

523.164(047) (092) (048)

Н. Д. ПАПАЛЕКСИ И СОВЕТСКАЯ РАДИОАСТРОНОМИЯ*А. Е. Саломонович*

Открывая траурное собрание, посвященное памяти Н. Д. Папалекси 21 апреля 1947 г., Президент Академии наук СССР академик С. И. Вавилов сказал: «Последние годы жизни Н. Д. носили особый отпечаток повышенного интереса к геофизическим и астрономическим применениям радио — к исследованиям ионосферы в нормальное время и в периоды солнечных затмений, к радиолокации Луны, исследованиям собственного радиоизлучения Солнца. Смерть застала Н. Д. в подготовке к экспедиции в Бразилию, к которой он вместе со своими учениками обстоятельно, как всегда, готовился и во главе которой он стоял. Ему не суждено было дожить до осуществления экспедиции, и сейчас его осиротевшие ученики плывут на советском пароходе к берегам Бразилии без своего учителя...»¹.

С. М. Рытов в своем докладе на этом же собрании свидетельствовал: «...Другая, совсем новая проблема, которая также особенно занимала Н. Д. в последние месяцы его жизни — это радиоизлучение Солнца и космического пространства. Н. Д. видел в этих явлениях основу для новой науки — радиоастрономии...»².

На сегодняшнем заседании, посвященном столетию со дня рождения Н. Д., естественно остановиться несколько подробнее на радиоастрономическом направлении его многосторонней деятельности.

Интерес Н. Д. к использованию радио для расширения и углубления астрономических исследований не был случайным или эпизодическим. Он проистекал из органических особенностей личности Н. Д. как ученого. Быть может, лучше всех об этом сказал во время памятного уже немногим собрания в апреле 1947 г. в особняке Отделения технических наук в Малом Харитоньевском переулке Г. С. Горелик. Я до сих пор помню это исключительно яркое выступление. Габриель Семенович сказал тогда: «В своих экспериментах и теоретических работах, в своих разносторонних интересах — Н. Д. серьезно интересовался метеорологией, физическими проблемами в биологии и даже, одно время в Страсбурге, немного медициной, — во всей своей деятельности Н. Д. был по преимуществу, если можно так выразиться, исследователем-завоевателем, открывателем новых стран, тем, что по-французски очень точно выражает слово «explorateur». Эта черта его творчества вполне гармонировала с его любовью к океану, к путешествиям, к спорту. И когда я пытаюсь понять тонкую структуру яркого радиофизического дублета Мандельштам — Папалекси, оценить его расщепление, сказать о каждом из них то, что нельзя сказать о другом, мне приходят в голову воспоминания детства о Жюль-верновских романах, о тех героях науки, полных отваги, физической выносливости и юношеского энтузиазма, которые пересекают моря и континенты и улетают в космические пространства. Если откинуть всевозможные чудачества этих героев, которыми отнюдь не страдал Н. Д., их образы определенно созвучны его творчеству.

Я собрал оттиски последних работ и докладов Н. Д. Как много в них географических названий, геофизики, астрономии, экспедиций! Разве экспедиция ФИАН, организованная по инициативе Н. Д., которая плывет в этот момент для наблюдения солнечного затмения к берегам Бразилии, не является воплощением того, чем всегда так интенсивно жил Н. Д. Папалекси?»³

О работах Н. Д. в области локации Луны, развитии радиоинтерференционных дальномерных методов, об изучении ионосферы сегодня уже говорилось. Многие из этих направлений естественным образом приводили к проблеме исследований собственного радиоизлучения Солнца и Галактики.

