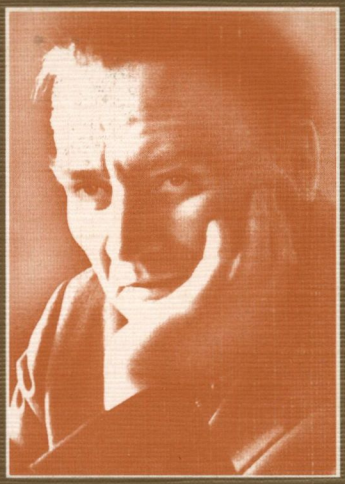
XX

ВЕК

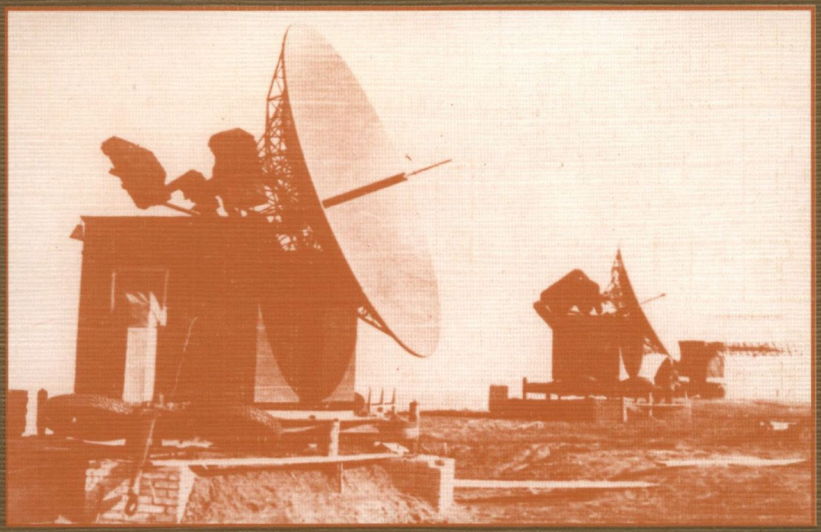
ЛЮДИ

СОБЫТИЯ

ИДЕИ



# ЛИЧНОСТЬ В НАУКЕ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО»

Радиофизический факультет ННГУ

Музей ННГУ

# ЛИЧНОСТЬ В НАУКЕ

# В.С. Троицкий

*Документы жизни*

Нижний Новгород
2008

Личность в науке. В.С. Троицкий. Документы жизни. — Н.Новгород: Нижегородский государственный университет, 2008. — 255 с.

Составители:

**Н.В. Горская —**
к.ф.-м.н., доцент,
зав. сектором «История радиофизики» музея ННГУ

**М.Б. Локтева —**
гл. хранитель музея ННГУ

Каталог посвящен 95-летию со дня рождения члена-корреспондента Всеволода Сергеевича Троицкого и описывает его жизненный путь, научно-педагогическую и общественную деятельность.

Каталог составлен на основе материала ранее (1998 г.) опубликованного сборника «Личность в науке. В.И. Гапонов, В.С. Троицкий, М.М. Кобрин», который к настоящему времени стал библиографической редкостью. Данный каталог содержит существенные дополнения документального и фотографического материала.

*Составители выражают большую благодарность директору музея ННГУ Т.И. Ковалевой и проф., зав. кафедрой радиотехники И.Я. Орлову за постоянный интерес и внимание к подготовке каталога, сыновьям В.С. Троицкого Аркадию Всеволодовичу и Роману Всеволодовичу за предоставленные фотографии и документы из семейного архива, к.ф.-м.н., старшему научному сотруднику НИРФИ В.Д. Кротикову за помощь в подборе материала по научной и педагогической деятельности В.С. Троицкого, а также всем, кто в той или иной степени оказывал помощь в создании каталога: к.ф.-м.н. Э.Е. Митяковой, преподавателям радиофизического факультета д.ф.-м.н., проф. А.Г. Кислякову и к.ф.-м.н., доценту В.Б. Цареградскому, сотрудникам музея НРЛ: к.ф.-м.н., зав. отделом Ш.Д. Китай и зав. лабораторией М.В. Мишановой.*

# Содержание

Жизненный путь Всеволода Сергеевича Троицкого ..... 5

Научные исследования ..... 34

Педагогическая деятельность ..... 153

Научно-организационная и общественная работа ..... 199

Вспоминая Всеволода Сергеевича Троицкого ..... 214

Фотографии из семейного альбома ..... 221

Приложение:

Строки биографии ..... 234

Список научных трудов ..... 235

# Всеволод Сергеевич ТРОИЦКИЙ

**Всеволод Сергеевич Троицкий (25.03.1913-5.06.1996 гг.)** – доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент АН СССР, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, зав. отделом НИРФИ, зам. директора НИРФИ, зав. кафедрой радиотехники радиофизического факультета ГГУ.

Один из крупнейших специалистов в области радиоастрономии и прикладной радиофизики.

Автор научного открытия и более 200 печатных работ, широко известных и общепризнанных как у нас в стране, так и за ее пределами.

*Это был подлинный романтик науки*
*В.Б. Цареградский*

# Жизненный путь Всеволода Сергеевича Троицкого

Всеволод Сергеевич Троицкий родился 25 марта 1913 года в селе Михайловском Тульской губернии. До революции мать - сельская учительница, отец - инженер, химик. В 1918 году семья переехала в село Зелецино Кстовского района Горьковской области, где отец работал директором Зелецкого паточного завода, мать - мастером на заводе. В 1920 году отец умер от тифа, и на попечении матери осталось трое детей. В 1925 году семья переезжает в Горький, где прошла вся дальнейшая жизнь В.С. Троицкого. Здесь в 1930 году он окончил школу-девятилетку, а в 1932 году - техникум связи. С 1932 по 1936 год Всеволод Сергеевич работал в Центральной военно-индустриальной радиолаборатории (ЦВИРЛ) в должности сначала лаборанта, затем инженера-исследователя. В 1936 году он поступил на физико-математический факультет Горьковского государственного университета и окончил его с отличием в 1941 году.

В период Великой Отечественной войны В.С. Троицкий работал на радиозаводе им. В.И. Ленина сначала техноруком цеха, затем начальником цеха и позднее заведующим лабораторией. В 1944 году вступил в ряды КПСС.

В 1945 году В.С. Троицкий поступил в аспирантуру Горьковского государственного университета и окончил её в 1948 году. Его научным руководителем был Габриэль Семёнович Горелик*. В 1950 году Всеволод Сергеевич защитил кандидатскую диссертацию. С этого времени начинается его особенно интенсивная научная деятельность, сначала в Горьковском научно-исследовательском физико-техническом институте (ГИФТИ) и Горьковском государственном университете (1948-1956 гг.), затем с 1956 года и до конца жизни в Горьковском научно-исследовательском радиофизическом институте (НИРФИ).

В НИРФИ В.С. Троицкий с самого его основания руководил большим коллективом сотрудников. С 1956 по 1970 гг. он был руководителем научного отдела НИРФИ, а с 1970 по 1982 гг. - заместителем директора института по научной работе. С 1982 по 1991 гг. В.С. Троицкий руководил отделом радиометрии, а затем был главным научным сотрудником.

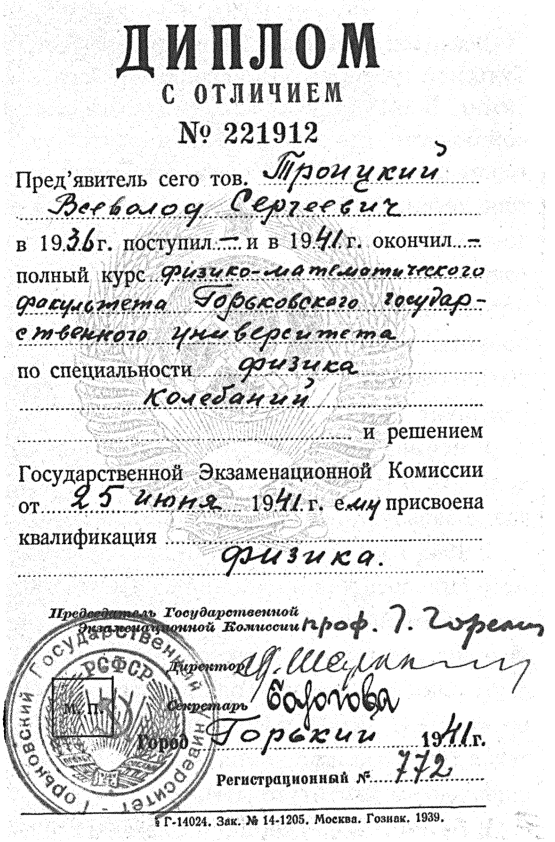
---

* Габриэль Семёнович Горелик (08.12.1906-27.06.1957) – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой общей физики в Горьковском государственном университете (1938-1953) и Московском физико-техническом институте (1953-1957), заведующий отделом Горьковского исследовательского физико-технического института, талантливый педагог и замечательный ученый, известный своими исследованиями в области теории колебаний, радиофизики, оптики и акустики.

В 1962 году В.С. Троицкому присуждена ученая степень доктора физико-математических наук, а в 1964 году - ученое звание профессора.

В 1970 году В.С. Троицкий избран членом-корреспондентом Академии наук СССР. В 1971 году ему присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки и техники РСФСР». В 1991 году он избран действительным членом Международной Славянской Академии.

Ниже представлены фотографии и документы из личного архива В.С. Троицкого.



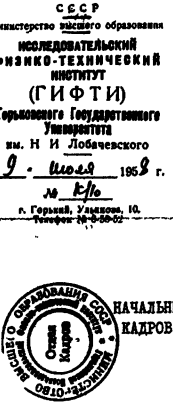
ДИПЛОМ
С ОТЛИЧИЕМ
№ 221912

Пред'явитель сего тов. Троицкий Всеволод Сергеевич в 1936 г. поступил — и в 1941 г. окончил — полный курс физико-математического факультета Горьковского государственного университета по специальности физика колебаний и решением Государственной Экзаменационной Комиссии от 25 июня 1941 г. ему присвоена квалификация физика.

Председатель Государственной Экзаменационной Комиссии проф. Г. Горелик
Директор Д. Шерстнев
М. П.
Секретарь Болотова
Город Горький 1941 г.
Регистрационный № 772

Г-14024. Зак. № 14-1205. Москва. Гознак. 1939.

Диплом об окончании физико-математического факультета ГГУ В.С. Троицкого. 1941 г.



СССР
Министерство высшего образования
НИСЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГИФТИ)
Горьковского Государственного Университета
им. Н И Лобачевского
9 июля 1958 г.
№ 470
г. Горький, Ульянова, 10.
Телефон 20-3-50-02

СПРАВКА

Выдана ТРОИЦКОМУ Всеволоду Сергеевичу в том, что он действительно работал в Горьковском исследовательском физико-техническом институте с 4/VI-1947 года по 16/IX-1948 года в должности и.о.ст.научного сотрудника по совместительству и с 16/IX-1948 года по 16/IX-1956 года на полной ставке в должностях ст.научного сотрудника, зав.лабораторией и зав.отделом. Отчислен с работы в ГИФТИ в связи с переводом в штат НИРФИ.

Отдел Кадров
НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА КАДРОВ ГИФТИ: (ПАНИЧЕВ В.А.)

Справка о работе В.С. Троицкого в Горьковском физико-техническом институте. 1958 г.

# ДИПЛОМ
## ДОКТОРА НАУК

МФМ № 000188

Москва 1 ноября 1962 г.

Решением
Высшей Аттестационной Комиссии
от 6 октября 1962 г (протокол N 13/с)

Троицкому Всеволоду Сергеевичу
ПРИСУЖДЕНА УЧЕНАЯ СТЕПЕНЬ ДОКТОРА
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК

Председатель Высшей Аттестационной Комиссии
Ученый Секретарь Высшей Аттестационной Комиссии

Диплом доктора наук
В.С. Троицкого. 1962 г.

# Личный листок по учету кадров

Место для фотокарточки

1. Фамилия Троицкий
имя Всеволод отчество Сергеевич
2. Пол м. 3. Год, число и м-ц рождения 1913, 25/III
4. Место рождения с. Михайловское Тульской обл. (село, деревня, город, район, область)
5. Национальность русский 6. Соц происхождение служащий
7. Партийность чл. КПСС партстаж октябрь 1944 (месяц и год вступления) партбилет / к/карточка № 02289208
8. Состоите ли членом ВЛКСМ, с какого времени и № билета —
9. Образование высшее

| Название учебного заведения и его местонахождение | Факультет или отделение | Год поступления | Год окончания или ухода | Если не окончил, то с какого курса ушел | Какую специальность получил в результате окончания учебного заведения указать по диплому или удостоверению |
|---|---|---|---|---|---|
| Горьковский техникум связи | | 1930 | 1932 | | радиотехник |
| Горьковский государственный университет | | 1936 | 1941 | | физик |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

10. Какими иностранными языками и языками народов СССР владеете английский, немецкий
(читаете и переводите со словарем, читаете и можете объясняться, владеете свободно)
11. Ученая степень, ученое звание доктор физ.-мат. наук, профессор
12. Какие имеете научные труды и изобретения около 120 научных работ в области радиоастрономии и ее практических приложений, статистической радиофизики, распространения радиоволн и квантовой радиофизики.

# АТТЕСТАТ
## ПРОФЕССОРА

Решением
Высшей Аттестационной Комиссии
от 8 мая 1964 г (протокол N 21/4)

Троицкий Всеволод Сергеевич
УТВЕРЖДЕН В УЧЕНОМ ЗВАНИИ ПРОФЕССОРА
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
«радиофизика»

Председатель Высшей Аттестационной Комиссии
Ученый Секретарь Высшей Аттестационной Комиссии

МПР № 006058

Москва 27 мая 1964 г.

Аттестат профессора В.С. Троицкого. 1964 г.

**13. Выполняемая работа с начала трудовой деятельности (включая учебу в высших и средних специальных учебных заведениях, военную службу, участие в партизанских отрядах и работу по совместительству)**

При заполнении данного пункта учреждения, организации и предприятия необходимо именовать так, как они назывались в свое время, военную службу записывать с указанием должности

| Месяц и год вступления | Месяц и год ухода | Должность с указанием учреждения, организации, предприятия, а также министерства (ведомства) | Местонахождение учреждения, организации, предприятия |
|---|---|---|---|
| 1932/2 | 1936/7 | Ст. лаборант, инженер-исследователь Центрального военно-индустриального радиолаборатория (ЦВИРЛ) | г. Горький |
| 1936/9 | 1941/6 | студент физмата Горьковского государственного университета | |
| 1937 | 1940 | инженер Физико-технического института (по совместительству) | |
| 1941/7 | 1945/12 | Зам. нач. цеха; нач. цеха; зав. лабораторией Завода им. Ленина | |
| 1945/10 | 1948/10 | аспирант Горьковского государственного университета | |
| 1948 | 1956 | Зав. лабораторией; зав. отделом Горьковского Физико-технического института (ГИФТИ) | |
| 1953 | 1960 | Зав. кафедрой радиотехники Горьковского университета (по совместительству) | |
| 1956 | 1970 | Зав. отделом научно-исследов. Радиофизического института (НИРФИ) | |
| 1970 | | Зам. директора института (НИРФИ) | Горький. |

Личный листок по учету кадров В.С. Троицкого 1970 г.

| Месяц и год | | Должность с указанием учреждения, организации, предприятия, а также министерства (ведомства) | Местонахождение учреждения, организации, предприятия |
|---|---|---|---|
| вступления | ухода | | |
| | | | |

## 14. Пребывание за границей

(работа, служебная командировка, поездка с делегацией)

| Месяц и год | | В какой стране | Цель пребывания за границей |
|---|---|---|---|
| с какого времени | по какое время | | |
| 1958/4 | 1958/5 | Китай | научная экспедиция |
| 1965/9 | 1965/9 | США | научная командировка |
| | | | |
| | | | |

## 15. Участие в центральных, республиканских, краевых. областных, окружных, городских, районных партийных, советских и других выборных органах

| Местонахождение выборного органа | Название выборного органа | В качестве кого избран | Год | |
|---|---|---|---|---|
| | | | избрания | выбытия |
| | | | | |

16 Какие имеете правительственные награды не имею
(когда и чем награждены)

17. Имеете ли партвзыскания нет Когда, кем, за что и какое наложено взыскание
(да, нет)

18. Отношение к воинской обязанности и воинское звание

Состав рядовой Род войск
(командный, политический, административный, технический и т. д.)

19. Семейное положение в момент заполнения личного листка
(перечислить членов семьи с указанием возраста)

жена Зелинская М.Р. 1921 г.

сын Троицкий Аркадий 1944 г.

сын Троицкий Роман 1958 г.

20. Домашний адрес: г. Горький 81, ул. Терешковой д. 5 кв. 8

12 сентября 1970 г. Личная подпись
(дата заполнения)

(Работник, заполняющий личный листок, обязан о всех последующих изменениях (образования, партийности, национальности, ученой степени, ученого звания, наложении и снятии партийного взыскания и т. п) сообщать по месту работы для внесения этих изменений в его личное дело).

Подписано к печати. Зак. 200. Тир. 1000. 1966 г.

Подпись гов. Троицкого В.С. заверяю
Нач. мед. кадров: адрес

Составляется в произвольной форме, собственноручно без помарок и исправлений, с обязательным освещением следующих вопросов:

1. Год и место рождения, в какой семье родился, чем занимались родители до революции и чем занимаются в настоящее время.
2. Когда, в каких учебных заведениях учился, какое образование получил и специальность
3. С какого времени начал работать самостоятельно, причины перехода с одной работы на другую.
4. Служил ли в Советской Армии, участвовал ли в боях гражданской или Отечественной войны (где, когда, в качестве кого)
5. Партийность и партстаж
6. Какую выполнял партийную или общественную работу (где, когда в качестве кого).
7. Состав семьи и краткие сведения о ближних родственниках (братья, сестры, муж—жена, отец и мать мужа—жены).
8. Кто из родственников лишался избирательных прав, подвергался репрессиям, был под судом и следствием (за что, когда и где)
9. Другие сведения, которые Вы считаете необходимым осветить в автобиографии.

Писать разборчиво, аккуратно и только чернилами

# АВТОБИОГРАФИЯ

Троицкого Всеволода Сергеевича
(фамилия, имя и отчество)

Родился 25 марта 1913 г. в селе Михайловском Тульской губ. До революции мать – сельская учительница, отец – инженер-химик, окончил Московское Высшее техническое училище в 1914 г. В селе Михайловском мы жили до 1918 г., когда после демобилизации отца из армии мы все переехали в село Зелецино Костовского района Горьковской области, куда отец был назначен директором Зелецинского паточного завода. В 1919 г. отец умер от тифа, и мы – я, брат и сестра жили с матерью, работавшей на заводе мастером. В 1925 г. мы всей семьей переехали в Горький, где в 1930 г. я окончил школу-девятилетку, а в 1932 г. Политехникум связи. С 1932 г. по 1936 г. работал в Центральной Военно-индустриальной лаборатории в должности сначала лаборанта, а затем инженера-исследователя. В 1936 г. поступил в Горьковский университет на физико-математический факультет и окончил его с отличием в 1941 г. В том же году поступил на завод имени Ленина в г. Горьком, где работал до 1945 г. в должности сначала технорука цеха, затем начальника цеха и наконец заведующего лабораторией. В 1945 г. поступил в аспирантуру при ГГУ и окончил ее в 1948 г. С 1948 г. по 1956 г. работал в ГИФТИ при ГГУ старшим научным сотрудником, а с 1956 г. по настоящее время в порядке перевода работаю в НИРФИ. В советской армии не служил, в боях не участвовал. В 1944 г. вступил в члены КПСС. С 1946 г. выполнял различную общественную работу: руководил кружком по изучению философского и исторического материализма,

Автобиография В.С. Троицкого.
1971 г.

истории КПСС, читаю политики, а также философский семинар. Неоднократно избирался членом партбюро ГИФТИ и НИРФИ, избирался секретарем партбюро ГИФТИ. В 1950 г. защитил кандидатскую диссертацию, а в 1961 г. докторскую.

В состав семьи кроме жены и сыновей (старший сын от первого брака) входит моя мать, в настоящее время пенсионерка. Из ближайших родственников живы брат (1914 г. рождения) и сестра (1915 г. рождения). Брат работает хирургом, живет в Горьком, сестра — домохозяйка, живет в Горьком. Родители жены умерли. Отец ее был юристом, а мать — преподавательницей. Старший сын в настоящее время учится в ГГУ.

Подпись

«8» окт 1978 г.

3 тип. обл упр по печати, г Горький. Зак. № 941. тир. 3000. 1968 г.

ГОРЬКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ.

Кафедра общей физики и физико-технический институт

ГИФТИ
Инв № 174
16 07 1950
ИЗДАНИЕ

ТРОИЦКИЙ В.С.

получено
Вход № 174
16 1950 г.
"ГИФТИ"

# О модуляционном методе измерения радиоизлучения, имеющего сплошной спектр.

Автореферат диссертации, представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Горький, Г.И.Ф.Т.И.
1949 г.

Обложка автореферата диссертации В.С. Троицкого на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук и первая часть автореферата определяющая цель работы. 1949 г.



В.С. Троицкий

## О МОДУЛЯЦИОННОМ МЕТОДЕ ИЗМЕРЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ, ИМЕЮЩЕГО СПЛОШНОЙ СПЕКТР.

(автореферат диссертации).

### 1. Цель работы.

1. За последние годы большое значение приобрели вопросы измерения интенсивности радиоизлучения, имеющего сплошной спектр. Это связано в первую очередь с появлением и развитием радиоастрофизики. Кроме того решение вопросов измерения интенсивности сплошного радио-спектра открывает новые перспективы, указанные впервые советскими физиками в исследовании свойств вещества по спектру испускаемого им теплового радиоизлучения или по спектру возникающего между двумя точками тела теплового электрического напряжения.

Трудность измерения интенсивности сплошного радио-спектра связана с тем, что обычно измеряемая спектральная плотность в сотни и тысячи раз меньше спектральной плотности собственных флюктуационных шумов измерительной аппаратуры. Между тем обычная резонансная радиоаппаратура может измерять лишь сигналы, спектральная плотность которых равна по порядку величины или больше спектральной плотности собственных шумов аппаратуры.

2. Существует два метода измерения шумового напряжения, спектральная плотность которого сколь угодно мала по сравнению с спектральной плотностью собственных шумов аппаратуры.

Это компенсационный и модуляционный методы. Схема измерения компенсационным способом приведена на рис. 1.

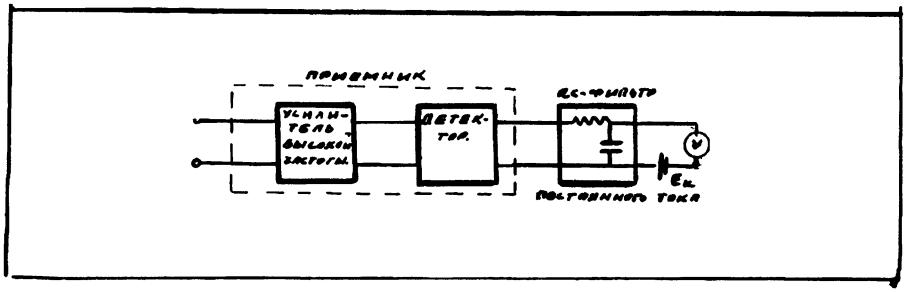



рис. 1.

Здесь на выходе усилителя высокой частоты, настроенного на частоту, на которой желают измерять спектральную плотность сигнала, включается детектор и RC -фильтр постоянного тока с желаемой постоянной времени (полосой пропускания). На выходе детектора при отсутствии сигнала будем иметь выпрямленное напряжение, пропорциональное среднему квадрату напряжения собственных шумов, а также сплошной низкочастотный спектр. При действии слабого сигнала получим небольшое приращение выпрямленного напряжения, пропорциональное среднему квадрату напряжения сигнала. Следовательно измерение сигнала сводится здесь к измерению малого приращения постоянного напряжения на фоне большого постоянного напряжения и сплошного низкочастотного спектра. Точное измерение малого приращения чувствительным прибором создается путем компенсации действия выпрямленного напряжения от собственного шума напряжением $E_K$ , а для отделения этого приращения от шумового напряжения выхода служит RC -фильтр постоянного тока. Очевидно, что увеличивая постоянную времени фильтра (т.е. сужая его полосу пропускания), можно сколь угодно ослабить шумовое напряжение на приборе, не уменьшая показания, вызванного постоянным током от сигнала. Принципиально таким способом можно измерить сигнал, спектральная плотность которого сколь угодно мала по сравнению с спектральной плотностью собственных шумов.

Модуляционный метод основан на том, что, если промодулировать измеряемое шумовое напряжение, то на выходе приемника, состоящего из усилителя высокой частоты и детектора, мы будем иметь, вообще говоря, синусоидальные колебания частоты модуляции $F_0$ и кратные ей,

а также сложный низкочастотный спектр собственных шумов. Таким образом измерение сигнала сводится здесь к измерению синусоидального колебания на фоне помехи. Это производится обычной резонансной аппаратурой (узкополосный усилитель настроенный на частоту модуляции - фильтр), с помощью которой, как известно, можно измерить сколь угодно слабый, по сравнению с мощностью помехи, монохроматический сигнал. Следовательно модуляционный метод позволяет измерять сигнал, спектральная плотность которого сколь угодно мала по сравнению с спектральной плотностью собственных шумов.

В диссертации рассматривается конкретная схема модуляционного измерителя, технически наиболее совершенная для получения сколь угодно узкой полосы фильтра ( рис. 2 ).

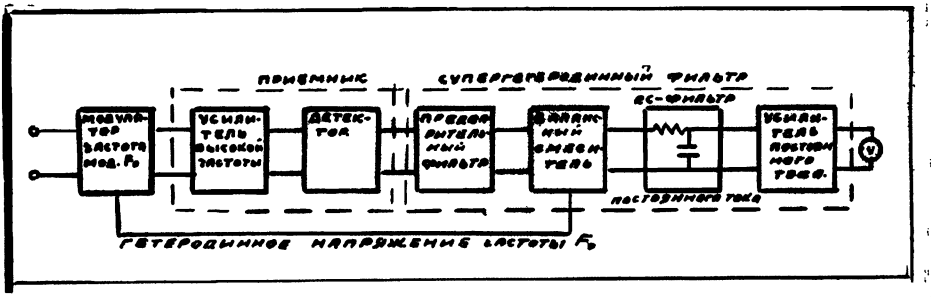



рис. 2 .

Принцип работы этой схемы тот же самый, только здесь в качестве фильтра применен супергетеродинный фильтр, в котором синусоидальное колебание соответствующее модулированному сигналу преобразуется в балансном смесителе в постоянный ток (промежуточная частота супергетеродина равна нулю).

Гетеродинное напряжение для такого преобразования должно быть по фазе жестко связано с фазой модуляции.

3. В настоящее время у нас имеются и работают модуляционные измерители на различных волнах (Бернштейн, Экспедиция СИАН, экспедиция ГИФТИ), но полной теории этого метода еще нет. Также , насколько нам извест

но, нет теории и компенсационного способа, а, следовательно, сравнительной теоретической оценки этих методов. В теории модуляционного метода центральным вопросом должна быть теория модуляции сигнала в тракте самой измерительной системы. Этот вопрос в литературе не освещен вообще. Практическая сложность этой задачи заключается в достижении того, чтобы одновременно с модуляцией сигнала на входе не происходило также и модуляции собственных шумов входа системы. В соответствии с сказанным задачами настоящей работы были :

Первая задача. Проведение детального физического ( теоретического и экспериментального) исследования различных методов модуляции слабого шумового сигнала, осуществляемых в самой приемной аппаратере, имеющей сильные собственные шумы. Выбор на основании этого исследования технических схем модуляции , пригодных для измерения радиоизлучения внеземных источников на У.К.В.

Вторая задача. Дальнейшее развитие теории методов измерения интенсивности радио-шумов и в особенности развитие теории модуляционного измерителя интенсивности. Сюда входит вывод выражения для выигрыша в чувствительности достигаемого применением модуляционного и компенсационного методов по сравнению с чувствительностью к сплошному спектру обычного (не модуляционного) приемника, сравнение работы в модуляционной схеме квадратичного и линейного детекторов, определение оптимальной полосы высокочастотного усилителя, анализ работы квадратичного и линейного приборов на выходе измерителя, анализ измерения чувствительности с помощью монохроматических колебаний и т.д.

Третья задача. Разработка (в связи с задачами 1,2) действующего макета модуляционного измерителя интенсивности на У.К.В. и проведение с его помощью предварительных опытов приема радиоизлучения Солнца.

Четвертая задача. Разработка на основании всех проведенных нами теоретических и экспериментальных исследований модуляционного измерителя интенсивности на волну $\lambda$ = 1,45 м., предназначенного для проведения непрерывных систематических наблюдений радиоизлучения внеземных источников и в особенности Солнца.

Научно-исследовательский Радиофизический институт
при Горьковском Государственном Университете

В.С. Троицкий

# ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ВОПРОСОВ РАДИОАСТРОНОМИИ И СТАТИСТИЧЕСКОЙ РАДИОФИЗИКИ

Часть I.

Доклад о работах, представляемых
на соискание ученой степени доктора
физико-математических наук.

г. Горький
1961 г.

Обложка доклада о работах, представленных на соискание степени доктора физико-математических наук и оглавление, часть 1. 1961 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ:

Введение

I. Разработка теории и принципов построения аппаратуры (радиометров) для измерения слабых сигналов сплошного спектра.

2. Разработка радиоастрономических методов прецизионных абсолютных измерений интенсивности слабого шумового радиоизлучения.

3. Исследование тепловых радиошумов материалов и атмосферы

4. Исследование теплового радиоизлучения Луны и природы ее верхнего покрова.

5. Исследование фликтуаций автоколебательных систем.

В ПРЕЗИДИУМ АН СССР

Ученый Совет Научно-исследовательского радиофизического института (НИРФИ) выдвинул кандидатом в члены-корреспонденты Академии Наук СССР по Отделению Общей физики и астрономии (специальность астрономия и радиоастрономия) заместителя директора НИРФИ по научной работе доктора физико-математических наук профессора ТРОИЦКОГО Всеволода Сергеевича.

Работы В.С.Троицкого в области радиоастрономии начались вместе с возникновением этой области астрофизики в 1946 г. и оцениваются как пионерские не только в СССР, но и за рубежом. Являясь физиком с широким кругозором и крупным специалистом в области радиоастрономии, радиофизики и радиотехники, он успешно решает ряд проблем радиофизики и радиотехники. Им был проведен ряд ценных исследований по теории измерений слабых шумовых сигналов, по распространению радиоволн, квантовой радиофизике, по методам калибровки радиотелескопов и т.д. Однако, основные работы В.С.Троицкого и его сотрудников относятся к исследованиям в области радиоастрономии. Наибольшее внимание в исследованиях было уделено изучению Луны и планет, а также дискретных источников. Существенный прогресс в этих исследованиях был достигнут после разработки прецизионного метода измерения поля ("метод искусственной Луны"), основанного на применении тепловых излучателей в виде абсолютно черных тел, помещаемых в фраунгоферовой зоне антенны. Метод искусственной Луны повысил точность измерений на порядок по сравнению с ранее известным в ра-

Представление Учёного Совета НИРФИ в Президиум АН СССР
о выдвижении кандидатом в члены-корреспонденты Академии Наук СССР
по отделению общей физики и астрономии
доктора физико-математических наук, профессора В.С. Троицкого. 1970 г.

радиоастрономии. Применение этого метода к исследованию радиоизлучения Луны позволило решить на новом уровне проблему исследования свойств верхнего покрова Луны и получить весьма существенные результаты, значительно превосходящие зарубежные достижения. В частности, им был обнаружен и измерен поток тепла из недр Луны на что выдано свидетельство об открытии.

Под руководством В.С.Троицкого было создано и развито новое направление радиоастрономии, а именно субмиллиметровая радиоастрономия. Проведены первые исследования в области коротковолнимметровой и субмиллиметровой радиоастрономии. Проводятся исследования спектров молодых дискретных источников и их зависимости от времени (вековой ход) в широком диапазоне радиоволн. Эти исследования по предварительным данным подводят к открытию частотной зависимости векового хода интенсивности сверхновых звезд. За последние два года под руководством В.С.Троицкого разработан интерферометр с независимыми приемами и проведены первые в СССР измерения угловых размеров ряда метагалактических источников с высоким угловым разрешением. Начинает работать интерферометр дециметровых волн на базе Горький-Ереван и готов к пуску интерферометр на дециметровых волнах. Около года В.С.Троицким проводятся исследования спорадического излучения Луны. Уже первые измерения привели к обнаружению явлений спорадического излучения, по-видимому, связанного с возбуждением ионосферы потоками солнечных релятивистских электронов. Наряду с радиоастрономическими исследованиями В.С.Троицкий провел большую работу в области радиофизики.

а) В области статистической радиофизики мы рассмотрены вопросы методики расчета и измерений шумов и флуктуаций автоколебаний. Впервые проведены экспериментальные исследования флуктуаций колебаний ряда СВЧ генераторов, молекулярного генератора на аммиаке и ряд других исследований.

б) В области квантовой радиофизики В.С.Троицким рассмотрен ряд аспектов работы квантовых усилителей и генераторов. В результате этих исследований разработана и проверена экспериментально теория образования молекулярных пучков, создан молекулярных генератор 4мм диапазона волн.

в) С целью учета влияния атмосферы на радиоастрономические наблюдения В.С.Троицким проведены исследования распространения радиоволн дециметрового, сантиметрового и миллиметрового диапазонов через атмосферу.

До настоящего времени эти исследования являются значительно более полными, чем аналогичные зарубежные.

Многие исследования, выполненные руководимым В.С.Троицким коллективом, нашли практическое применение:

I) разработка радиоастрономической аппаратуры завершилась созданием точных измерителей малой мощности, выпускаемых теперь радиопромышленностью. Один из образцов таких приборов получил на промышленной выставке в США серебряную медаль;

2) разработанная модель строения верхнего покрова Луны использовалась рядом заинтересованных организаций;

3) разработанные радиоастрономические методы исследования антенн широко применяются при постройке больших антенн, а также при их эксплуатации в различных специальных устройствах;

4) результаты исследования поглощения радиоволн в атмосфере (в особенности рефракции) находят применение в практике работы радиосекстанов;

5) миллиметровый молекулярный генератор находится в стадии промышленного освоения;

6) проводились исследования радиоизлучения земных покровов, моря и различных объектов. Эти данные используются заинтересованными организациями.

Ценным результатом деятельности В.С.Троицкого следует считать наличие в промышленных организациях коллективов, работающих совместно с В.С.Троицким и его сотрудниками. Так образовались в различных организациях коллективы специалистов, занимающихся разработкой радиометров, молекулярных стандартов частоты и применением радиоастрономических методов исследования антенн.

Ученый Совет НИРФИ принял единогласное решение выдвинуть В.С.Троицкого кандидатом в члены-корреспонденты Академии Наук СССР.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ УЧЕНОГО СОВЕТА
НИРФИ
профессор

(М.Т.ГРЕХОВА)

СЕКРЕТАРЬ УЧЕНОГО СОВЕТА НИРФИ
канд.физ.мат.наук

(Е.А.БЕНЕДИКТОВ)

# ХАРАКТЕРИСТИКА

научной, педагогической, производственной и общественной деятельности ТРОИЦКОГО Всеволода Сергеевича

В.С.Троицкий начал свою исследовательскую работу в 1934 г. в Центральной Военно-индустриальной лаборатории, где работал с 1932 года по окончании техникума связи.

В 1936 году поступил в Горьковский государственный университет, физико-математический факультет которого окончил с отличием в 1941 г. В период Отечественной войны работал на радиозаводе, где руководил крупным цехом.

В 1945 г. В.С.Троицкий поступил в аспирантуру к профессору Г.С.Горелику на радиофизический факультет Горьковского государственного университета. По окончании аспирантуры он приступил к исследовательской работе сначала в Горьковском исследовательском физико-техническом институте (ГИФТИ), а затем в Научно-исследовательском радиофизическом институте (НИРФИ), в которых он руководил отделом, объединявшим большой коллектив научных сотрудников и аспирантов.

В 1950 году В.С.Троицкому присуждается ученая степень кандидата, в 1962 году – доктора физико-математических наук, а в 1964 году присвоено ученое звание профессора. V 2.4.: АПСР

Научные исследования В.С.Троицкого хорошо известны радиоастрономам, радиофизикам и радиоинженерам. Им опубликовано более

Характеристика научной, педагогической, производственной и общественной деятельности В.С. Троицкого.
8 октября 1970 г.

120 работ. Работа В.С.Троицкого в области радиоастрономии началась вместе с возникновением этой области астрофизики в 1946 г. и оценивается как пионерская не только в СССР, но и за рубежом.

Являясь физиком с широким кругозором и крупным специалистом в области радиоастрономии, радиофизики и радиотехники, он успешно решает ряд проблем радиофизики и радиотехники. Им был проведен ряд фундаментальных исследований по теории измерений слабых шумовых сигналов; по повышению чувствительности радиометров; по методам калибровки радиотелескопов; по распространению радиоволн; ионосферной радиофизике и т.д. Однако, основные усилия В.С.Троицкого и руководимого им коллектива были посвящены радиоастрономическим исследованиям. Широкую известность получили исследования В.С.Троицкого по излучению Луны, планет, Солнца и дискретных источников.

Под руководством В.С.Троицкого проведены первые исследования в области коротковолнметровой и субмиллиметровой радиоастрономии. Особенностью научных работ В.С.Троицкого является постановка широких экспериментальных исследований, ведущихся в совокупности с теоретическими обобщениями получаемого материала, что придает исследованиям полноту, общность и законченность.

В.С.Троицким с сотрудниками было выполнено большое количество прикладных работ с использованием предложенных им радиоастрономических методов исследований.

Вместе с интенсивной научной деятельностью В.С.Троицкий ведет педагогическую работу. Он с 1952 г. по 1959 г. заведывал кафедрой радиотехники радиофизического факультета Горьковского госуниверситета; с 1952 г. по настоящее время руко-

водит работой большой группы аспирантов; им подготовлено большое число научных работников.

Наряду с научной работой В.С.Троицкий принимает активное участие в общественной и партийной работе, он избирался секретарем и членом партийного бюро института. В.С.Троицкий является членом редколлегии журнала Известия высших учебных заведений "Радиофизика", членом бюро комиссии по физике планет Астросовета АН СССР и председателем одной из секций совета АН СССР по комплексной проблеме "Радиоастрономия".

Характеристика выдана для представления в ~~АН СССР~~ МВО.

8 октября 1970 г.

ДИРЕКТОР НИРФИ
профессор — (Н.Т.ГРЕХОВА)

СЕКРЕТАРЬ ПАРТИЙНОГО
БЮРО — (Ю.М.ЖИДКО)

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ МЕСТКОМА — (В.Н.ТЮКИН)

**ВЫПИСКА**

ИЗ ПРОТОКОЛА ЗАСЕДАНИЯ УЧЕНОГО СОВЕТА ИРЭ АН УССР от 5/XI-70 г. (Прот. № 18/15 § 52).

**СЛУШАЛИ:** О выдвижении Научно-исследовательским радиофизическим институтом (НИРФИ) кандидатуры доктора физ.-мат. наук профессора В.С.Троицкого в члены-корреспонденты АН СССР по специальности "астрономия и радиоастрономия".

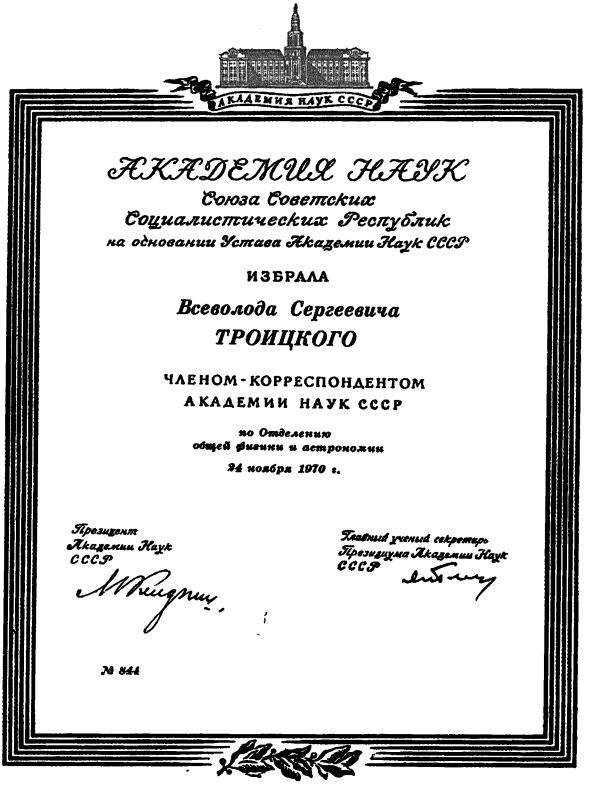
**ПОСТАНОВИЛИ:** Зная доктора физ.-мат. наук В.С.Троицкого как выдающегося Советского ученого радиофизика и радиоастронома единогласно поддержать его выдвижение в члены-корреспонденты АН СССР.

