Мелиоранским, В. И. Смирновым, В. Ф. Точинским, Я. В. Успенским).

1934

70. Опыт гидромеханики сжимаемой жидкости.— 2-е изд./Под ред. и с примеч. Н. Е. Кочина и доп. статьей Б. И. Извекова, И. А. Кибеля и Н. Е. Кочипа.— Л.; М., 1934.— 370 с.
 Рец.*: Т и х о м и р о в Е.//Метеорол. вестн. 1935. № 5—6. С. 49.

1959

71. Письма к Б. Б. Голицыну и В. А. Стеклову//Тр. Ин-та истории естествознания и техники АН СССР.— М.: Изд-во АН СССР.— Т. 22. С. 324—388.

1965

72. Мир как пространство и время.— 2-е изд.— М.: Наука.— 112 с.— (Науч.-попул. серия).

1966

73. Избранные труды/Под ред. Л. С. Полака.— М.: Наука.— 462 с.— (Сер. «Классики науки»).— С приложениями, включающими статьи В. А. Стеклова, Е. П. Фридман, П. Л. Капицы, А. Эйнштейна, В. А. Фока, Я. Б. Зельдовича, П. Я. Полубариновой-Кочиной, А. Ф. Гаврилова, Л. С. Полака, а также авторефераты работ А. А. Фридмана, его автобиографию, литературу о нем и список его трудов (51 наимен.).

(Составлено В. Я. Френкелем)

*) Статья представляет собой письмо к Е. И. Тихомирову, опубликованное адресатом и снабженное им кратким предисловием.

**) Здесь приведены данные о 6-м (и, видимо, последнем) издании этого задачника. Первое издание, в авторский коллектив которого вошли те же лица, кроме Булыгина, Смирнова и Фридмана, вышло в 1912 г. в Петербурге. В предисловии к этому изданию указывается, что большую помощь составителям оказали Я. Д. Тамаркин и А. А. Фридман. Во 2-е издание в число авторов был добавлен В. В. Булыгин (1915 г.). Начиная с 4-го издания (1929 г.) авторский коллектив пополнился фамилией А. А. Фридмана. Пятое издание задачника увидело свет в 1930 г.