Известно, что продумывая возможности эксперимента по радиолокации Солнца, Н. Д. попросил молодого теоретика доктора В. Л. Гинзбурга рассмотреть вопрос об условиях отражения от солнечной атмосферы радиоволн различной длины. Расчеты, опубликованные в 1946 г. в «Докладах АН СССР» по представлению Н. Д.⁴, показали, что, по-видимому, для всего интересного диапазона волн отражение от Солнца невозможно. Радиоволны метрового диапазона будут поглощены в солнечной короне, а более короткие — в хромосфере и не достигнут области отражения. Но отсюда следовало, что источником теплового радиоизлучения Солнца должна быть не фотосфера, а хромосфера и (для метровых волн) корона. К аналогичным выводам независимо и, практически, одновременно пришел ровесник В. Л. Гинзбурга — И. С. Шкловский. Его результаты были опубликованы в том же 1946 г.⁵ Н. Д. внимательно следил за всеми зарубежными публикациями и знал о первых внезатменных наблюдениях радиоизлучения Солнца и, разумеется, о пионерских работах Янского и Рибера. Н. Д. приходит в голову мысль осуществить наблюдение радиоизлучения Солнца во время предстоящего 20 мая 1947 г. продолжительного полного затмения Солнца, полоса которого проходит через Бразилию. Значение этой идеи состояло в том, что относительно простыми по тем временам средствами в процессе смены фаз затмения можно было «прокомпарировать» последовательно различные области солнечной атмосферы и эксперимен-

тально подтвердить справедливость гипотезы о корональном происхождении радиоизлучения Солнца в метровом диапазоне. Кроме того, при этом представлялась возможность выявления роли активных образований на Солнце в формировании повышенного радиоизлучения. Сведения о радиоизлучении такого типа к тому времени начали просачиваться в научную литературу из английских и американских отчетов военного времени.

Н. Д. приступил к подготовке радионаблюдений. Это была не первая экспедиция по наблюдениям солнечного затмения, в которой он принимал участие. Но если прежде речь шла о радионаблюдениях ионосферы во время затмений, то теперь программа должна была включать в себя и наблюдение собственного радиоизлучения Солнца.

Для проведения радионаблюдений был необходим радиоспециалист, достаточно опытный, чтобы справиться с весьма сложной по тому времени задачей, и к тому же энтузиаст в этом новом деле. Такой человек находится — им оказался Б. М. Чихачев — питомец Ленинградского политехнического института, ученик и сотрудник Н. Д. Папалекси по Ленинградской центральной радиолaborатории, а затем один из пионеров отечественной радиоламповой промышленности, сменивший после войны пост главного технолога радиозавода на скудно оплачиваемое амплуа аспиранта. Однако, в разгар подготовки бразильской экспедиции — в феврале 1947 г., ее руководитель, заведующий лабораторией колебаний ФИАН Н. Д. Папалекси внезапно уходит из жизни.

Судьба задуманного эксперимента, и в некоторой мере всей экспедиции, повисает в воздухе. Но (и, видимо, в этом состоит жизнеспособность научной школы) преемник Н. Д. Папалекси находится в недрах той же лаборатории. Им оказался профессор С. Э. Хайкин, собравший после войны в ФИАНе группу своих учеников, продолжившую довоенные исследования физических свойств твердых и жидких тел радиометодами. В 1981 г. исполняется 80 лет со дня рождения С. Э. Хайкина, безвременно ушедшего от нас в 1968 г. Сегодня многим трудно представить себе, что С. Э. когда-то не занимался радиоастрономией. Однако можно точно указать, когда он начал ею заниматься: это февраль 1947 г. По-видимому, все же плодотворная работа по созданию фазовых радиолокационных станций, проводившаяся С. Э. во время отечественной войны, послужила той площадкой, с которой стартовало радиоастрономическое увлечение С. Э. С первых же дней под руководством Хайкина подготовка к экспедиции закипела с новой силой. Важную роль сыграли при этом президент АН СССР академик С. И. Вавилов и председатель Астросовета академик А. А. Михайлов, возглавивший экспедицию. В экспедиции, намеревавшейся проводить, кроме оптических, также и радио- и ионосферные наблюдения, участвовала целая плеяда физиков — В. Л. Гинзбург, И. С. Шкловский и другие. Заместителем начальника был приглашен легендарный полярник Г. А. Ушаков. Как видно, это была его последняя крупная экспедиция.

Теплоход «Грибоедов» в середине мая прибыл в залив Баии. На подготовку к затмению оставались считанные дни. Наблюдения затмения 20 мая проводились на волне 1,5 м с помощью синфазной антенны, закрепленной неподвижно на палубе теплохода. Угол высоты, близкий к зениту, был фиксирован. Как осуществить сопровождение Солнца по азимуту во время затмения? С. Э. Хайкин решил проблему со свойственным ему остроумием. Поворотным устройством стал сам теплоход. Впервые в истории флота команда травила и выбирала якорные цепи по указаниям профессора физики, и теплоход послушно разворачивался на якорях. Надежных самописцев не было. В разных каютах были посажены наблюдатели, независимо друг от друга записывавшие показания стрелочных приборов.