Председатель Ученого совета
академик АН УССР /А.Я.УСИКОВ/

Ученый секретарь Совета
канд.техн.наук доцент /К.Е.МИЛОСЛАВСКИЙ/

С подлинным верно:
/К.Е.Милославский/

Выписка из протокола заседания Учёного Совета ИРЭ АН УССР от 5 ноября 1970 г. о выдвижении Научно-исследовательским радиофизическим институтом кандидатуры доктора физико-математических наук, профессора В.С. Троицкого в члены-корреспонденты АН СССР по специальности «Астрономия и радиоастрономия»


АКАДЕМИЯ НАУК СССР

АКАДЕМИЯ НАУК
Союза Советских
Социалистических Республик
на основании Устава Академии Наук СССР

ИЗБРАЛА

Всеволода Сергеевича
ТРОИЦКОГО

ЧЛЕНОМ-КОРРЕСПОНДЕНТОМ
АКАДЕМИИ НАУК СССР

по Отделению
общей физики и астрономии

24 ноября 1970 г.

Президент
Академии Наук
СССР

Главный ученый секретарь
Президиума Академии Наук
СССР

№ 844

Диплом об избрании В.С. Троицкого членом-корреспондентом АН СССР. 24 ноября 1970 г.

Научный совет по проблеме "Радиоастрономия" на заседании Бюро Совета от 17 октября 1973 г. выдвинул от Совета на соискание Золотой медали им.А.С.Попова кандидатуру чл.-корреспондента АН СССР В.С.ТРОИЦКОГО, предоставив выбор конкретных работ на присуждение медали и оформление соответствующей документации Горьковскому НИРФИ Минвуза РСФСР.

Ученый совет НИРФИ решил представить для присуждения медали два цикла работ В.С.ТРОИЦКОГО.

1. Работы по созданию аппаратуры и методов исследования Луны и безатмосферных планет по их собственному радиоизлучению. Определение физических свойств Лунного покрова, теплового режима поверхности и в глубине Луны.

2. Разработку и внедрение в радиоастрономические измерения отечественной системы интерферометрии со сверхбольшой базой и исследование размеров ряда космических источников в диапазонах от декаметровых до сантиметровых волн с максимальным разрешением до 0,5 миллисекунды дуги.

Выписка из представления
Научного Совета по проблеме
«Радиоастрономия» о выдвижении
на соискание Золотой медали
им. А.С. Попова кандидатуры
член-корреспондента АН СССР
В.С. Троицкого.
17 октября 1973 г.

# INTERNATIONAL BIOGRAPHICAL CENTRE

Cambridge CB2 3QP England

Telephone: (01353) 721091
Fax: (01353) 721839


Professor Vsevolod Troitsky
Russia 603155
N.Novgorod
V.Volznskaya Nab 19, Kv 31

Ref:ILA3/INV /9

19th January 1996

Dear Professor Troitsky

**INTERNATIONAL LEADERS IN ACHIEVEMENT - Third Edition**

Following a long delay since the publication of the Second Edition of this title, we are now pleased to announce that a third edition will be published in Aug/Sept 1996.

We have already allocated space for your biography and photograph in the Third Edition. This is your opportunity to record your life works and ambitions for all time in a publication that can be passed down from generation to generation as you so wish.

International Leaders in Achievement will be bound in a fine quality leather with gold embellishments. Your name will be embossed in gold on the front cover. Further, you will receive a specially-commissioned Certificate of Authenticity to celebrate your inclusion in this prestigious title.

We are excited about the Third Edition of International Leaders in Achievement and look forward to your contribution towards its success. If, as I hope, you wish to take up this invitation, I would ask you to study the enclosed brochure then complete the reply form enclosed. Our editors will then contact you with a view as to how your own entry should be written.

I look forward to hearing from you and to including your biography in the new look International Leaders in Achievement.

Sincerely

JOCELYN TIMOTHY
Editor

International Biographical Centre is an imprint of Melrose Press Ltd whose offices are at 3 Regal Lane Soham Ely Cambridgeshire, England. Registered in England number 965274 The company is an Active Member of the American Chamber of Commerce (UK)


Письмо В.С. Троицкому
из Интернационального биографического центра.
Англия, Кембридж,
19 января 1996 г.

Газета «Биржа плюс карьера»,
№ 15, 2001 г.

КОНКУРС

# Нижегородское ИМЯ В НАУКЕ

## КОНКУРС ЧИТАТЕЛЬСКИХ ЭССЕ

# Всеволод ТРОИЦКИЙ

**Не буду скрывать: написать эссе я решила только потому, что хотела выиграть приз — съездить в Москву. И сейчас, когда эссе уже написано, я по-прежнему хочу победить, но отношение к работе, к теме изменилось.**

Неделю назад я, вздыхая, открывала книжку о нижегородцах-ученых, думала, что это должно быть очень скучно, и рассчитывала просто переписать чью-то уже написанную статью Но я стала читать и закрыла книжку с ощущением, что "у нас все получится" Почему? Да потому что в нашем городе жили и живут интересные, эрудированные, дерзкие, все успевающие независимо от возраста люди, увлеченные наукой

Разглядывая фотографии в книжке, на одной из них я увидела своего родного дедушку Как оказалось, он работал вместе с "самим" Троицким и многое мог мне рассказать

**Всеволод Сергеевич Троицкий (1913—1996 гг.), профессор, член-корреспондент АН СССР, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, зав. отделом НИРФИ, заместитель директора НИРФИ, заведующий кафедрой радиотехники радиофака ГГУ — один из крупнейших специалистов в области радиоастрономии и прикладной радиофизики, автор научного открытия и более двухсот печатных работ, широко известных и общепризнанных как у нас в стране, так и за ее пределами. Работы Троицкого были одними из первых, положивших начало развитию экспериментальной радиоастрономии в нашей стране. Были разработаны теория и методы измерений слабого радиоизлучения, имеющего сплошной спектр. На этой основе во второй половине сороковых годов были созданы первые в стране радиометры и радиотелескопы и начаты исследования радиоизлучения Солнца. Разработанные радиометры были внедрены в промышленное производство для последующего использования в технических измерениях. В конце 70-х годов Троицкий начал интенсивно заниматься проблемами применения развитых им радиометрических методов в медицине. Он стал инициатором создания радиотермометров — приборов, позволяющих проводить раннюю диагностику различных патологий и заболеваний, связанных с повышением температуры внутренних органов.**

В воспоминаниях сотрудники пишут, что трудно найти область, куда Троицкий "не вторгся" бы с использованием радиометров — от температурной диагностики человеческого тела до теплового излучения Луны.

Особенно значительные достижения принадлежат В С Троицкому в области радиоастрономии Он со своими учениками успешно провел цикл фундаментальных исследований радиоизлучения и природы Луны Троицкий разработал наиболее полную теорию теплового радиоизлучения Луны, предложил и разработал методы определения физических свойств ее верхнего покрова по различным характеристикам радиоизлучения Были определены физико-механические и структурные характеристики вещества верхнего покрова Луны Результаты этих работ также были использованы Они были положены разработчиками в основу выбора способа передвижения по поверхности Луны научной лаборатории и создания самоходного шасси аппаратов серии "Луноход".

В работе вместе с Кротиковым был обнаружен поток тепла из недр Луны Это было открытие

Все полученные данные о физических свойствах лунного грунта были позднее подтверждены исследованиями, которые были проведены американскими астронавтами непосредственно на поверхности Луны

Троицкий не боялся развивать нестандартные подходы к проблемам космологии Он выдвинул принципиально новые предположения о фундаментальных принципах развития Вселенной Он предложил гипотезу о возможности изменения скорости света и других фундаментальных констант в процессе эволюции Вселенной.

Ученики Троицкого пишут, что когда идея овладевала их учителем, не имело значения, кто и что думает по этому поводу и как, в частности, к этому относится Академия наук. Он не боялся заниматься и такими проблемами, как "Внеземные цивилизации", "Неопознанные атмосферные явления" (читайте — НЛО), предложить альтернативную космологическую теорию

В С Троицкий создал большую научную школу, работая в коллективе сильных ученых, не боясь конкуренции

А еще знающие Троицкого люди вспоминают, как он встречал Новый год за работой, как писал докладные записки

наспех, на обрывках бумаги, чем раздражал начальников, как на своем 75-летнем юбилее предложил в качестве тоста устроить научное обсуждение фундаментальных проблем радиоастрономии.

На вопрос о его хобби Троицкий отвечал "Работа", но всем было известно и другое его хобби — путешествия.

Этот удивительный человек интенсивно трудился до последних дней Две его последние научные работы опубликованы посмертно в зарубежном и российском журналах

Лиза РУБЧИНСКАЯ

Варвара Андриановна, Сергей Михайлович и Ляля (Всеволод), 1915 г.

Всеволод Троицкий 1932 г.

Всеволод с сёстрами 1938 г.

Всеволод Троицкий

Всеволод Троицкий с сокурсниками
1937 г

Всеволод Сергеевич
со своим учителем
Габриэлем Семеновичем
Гореликом

В.С. Троицкий
и Г.С. Горелик.
1951 г

В С Троицкий.
Зимёнки.
1972 г

В.С. Троицкий
на демонстрациях
в разные годы

В.С. Троицкий
и С.А. Жевакин. 1948 г.

В.С. Троицкий
и М.Т. Грехова
на демонстрации.
1967 г.

1962 г.

1963 г.

В кулуарах радиоастрономической конференции. И.Л. Радунская, В.С. Троицкий и В.П. Кузнецова. 1959 г.

Встреча В.С. Троицкого с однокурсниками. 1971 г.

31 мая 1986 г.

В.С. Троицкий на праздновании 60-летия со дня организации Центральной военно-индустриальной радиолаборатории, где он работал в 30-е годы. 1989 г.

# Научные исследования

Круг научных интересов В.С. Троицкого был необычайно широк: он проводил исследования флуктуаций в автогенераторах и приемных устройствах, занимался радиоастрономией, общей теорией относительности и квантовой радиофизикой, космологией, проблемой внеземных цивилизаций, применением радиофизики в медицине.

Его работы были одними из первых, положивших начало развитию экспериментальной радиоастрономии в нашей стране. Им разработаны теория и методы измерения слабого радиоизлучения, имеющего сплошной спектр. На этой основе во второй половине 40-х годов созданы первые в стране радиометры и радиотелескопы, и начаты исследования радиоизлучения Солнца. В начале 50-х годов стали проводиться первые в стране исследования радиоизлучения Луны и дискретных источников. Разработанные В.С. Троицким с сотрудниками радиометры, позволяюшие проводить точные абсолютные измерения малых мощностей, были внедрены в промышленное производство для последующего использования в технических и радиоастрономических измерениях.

Троицкому В.С. принадлежат большие заслуги в развитии методов радиометрии, в решении проблем повышения чувствительности и точности измерения малых мощностей шумовых и монохроматических сигналов. В связи с этим выполнен ряд исследований различных физических источников шумов. Наиболее важные из них – исследования шумов генераторов, включая и квантовые, - имеют важное общефизическое значение. Сюда относятся теоретические и экспериментальные исследования флуктуаций и естественной ширины линии колебаний в автоколебательных системах. Были предложены новые подходы в теории естественной ширины линии, позволившие учесть влияние периодической нестационарности воздействующих дробовых шумов в электронных генераторах, благодаря чему было объяснено влияние фликкер-шумов на флуктуации фазы и амплитуды. Впервые проведены измерения естественной ширины линии СВЧ генератора (клистрон). Предложена теория естественной ширины линии квантового генератора, и впервые, проведены её измерения для генератора на аммиаке.

В работах В.С. Троицкого получила дальнейшее развитие теория направленности молекулярных пучков, используемых в мазерах, и проведены её экспериментальные исследования. На основе этих работ под руководством В.С. Троицкого создан первый в мире квантовый генератор- мазер на миллиметровых волнах на формальдегиде.

В.С. Троицкий совместно со своими учениками предложил и разработал ряд новых методов физических исследований различных сред по их собственному радиоизлучению:

– метод исследования поглощения радиоволн кислородом и водяным паром атмосферы;

– радиометрические методы дистанционного оперативного определения высотных распределений метеопараметров атмосферы;

— метод прецизионных абсолютных измерений потока радиоизлучений и измерений параметров антенн, на порядок превосходящий по точности существующие методы (метод «искусственной Луны»);

— метод точного измерения температуры внутренних органов человеческого тела по их собственному тепловому радиоизлучению;

— методы исследования свойств верхних покровов небесных тел;

— методы измерения электрических характеристик различных грунтов и материалов.

Особенно значительные достижения принадлежат В.С. Троицкому в области радиоастрономии, где он совместно с учениками успешно провёл целый цикл фундаментальных исследований радиоизлучения и природы Луны. Им разработана наиболее полная теория теплового радиоизлучения Луны, предложены и разработаны методы определения физических свойств её верхнего покрова по различным характеристикам радиоизлучения. По результатам прецизионных измерений спектра радиоизлучения Луны определены физико-механические и структурные характеристики вещества верхнего покрова Луны вплоть до глубин в несколько метров. Результаты этих работ были положены разработчиками в основу выбора способа передвижения по поверхности Луны научной лаборатории и создания самоходного шасси аппаратов серии «Луноход». ***В исследованиях проведённых совместно с В.Д. Кротиковым, обнаружен поток тепла из недр Луны. Эта работа отмечена дипломом на открытие.*** Все полученные данные о физических свойствах лунного грунта были позднее подтверждены исследованиями по программе «Аполлон», проведёнными американскими астронавтами непосредственно на поверхности Луны, а также исследованиями образцов лунного грунта, доставленных на Землю аппаратами серии «Луна». За эти исследования В.С. Троицкий награждён в 1974 году премией им. А.С. Попова.

Общее признание получили многолетние измерения спектров мощных дискретных источников, проведённые по методу «искусственной Луны». В результате была создана наиболее точная в мире шкала абсолютных потоков этих источников, используемая для фундаментальных и прикладных исследований; обнаружен ряд особенностей в спектрах и эволюции некоторых остатков сверхновых.

В.С. Троицким с сотрудниками разработан первый в стране радиоинтерферометр со сверхдлинной базой. В результате впервые в метровом и дециметровом диапазонах волн были выполнены измерения угловых размеров ряда дискретных источников с высоким разрешением. Проведены исследования мазерных источников с разрешением в десятитысячные доли секунды дуги. Предложены и разработаны принципы и методы использования радиоинтерферометрии для создания небесной системы координат на два порядка более точной, чем существующая. Заложены основы нового перспективного направления в радиоастрономии – радиоастрометрии.

В конце 70-х годов В.С. Троицкий начал интенсивно заниматься проблемами применения развитых им радиометрических методов в медицине, став инициатором создания радиотермометров – приборов, позволяющих проводить раннюю диагностику различных патологий и заболеваний, связанных с повышением температуры внутренних органов.

Большое внимание В.С. Троицкий уделял поисковым фундаментальным исследованиям. Он развивал нестандартные подходы к проблемам космологии, выдвинул принципиально новые предположения о фундаментальных принципах разви-

тия Вселенной. Им предложена гипотеза о возможности изменения скорости света и других фундаментальных констант в процессе эволюции Вселенной. Руководимая В.С. Троицким группа научных сотрудников и программистов исследовала новейшие данные по светимости и угловым размерам галактик и квазаров и на основе известных космологических тестов доказывала их несоответствие стандартной модели Вселенной.

Далее приводится статья А.Г. Кислякова о научной деятельности В.С. Троицкого, отчеты о научной работе В.С. Троицкого, первые страницы научных статей и докладов, а также его переписка.

# НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВСЕВОЛОДА СЕРГЕЕВИЧА ТРОИЦКОГО (К 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

*А.Г. Кисляков*

Нижегородский государственный университет

Жизнь и научная деятельность В.С.Троицкого неразрывно связаны с Нижегородским (Горьковским) госуниверситетом им. Н.И.Лобачевского. Выпускник физико-математического факультета ГГУ (1941 г.), он поступает, после работы в годы Отечественной войны на Заводе им. В.И.Ленина, в аспирантуру при организованном тогда, по инициативе академика А.А.Андронова, проф. Г.С.Горелика и проф. М.Т.Греховой, радиофизическом факультете ГГУ (1945 г.). По окончании аспирантуры он становится заведующим научно-исследовательским отделом Горьковского физико-технического института (ГИФТИ) при ГГУ (1948-56 г.г.). В этот же период он начинает руководить кафедрой радиотехники радиофизического факультета ГГУ (1953-1960 г.г.). Интенсивная работа в ГИФТИ и на кафедре позволили В.С.Троицкому выполнить ряд прикладных научно-исследовательских работ, определивших, вместе с работами отдела проф. М.Т.Греховой, основную тематику организованного ею в 1956 г. Научно-исследовательского радиофизического института (НИРФИ) при ГГУ. Помощниками М.Т.Греховой в организации НИРФИ были М.М.Кобрин, В.С.Троицкий и А.А.Рябов. Дальнейшая научная деятельность В.С.Троицкого, основным направлением которой была, безусловно, радиоастрономия, проходила в НИРФИ [1].

Уже в своей кандидатской диссертации (1950 г., первая в стране диссертация по радиоастрономии!), под руководством проф. Г.С.Горелика, Всеволод Сергеевич закладывает основы СВЧ-радиометрии и ее применений в прикладной и фун-

даментальной науке. Он разрабатывает радиометры метрового диапазона, считавшегося в то время перспективным для радиоастрономии. Большой опыт практической работы, приобретенный им в годы пребывания в ЦВИРЛ и на Заводе им. В.И.Ленина, помогает ему создавать радиометры, соответствующие уровню приборостроения в стране. При этом ставятся и решаются теоретические задачи, которые возникали при реализации необходимых параметров радиометров – чувствительности, стабильности, точности и т.п. Фактически были созданы теория и методы измерения параметров сигналов со сплошным спектром, интенсивность которых существенно ниже уровня шумов приемных устройств.

Вслед за разработкой радиометров начались их практические применения на организованном ГИФТИ в 1949 г. радиоастрономическом полигоне «Зименки». Здесь были поставлены эксперименты по измерению рефракции и поглощения радиоволн в атмосфере, исследовалось радиоизлучение Солнца и Луны, а позднее – космических дискретных источников. Радиометрические исследования атмосферы в дальнейшем оформились в виде самостоятельного научного направления, но физические основы этого метода разрабатывались в отделе В.С.Троицкого [2].

Всеволод Сергеевич, несомненно, обладал способностью к выбору перспективных направлений исследований, и в его деятельности можно выделить несколько продолжительных «циклов» по решению актуальных научных проблем (эти циклы могли и перекрываться). Одним из самых ярких был цикл исследований радиоизлучения Луны (1953-70 г.г.). Вначале Луна использовалась как источник радиоизлучения для измерений атмосферного поглощения и рефракции. При этом, еще в 1952 г., было установлено, что на волне ~10 см радиотемпература Луны практически не зависит от ее фазы. Это объяснялось тем, что радиоизлучение на этой волне генерируется в глубоких слоях коры, куда не проникают тепловые возмущения, вызванные инсоляцией. В 1954 г. В.С.Троицкий публикует в АЖ работу по теории радиоизлучения Луны [3]. В этой основополагающей работе сформулированы задачи и оценены возможности радиоастрономических исследований Луны. Годом позже выходит статья [4], в которой приводятся результаты наблюдений фазового хода радиоизлучения Луны на волне 3,2 см, измеренного впервые в мире. Эти данные уже позволили В.С.Троицкому сделать определенные выводы о строении верхнего покрова Луны. Однако основная работа была впереди. В ближайшее десятилетие в НИРФИ разрабатываются аппаратура и антенны для наблюдений радиоизлучения Луны в диапазоне длин волн от 0,87 мм до ~50 см (примерно на 12-ти волнах в этом интервале), организуется несколько экспедиций (в том числе в горные районы) для наблюдений лунных циклов и затмений. К 1963 г. были обобщены [5] данные систематических наблюдений Луны, которые позволили определить физические свойства ее коры на глубине до ~50 м. Все эти работы велись со значительным опережением аналогичных исследований за рубежом.

Исследования физических свойств лунной коры, выполненные под руководством В.С.Троицкого, можно разделить на 2 этапа.

1) Определение теплофизических характеристик ее верхнего слоя толщиной до ~10 м по данным «относительных» (с точностью 10-15%) измерений интенсивности радиоизлучения Луны в интервале длин волн 0,087-10 см при наблюдении лунных циклов и затмений. Эти данные позволили отвергнуть «пылевую» модель лунной коры, доказали высокую несущую способность лунного грунта и выявили его неоднородность в самой верхней части (в слое толщиной ~1 см).

2) Прецизионные (с точностью 2-4%) измерения постоянной составляющей радиотемпературы Луны в интервале длин волн 0,4-50 см, которые привели к обнаружению потока тепла из недр Луны. Последний результат был зарегистрирован в СССР в 1962 г. как открытие (авторы В.С.Троицкий и В.Д.Кротиков).

Все без исключения результаты исследований теплофизических характеристик лунного грунты, полученные группой В.С.Троицкого, были позднее подтверждены данными космических экспедиций. Более того, данные о прочности лунного грунта использовались в СССР при проектировании космических аппаратов и «лунохода», направляемых для посадки на поверхность Луны. Аналогичная программа исследований лунного грунта велась в США (проект SURVEYOR, руководитель проф. Джаффе).

Исследования радиоизлучения Луны, выполненные группой В.С.Троицкого, получили мировое признание.

Полностью оригинальными были отмеченные выше прецизионные измерения спектра постоянной составляющей радиотемпературы Луны, основанные на методе сравнения ее радиоизлучения с излучением эталонных «чернотельных» дисков, имеющих угловые размеры Луны и расположенных в волновой зоне антенны радиотелескопа [6]. Метод и получил название «метода искусственной Луны». Для осуществления этого метода был необходим определенный рельеф местности, в связи с чем В.С.Троицкий организовал специальную радиоастрономическую станцию в Крыму вблизи горы Кара-Даг. В дальнейшем метод искусственной Луны использовался для высокоточных измерений эффективной температуры распределенного радиоизлучения Галактики, а также потоков дискретных источников, в результате чего были созданы их каталоги. Третье, практически очень важное применение метода искусственной Луны заключалось в определении параметров антенн; это применение также получило дальнейшее развитие в работах В.С.Троицкого и его учеников. Наконец развитый в работах «лунного цикла» подход к исследованию теплофизических характеристик космических тел, не имеющих плотных атмосфер, был в дальнейшем распространен на Марс и Меркурий.

Разработки радиометров, антенных систем и методов радиоастрономических измерений, выполненные в процессе исследования Луны, нашли широкое применение в радиофизике и СВЧ-технике. Примером могут быть упомянутые выше методы измерения параметров антенн [7,8]. В.С.Троицкий и В.А.Разин предложили и осуществили метод определения КПД антенн по их собственным тепловым шумам. Реализация низкошумящих приемных систем для радиометров потребовала исследования шумов автогенераторов, используемых в качестве гетеродинов. В.С.Троицкий выполнил измерения шумов клистронных генераторов, а также провел теоретические исследования шумов автогенераторов на основе оригинального спектрального подхода.

В этот же период (1956-63 гг.) В.С.Троицкий проводит чрезвычайно перспективное теоретическое и экспериментальное исследование молекулярных генераторов на $NH_3$ (линия 1,25 см). Особенной важной, с практической точки зрения, была разработка теории флуктуационных процессов в молекулярных генераторах. Были также впервые измерены флуктуации частоты колебаний молекулярного генератора. В результате прояснились возможности использования таких генераторов в качестве стандартов частоты. На основе полученных им радиоастрономических и радиофизических результатов исследований В.С.Троицкий подготавливает и успешно

защищает в ФИАНе диссертацию на соискание ученой степени доктора физико-математических наук (1962 г.).

Всеволод Сергеевич никогда не терял связи с отраслевыми научно-исследовательскими институтами и передал им несколько своих разработок этого периода. Внедрением в горьковских институтах завершилась разработка серии радиометров сантиметрового и дециметрового диапазонов длин волн, а также молекулярного генератора на аммиаке. Работы по радиометрии привели также к постановке как теоретических, так и экспериментальных исследований по пассивной радиолокации; эти разработки были переданы оборонной промышленности.

Лунная и планетная тематика подходила к ее логическому завершению и В.С.Троицкий начинает новое направление радиоастрономических исследований. Идея создания интерферометров с автономной регистрацией сигнала (или, как они назывались в дальнейшем, «радиоинтерферометров со сверхдлинной базой» - РСДБ) не принадлежит Всеволоду Сергеевичу, но он одним из первых практически реализует такую систему. В период 1965-81 г.г. создана аппаратура для РСДБ на частоты 6, 9, 25, 86, 327, 408, 5300 и 22235 МГц. С 1969 г. начаты наблюдения космического радиоизлучения на крупных радиотелескопах страны (совместно с другими радиоастрономическими группами). Впервые измерен угловой размер источника Кассиопея А на декаметровых волнах. Проведены наблюдения космических мазеров в линии $H_2O$ с угловым разрешением $\sim 10^{-3}$ минут дуги. Разработаны также основы нового научного направления - прецизионной радиоастрометрии. Первенство Горьковской группы в создании этого направления признано научной общественностью [9]. Определены практические применения этого направления: измерения скорости вращения Земли и определение движения ее полюсов, изучения приливов в земной коре, тектонических и сейсмических проявлений и т.п.

Создание систем РСДБ требовало усилий больших коллективов исследователей и организация их работы занимали у В.С.Троицкого много времени. И все же он всегда находил возможность индивидуальной научной работы. В этот период он увлечен проблемой поиска внеземных цивилизаций (CETI). Всеволод Сергеевич анализирует гносеологическую сторону проблемы [10] и в то же время ставит эксперименты по обнаружению сигналов предположительно искусственного происхождения [11]. Он предлагает и обоснованные программы поиска внеземных цивилизаций [12]. Эти программы являются, в какой-то мере, результатом обсуждения проблемы CETI на многочисленных международных симпозиумах. Кроме того, В.С.Троицкий длительное время руководил работой секции «Поиски сигналов от внеземных цивилизаций» Научного совета РАН по проблеме Радиоастрономия. Видимо, эволюция взгляда на проблему CETI привела в дальнейшем к изменению названия секции, она стала называться «Поиски космических сигналов искусственного происхождения».

Насколько я помню, именно проблема CETI натолкнула Всеволода Сергеевича на постановку экспериментов по обнаружению спорадического излучения атмосферы Земли. Вначале эта задача ставилась как поиск импульсного космического излучения, возможно, искусственного происхождения [13]. Для поиска таких сигналов использовались всенаправленные антенны, разнесенные в пространстве. Отождествление сигналов производилось по времени их совпадения. Но все же авторы работы пришли к выводу, что они обнаружили новый вид спорадического

излучения, генерируемого в верхней атмосфере Земли под воздействием солнечного корпускулярного излучения [14]. В дальнейшем эта работа перешла в разряд атмосферных исследований.

Начиная с 1978 г. В.С.Троицкий ставит принципиально новую задачу, лишь косвенно связанную с радиоастрономией, – это исследование теплового радиоизлучения тела человека с целью диагностики заболеваний внутренних органов. Связь с радиоастрономией только в том, что для «радиотермометрии» тела человека используются радиометры – те же приборы, что и в радиотелескопах. Эта связь побудила некоторых газетчиков объявить, что «радиоастрономы повернули антенны от звезд к людям». На самом деле радиоастрономам пришлось потрудиться, чтобы сделать специальные антенны для измерений теплового излучения тела человека.

Под руководством В.С.Троицкого в НИРФИ был организован научный отдел, целью которого была радиотермометрия человеческого тела. Использовались радиометры дециметрового диапазона для неинвазивных измерений температуры тканей тела на глубине 3-5 см (в том числе, температуры мозга) [15]. Разработка была настолько успешной, что позволяла определять температуру внутренних органов с точностью до 0,1-0,2 °С. Приборы экспонировались на ВДНХ и были отмечены медалями высокого достоинства. Секрет успеха заключался в удачной методике калибровки радиометров, а также в адекватном моделировании объекта измерений (двухслойная модель тканей [16]). Эти исследования Всеволода Сергеевича также завершились внедрением разработок в промышленности и появлением серийных приборов медицинского назначения.

Мы подходим к заключительному этапу научной деятельности В.С.Троицкого, когда он сосредоточил свои силы на построении альтернативной модели Мира. К этому его побудили известные расхождения в наблюдательных следствиях общепринятой релятивистской космологической модели и результатах экспериментов. К таким расхождениям можно отнести зависимости многих параметров источников радиоизлучения от красного смещения. Результаты измерений нередко лучше согласуются со стационарной моделью Вселенной. Это можно было бы считать каким-то эффектом селекции, поэтому Всеволод Сергеевич организовал обработку огромных массивов данных наблюдений по квазарам и радиогалактикам и показал, что расхождения имеют принципиальный характер. Ему удалось согласовать многие астрофизические данные в предположении, что закон Хаббла не отражает всеобщего расширения Вселенной, а является следствием «старения» фотонов. Его точку зрения пока не приняли астрофизики нашей страны и работы В.С.Троицкого опубликованы только за рубежом [17,18]. Но нельзя считать его теорию и опровергнутой, поскольку простое неприятие, без должной открытой дискуссии, ничего не доказывает.

Последняя работа В.С.Троицкого была опубликована в год его кончины, в год его 83-летия. Можно только позавидовать научному долголетию Всеволода Сергеевича.

Вклад В.С.Троицкого в развитие радиоастрономии и радиофизики в стране, а также создание мощной научной школы, развивающей его идеи и продолжающей начатые им исследования, были признаны в СССР. В.С.Троицкому была присуждена золотая медаль им. А.С.Попова, одна из высших наград АН СССР. В 1970 г. Всеволода Сергеевича избирают членом-корреспондентом АН СССР, а годом позже ему присваивают почетное звание Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР.

Жизнь и творчество В.С.Троицкого могут служить примером бескорыстного и самоотверженного служения науке и обществу; примером, которому могут следовать люди, вступающие на такой путь.

Автор признателен А.В.Троицкому за помощь в подборке материалов о жизни и деятельности В.С.Троицкого.

1. А.Г.Кисляков, В.А.Разин, В.С.Троицкий, Н.М.Цейтлин. Радиоастрономические исследования в Горьком. В кн. «Очерки истории радиоастрономии в СССР». Киев. Наукова Думка. 1985. С.79-108.
2. С.А.Жевакин, В.С.Троицкий, Н.М.Цейтлин. // Изв. высш. уч. зав. (Радиофизика). 1958. Т.1. С.19-26.
3. В.С.Троицкий. // Астрон. Ж. 1954. Т.31. С.511-528.
4. В.С.Троицкий, М.Р.Зелинская. // Астрон. Ж. 1955. Т.32. С.550-554.
5. В.Д.Кротиков, В.С.Троицкий. // УФН. 1963. Т.81(4). С.589-639.
6. В.Д.Кротиков, В.А.Порфирьев, В.С.Троицкий. // Изв. высш. уч. зав. (Радиофизика). 1961. Т.4. С.1004.
7. В.С.Троицкий. // Радиотехника и Электроника. 1956. Т.1. С.601.
8. В.С.Троицкий, Н.М.Цейтлин. // Изв. высш. уч. зав. (Радиофизика). 1961. Т.4. С.393-414.
9. Развитие радиоастрономии в СССР (сборник статей). Под ред. А.Е.Саломоновича. М.- Наука. 1988. 222 с.
10. В.С.Троицкий. // Вопросы философии. 1980. С.1-22.
11. В.С.Троицкий, А.М.Стародубцев, Л.И.Герштейн. // Астрон. Ж. 1971. Т.48. С.645-647.
12. В.С.Троицкий. В кн. “Проблема поиска жизни во Вселенной”. М.-Наука. 1986. С.227-230.
13. В.С.Троицкий, А.М.Стародубцев, Л.Н.Бондарь. // УФН. 1974. Т.113. С.719-723.
14. Л.Н.Бондарь, К.М.Стрежнева, В.С.Троицкий. // Астрон. вестник. 1975. Т.9. С.210-217.
15. В.С.Троицкий, В.И.Абрамов, И.Ф.Белов и др. // Изв. высш. уч. зав. (Радиофизика). 1981. Т.24. С.118-121.
16. В.С.Троицкий. К теории контактного радиометра. Препринт НИРФИ № 186. 1984. 39 с.
17. V.S.Troitsky. // Astrophysics & Space Science. 1987. V.139. P.389-411.
18. V.S.Troitsky. // Astrophysics & Space Science. 1996. V.240. P.89-121.

# К Р Е Д О

## I. Научная политика.

I. Повышение научного уровня работ и их результативности.
Искоренение мелких и частных тем.
Объединение на разработке крупных, главных направлений.

2. Повышение уровня техники и методики исследований.

3. Создание единого научного коллектива. Подбор способных исследователей.

4. Повышение производительности и эффективности ~~[illegible]~~ работы сектора.

## II. С р е д с т в а.

I. Общесекторальный научный семинар.
Обсуждение наиболее общих направлений исследований.

2. Общесекторский ~~институтский~~ научно-технический семинар. Обсуждение аппаратурных и методических разработок.

3. Создание лаборатории и групп для разработок технических средств эксперимента:
   а. Лаборатория перспективных разработок чувствительной приемной аппаратуры (парамагнитные, параметрические полупроводниковые системы).
   б. Лаборатория автоматизации научных исследований (машинная обработка данных, интерферометрия).
   в. Антенная группа (облучатели, малые антенны, длинноволновые системы, поворотные устройства, управление и т.д.).

4. Строительство большого радиотелескопа.

## III. Частные задачи.

I. Зеркало 20-25 м на базе РТ-I5.

2. Создание серии модернизированных радиометров массового использования с повышенной чувствительностью (0,I-0,2°) на основе элементов серийных радиометров.

3. Модернизация службы Солнца и повышение ее качества и производительности

июн 1980г.

Обязывается всё это выполнить к 1980г.
кроме зеркала 25м 07.03.90

Страница из личного дневника В.С. Троицкого

# О НАУЧНОЙ РАБОТЕ В ОТДЕЛЕ РАДИОАСТРОНОМИИ И КВАНТОВОЙ РАДИОФИЗИКИ НИРФИ.

В нашем отделе сложились в основном два направления научных исследований: радиоастрономия и статистическая радиофизика. За последнее время все большее значение приобретает также новое направление - квантовая радиофизика.

Отдел занимается в основном экспериментальными исследованиями в этих направлениях и поэтому нуждается в применении специальной измерительной аппаратуры. В связи с этим большое место в работе отдела занимает разработка и создание новых чувствительных методов измерений и приборов. Особенно много внимания было уделено в отделе в свое время (с 1947 г.) разработке приборов-радиометров для приема на сантиметровых и метровых волнах слабого радиоизлучения космических об"ектов, таких, как Солнце, Луна, дискретные источники и др. Основная трудность для приема этих излучений состоит в том, что они имеют шумовой характер и по величине часто в сотни и даже тысячи раз меньше собственных шумов ламповых усилителей, применяемых в радиометрах. В результате многолетней работы были созданы радиометры, обладающие необходимой чувствительностью. Чтобы дать представление об их чувствительности, достаточно сказать, что ими можно, например, измерить разницу в радиоизлучении двух нагретых тел, отличающихся по температуре всего на один градус ! Такой прибор, например, свободно фиксирует радиоизлучение тлеющей папироски. С помощью такого прибора можно по интенсивности радиоизлучения на расстоянии измерять температуру окружающих нас тел.

Радиометр удалось применить также для промышленных целей в качестве весьма точного измерителя сверхмалых мощностей различных

Отчёт В.С. Троицкого «О научной работе в отделе радиоастрономии и квантовой радиофизики НИРФИ»

источников стандартных сигналов и шумов. В настоящее время прибор пущен в серийное производство, а один из образцов прибора, разработанный совместно с ПРТИ-46, направляется на выставку в США. С подобными приборами был выполнен и выполняется сейчас ряд радиоастрономических исследований. Так, в настоящее время ведется систематическое наблюдение за радиоизлучением Солнца на волнах 3,2 см., 10 см и 150 см по программе Международного Геофизического Года. Наша станция является головной в сети подобных же станций при обсерваториях Академии Наук СССР и союзных республик, осуществляя методическое руководство наблюдениями. Полученные данные публикуются в соответствующих бюллетенях и направляются в Мировые Центры хранения данных в Москве и США.

Среди выполненных в нашем отделе радиоастрономических исследований следует указать на обнаружение В.А.Разиным поляризации космического радиоизлучения на метровых волнах. Это экспериментально подтверждает теорию, об"ясняющую радиоизлучение нашей Галактики тормозным излучением релятивистских электронов, движущихся в межзвездном магнитном поле. В принципе измерения поляризации космического радиоизлучения на разных волнах и в различных областях неба могут служить средством исследования межзвездных магнитных полей и межзвездного газа. Большая работа была проведена по исследованию радиоизлучения Луны на сантиметровых волнах. В результате измерений радиоизлучения на волнах 3,2 см и 1,6 см определена температура слоев Луны, лежащих под поверхностью на глубине до 10 сантиметров. На лунном экваторе эта температура постоянна (не зависит от нагрева Солнцем, т.е. от фаз Луны) и равна $-70^{0}$ Цельсия, в то время как температура самой поверхности Луны колеблется от $110^{0}$С в лунный полдень, до $-150^{0}$С в лунную полночь. Измерения показали, что лунная порода имеет плохую теплопроводность на значительную эффективную электропроводность.

Это говорит о пористом разрыхленном состоянии верхних слоев породы Луны и о большом количестве в породах железа и щелочных металлов. Исследования радиоизлучения Луны продолжаются в нашем отделе и в настоящее время.

Не следует думать, что радиоастрономические исследования могут дать новое только для науки. Мы уже видели, как радиоастрономические приборы, предназначенные для научных исследований, нашли применение в промышленности. Оказалось, например, что данные радиоастрономии могут быть использованы для исследования антенных систем. Ведь генераторы, необходимые для этого, всегда имеются на небе! Некоторые из этих генераторов, например Луна, дискретные источники излучают строго определенную, эталонную мощность.
Как мы уже говорили, радиоизлучение космических источников носит шумовой характер - это радиошумы. Радиоастрономическая аппаратура имеет внутренние собственные шумы, мешающие измерению слабого шумового сигнала. Отсюда возникли исследования по статистической радиофизике - исследования шумов элементов радиосхем: сопротивлений, электронных ламп и т.д.
Особое значение для повышения чувствительности исследовательской аппаратуры приобрело изучение ультранизкочастотного спектра шумов ламп, детекторов, сопротивлений (эта работа начата и проводится А.Н.Малаховым), а также исследования шумов генераторов СВЧ. На исследованиях шумов генераторов я остановлюсь несколько подробнее. Еще в 1938 г. профессором нашего университета И.Л.Бернтейном под руководством академика А.А.Андронова было теоретически показано, что колебание обычного лампового генератора не является строго синусоидальным, а как и излучение атомов и молекул имеет определенную спектральную ширину. Как оказалось, ширина линии излучения генераторра определяется дробовыми шумами лампы и тепловыми шумами сопротивления контура. Она получила название естественной ширины линии генератора. Проведенные затем И.Л.Бернтейном эксперименталь-

ние исследования подтвердили, что ширина линии составляет для обычных радиочастот $10^{-6}$ - $10^{-8}$герц, т.е. когерентность колебаний генератора сохраняется в течение одного года!

В нашем отделе была проведена дальнейшая теоретическая разработка вопросов флюктуаций в ламповом генераторе и в особенности выяснялось влияние фликкер-эффекта. Впервые было проведено измерение спектральной ширины линии клистронного генератора на частоте $10^{10}$ герц (волна 3 см). Естественная ширина линии оказалась равной 0,1-0,2 герца! Наконец удалось найти подход к теоретическому исследованию ширины линии молекулярных генераторов. Так оказалось, что молекулярный генератор на аммиаке на частоте $2{,}4.10^{10}$ герца (волна 1,25 см) имеет естественную ширину линии всего лишь $10^{-4}$ ÷ $10^{-5}$ герца!

Все эти исследования имеют существенное практическое значение. Они важны, например, для определения точности хода часов, основанных на использовании кварцевых или молекулярных генераторов, для повышения чувствительности супергетеродинного приема и т.д.

Мы подошли пожалуй к самому интересному направлению работ отдела - разработке и исследованию молекулярных усилителей и генераторов. В молекулярном генераторе источником колебаний является радиоизлучение возбужденных молекул газа. Молекулярный генератор был создан в СССР в физическом институте АН СССР Н.Г.Басовым и А.М.Прохоровым (одновременно подобный генератор был создан и в США). Отличительной особенностью молекулярного генератора является исключительно высокая стабильность и точность частоты колебаний. Это позволяет использовать его для устройства точнейших часов. Погрешность таких часов не превышает одной секунды за триста-пятьсот лет! Может показаться, что такая точность в измерении нужна только в научных исследованиях и для службы времени, однако это не так. Уже

сейчас для решения многих практических задач связи требуется даже большая точность хода часов. Для научных исследований фундаментального значения необходимы точности еще значительно большие - - секунда погрешности за миллионы лет. Такой генератор позволил бы, например, в земных условиях экспериментально проверить вывод общей теории относительности об изменении скорости хода часов в зависимости от гравитационного поля. Уже существующие генераторы позволяют заметить небольшие изменения и флюктуации в скорости вращения Земли.