Рис. 1. Группа участников советской экспедиции на теплоходе «Грибоедов». Первый справа в 1-м ряду — С. Ф. Хайкин, 4-й — Г. А. Ушаков, 4-й слева во втором ряду — В. Л. Гинзбург, 9-й — Б. М. Чихачев, 2-й справа в 3-м ряду — И. С. Шкловский.

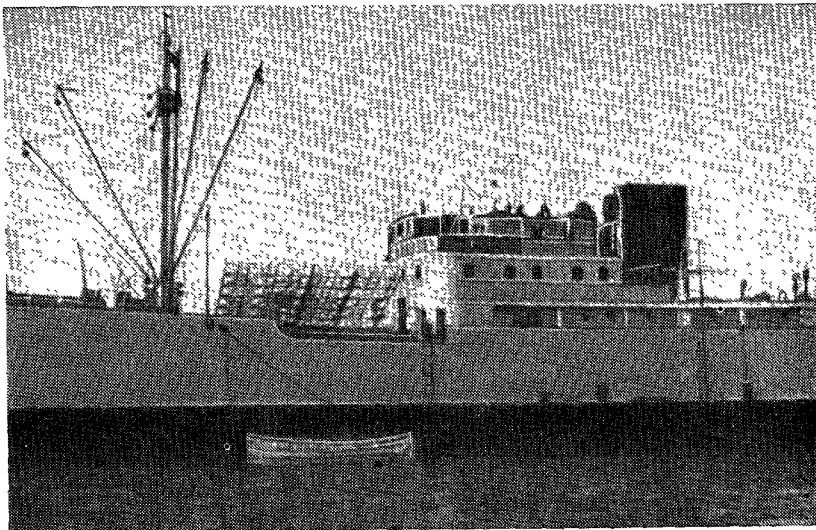


Рис. 2. Теплоход «Грибоедов» в заливе Баии (Бразилия). На палубе сиенфазная антенна, с помощью которой советские ученые впервые наблюдали радио-затмение Солнца.

Результаты наблюдений, опубликованные в октябре 1947 г. ⁶ и более подробно — в следующем году ⁷, стали классическими: экспериментально было открыто предсказанное теоретиками радиоизлучение солнечной короны. Спустя четверть века на это открытие был выдан диплом. Сегодня ни одного из авторов открытия — Н. Д. Папалекси, С. Э. Хайкина, Б. М. Чихачева — единственного, кто увидел этот диплом своими глазами, — нет среди нас.

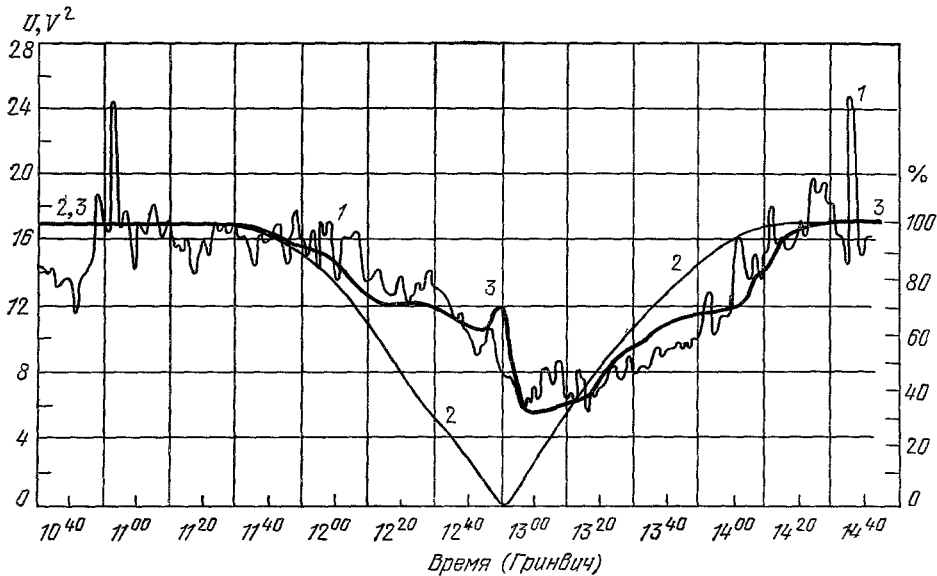


Рис. 3. Записи, полученные советскими радиоастрономами во время затмения Солнца 20 мая 1947 г.