В последнее время появились молекулярные или, как их еще называют, квантовые усилители. Таким усилителем является, например, недовозбужденный молекулярный генератор. Существеннейшим преимуществом квантовых усилителей перед ламповыми являются исключительно малые собственные шумы, едва достигающие на сантиметровых волнах сотой части шумов обычных усилителей. Применение таких усилителей в радиоастрономии позволит сделать существенный шаг вперед, например, в исследовании радиоизлучения планет и дискретных источников на сантиметровых волнах. Однако, при создании квантовых усилителей и генераторов нужно решить еще много научных и технических проблем. Так, надо повышать мощность колебаний в генераторах (сейчас она около $10^{-10}$ватта), добиваться увеличения стабильности их частоты и т.д. Часть этих вопросов решается и у нас в отделе, где в настоящее время работают два молекулярных генератора. Молекулярные генераторы и усилители являются новыми весьма перспективными орудиями в физическом исследовании. Можно надеяться, что с их помощью будут открыты новые закономерности и явления, недоступные для исследования существующими приборами.

Зав.отделом
доцент (В.С.Троицкий)

## СВЯЗЬ С ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ.

В 1958 году отделом № 7 НИРФИ совместно с ЦНИИ-11 закончена разработка приборов для прецезионного измерения малых мощностей от $10^{-15}$ до $10^{-6}$ватт (с точностью до ± 10%) в сантиметровом и дециметровом диапазоне волн. Приборы приняты Государственной Комиссией для серийного производства в 1959 г. Ценность таких приборов особенно будет ясна, если вспомнить, что до настоящего времени существовали лишь измерители для мощностей более $10^{-6}$ ватт и не существовало прямых измерителей меньших мощностей.

Эта работа являлась органическим следствием всей научной работы отдела в области радиоастрономии, начавшейся еще в 1948г. Уже тогда стало ясно, что используемый в радиоастрономии принцип измерения слабого радиоизлучения нагретых тел может быть с успехом применен для различных измерительных целей. В самом деле, этот принцип позволял принять строго известную мощность теплового радиоизлучения нагретых тел в качестве эталонной мощности, с которой можно сравнивать измеряемую.

В метрологии, как известно, метод измерения путем сравнения с эталоном считается наиболее точным. Идея использования электрических шумов теплового происхождения не нова, но ее существование в макете потребовало нескольких лет экспериментальной и теоретической работы, в которой участвовала большая группа сотрудников: В.Л.Рахлин, В.Т.Бобрик, З.И.Каменева, дипломник Антонин и другие. В результате в 1952-53 г.г. были созданы первые макеты и проверены в промышленных условиях на одном из заводов и в НИИ. Работа на этом этапе проводилась В.Л.Рахлиным, В.М.Родиной с помощью других сотрудников. В дальнейшем приборы непрерывно изучались и усовершенствовались в процессе радиоастрономических исследований, проводимых с их помощью отделом. При этом открывались все новые и новые области их применения для измерительных целей.

В настоящем виде приборы позволяют не только точно измерять очень малые мощности как синусоидального, так и шумового сигналов, недоступные для измерения существовавшими ранее способами, но производить прецезионные измерения аттенюации на СВЧ, измерять очень слабые поля, исследовать шумы в элементах радиосхем, измерять параметры антенн по внеземному радиоизлучению и их собственным шумам, производить радиоастрономические исследования и др.

Наконец, в 1956 г. по инициативе отдела и при поддержке заинтересованных организаций на основе имеющихся разработок, совместно с ЦНИИ-11 была начата опытно-конструкторская работа, закончившаяся построением приборов. На этом этапе отделом проводилась ~~в основном~~ главным образом теоретическая разработка отдельных, в основном технических, вопросов, требующих, однако, для своего решения определенной культуры в области измерений слабых шумов и радиоастрономических исследований.

Большая работа проделана в этой области А.М.Стародубцевым, принимали участие также А.Н.Малахов, аспирант Н.М.Цейтлин и др.

С 1951 года по вопросам измерений и приборов опубликовано в печати около 10 работ и написано несколько научных отчетов.

В настоящее время один из образцов приборов готовится на Нью-Йоркскую выставку 1959 года.

Зав.отделом № 7 (В.С.Троицкий)

Отчет о связи
с промышленностью зав. отдела №7
В.С. Троицкого.
1958 г.

План работы В.С. Троицкого по исследованию Луны и планет на 1961 год. Направлен в обсерваторию Харькова Н.П. Барабашову

Харьков 22
ул. Сумская д 85
обсерватория Н.П. Барабашову

Глубокоуважаемый Николай Павлович !

Сообщаю вам план работ по исследованию Луны и планет на 1961 год.

Луна.

В 1961 г. будет проводится комплексное исследование природы верхнего покрова Луны как путем измерения ее радиоизлучения в различных диапазонах волн, так и путем лабораторных измерений электрических параметров земных пород. В соответствии с этим направлением исследования Луны будут выполнены следующие работы:

1. Исследование радиоизлучения Луны в двухмиллиметровом диапазоне волн.

2. Прецизионное измерение интенсивности радиоизлучения Луны на волне = 3,2 см и 1,68 с целью точного определения теплового режима ее поверхности.

3. Измерение электрических параметров различных земных пород на сантиметровых и миллиметровых волнах с целью отождествления лунных пород с теми или иными земными породами.

4. Измерение диэлектрической постоянной лунных пород на миллиметровых волнах по методу исследования изменения запаздывания фазы радиоизлучения по диску Луны.

5. Машинный расчет теплового режима поверхности Луны при различных параметрах верхнего слоя, в том числе при неоднородных моделях структуры слоя.

Планеты (Венера, Марс, Юпитер).

В 1961 г. в первое полугодие будет заканчиваться разработка чувствительных радиотелескопов для приема радиоизлучения планет. Во втором полугодии намечается проведение следующих исследований:

1. Измерение интенсивности радиоизлучения планет в четырехмиллиметровом диапазоне волн, а также на волне 3,2 см.

2. Подготовка интерферометра для измерения радиоразмеров планет на сантиметровых волнах.

( В.С.Троицкий)

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НИРФИ
ПО РАДИОАСТРОНОМИИ В 1966 г.

1. Впервые начаты радиоастрономические исследования в диапазоне субмиллиметровых волн. Проведено измерение излучения Солнца на волнах 0,74 и 0,87 мм, давшее значение эффективных температур соответственно 5200°К и 5350°К с точностью 10%. На волне 0,87 мм проведено исследование фазового хода радиоизлучения Луны, позволяющее определить затухание этих волн в веществе Луны и другие данные.

2. Проведены обширные измерения фазовой зависимости радиоизлучения Луны в коротком миллиметровом диапазоне на волнах 1,06 мм 1,26 мм 1,45 мм и 2,25 мм , позволяющие определить температурную зависимость тепловых и электрических свойств вещества Луны (Л.И.Федосеев, А.Г.Кисляков,А.И.Наумов).

3. Впервые проведены измерения радиоизлучения источников Телец А Стрелец А и Юпитера на волнах короткого миллиметрового диапазона (длина волны 2,1 мм). Потоки источников оказались неожиданно высокими, равными соответственно $(2,8 \pm 1)10^{-23}$ вт/м$^2$гц и $(7,5 \pm 4)10^{-24}$ вт/м$^2$гц. Высокое значение потока из центра галактики указывает на существование там некоторой особенности. Яркостная температура Юпитера на указанной волне оказалась равной $T_R = 160 \pm 80$°К (А.Г.Кисляков,А.И.Наумов).

Основные научные результаты отдела №7 по радиоастрономии в 1956 г.

Зав.отделом № 7 (В.С.Троицкий)

**НАИБОЛЕЕ КРУПНЫЕ РАБОТЫ, ПЛАНИРУЕМЫЕ НА 1968 год**

**ОТДЕЛОМ № 7 в КОНСТРУКТОРСКОМ БЮРО НИРФИ.**

**гр.Н.М.ЦЕЙТЛИНА**

I. Эталонный диск = I0 м.

**гр. К.С.СТАНКЕВИЧА**

2. Антенна с зеркалом 4 м на лафете КС-I9 для экспедиционных работ в горах.
3. Радиометр на 8 мм (совместно с 3 лаб.).

**гр.В.М.ПЛЕЧКОВА**

4. Разработка СВЧ блока диапазонного 6-I0 мм радиометра.
   Окончание работы февраль I968 г.
5. Разработка антенной системы и поворотного устройства с автоматическим сопровождением источника сигналов. Антенна 2+ 3 м.
   Окончание работы май I968 г.
6. Разработка конструкции для радиометра на = I,3 см для измерения влагосодержания атомфферы. Рм (совместно с 3 лаб.).
   Окончание работы май I968 г.

**гр.А.Г.КИСЛЯКОВА**

7. РТ-I5 (система сканирования, облучения и др.).
8. РТ-3 (антенна и поворотное устройство).

**гр.А.Ф.КРУПНОВА.**

9. Установка субмиллиметрового лазера с интерферометрами Фабри-Перо.

2

**гр.В.Н.НИКОНОВА**

Работы планируемые на 1968 год отделом №7 в конструкторском бюро НИРФИ

I0. Разработка чертежей блоков узлов и конструкторское оформление и компановка макетного образца интерферометра с большой базой.

II. Оформление документации макета интерферометра.

12 Доработка точного зеркала (подробнее) диаметром до 3 метров на предмет базы до 0,8 мм методом времени или другим.

30/8 67

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ отдела № 7 за 1969 г.

1. Разработан ~~Сооружен~~ и введен в опытную эксплуатацию меридианный радиотелескоп миллиметрового диапазона волн РТ-25 с разрешающей способностью на волне 2 мм по прямому восхождению равной 20 угловых секунд. Радиотелескоп является уникальным инструментом для радиоастрономических исследований на коротких миллиметровых волнах. Проведены первые измерения радиоизлучения Венеры (НИРФИ).

2. Впервые в нашей стране в результате работы, проведенной в НИРФИ совместно с ГНИПИ, разработан и создан радиоинтерферометр с независимым приемом и обработкой информации на вычислительных машинах, позволяющий получить сверхвысокое разрешение ~~порядка $10^{-3}$ – $10^{-4}$ угловой секунды~~. На интерферометре совместно с ФИАН проведены предварительные измерения угловых размеров некоторых радиоисточников на волне 3,5 метра.

3. Проведено измерение интенсивности космического реликтового излучения на волнах 0,358 см , 47 см и 75 см. Соответствующая эффективная температура оказалась равной 2,40 ± 0,5 на миллиметровых волнах и 2,9 ± 0,5 на дециметровых. Измерения представляют большой научный интерес для космологии (НИРФИ).

3. ~~4.~~ Проведены впервые измерения радиоизлучения Марса на волне 2,3 мм, давшие значение яркостной температуры равные 236 ± 30°К (НИРФИ, КАО).

5. Завершена разработка радиометрического метода определения влагосодержания в земной атмосфере по ее излучению в линии поглощения ~~[illegible]~~ водяного пара (длина волны 1,35 см). Проведены обширные измерения влагосодержания атмосферы над Атлантическим океаном с экспедиционного судна "Курчатов". Получены данные о широтном рас-

Основные научные результаты
отдела №7
за 1969 год

пределении паров воды в Атлантике. Показана возможность использования радиометрического метода для получения данных о движении влажных воздушных масс над океаном и перспективность применения нового метода в практике метеорологических измерений (НИРФИ, институт Океанологии).

6. В результате многолетних исследований электромагнитных свойств силикатных пород Земли обнаружена закономерная статистическая связь диэлектрической постоянной и удельного угла потерь на сверхвысоких частотах с содержанием восьми главных окислов породы. Установленная закономерность позволяет по известному химсоставу и плотности породы определить вероятное значение диэлектрической постоянной и угла потерь, а также решить обратную задачу-при известных электрических свойствах оценить вероятную концентрацию восьми главных окислов в породе. Последнее может быть перспективным при астрофизическом исследовании состава поверхностей планет. Полученные зависимости имеют характер хорошо известных в петрографии вариационных диаграмм Харкера (НИРФИ).(Троицкий, Кротиков,Бондарь).

7. Проведено эталонирование излучения Кассиопеи А и Лебедя А в диапазоне волн от 3,2 см до I м с повышенной точностью измерения потоков. В использованном диапазоне волн получены детальные спектры указанных источников. Работа позволяет выявить спектральные особенности векового изменения интенсивности Кассиопеи А.

В.С.Троицкий

Краткий отчет о работе отдела № 7 НИРФИ в области исследования Луны и планет в 1970 г.

1. ~~В 1970 г. Подведены итоги исследований Луны радиоастрономическими методами.~~ На основании проведенных ранее теоретических ~~изысканий~~ и исследований теплового режима радиоизучения Луны во время лунного затмения, а также обобщения ~~данных~~ результатов ~~экспериментального материала~~ по экспериментальным исследованиям радиоизучения в широком диапазоне волн, уточнены ~~сведения~~ структура, химсостав, электрические параметры верхнего покрова Луны, а также зависимость их от температуры. По результатам радиоастрономических исследований получены сведения о потоке тепла собственных лунных недр и концентрации ~~из~~ радиоактивных изотопов в лунной коре. [1;2]

2. В широком диапазоне волн проведены исследования электрических характеристик изверженных горных пород. Установлена связь удельного тангенса угла диэлектрических потерь и диэлектрической постоянной с химическим составом породы. Для интрузивных пород эта связь представлена в виде вариационной диаграммы, аналогичной диаграм-

химсостава Харкера. По величине удельного тангенса угла диэлектрических потерь определенного для Луны, на основании радиоастрономических наблюдений и результатам исследования земных пород, определен вероятный химсостав верхнего покрова Луны. Полученные результаты согласуются с результатами непосредственных измерений хим состава лунного грунта (данные Аполлон-11, 12 и Луна-16). [3]

3 Для различных значений теплового параметра $\gamma = (K\rho c)^{1/2}$ проведено рассмотрение температурного режима верхнего покрова Марса. На различных ареографических широтах получены суточные изменения температуры для различных марсианских сезонов. Разработана теория радиозондирования Марса и методика определения электрических параметров его верхнего покрова [4,5] позволившая на основании обобщения ~~этих~~ ~~эк~~ известных ~~экспериментальных~~ данных (~~определить~~ ~~тангенс~~ ~~тангенсу~~ оценка удельного тангенса угла диэлектрических потерь марсианского грунта.

~~На основании~~

На основании измерений электрических ~~параметров~~ свойств горных пород отождествляемых с ~~верхнего~~ породами верхнего покрова Марса (совместно с ГИКИ АН СССР) показано, что лимонит и гетит в сегег-

вероятно пройдом состоянии не может быть доминирующей компонентой марсианского грунта. (Отчет НИР „Исследование электрических свойств горных пород, отождествляемых с породами верхнего покрова Марса“).

Совместно с Крымской астрофизической обсерваторией проведены измерения радиоизлучения Марса во время противостояния Марса 1969г. Средняя по диску эффективная температура Марса на волне 8,15см оказалась равной 210±30°К а на волне 2,3мм – 240°±34°К. По результатам измерений ~~[illegible]~~ и путем сопоставления с теорией установлено значение удельного тангенса угла диэлектрических потерь марсианского грунта на мм. волнах. $tg\delta = 0,5$ [5]

~~Одновременно на радиотелескопе Аверойской на~~

В результате одновременных измерений радиоизлучения Марса на волне 11,1 получено, что его эффективная температура на этой волне равна 194±18°К

Эффективная температура Венеры на этой волне оказалась равной 710±35°К [6]

Литература.

1. В.С. Троицкий Т.В. Тихонова
„Тепловое изучение Луны и физические свойства ее верхнего покрова"
Изв. высш. уч. зав. Радиофизика 13 №9 (1970)
Проведено обобщение отечественных и зарубежных исследований Луны по ее собственному изучению, с привлечением радиолокационных данных и лабораторных исследований электрических и тепловых параметров земных аналогов вещества верхнего покрова Луны. Уточнены данные о структуре, химсоставе, ~~электрических~~ ~~потоки тепла~~ тепловых и электрических параметах лунного грунта, потоке тепла из недр Луны и распределении радиоактивных изотопов в лунной коре.

2. В.С. Троицкий
Эффективная толщина радиоактивного слоя Луны. Астр. вестн. Т. 4 1970г.

~~По~~ Из экспериментальных данных об общем содержании радиоактивных элементов в теле Луны, определенном радиоастрономическими методами и концентрации радиоактивных элементов на поверхности Луны, полученных в результате экспедиции „Аполлон-11" показано, что ~~определенное количество~~ ~~радиоактивных~~ радиоактивный элемент сосредоточен в слое 60-70 км. Эта

величина в 1,5 - 2 раза больше чем следует из расчетов по тепловой теории Луны. Обсуждаются причины указанного расхождения.

3. В.С. Троицкий, Л.Н. Бондарь, М.Р. Зелинская, К.М. Стрежнева.
~~An possibility of the investigation of~~
„Chemical composition of lunar surface material determinated by radioastronomical observations"
Radio Science N1 1970.

~~Показано, что для земных~~ земных пород величина $tg\delta/p$ и $a = (\sqrt{\varepsilon}-1)/p$. в широком диапазоне волн
На основании исследований электрических характеристик изверженных горных пород установлена связь удельного тангенса угла диэлектрических потерь и диэлектрической постоянной с химическим составом породы. ~~Показана удельного~~
Для интрузивных пород эта связь представлена в виде вариационной диаграммы, ~~на~~ аналогичной диаграмме хим. состава Харкера. По величине удельного тангенса угла диэлектрических потерь определенного для Луны на основании радиоастрономических наблюдений и результатам исследований земных пород определен вероятный хим. состав верхнего покрова Луны. Полученные результаты сопоставлены с результатами непосредственного анализа хим. состава лунного грунта (данные Аполлон-11, 12 и Луна 16).

4. В.С. Троицкий

„О возможностях исследования свойств вещества Марса по его радиоизлучению."

Астрономический журнал
47 N 2 1970.

5 V.S. Troitsky.

On possibilitis of the investigation of Mars matter properties from Mars radiation"

Radio Science

Разработана теория радиоизлучения Марса и показана возможность определения затухания радиоволн в веществе его верхнего покрова. На основании сравнения теории с ~~результатами экспериментов~~ известными экспериментальными данными сделана оценка величины удельного тангенса угла диэлектрических потерь марсианского грунта. ~~Обсуждаются возможности~~ Намечены пути дальнейших исследований Марса для уточнения ряда физических характеристик и определения вероятного химсостава его верхнего покрова.

8. В.С. Лазаревский на 1970

Карта видимых путей планет по месяцам.

„Земля и вселенная" N 1 N 2 N 3 N 4 и N 5 1970

9. В.С. Лазаревский

Ежегодные таблицы планет.

Астрономический календарь на 1971 г.

10. С.А. Шмуневич.

„Определение диэлектрических характеристик горных пород в диапазоне длин волн 08 – 60 см"

Физика земли N 10 1970 г.

Доклады сделанные в 1970 г.

1. В.А. Ефанов А.Г. Киселев И.Г. Моисеев А.И. Начинов „Марс и Юпитер: радиоизлучение на волнах 2 и 8 см"

Доклад на XIV Генеральной ассамблее МАС (1970)

2. В.С. Троицкий

Распределение радиоактивных элементов в лунной коре

КОСПАР, Ленинград, (1970)

3 В.С. Троицкий

Радиоастрономические и радиолокационные наблюдения Марса

Пленум комиссии по физике планет, Горький (1970)

4 В.С. Троицкий О.Б. Цуко В.Д. Кротиков

„О температурном режиме верхнего покрова Марса" Пленум комиссии по физике планет

Горький, 1970

5. С.А. Шмуневич М.Р. Зенкина Л.Н. Бондарь Н.И. Крупенко

„Диэлектрические свойства марсианских горных пород"

Пленум комиссии по физике планет Горький, 1970.

УТВЕРЖДАЮ:
Зам.директора НИРФИ
"2" февраля 1970 г.

УТВЕРЖДАЮ:
Зам.директора ИРЭ АН СССР
к.т.н.
(А.В.СОКОЛОВ)
"6" февраля 1970 г.

# ДОГОВОР

## о социалистическом содружестве

Настоящий договор заключен в честь 100-летия со дня рождения В.И.Ленина между Отделом 7 Научно-исследовательского радиофизического института (г.Горький) и лабораторией 123 Института радиотехники и электроники АН СССР.

Целью договора является совместная разработка методов анализа радиоастрономических сигналов на электронно-вычислительных машинах и внедрение в НИРФИ, разработанной в ИРЭ АН СССР аппаратуры кодирования и ввода данных измерений в ЭЦВМ.

Стороны берут на себя выполнение следующих работ:

1. Провести совместные семинары с обсуждением вопросов обработки сигналов радиоинтерферометрических наблюдений. I квартал (Отдел 7 и лаб. 123).

2. С целью внедрения разработанной в ИРЭ АН СССР аппаратуры предоставить Отделу 7 комплект устройства кодирования и ввода данных в ЭЦВМ. Ш кв. (лаб. 123).

3. Оказывать консультации по применению аппаратуры кодирования и ввода в ЭЦВМ (лаб. 123).

4. Провести обработку сигналов радиоинтерферометрических наблюдений с применением аппаратуры кодирования и ввода в ЭЦВМ. IУ квартал (Отдел 7).

От НИРФИ
Зав.отделом 7
(В.С.Троицкий)

От ИРЭ АН СССР
Зам.зав.лабораторией 123
(А.М.Шаховской)

Глубокоуважаемый
Всеволод Сергеевич!

Направляю Вам оформленный
Договор. Надеемся, что наше содру-
жество будет успешным.

С уважением

08.02.70

Договор о социалистическом
содружестве между
НИРФИ и ИРЭ АН СССР
с сопроводительным письмом
А.М. Шаховского.
1970 г.

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

по статистической радиофизике в отд.№ 7

с 1956 года.

Проводилось теоретическое и экспериментальное исследование флюктуаций колебаний в различных автогенераторах (Троицкий,Малахов)

Разрабатывались новые методы решения задач о флюктуациях частоты и амплитуды в автогенераторах, позволившие решить задачу учета влияния периодической нестационарности дробовых шумов на ширину линии колебаний (Троицкий). Это дало возможность учесть влияние фликкер тока лампы на амплитуду колебаний.
На основе этой теории изучены флюктуации колебаний магнетрона (Никонов), молекулярного генератора (Троицкий) и др.СВЧ генераторов

Проводилось исследование влияния флюктуаций параметров генераторов на спектр флюктуаций частоты и амплитуды (Малахов).
Вместе с этим проводилась разработка методов измерений флюктуаций частоты, в особенности для СВЧ генераторов (Троицкий) и для высокостабильных генераторов на кварце или молекулярном пучке (Чикин).
Впервые проведено измерение ширины линии молекулярного генератора, подтвердившее теоретические оценки.

Экспериментально исследованы флюктуации частоты, амплитуды и ширины линии клистронного, магнетронного (Никонов) и кварцевого генераторов (Чикин).

По этим вопросам опубликовано около 15 работ (Чикин,Троицкий, Малахов, Никонов), написана монография (Малахов), написано две диссертации (Никонов,Чикин), из которых одна защищена.
Результаты работ широко используются в промышленности в части создания измерителей флюктуаций частоты.

Основные научные результаты
по статистической радиофизике в отделе №7.
1950-60 гг.

С. С. С. Р.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОСВЯЗИ
им. А. С. ПОПОВА

Центральное правление

Москва, 9 ул. Горького, 7, подъезд 3 Телефон К 5-77-87. Для телеграмм: Москва, ВНОРиЭ

27 апреля 1956 г. № 210 на В/№

Уважаемый тов. тов.ТРОИЦКИЙ В.С., СТАРОДУБЦЕВ А.М., СЕРЕБРЕННИКОВ В.С.

В программу Всесоюзной научной сессии, посвященной "Дню радио" включен Ваш доклад на тему:

"РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФЛОКТУАЦИЙ ФАЗЫ КОЛЕБАНИЙ НЕКОТОРЫХ ГЕНЕРАТОРОВ СВЧ"

который состоится на заседании 12 мая с.г.

Прошу не позднее 3 мая с.г. представить Ваши предложения по докладу для включения их в решение сессии.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ Седуянова (Седуянова)

Сообщение Научно-технического общества радиотехники и электросвязи им. А.С. Попова по поводу включения доклада В.С. Троицкого в программу Всесоюзной научной сессии, посвящённой «Дню радио». 1956 г.

Директору НИРФИ проф.ГРЕХОВОЙ М.Т.

Поскольку созданная Вами комиссия по отделу № 13 заслушивала мое мнение о судьбе работ отдела, то,во избежание неточностей, считаю необходимым изложить свое мнение письменно.

Я считаю, что работы отдела № 13 должны быть сохранены и продолжены в НИРФИ, так как с одной стороны представляют самостоятельный интерес, а сдругой ± тем связана с вопросами разработки квантовых усилителей и генераторов и вообще исследованиями квантовых явлений в радиофизике.Кроме того, в отделе созданы определенные материальные ценности (газовый спектроскоп, источники пучков и др.), а главное имеются люди, освоившиеся с этой областью работ.

Я считаю, что работв в отделе № 13 должны быть продолжены. Одной из организационных форм этого могло быть передача этой группы в один из подходящих по тематике отделов.

В частности, учитывая все сказанное, а также предложение Льва Леонидовича и, повидимому, отсутствие других подходящих отделов, при которых была бы эта группа, я готов согласиться взять на себя дополнительную нагрузку, связанную с работой этой группы при отделе № 7., одного изменив направление работы из пункта № 2. в сторону исследования пучков.

11.XII.58 г. Зав.отд.№ 7 /В.С.Троицкий/

Докладная записка В.С. Троицкого М.Т. Греховой о сохранении и продолжении работ отдела №13 по направлению: исследование квантовых явлений в радиофизике, на базе отдела №7. 1958 г.

1

# Исследование низкочастотных флюктуаций амплитуды колебаний лампового генератора.

Логачев В.А., Поздеев О.Д. Троицкий В.С.

Приводятся результаты экспериментального исследования низкочастотных (f = 100 гц) амплитудных флюктуаций лампового генератора. Результаты эксперимента сравниваются с теорией.

В работах [1],[2] исследовалась задача о воздействии фликкер-шума лампы на амплитуду и частоту колебаний лампового генератора. Расчёт, проведенный для генератора с контуром в цепи анода при аппроксимации анодно-сеточной характеристики лампы полиномом третьей степени, даёт следующее выражение для спектральной плотности амплитудных флюктуаций, обусловленных фликкер-шумом лампы

$$W_\alpha(f) = \frac{\omega_0^2}{4p^2 Q^2} S_3(f) \qquad (1)$$

Здесь $W_\alpha(f)$ - спектральная плотность относительных флюктуаций амплитуды колебаний $\omega_0$ - частота колебаний, $Q$ - добротность контура, $p$ - крутизна предельного цикла, $S_3(f)$ - спектральная плотность относительных флюктуаций

Первая страница чернового варианта статьи
В.А. Логачёва, О.Д. Поздеева, В.С. Троицкого
«Исследование низкочастотных флюктуаций амплитуды колебаний лампового генератора». 60-е годы

## КВАНТОВАЯ РАДИОФИЗИКА

Результаты работ по квантовой радиофизике отдела №7. 1965 г.

Проводилась работа по исследованию молекулярных пучковых генераторов. Экспериментально исследованы условия формирования молекулярного пучка (А.И.Наумов, [redacted]), построена соответствующая теория, описывающая основные явления образования молекулярного пучка (В.С.Троицкий). Разработаны вопросы теории флюктуаций частоты и амплитуды молекулярного пучкового генератора (В.С.Троицкий, [redacted]). Измерена спектральная ширина линии молекулярного генератора на аммиаке (А.И.Чикин). Созданы отпаянный и безазотные молекулярные генераторы (А.Ф.Крупнов,В.А.Скворцов). Разработана более полная и точная теория колебаний пучковых молекулярных генераторов (В.Б.Цареградский). Разработан и запущен первый в мире молекулярный генератор на формальдегиде на волну четыре миллиметра, работающий как с обычным контуром, так и с контуром Фабри-Перо (А.Ф.Крупнов, В.А.Скворцов).

Отправлено 9.X.68.

Троицкому

МЕЖДУНАРОДНАЯ ТЕЛЕГРАММА

МИНИСТЕРСТВО СВЯЗИ СССР

ПРИЕМ

Бл. № 894

Принял. PL.H876

Из LONDONLH 25 17 1168

Служебные отметки:

ПЕРЕДАЧА

№ связи

Передал

ELT DOCTOR V S TROITSKII
THE SCIENTIFIC RADIO
PHYSICAL INSTITUTE STATE
UNIVERSITY OF GORKY
GORKY USSR

~~исправленную корректуру на совещание по~~ международному излучению

CORRECTED PROOFS INFRA RED DISCUSSION MEETING
URGENTLY AWAITED LONROYSOC LONDONSW1
COL V S LONROYSOC LONDONSW1

срочно шлем.
Лондон.

НИРФИ
18-10 1968 г.
Входящий № 181
Дело №

Телеграмма с просьбой выслать исправленную корректуру доклада В.С. Троицкого на совещание по инфракрасному излучению. Лондон. 1968 г.

Глубокоуважаемая Мария Тихоновна!

Вероятно Вы уже знаете мои прошлые впечатления. Мне показалось, что конференция была на ~~достаточно~~ хорошем научном уровне. Прошла ~~организовано~~ довольно активно. На первом пленарном заседании был почти полный зал человек около 500 правда зарегистрировавшихся около 400. На ~~пле~~ секционных заседаниях присутствовало около 200 чел. правда к концу заседаний уехали и разбежались ~~остались~~ до половины. На некоторых секционных заседаниях было присутствовало до 250-200 чел. Приезжих было 200, число 320 заявленных эти очень скудно наши планы размещения. ~~Всего~~ Много бесед, обсуждений состоялось о кулуарах и в НИРФИ. Многие работники промышленных НИИ интересовались ~~работами в НИРФИ~~ работами в НИРФИ. В частности много интересовались работами по физике нейтрино. Была целая группа из ИНИ, которые, как они выражаются, много почерпнули полезного ознакомившись с работами и аппаратурой по физике нейтрино. ~~Мы Бостон интерес был проявлен~~ Много было ~~из~~ немецких посетителей что-то по ионосфере и генераторам, однако, как Вы знаете ничего кроме ~~расчетов~~ теоретических расчетов мы не имеем. Посещались другие отделы, ~~и~~ Мюллер сказал, что он доволен он гостей.

Не обошлось конечно и без нарушений намеченной программы пленарных заседаний. Как Вы знаете, митинг был, не приехал Л. Альперт не уведомив об этом, а также в последний день прислал телеграмму Добротину о невозможности приезда П. Говорова. Мне удалось сверстать с Н.Г. Басовым (он теперь зам. директора ФИАН) ~~обратно~~ ~~пленум~~ и попросить поехать завод

Письмо В.С. Троицкого М.Т. Греховой о результатах конференции по статистической радиофизике. 1958 г.

тогда доклад не состоялся. Они
приехали Маленков. Он с поезда
прямо на доклад. Всего на
расширенном пленуме заседания
было два доклада первый был посвящен
обсуждению доклада А.И. Малохова об
фланнер-шуме и затем и почему
доклад Малохова приехал Маленков и
сделал, мне кажется, не плохой доклад
о новых успехах и недостатках.
Доклад Малохова почти был разнесен
и содержание его не только мое
мнение, но и С.М. Ратова и И.Л. Бернштейна
а последний Вы знаете как придирчив.
Сейчас пошли все дела по нормированию
значительно осложнились финансовые. ~~Сверх~~
Открылся перерасход сверх единых ЛНО
на нов год на те 5 600 р, которые
не дали еще Аноратия. Мари Ефремовна
~~сказ~~ Жебровская сказала, что
я пройдет случае отложит Подписывать
Мы высылаем или ~~выш~~ снегу. Восстановим
перерасход на Вами в гостинице.
~~Мы Чтобы, прежде и у Нашего сотрудника~~
~~по отделу, будем и Вам просить.~~
Теперь одна просьба если Вы будете
~~в Ташкенте~~ встречаться с Товеддиновым.
Они имеют доклад на днях сосуды для
переброски ~~[illegible]~~ белисова, необходимо
~~и в [illegible]~~ для работ по радиоснаряжению
и другим. Не сможет ли они передать
пару штук в НИТФИ пер-ли они
не используют все сами. У нас же сейчас
работы настолько продвинулись вперед,
что в декабре-январе дюары ~~будут~~
~~[illegible]~~ могут уже использоваться.
Я 29го или 30го уезжаю в Феодосию
до 9го–10го числа, возможно в Москве
буду один день, а может быть прямо с
поезда на поезд. ~~Теперь работы которые~~

Мой поздравления сверхи Бальше с тем новым применением радиоастрономической аппаратуры, о которой мы с Вами уже говорили.. Желаю Вам здоровья и бодрости. Передайте привет Анисиму Ивановичу и пожелание здоровья. ~~Мы часто~~

Посылаю Вам решение конференции. Может быть для чего-нибудь будет нужно. Решение послан также Анисиму Ивановичу в „Узкое".

С приветом [illegible]

*В. С. ТРОИЦКИЙ, В. Л. РАХЛИН, А. М. СТАРОДУБЦЕВ и В. Т. БОБРИК*

# РАДИОТЕЛЕСКОПЫ ГОРЬКОВСКОЙ РАДИОАСТРОНОМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ «ЗИМЕНКИ»

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящей статье приводится описание аппаратуры, разработанной для радиоастрономических исследований, ведущихся на радиоастрономической станции «Зи́менки» Горьковского исследовательского физико-технического института (ГИФТИ) Горьковского университета.

Первый модуляционный радиотелескоп был изготовлен одним из авторов в 1947 г. на длину волны 4 м, и с ним проводились единичные измерения радиоизлучения Солнца [1]. Сантиметровая аппаратура на длину волны 10 см была изготовлена также в 1947 г. И. Л. Берштейном по типу радиометра Дика [2], в котором используется модуляционный метод приема сплошного спектра (см., например, [3]). Однако по ряду технических причин аппаратура не могла быть использована для систематических наблюдений. Параллельно с этим велась разработка радиотелескопа на длину волны 1,5 м.

В то время еще не было сведений о применении модуляционного метода при измерениях на метровых волнах. Поэтому значительное внимание уделялось разработке и обоснованию различных методов модуляции [1] на у. к. в. В результате в 1948 г. был построен и в 1949 г. пущен в эксплуатацию радиотелескоп на волне $\lambda=1{,}5$ м (рис. 1), основанный на модуляционном принципе. Модуляцию можно было осуществлять двумя способами: переключением входа усилителя с антенны на эквивалент и «качанием» диаграммы направленности антенны. Особая схема переключения (см. ниже) обеспечивала практически мгновенный переход от эквивалента к антенне. Модуляция «качанием» диаграммы направленности была применена для того, чтобы исключить влияние фона галактического радио-

Первая страница доклада: В.С. Троицкий, В.Л. Рахлин, А.М. Стародубцев, В.Т. Бобрик «Радиотелескопы Горьковской радиоастрономической станции «Зимёнки». Труды V-го совещания по вопросам космогонии. М.: изд-во АН СССР, 1956 г. Стр. 37-80

Заместителю председателя Астросовета АН СССР,
председателю комиссии по исследованию Солнца
чл. корр. АН СССР Э.Р.Мустелю.

Копия Комиссии по радиоастрономии.

В настоящее время сеть наблюдательных пунктов СССР за радиоизлучением Солнца оборудована самодельными весьма несовершенными радиометрами преимущественно метровых волн. Наблюдения на сантиметровых волнах ведутся полным лишь в двух пунктах ( Горький, Пулково ). Слабое развитие наблюдений на СМ что об"ясняется большими трудностями изготовления радиометров сантиметровых волн. Несовершенство самодельной аппаратуры вносит значительные расхождения в данные, не обеспечивает желательной высокой точности абсолютных измерений.

В настоящее время создалась реальная возможность ликвидировать кустарщину и обеспечить изготовление радиометров промышленностью. Дело в том, что НИРФИ совместно с предприятием п/я № 446 г.Горький, Комитета по радиоэлектронике разработаны радиометры ( тема "Дыня" ) (ИМШ-1Г2) на сантиметровые и дециметровые волны (два типа ИМШ-1Г3; ИМШ-1Г4 разные волны). В настоящее время образцы проходят государственные испытания. Предполагается изготовление в 1959 небольшой партии около 10 шт. на одном из заводов г.Горького. Эти приборы разрабатывались по данным отдела радиоастрономии НИРФИ для промышленных применений, однако технические требования составлялись с учетом основного применения в радиоастрономии. Мне кажется, в настоящее время наступил момент, когда можно от АН СССР поставить вопрос перед соответствующими организациями об увеличении опытной серии до 20 - 30 шт. с тем, чтобы

снабдить все обсерватории Союза и радиоастрономические учреждения указанными приборами. Стоимость, как сообщено, будет не более 70 тр комплекта на одну волну.

Кроме того, по нашей же инициативе запланирована разработка промышленных радиометров на метровые волны. и другие диапазоны волн. Таким образом, повидимому, этими приборами будет охвачен весь интересующий радиоастрономию диапазон волн.

По нашему мнению целесообразно, чтобы от имени АН СССР в Комитет по радиоэлектронике было письмо с просьбой об ускорении разработок таких приборов или в какой-либо другой форме. Целесообразно по этим вопросам связаться предварительно с директором предприятия п/я 446 А.П.Горшковым, изготовляющим приборы по теме "Дыня" и планирующим дальнейшую разработку подобных приборов.

Письмо В.С. Троицкого заместителю
председателя
Астросовета АН СССР,
председателю комиссии
по исследованию Солнца
чл.-корр. АН СССР Э.Р. Мустелю
с просьбой об ускорении
разработок и изготовления
радиометров на сантиметровые
и дециметровые волны.
1958-1959 гг.

Москва. Астросовет АН СССР,

чл.-корр. АН СССР Э.Р. МУСТЕЛЬ.

Глубокоуважаемый Эвальд Рудольфович!

В связи с тем, что 31.07.62. будет наблюдаться в Африке кольцеобразное затмение Солнца, а НИРФИ уже много лет, начиная с 1952 года систематически проводит радионаблюдения затмения Солнца и наблюдение этого затмения ~~для нас~~ представляет большой интерес, т.к. завершает одиннадцатилетний ~~солнечный~~ цикл, мы предполагаем ~~послать в Африку свою~~ направить для наблюдения затмения небольшую экспедицию.

Основными задачами перед экспедицией ставятся:

1. Определение радиодиаметра Солнца на волнах 3,2 см и 1,6 см, и следовательно, эффективных высот излучающих слоёв и их температуры. Выявление медленной одиннадцатилетней компоненты изменения радиодиаметра Солнца

2. Измерение поляризации излучения спокойного Солнца с целью выяснения возможной поляризации теплового радиоизлучения и определения отсюда среднего магнитного поля Солнца на волне 3,2 см.

НИРФИ обратился в Министерство Высшего и Среднего Специального Образования СССР с ходатайством о выделении нам необходимых средств для проведения данной экспедиции.

К Вам мы обращаемся с просьбой поддержать перед Министерством наше ходатайство и включить нашу группу научных сотрудников в количестве 4 - 5 человек в состав экспедиции АН СССР.

Копия нашего письма министру т. ЕЛЮТИНУ В.П. - прилагается.

Уважающая Вас

профессор М.Т. Грехова.

Письмо директора НИРФИ М.Т. Греховой
в Астросовет АН СССР чл.-корр. Э.Р. Мустелю
с просьбой о включении группы научных сотрудников НИРФИ
в состав экспедиции в Африку.
1961 г.

Глубокоуважаемый Эвальд Рудольфович!

Примите мою благодарность за внимание и приглашение участвовать в экспедиции по наблюдению кольцеобразного затмения Солнца 31 июля 1962 года в Африке. НИРФИ регулярно, начиная с 1952 года, проводит радионаблюдения затмения Солнца и уже однажды проводил наблюдение кольцеобразного затмения / в КНР на острове Хайнань в 1958 г./, которое дало ряд результатов. Проведение наблюдения в условиях спокойного Солнца в 1962 г. позволит выявить медленные одиннадцатилетние вариации параметров хромосферы и нижней короны. В настоящее время мы имеем весьма совершенную аппаратуру, которая может быть перевезена даже на небольшом самолете и с помощью которой можно получить ценные измерения при высокой их точности. Основные задачи, которые мы ставим в данной экспедиции, являются следующие:

1. Определение радиодиаметра Солнца на волнах 3,2 см и 1,6 см и, следовательно, эффективных высот излучающих слоёв и их температуры. Выявление медленной /одиннадцатилетней/ компоненты изменения радиодиаметра Солнца.

2. Измерение поляризации спокойного Солнца с целью выяснения возможной поляризации теплового радиоизлучения и определение отсюда среднего магнитного поля Солнца на волне 3,2 см.