1 — изменение интенсивности радиоизлучения Солнца на волне 1,5 м, 2 — изменение видимой площади солнечного диска, 3 — ход «затмения» водородных протуберанцев и волокон (ДАН СССР, 1947, т. 58, с. 1923).

Прежде чем перейти к краткому перечислению этапов развития радиоастрономических исследований в Советском Союзе, пионером которых был Н. Д. Папалекси, хотелось бы сделать два замечания.

1. Упомянутая выше публикация в ДАН, представленная Н. Д., была в конце статьи снабжена адресами: «Физический институт им. П. Н. Лебедева, Горьковский гос. университет». Это было не случайно. В это время В. Л. Гинзбург, а также С. М. Рытов сотрудничали также в Горьковском университете, где развивалась горьковская ветвь школы Мандельштама — Папалекси, где вокруг А. А. Андропова, Г. С. Горелика, М. Т. Греховой быстро создавалась сильнейшая школа радиофизиков. Таким образом, не только Москва, т. е. ФИАН и МГУ, но и Горький явились местами, где развивалась советская радиоастрономия.

2. В своей замечательной лекции, прочитанной в московском Доме ученых за месяц до кончины, Н. Д., говоря о перспективных задачах радиофизики, основной упор делает на продвижение ее в область «микрорадиоволн». Он понимал под этим термином волны сантиметрового, миллиметрового и более коротковолнового диапазонов. Формулируя научные проблемы дальнейшего развития радио, Н. Д. говорил: «Как мы видели, на настоящем этапе развития радио наблюдается определенная тенденция к переходу на все более короткие волны.» Он подчеркивал, что «микрора-

диоволны (сантиметровые, миллиметровые и короче) можно сконцентрировать в весьма узкие пучки огромной мощности, например, с помощью параболических зеркал, которыми пользуются в оптике, либо специфическими радиотехническими способами, связанными с возможностью осуществления систем когерентных излучений...»⁸.



ДИПЛОМ НА ОТКРЫТИЕ

В соответствии с Положением об открытиях, изобретениях и рационализаторских предложениях Комитет по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР установил, что граждане СССР

ЧИХАЧЕВ Борис Михайлович
ПАПАЛЕКСИ Николай Дмитриевич
ХАЙКИН Семен Эммануилович

сделали открытие, определяемое следующей формулой:

„Экспериментально установлено неизвестное ранее явление, заключающееся в том, что источником излучаемых Солнцем радиоволн во внешнее пространство является солнечная корона, причем наиболее интенсивно излучающие области короны соответствуют оптически активным областям фотосферы Солнца“.

* * *

Настоящее открытие зарегистрировано в Государственном реестре СССР 28 апреля 1970 г. за № 81 с приоритетом 28 октября 1947 г.



Председатель Комитета

Ю. Максарев

14 сентября 1971 г.

Рис. 4. Фотография диплома на открытие солнечной радиокороны. Копия с экземпляра Б. М. Чихачева, чем объясняется порядок следования авторов.

Через всю лекцию красной нитью проходит идея, что главным в будущем окажутся проблемы генерации, канализации, излучения, распространения и приема миллиметровых и более коротких радиоволн вплоть до оптических. В частности, Н. Д. подчеркивал значение радиоволн этого диапазона не только для радиосвязи, геодезии и астрофизики, но также и для метеорологии, поскольку обнаруживается тесная связь между условиями прохождения радиоволн сантиметрового, миллиметрового и бо-

лее коротковолнового диапазонов и метеорологическими параметрами атмосферы.