Для выполнения этой программы НИРФИ использует два радиотелескопа на волнах 3,2 см и 1,6 см. При условии, что будет иметься электропитание 220 вольт, 50 герц, мощностью около 3 киловатт, для обслуживания этих телескопов необходимо четыре человека. Для обслуживания одного радиотелескопа при тех же условиях снабжения электроэнергией необходимо три человека. Если в составе экспедиции не предусматривается передвижная электростанция или электропитание от местной станции, прошу Вас уведомить нас заблаговременно, чтобы мы могли приобрести передвижную электростанцию. Однако последняя потребует обслуживающего персонала и горючее.

Уважающий Вас

г.Горький, 08.05.61. В.Троицкий.

Письмо В.С. Троицкого чл.-корр. Э.Р. Мустелю
с благодарностью о приглашении участвовать
в экспедиции по наблюдению
затмения Солнца 31.07.1962 г. в Африке.
1961 г.

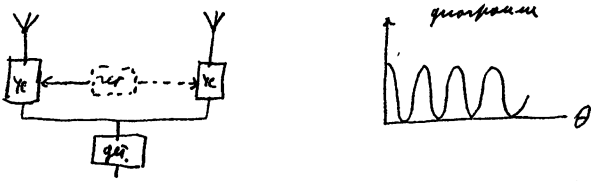
~~Троицкий~~

Доклад на юбилейном совете НИРФИ
6/II 67 г.

Радиоинтерферометрия высокого разрешающего силы.

План

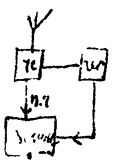
1 Принцип интерферометра.




а) Измерение координат. б) Измерение размеров источника по ~~видимости~~ видимости модуляции

2. Техник несовершенство требует применения гетеродинных усилителей.
Необходимости общего гетеродина.

3. Предел разрешающей силы. Нестабильность лимитирует пределы $l\,10^{-5} \leq \lambda$ $l_{max} = 10^5 \lambda$
для и диаметр антенны



4. Независимые гетеродины. Хронометр диаграммы – бесконечная диаграмма
~~а) Сосредоточение по времени~~ Требование отсутствия большого дрожания за время записи
~~б) Обработка~~ момента.
а) Непосредственное сложение векторов
б) Запись сигналов и послед. обработка

Определение только угловых размеров источн.

5. Система обработки записи
а) Аналоговая машина
б) Дискретная машина.

6. Уже разрабатывается аналоговая машина
Требования синхронного сложения записей
Пусть полоса $\Delta f = 100$ кгц тогда сложить за $1\,\mu s$
Если запись 10 см. то стабильность скорости $10^{-7}$

План доклада В.С. Троицкого на юбилейном совете НИРФИ.
1967 г.

Уважаемый Николай Семенович !

Рабочая группа по интерферометрии считает целесообразным провести в январе месяце семинар по вопросам интерферометрии с независимыми приемными системами. На семинаре предполагается заслушать и обсудить доклады, которые освещали бы методы решения ряда научных и прикладных задач, а также технику записи и ее обработки. Примерный перечень тем приводится ниже.

I. Наиболее важные конкретные задачи астрофизических исследований (постановка задач).

2. Измерение угловых размеров радиоисточников.

3. Методы определения координат источников радиоизлучения.

4. Методы получения радиоизображения.

5. Определение углового расстояния между источниками.

6. Определение координат и углового расстояния искусственных источников радиоизлучения.

7. Привязка по времени и по расстоянию удаленных пунктов.

8. Геофизические приложения. Скорость вращения Земли и т.д.

9. Системы записи и обработки данных.

I0. Вопросы применения интерферометров для исследования распространения волн.

Семинар намечается провести в г.Горьком в НИРФИ с 24 по 26.I. Предполагается, что число участников семинара должно быть не более I5-20 человек, по одному представителю от учреждения (без доклада) и не более 2-3 участника от учреждения с докладами.

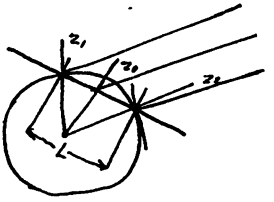
Прошу срочно сообщить в НИРФИ В.С.Троицкому темы сообщений и фамилии участников для бронирования мест в гостинице.

Тел. BI-90-9I доб.5-I3
В.С.Троицкий

По поручению рабочей группы В.С.Троицкий

Предлагаемый перечень тем для семинара
по вопросам интерферометрии
с независимыми приёмными системами

31/12 67 Применение интерферометра угловых размеров




$$\tau = \frac{L \sin z_0}{c} \qquad L = \frac{c\tau}{\sin z_0}$$

$$\tau = \frac{L \cos z_0}{c} \qquad L = \frac{c\tau}{\cos z_0}$$

$10^\circ = 10.3600''$

$+ 0{,}02''$

$\frac{205}{3600} = 44 \cdot 10^{-6}$

$6\,10^6$

$6_{\text{км}}$

При $z_0 \gg \frac{\pi}{4}$

Точность $\ln L = \ln c + \ln \tau - \ln \sin z_0$

$$\frac{\Delta L}{L} = \frac{\Delta c}{c} + \frac{\Delta \tau}{\tau} - \frac{\Delta \sin z_0}{\sin z_0} = c\% + \tau\% - \frac{\Delta z_0}{\operatorname{tg} z_0}$$

$\Delta z_0 \simeq 1'' = 0{,}5 \cdot 10^{-5}$ рад. $\qquad \frac{\Delta \tau}{\tau} = \frac{c\Delta\tau}{c\tau} \simeq \frac{\Delta L}{L} \doteq \frac{300.}{6\,10^3\,10^3} = \frac{1}{2\,10^4} = 5 \cdot 10^{-5}$ при $\Delta\tau = 1\,\mu s$

$$\frac{\Delta L}{L} = 10^{-6} + \frac{0{,}1\,\mu s}{\tau} + \frac{0{,}5\,10^{-5}}{\operatorname{tg} z_0} = 10^{-6} + 5 \cdot 10^{-5} + 5 \cdot 10^{-6} \approx 7 \cdot 10^{-5}$$

$L = 6\,10^3\,10^3 \qquad \Delta L = 400$ метров.

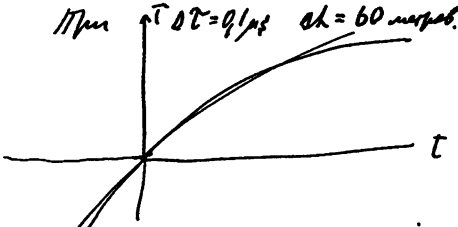
300.000

30

$100 \cdot 10^3$

При $\Delta\tau = 0{,}1\,\mu s$ $\Delta L = 60$ метров.

Вклад в ошибку дает еще также неточность времени в одном приемнике (нестабильность хода часов)




Приходится учесть поправку $3 \cdot 10^{-6}$ т.е. 20 метров!

20.

Относительные измерения радара ~ 6 м.

20 м

Современная точность по фазе 0,002 сек.

Время по фазе 0,02'' $\quad 1'' \sim 30$ м.

Скорость вращения Земли по углу $\tau(t)$

$$\frac{d\tau}{dt} = \frac{L}{c} \cos z_0 \frac{dz}{dt} = \tau'$$

Угловая скорость с точностью $10^{-9}$ $\frac{\text{рад}}{\text{сек}} \simeq \frac{10^{-9}\, 2\, 10^5}{\text{сек}} = \frac{2\,10^{-4}\,''}{\text{сек}}$

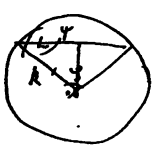
1 рад = 60.60.60 сек = $\qquad 1''_{\text{сек}} = \frac{1}{2\,10^5} = 5 \cdot 10^{-6}$

$R = 6\,10^6 = 6\,\text{км} = 60$, $\quad \frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta L}{L} - \frac{\Delta\varphi}{2}\frac{1}{\operatorname{tg}\frac{\varphi}{2}}$ $\quad 10^{-5}$ $\quad 10^{-6}$

$3\,10^6$ $\quad 0{,}2$

$$\frac{t_2 - t_1 = \Delta R + \tau}{t_2 - t_1 = \Delta t - \tau}$$

$\frac{ds}{d\varphi} = R \qquad s = \varphi R$




$L = 2R \cos\frac{\varphi}{2} = 2R \cos 90 - \frac{\varphi}{2} = 2R \sin\frac{\varphi}{2}$

$$R = \frac{L}{2 \sin\frac{\varphi}{2}}$$

Черновые записки по теме «Применение интерферометра угловых размеров». Составлены В.С. Троицким 31 декабря 1967 года

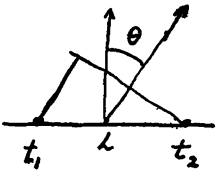
1

Семинар 15/I 68 г.

Об одном способе ~~привязки часов и~~ сверки часов и привязки континентов с помощью интерферометра

Сверка часов.

Рабочие материалы к семинару «Об одном способе сверки часов и привязки континентов с помощью интерферометра». 1968 г.




Пусть $t_1 = t_{1и} + \Delta t_1$ $\quad t_2 = t_{2и} + \Delta t_2$ где $t_{1и}$ и $t_{2и}$ – ~~неизвестные~~ мировое время $t_{1и} = t_{2и} = t_и$ а $\Delta t_1$ и $\Delta t_2$ погрешности времени. Время в обоих пунктах синхронизировано по моменту прихода на записях сигналов в обоих пунктах показания поправки. Последние будут иметь место при

$$t_1^0 = t_и^0 + \Delta t_1 + \tau \pm \alpha/\Delta f$$

$$t_2^0 = t_и^0 + \Delta t_2$$

$$t_2^0 - t_2^0 = \Delta t_2 - \Delta t_2 + \tau \pm \alpha/\Delta f$$

$$t_1^0 = t_2 + \Delta t_1 - \Delta t_2 + \tau \pm \frac{\alpha}{\Delta f}$$

Величина $t_1^0 - t_1^0$ – измеряется, $\tau$ рассчитывается ~~поэтому~~ определяется ~~поправка~~ поправка часов Луны по фронту.

Пусть $t_1$ и $t_2$ показания часов в одном и том же моменте времени. Часы показывают одно и то же мировое время.

Поправления будут иметь место при ~~в первом пункте~~ $t_1 + \tau \pm \frac{\alpha}{\Delta f}$ ~~во втором~~ $t_2$ приходе фронта волны

~~Обозначим~~ Пусть поправления ~~имеют~~ имеют место при $t_1^0$ и $t_2^0$ в момент ~~то~~ времени тогда $t_1^0 - t_2^0 = \tau \pm \frac{\alpha}{\Delta f}$

1 Попытаюсь сказать как нужно сверять часы по радиосигналу

На попрыг часов оказывается время прихода импульса. Считается что он приходит одновременно. Тогда ~~пок~~ попрыгушки часов дают их расхождение. Если время хорошо то

$$t_1 - \tau_1 = t_2 - \tau_2 + \Delta t \quad \text{где } \Delta t\text{-поправка}$$

~~$t_1 + \tau_1 = t_2 + \tau_2 + \Delta t$~~ $t_1 - t_2 = \tau_1 - \tau_2 + \Delta t$

а $t_1$ и $t_2$ – показания часов в момент прихода импульса

2. Вы не сами с интерферометром. Нужно зафиксировать момент прихода плоской волны в два пункта. Чем отличаются два простых плоских волны? Корреляция.

3. ~~Пусть корреляция этапов дорисовки или попрыгушки часов $t_1^0$ и $t_2^0$, тогда попрыгушки~~

$$\cancel{t_1^0 - t_2^0 = \tau + \frac{\alpha}{\Delta f}}$$

~~часов в момент прихода фронта в 2 будет $t_2$ а в $t_2$ пункт 1 будет $t_2$ в этом~~ ~~моменте времени часы будут в~~ в пункт 1 будут показывать $t_1$ а время прихода фронта в пункт 1 будет $t_1 + \tau = t_{1\tau}$ где $t_{1\tau}$ – момент времени ~~пик~~ в (1) пункт ~~ранее~~ сигнала корреспондента с пунктом (2) в момент $t_2$ Время $t_{1\tau}$ отличается с точностью $\frac{\alpha}{\Delta f}$

$$t_1 + \tau = t_{1\tau} \pm \frac{\alpha}{\Delta f}$$

3. ~~Пусть $t_1$ и $t_2$ показания часов в~~ ~~момент прихода фронта не совпадают времени. Для попрыгушки~~ ~~корреляции~~. Пусть $t_1$ и $t_2$ ~~время~~ показания часов в момент прихода фронта. Для установления по корреляции. Время пункт фронт был в момент отсчета

$$t_1 - \tau \pm \frac{\alpha}{\Delta f} \quad ; \quad t_2$$

$$t_1 - \tau \pm \frac{\alpha}{\Delta f} = t_2 + \Delta t$$

$$t_1 - t_2 = \Delta t + \tau \pm \frac{\alpha}{\Delta f}$$

Погрешность измерения $\Delta f = 10^6$ $\alpha \simeq 0{,}1$ $\frac{\alpha}{4f} = 0{,}1\,\mu s$

$$\tau = \frac{L \sin\theta}{c} \qquad \ln\tau = \ln L + \ln\sin\theta - \ln c$$

$$\frac{\Delta\tau}{\tau} = \frac{\Delta L}{L} + \frac{\cos\theta\, d\theta}{\sin\theta} - \frac{\Delta c}{c}$$

$$\Delta\tau = \tau\frac{\Delta L}{L} + \frac{L\sin\theta}{c}\frac{\cos\theta}{\sin\theta}\, d\theta - \frac{\Delta c}{c}$$

$$\Delta\tau = \frac{\cancel{L}\sin\theta\,\Delta L}{c\,\cancel{L}} + \frac{L}{c}\cos\theta\, d\theta - \frac{\Delta c}{c} = \frac{\Delta L}{c}\sin\theta + \frac{L}{c}\cos\theta\, d\theta - \frac{\Delta c}{c}$$

$$\Delta\tau = \frac{\beta L}{c}\sin\theta + \frac{L}{c}\cos\theta\, d\theta - \frac{\Delta c}{c} = \frac{L}{c}\left[\beta\sin\theta + \cos\theta\, d\theta\right] - \frac{\Delta c}{c}$$

$\beta = 10^{-5}$ $\quad d\theta = \frac{\pi}{4}$ $\quad d\theta = \frac{\pi}{2\cdot 10^5} = \frac{1}{2}10^{-5}$ при $\theta \simeq 0$

$$\Delta\tau \simeq \frac{L}{c}10^{-5} = 10^4\, 10^{-5}\,\mu s = 0{,}5\,\mu s \quad \text{при } L = 300^3\,\text{км}$$

Основная погрешность дает время – погрешность в координате. Остальные параметры ($L$) могут быть учтены при измерении

Измерение расстояния $L$

Часы сверены. Расхождение часов $\Delta t$.
Регистрируются импульсы при $\theta \geq 30°$. Разница показаний часов при нарастании фронта

$$t_1 - t_2 = \tau \pm \frac{\alpha}{\Delta f} \pm \Delta t$$

где $\Delta t$ – погрешность измерения часов $\Delta t = 0{,}1\,\mu s$

$$L = \frac{\tau c}{\sin\theta} \qquad \frac{\Delta L}{L} = \frac{\Delta\tau}{\tau} + \frac{\Delta c}{c} - \frac{\cos\theta\, d\theta}{\sin\theta}$$

$$\Delta L = \frac{\Delta\tau\, c}{\sin\theta} + \frac{\tau\,\Delta c}{\sin\theta} - \frac{\tau c}{\sin\theta}\frac{\Delta\theta}{\operatorname{tg}\theta}$$

$$\frac{\Delta L}{L} = \frac{\Delta\tau}{\tau} + \frac{\Delta c}{c} - \frac{\Delta\theta}{\operatorname{tg}\theta} =$$

Измерение точнее при больших $\theta$ т.е. время бора это измерить.

$$\Delta L \simeq 30\,\text{м.} + L\cdot 10^{-6} + L\cdot\frac{10^{-5}}{\operatorname{tg}\theta}$$

Чем меньше $L$ тем больше может быть $\theta$ и тем меньше ошибка из-за $\Delta\theta$

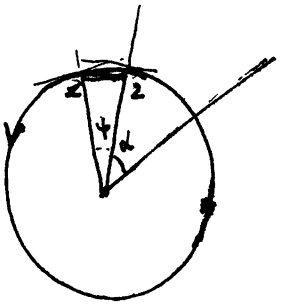
$L = R\psi$ Угол обзорности $z_1$ $\int z_1 - \psi \int \leq \frac{\pi}{2}$

~~$\psi - z_1 \leq \frac{\pi}{2}$~~

~~$\Delta A$ $t_1 \leq t_2$~~

Почему далее нет по службе времени
1) фронт пере при $\Delta f = 1$ мгц. тем фронт ~ 2 мкс
2. Следовательно измерения на СВЧ параллельно фронт другой фронт или иные небольшие фронты $\frac{c}{\Delta f}$. При н.ч. системы пер. восстановления, по которому время отсчет. Соответственно $c\tau = c\,10\cdot T = c\,10\frac{1}{f_0} = c\frac{10}{10^5} = 3\,10^3\cdot 10 = 10\lambda_0 = 3\,10^4$ км.
У нас пер. $l = \frac{c}{4f} = 300$ м.

При $L = 1000$ км $\varphi \approx 10°$ минимальная высота $\sim 5°$ ту




1) $z_1 = \varphi + \alpha$ $\quad$ $\underline{z_1 = \varphi + z_2}$

2) $z_2 = \alpha$

Угол к центру Зоры $z_0 = z_2 + \frac{\varphi}{2}$

Точнее $z_2 = z_0 - \frac{\varphi}{2}$

$$\left| \begin{array}{l} z_1 = \varphi + z_0 - \frac{\varphi}{2} = z_0 + \frac{\varphi}{2} \leq \frac{\pi}{2} \\ z_2 = z_0 - \frac{\varphi}{2} \leq \frac{\pi}{2} \end{array} \right|$$

$\underline{z_1 + z_2 = 2 z_0}$ $\qquad$ $z_1 + \alpha = 2 z_0$

Итак при $\varphi = 20°$ $\qquad$ $z_0 + 10 = 90$ $\quad$ $z_0 = 80°$

$z_0 - 10 < 90$

Итак $\operatorname{tg}\theta = \operatorname{tg} 80 \approx 6$ то ошибка $\frac{L\, 5 \cdot 10^{-6}}{\operatorname{tg}\theta}$

может быть снижена в 6 раз. до $10^{-6}$ снижит $L$ то угу 20° соответствует $L \approx 2000$ км и $\Delta L \sim 2$ м.

При полосе $\Delta f \approx 10$ мгц Ошибка может быть снижена до <u>3-5 метров</u> (безусловно ошибки с)

## ПРОГРАММА РАБОТ ПО ИНТЕРФЕРОМЕТРУ

### Горький-Ереван

I-й этап Техническое проектирование и наладка интерферометра на 75 см.

Отработка методики измерений. Срок - Май 1969 г. - май 1970 г.

I. Оборудование антенны 100 $м^2$ и 400 $м^2$ (НИРФИ)

2. Кварцевые и рубидиевые стандарты частоты (НИРФИ)

3. Подготовка водородного стандарта (НИРФИ)

4. Подготовка узкополосной системы записи (НИРФИ)

5. Приспособление БЭСМ-2 для ввода и обработки интерференционных сигналов (НИРФИ)

6. Оборудование антенны 1000 $м^2$ (Бюракан)

7. Изготовление параметрических усилителей (Бюракан)

8. Проведение наладочных измерений (Бюракан,НИРФИ).

II-й этап. Модернизация интерферометра на 75 см для достижения высокой чувствительности. Срок Май 1969 г.- окт.1970 г.

I. Подготовка специализированной ЦВМ для обработки сигналов $10^7$- $10^8$ бит.

а) Исследование возможности применения для обработки сигналов ЦВМ "Маршрут" в вычислительном центре АН Арм. ССР (Бюракан, НИРФИ).

б) Исследование возможности применения для обработки сигналов БЭСМ-6 (НИРФИ).

2. Подготовка широкополосных магнитофонов

а) Изучение вопроса использования отечественных магнитофонов (НИРФИ).

б) Приобретение магнитофонов широкополосной записи за рубежом (Бюракан,НИРФИ).

3. Снижение шумовой температуры Бюраканской антенны путем применения малошумящих предусилителей (Бюракан).

4. Разработка новых методов обработки широкополосных сигналов (НИРФИ).

III-й этап. Проведение измерений на интерферометре по совместным программам. Начало 1970-1971 г.