Явившись инициатором развития радиоастрономии в Советском Союзе, Н. Д. ушел от нас как раз в тот момент, когда созрели условия для широкого исследования солнечного и космического радиоизлучения. Огромной заслугой С. Э. Хайкина явилось то, что он не только блестяще довел до завершения задуманный и подготовленный Н. Д. бразильский эксперимент, но поднял знамя наблюдательной радиоастрономии в Советском Союзе и понес его дальше. Он сумел связать первые шаги советской радиоастрономии с решением важной для государства прикладной задачи, что позволило поставить и решить вопросы создания необходимой материальной базы для последующих астрофизических исследований.

Здесь нет возможности остановиться на всех этапах развития советской радиоастрономии. Готовится коллективный сборник, посвященный истории радиоастрономии в нашей стране*). Мы надеемся, что там найдут место все важные ее достижения. Это зависит, между прочим, от самих радиоастрономов, которые, как и все люди, к сожалению, смертны. За последние годы, после безвременной кончины В. В. Виткевича в 1972 г. и Б. М. Чихачева в 1971 г., мы потеряли С. Б. Пикельнера, С. А. Каплана, Г. Г. Гетманцева, Э. Г. Мирзабекяна...

Чтобы остаться ближе к теме сегодняшнего заседания, ограничимся лишь кратчайшим перечислением того, что было затем сделано у нас в области солнечной радиоастрономии. Надо сказать, что на первых порах именно в этой области происходило особенно быстрое продвижение.

Вслед за интереснейшими исследованиями активных областей на Солнце, выполненных в метровом диапазоне Б. М. Чихачевым на Крымской радиоастрономической станции, последовала серия блестящих исследований В. В. Виткевича, посвященных радиоизлучению спокойного и слабо-возмущенного Солнца. Крымская станция была организована уже в 1948 г. С. Э. Хайкиным вначале на базе имевшихся там зданий, восстановленных Н. Д. после войны в связи с планировавшимися им радиоинтерферометрическими исследованиями. Таким образом, и в этом, уже постерментно, Н. Д. способствовал ускорению развития отечественной радиоастрономии.

В 1951 г. В. В. Виткевичем была высказана идея метода «просвечивания» излучением дискретного источника внешней короны (сверхкороны) Солнца. Эта идея была, со свойственным В. В. размахом, затем реализована, что принесло советской радиоастрономии мировой успех, а В. В. был удостоен Государственной премии — первой полученной по радиоастрономии.

Открытие сверхкороны повлекло за собою «цепную реакцию» исследований, выполненных В. В. и его учениками. Были изучены неоднородности внешней короны, ее поляризационные характеристики, особенности корпускулярного излучения Солнца, а впоследствии явления меридианов, солнечного ветра. Эти работы, включая создание уникальных радиотелескопов ДКР-1000 и БСА, продолжались вплоть до самой кончины В. В.

Как упоминалось выше, Н. Д. проразительно обращал внимание еще в конце сороковых годов на роль микрорадиоволн. С. Э. Хайкин со всей страстностью настаивал на всемерном продвижении радиоастрономических наблюдений в сантиметровый и миллиметровый диапазон. Успехи, в частности, солнечной радиоастрономии в Советском Союзе непосредственно связаны с созданием вначале сравнительно небольших, а затем и рекорд-

*) См. также ^{9,10}.

ных по площади и точности параболических и других, оригинальных по конструкции, зеркальных радиотелескопов указанных диапазонов.

В Крыму было построено 31-метровое неподвижное зеркало, что позволило радиоастрономам ФИАН в 1957 г. впервые в стране получить двумерное радиоизображение Солнца на волне 3,2 см. Ранее в ГАО, куда С. Э. после 1954 г. полностью перенес свою деятельность, создав там отдел радиоастрономии, был построен по его и Н. Л. Кайдановского идее оригинальный зеркальный радиотелескоп сантиметрового диапазона — БПА. Этот инструмент вступил в строй в 1956 г., и с его помощью с самого начала был выполнен обширный цикл работ по радиоизлучению Солнца, в том числе открыто радиоизлучение корональных конденсаций, исследована поляризация медленно меняющейся компоненты, а затем и всплесков радиоизлучения Солнца.

В 1959 г. на вновь созданной радиоастрономической станции ФИАН в Пуццино вступил в строй полноповоротный радиотелескоп миллиметровых волн диаметром 22 м. Это позволило получать радиоизображения Солнца уже в миллиметровом диапазоне, локализовать всплески радиоизлучения этого диапазона. Выполнялись на нем, разумеется и многие другие программы. Позднее улучшенный вариант РТ-22 был построен на Крымской обсерватории, в Голубом заливе, что еще больше обогатило, в первую очередь солнечные, исследования, продвинув их в коротковолновую часть миллиметрового диапазона.

Радиотелескоп БПА послужил прототипом наиболее впечатляющего инструмента, построенного в Советском Союзе в последнее десятилетие — радиотелескопа РАТАН-600. На этом инструменте среди обширной программы также ведутся исключительно интересные исследования радиоизлучения Солнца. Следует здесь отметить, что с самого зарождения советской наблюдательной радиоастрономии наиболее стабильными являлись и до сих пор продолжают оставаться наблюдения, выполняемые в отделе исследований Солнца Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн. Именно сюда после временного отвлечения в квантовую радиофизику, где им были получены выдающиеся результаты, вернулся Б. М. Чихачев, увы, незадолго до своей кончины.

Я не имею возможности остановиться на солнечной радиоастрономии, развивавшейся все эти годы в Горьком, на работах Ленинградского университета, где были начаты пионерские работы по наблюдениям Солнца. Несколько слов о радионаблюдениях солнечных затмений. Об этом следует упомянуть хотя бы потому, что с наблюдения этого рода и началась у нас наблюдательная радиоастрономия. Вплоть до последних лет советские радиоастрономы группами или порознь продолжали эту традицию. Почти во всех экспедициях по наблюдению очередного полного, кольцевого или даже частного затмения принимали участие радиоастрономы. Будь то в Ашхабаде, Ново-Московске, Мали или на островах Кука, на островах Хайнань (КНР) или на Кубе, отечественные радиотелескопы принимали радиоизлучение Солнца и приносили новую, порою уникальную информацию на самых различных волнах.

Отдельной темой могут послужить лунно-планетные радиоисследования НИРФИ, ФИАН и ГАО, а также радиолокационные исследования планет Солнечной системы, выполненные в ИРЭ АН СССР.

Отдельной темой могло бы явиться изложение истории развития в СССР декаметрового радиоастрономии, рожденной в Харькове в 1961 г. Несомненно, культура фазовых методов, развивавшаяся еще в довоенные времена школой Л. И. Мандельштама и Н. Д. Папалекси, облегчила и ускорила освоение перспективного метода радиоинтерференционных исследований.

От простейших радиоинтерферометров — «морского» и двухантенного, через многоантенные решетки и интерферометры с переменной базой к интерферометрам с независимой регистрацией со сверхдлинными базами, антенны которых связаны лишь общим атомным стандартом времени, в том числе международным — типа Пуццино — Крым — Бонн — США с

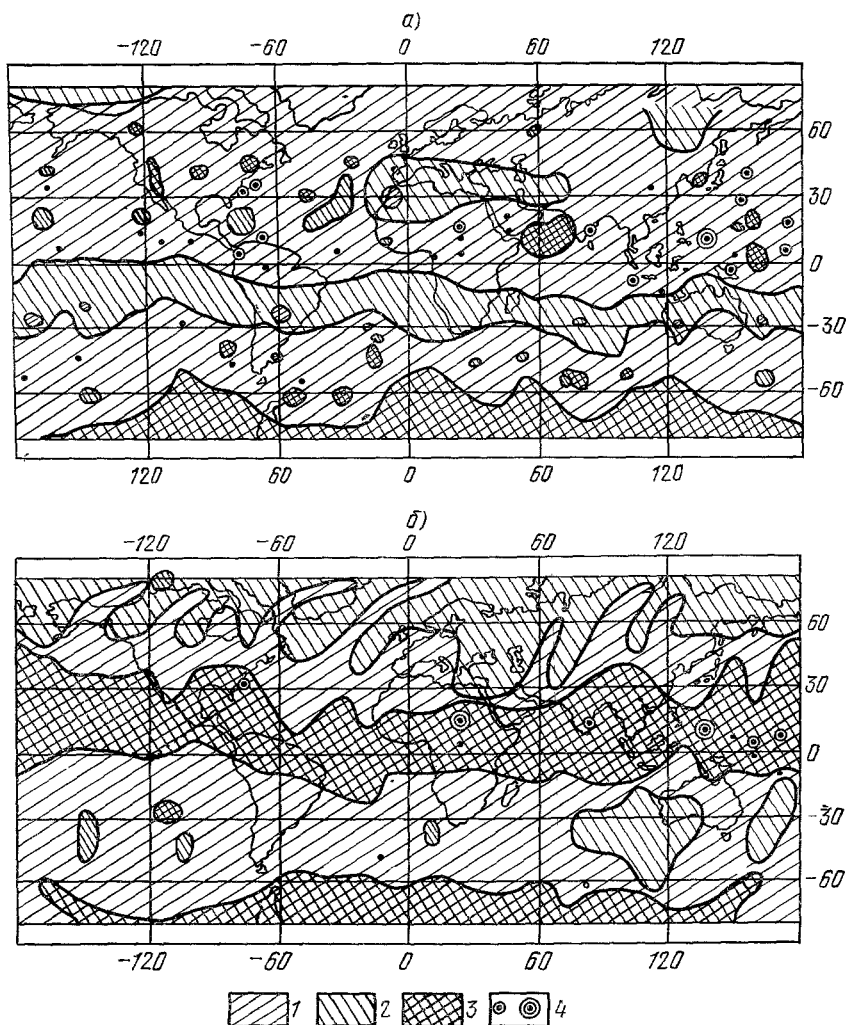


Рис. 5. Распределение яркости субмиллиметрового излучения Земли, полученное с ИСЗ «Космос-669» 30 июля 1974 г.

а) Канал 350—650 мм; б) канал 60—130 мм. Градации яркости: 1 — выше среднего, 2 — средняя 3 — ниже среднего, 4 — компактные холодные области (ДАН СССР, 1975, т. 223, с. 853).

участием наших радиотелескопов РТ-22, и, наконец, к космическим радиоинтерферометрам, одно из зеркал которых выводилось уже на орбитальной станции «Салют-6», — таков путь этой отрасли советской радиоастрономии. Большое значение приобретает у нас спектральная радиоастрономия, в которой также получены важные, иногда уникальные результаты.

Продвижение же в сторону «более коротких, чем миллиметровые» волны (мы называем их теперь субмиллиметровые), о чем говорил Н. Д.

в 1947 г., и связь микрорадиоволн с метеорологией, о чем он также говорил, — это тоже тема отдельного доклада. Позвольте лишь проиллюстрировать возможности внеатмосферной субмиллиметровой радиометеорологии демонстрацией «радиоизображений» нашей планеты — Земли на волнах 0,5 и 0,1 мм, полученных в 1974 г. с борта ИСЗ «Космос-669», где был установлен криогенный радиометр созданный в Физическом институте им. П. Н. Лебедева.

Мне хотелось бы закончить это выступление словами Н. Д., сказанными им в упоминавшейся уже лекции за месяц до своей кончины:

«Эта новая область исследований, которая сейчас еще находится в младенческом возрасте, безусловно представляет чрезвычайный интерес для физики Солнца. Есть все основания думать, что с применением радиометодов для астрономии откроется новая эра, которую по ее значимости можно сравнить с открытием фраунгоферовых линий и применением спектроскопии в астрофизике и которая поможет еще глубже проникнуть в тайны мироздания».

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Вавилов С. И. — Изв. АН СССР. Сер. физ., 1948, т. 12, с. 5.
2. Рытов С. М. — Ibid., с. 20.
3. Горелик Г. С. — Ibid., с. 22.
4. Гинзбург В. Л. — ДАН СССР, 1946, т. 57, с. 491.
5. Шкловский И. С. — УФН, 1946, т. 30, с. 63.
6. Хайкин С. Э., Чихачев Б. М. — ДАН СССР, 1947, т. 58, с. 1923.
7. Хайкин С. Э., Чихачев Б. М. — Изв. АН СССР. Сер. физ., 1948, т. 12, с. 38.
8. Папалекси Н. Д. — УФН, 1947, т. 21, с. 297.
9. Котельников В. А., Кузьмин А. Д. В кн. Октябрь и научный прогресс. — М.: Наука, 1967.
10. Саломонович А. Е. — Вестн. АН СССР, 1973, № 3, с. 122.