Зав.отделом радиоастрономии НИРФИ

(В.С.Троицкий)

Зав.отделом радиоастрономии Бюраканской Обсерватории

( В. А. Санамян)

Программа работ по интерферометру. Горький-Ереван. 1969-1970 гг.

ПЛАН СОВМЕСТНЫХ РАБОТ

НИРФИ (г.Горький) и БАО (АН Арм.ССР) на 1970 год по созданию радиоинтерферометра с независимым приемом на $\lambda$ = 75 см

(Протокол совещания)

Совместное совещание представителей НИРФИ и БАО отмечает, что этап на 1969 г по программе работ по интерферометру Горький-Бюракан выполнен полностью. Для успешного выполнения этапа 1970г. по созданию радиоинтерферометра на $\lambda$ = 75 см совещание решило:

I. НИРФИ должен:

1. Обеспечить два пункта приема стандартами частоты и системами формирования гетеродинных сигналов со стабильностью частоты не менее $10^{-10}$- $10^{-11}$.

Срок - сентябрь 1970 г. Ответственные исполнители А.И.Чикин, В.Л.Рахлин.

2. Обеспечить два пункта приема системами синхронизации с ошибками не более 10 $\mu s$ (Совместно с ГНИПИ и ВНИФТРИ).

Срок - сентябрь-октябрь 1970 г. Ответственный исполнитель А.И.Чикин.

3. Совместно с БАО разработать систему записи интерференционных сигналов на магнитофоны НМЛ-4-2.

Срок - январь 1970 г. Ответственные исполнители В.А.Алексеев, Э.Д.Гатэлюк.

4. Изготовить параметрические усилители на $\lambda$ = 75 см (два комплекта) с $T_ш \sim 100^0$К.

Срок - август 1970 г. Ответственный исполнитель В.Л.Рахлин.

5. Провести совместно с БАО исследования взаимной фазовой стабильности двух интерференционных приемников.

Срок - сентябрь 1970 г. Ответственный исполнитель В.Л.Рахлин.

План совместных работ НИРФИ
и БАО (АН Армянской ССР) на 1970 год

II. БАО должна:

I. Подготовить антенну БИРТ-75 для применения в системе радиоинтерферометра.

Срок - май-июнь 1970 г.Ответственный исполнитель В.А.Саномян.

2. Подготовить приемную аппаратуру (2 комплекта) со следующими параметрами: $T_ш \sim 600^0$К , $f_0$ = 408 Мгц, $f_{пр,ср}$ = 75 Мгц, $f_{пр\,вых}$ = 0 ÷ 500 кгц. Предусмотреть возможность применения дополнительной промежуточной частоты $f_{пр\,доп}$ = 150 Мгц.

Срок - май-июнь. Ответственные исполнители:В.Панаджян, С.Мкртичан

3. Подготовить два магнитофона НМЛ-4-2 для записи принимаемого излучения и обеспечить попарную взаимозаменяемость перевозимых магнитофонов и магнитофонов ВЦ АН Арм.ССР (с привлечением завода ЭСМ).

Срок - февраль-март 1970 г.Ответственный исполнитель С.Мкртичан.

4. Изготовить и совместно с НИРФИ проверить на машине "Раздан-3" системы записи на магнитофоны (с привлечением ВЦ АН Арм.ССР и завода ЭСМ).

Срок - сентябрь 1970 г.Ответственный исполнители В.А.Санамян, С.Мкртичан.

5. Приобрести цветной телевизор и обеспечить его использование в системе сигхронизации по телевизионным сигналам.

Срок - август 1970 г.

Ш. НИРФИ и БАО должны подготовить оперативную связь между пунктами Горький-Бюракан.

Срок - сентябрь 1970 г.

IУ. Провести совместные испытания по проверке работоспособности радиоинтерферометра на $\lambda$ = 75 см на базах Горький-Бюракан, или Бюракан-Симферополь.

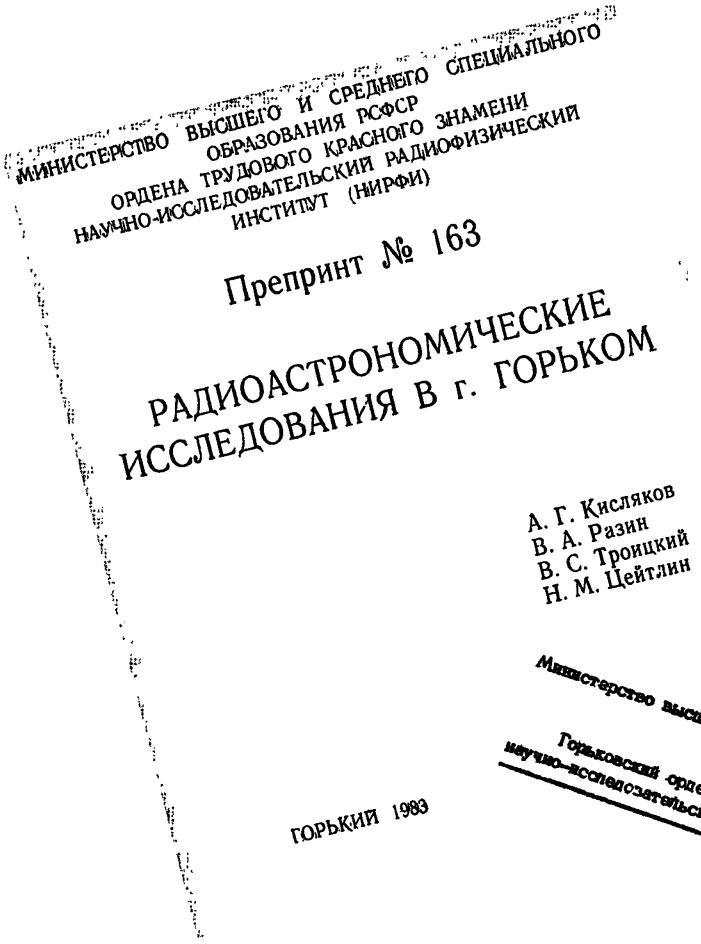
Срок - IУ кв.1970 г.

Зав.отделом № 7 НИРФИ

В.С.Троицкий

Зав.отделом радиоастрономии БАО

В.А.Санамян



МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РАДИОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НИРФИ)

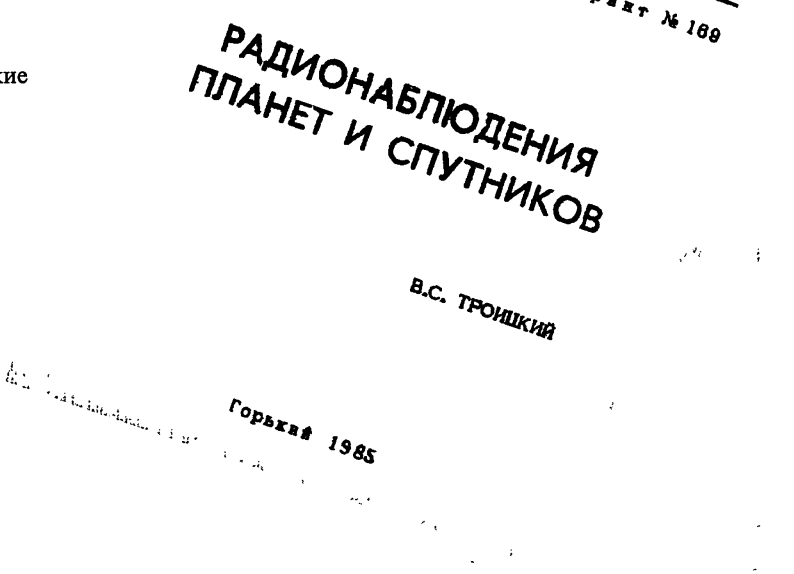
Препринт № 163

РАДИОАСТРОНОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В г. ГОРЬКОМ

А. Г. Кисляков
В. А. Разин
В. С. Троицкий
Н. М. Цейтлин

ГОРЬКИЙ 1983

Обложка
препринта №163.
Радиоастрономические
исследования
в г. Горьком.
1983 г.



Министерство высшего и среднего специального образования
РСФСР
Горьковский ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский радиофизический институт (НИРФИ)

Препринт № 169

РАДИОНАБЛЮДЕНИЯ ПЛАНЕТ И СПУТНИКОВ

В.С. ТРОИЦКИЙ

Горький 1985

Обложка
препринта №169.
Радионаблюдения
планет
и спутников.
1989 г.

Президенту АН. СССР М.В. Келдышу

~~О строительстве~~ О построении строительства больших антенн для научных и прикладных целей.

~~Как известно~~ В настоящее время Сов. Союз значительно отстает в исследовании космоса с земли методами радиоастрономии ~~это сказ~~ особенно в тех областях этой науки, где требуется применение больших антенных систем. ~~[illegible]~~ ~~Еще много лет назад~~ а ~~[illegible]~~ при Как известно с этого мнения, а также для обеспечения исследования космоса с помощью межпланетных станций, было принято решение о строительстве ~~[illegible]~~ большой антенны по проекту „Юпитер", Позже ~~к ней~~ добавилось решение о построении ~~[illegible]~~ радиотелескопа внеземных наук „Пахра". Обе антенны являются антеннами переменного профиля.

Как предполагается ~~что~~ в настоящее время осуществление проекта „Юпитер" ~~на в полной мере на~~ не является целесообразным ~~и на осуществ~~ по сохранении соображений. Как известно ~~в настоящее время работа~~ недавно доказана возможность политехнической цели[illegible]

~~Как известно~~ Основным аргументом в пользу проекта „Юпитер" было ~~создание~~ создание большой эффективной площади антенны ~~(около 6 тысяч кв.м)~~ (около пяти тысяч квадратных метров) ~~при строительстве~~ ~~более высоких разрешений~~ ~~[illegible]~~ ~~на порядок~~ при ~~уровне~~ разрешении ~~на одном порядке~~ на порядок больше чем у ~~параболического~~ сферического зеркала.

~~Однако в настоящее время стоящие проблемы.~~

Между тем ~~в настоящее время~~ эти же ~~возможности~~ параметры ~~по площади а по~~ достигаются в параболических антеннах ~~(в сих~~ ~~стоящих параболоидов диаметром 100 м в оказыв. работах диаметром~~ (в сих в строящихся параболоидах диаметром 100 метров в иных работает зеркало диаметром 25 м), ~~а разрешения~~ ~~на луну~~ а разрешающая сила при использовании сферического зеркала может быть на ~~[illegible]~~ много выше чем у „Юпитера", ~~[illegible]~~ ~~[illegible]~~ ~~Как известно [illegible] из-за [illegible]~~ особых преимуществ и в других и в обоих применениях.

Черновой вариант письма В.С. Троицкого Президенту АН СССР М.В. Келдышу о строительстве больших антенн для научных и прикладных целей

Действительно, они прекрасно в настоящее время ~~сферы и~~ благодаря применению атомных стандартов частоты и времени разработанной системы интерферометра с независимым приемом позволяющие увеличивать базу интерферометра до размеров ~~большого~~ диаметра ~~радиуса~~ Земли. Это позволит получить разрешающую силу до ~~угловых~~ тысячных долей угловой секунды, что значительно превышает разрешающую силу оптических телескопов.

5,75·10⁶
5·10⁹
2·10⁸
9,6·10⁴ км
6·10⁷
6·10⁴ км

В США уже разнесены мощный интерферометр на оптическом диапазоне в пределах сегодня порядка до 3000 км., ~~что~~ ~~позволяет~~ и открыли перед астрономами увеличение перспективы.

В сверх со стоящимся спутник и новыми ~~расширяется~~ открывшимися возможностями ~~возможности~~ видимо возможность дрессировать перспективы общего направления развития строительства больших оптических

Они приобретают прикладное исследование интерферометра с независимым приемом позволит решать не только

Интерферометр с независимым приемом позволяет не только определять размеры радиоисточников но и прецизионно точное определение координат радиоисточников что важно для их отождествления с оптическими объектами

Высокая разрешающая сила позволяет проводить измерения угловых размеров радиоисточников ~~до тысячных долей угловой секунды~~, а также строить ~~координаты~~ радиокарты ~~радиоисточников~~ и с привлечением до ~~тысячных долей секунды~~ угловой ~~секунды~~ ~~что на много превышает оптические возможности. Открывается возможность~~ ~~Высокая разрешающая сила позволяет~~ с точностью до ~~сотых~~ ~~долей~~ угловой секунды определять координаты радиоисточников, что ~~дает возможность~~ позволяет ~~одним только~~ ~~для их~~ отождествления с видимыми источниками, что ~~требуется~~ важно для ~~интерферометрии~~ ~~интерферометрии~~ астрофизических интерферометров.

Если перенесить такие проектируемые применения интерферометра с независимым приемом. Так он может быть использован для определения угловых расстояний между двумя ~~целями~~ небесными светилами ~~на~~ (см приложение 3), например на ~~поверхности~~ на поверхности Моря могут быть ~~определены~~ расстояния между двумя объектами до нескольких метров. ~~на поверхности~~ ~~Высокая точность~~ Точные измерения координат небесных светилов позволяют ~~по~~ определять например место ~~корабля~~ координаты небесных светилов на Море или Земле с точностью до ~~десятков километров~~ сотен и ~~даже расстояния менее~~ километров.

12000

~~[illegible] также геофизические применения методов интерферометрии~~

Возможны также геофизические измерения, например привязка по времени и расстояниям с высокой точностью.

~~[illegible] другие практические применения~~

Сейчас уже ясна возможность применения новых систем для точной (с точностью до 0,1 μs) привязки сверки часов, удаленных на расстояния в тысячи километров, для измерения расстояний между удаленными ~~пунктами (континентами)~~ с уже применяемой для более точного (по порядкам) измерения. ~~и т.д.~~ Возможно ~~[illegible]~~ изменение периода вращения Земли и т.д.

~~Важное значение~~ ~~Вероятно~~ Важное значение могут сыграть методы интерферометрии для исследования условий распространения волн в межпланетной и межзвездной среде, а также для изучения ~~[illegible]~~ ~~[illegible]~~ распространения в тропосфере и ионосфере Земли. Сейчас безусловно трудно и может быть даже рано предвидеть все возможности научного и практического применения интерферометрии высокой разрешающей силы.

В связи с новыми открывшимися возможностями ~~и [illegible] со строительством больших антенн в Союзе [illegible]~~ на наш взгляд возникает необходимость пересмотра ~~[illegible]~~ ~~радиоастрономических~~ в решении проблем обеспечения радиоастрономии и исследования ~~космоса~~ ~~[illegible]~~ космическими [illegible] ~~[illegible]~~ сложными антенными системами. ~~В этом виде [illegible] проблема решается строительством~~

Принятое решение проблемы путем строительства „Юпитера“ ~~[illegible]~~ не соответствует требованиям и не решает в целом проблему ~~[illegible]~~ ~~[illegible] исследования космоса, [illegible]~~ ~~уровня~~ достижения зарубежного уровня радиоастрономических исследований.

В соответствии со сказанным нам представляется, что наилучшее решение проблем, удовлетворяющее нужды требованиям радиоастрономии и исследования космоса с межпланетными станциями, является отказ от строительства „Юпитера“ средства [illegible] антенн параболического типа диаметром от 60 до 100 метров, ~~[illegible]~~ ~~[illegible] „Юпитера“. [illegible]~~ размещенных по территории Советского Союза

Что касается применения Юпитера для решения космических задач, то ~~[illegible]~~ нужно учитывать, что узкая диаграмма (около 1') вряд ли подойдет. Если подобного [illegible] из-за флюктуаций [illegible] ~~[illegible]~~ на 30 см [illegible] прилегающего и [illegible] на ~~[illegible]~~ вплоть до ширины. ~~[illegible]~~ Из проблем радиоастрономии подходящих [illegible] именно космическую трудно ~~[illegible]~~ обеспечить точное наведение только [illegible] ~~[illegible]~~ фоне на источники [illegible], который ~~[illegible]~~ [illegible]. ~~[illegible]~~

1948 г. Ноябрь Т. XXXVI, вып. 3

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

Дорогому Всеволоду Сергеевичу Гриценко, с большой благодарностью за участие в составлении этой статьи Г. Горелик 6.4.49.

# ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ, ДИФФРАКЦИЯ, СПЕКТРАЛЬНОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ В ОПТИКЕ И РАДИО

*Г. С. Горелик*

Статья эта носит дидактический характер. Желание написать подобного рода статью для юбилейного номера «Успехов Физических Наук» может, я надеюсь, быть оправдано тем, что многие из читателей «Успехов» преподают физику и нередко пользуются в своём преподавании помещаемыми в них обзорами.

## 1. СООТВЕТСТВУЕТ ЛИ МЕСТО РАДИОФИЗИКИ В ПРЕПОДАВАНИИ ЕЁ МЕСТУ В НАУКЕ?

Одна из ярких черт развития физики за последние 30 лет — то место, которое в ней завоевали радиофизические направления и методы исследования. Исследование электрических флуктуаций, частотной зависимости электрических, магнитных, механических свойств вещества, радиоспектроскопия, радиоастрофизика; изобилие ламповых усилителей, электронных осциллоскопов, высокочастотных генераторов в акустических, оптических, ядерных и всевозможных других лабораториях; создание циклотронов и синхротронов — вот далеко не полный список примеров. Редактор этого журнала справедливо отметил недавно[1], что радиотехника предоставила в распоряжение физиков «совершенно новые средства, революционизировавшие всю технику физического эксперимента». Радиофизический язык (например, термин «модуляция») проникает в общефизическую терминологию.

Но здесь, как и во многом другом, преподавание (не только в средней, но часто и в высшей школе) отстаёт по крайней мере на несколько десятилетий от развития живой науки.

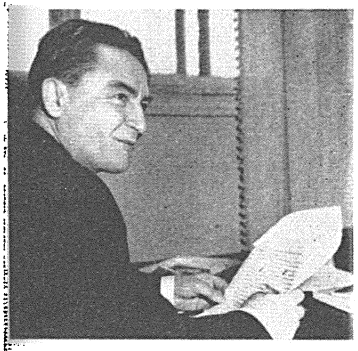
Считается недопустимым, чтобы студент, сдающий экзамен по физике, не знал устройства призматического бинокля, различного рода фотометров, органной трубы. Но мало кого беспокоит, знаком ли он с устройством электронного осциллоскопа, принципом действия направленных антенн или идеей интерференционного метода измерения скорости распространения радиоволн, созданного Мандельштамом и Папалекси. Вряд ли можно доказать, что первая группа

11*

Первая страница статьи Г.С. Горелика «Интерференция, дифракция, спектральное разложение в оптике и радио».
УФН – т. XXXVI, вып. 3 – 1948 г. – стр. 407-415

# WHAT IS THE STRUCTURE OF THE MOON?

By *V. S. Troitsky,*
**Candidate of Physico-Mathematical Sciences**



## RADIOELECTRONICS TELLS ITS STORY

WHAT kind of material makes up the surface layer of the moon? Of what minerals does it consist? Is it hard or loose? What is the temperature of the lunar surface and how does it vary with depth? Has the moon a hot core? These are but a few of the questions that have interested lunar investigators for years. The solution of these problems is important scientifically and practically, and it will perhaps mean revising certain hypotheses and theories on the development and properties of bodies of the circum-solar system.

Up until just recently lunar studies were conducted by optical instruments utilising reflected sunlight. But this light only yields information about the surface

The moon is heated by the sun. Like any heated body it emits infrared light waves, which may be used to determine the temperature of the surface. In 1930, Pettit and Nicholson found that at full moon the surface temperature reaches 120°C above zero, while at new moon it is minus 150°C. By measuring the rate at which the lunar surface cools during an eclipse it is possible to determine its thermal parameters (thermal conductivity).

These measurements were made by Pettit in 1939 and analysed by Jaeger in 1953 They showed that the thermal conductivity of the upper layer of the lunar rock is amazingly low, and that it corresponds to the thermal conductivity of very fine dust in a vacuum. Whence the view that the hard, rocky surface of the moon is covered with a layer of fine dust, a few millimetres thick, possibly formed from meteoric bombardment of the lunar surface (the so-called two-layer model of the structure of the surface layer). T Gold's hypothesis that the dust on the lunar surface forms a very thick layer has become widespread of late, especially outside the Soviet Union.

Soviet astronomers N Barabashev and V Sharonov, who have studied the reflected light of the moon, reject the dust structure of the moon's surface covering. However, until just recently there were no definitive, irrefutable quantitative data against the dust structure. Radioelectronics has now opened up fresh channels for studying our natural satellite.

The moon, like any heated body, is known to emit not only light (infrared) waves, which were mentioned above, but also radio waves, whose intensity is proportional to its temperature. And so the moon can be studied by measuring this thermal radio emission by means of radio telescopes tuned to a variety of wave-lengths.

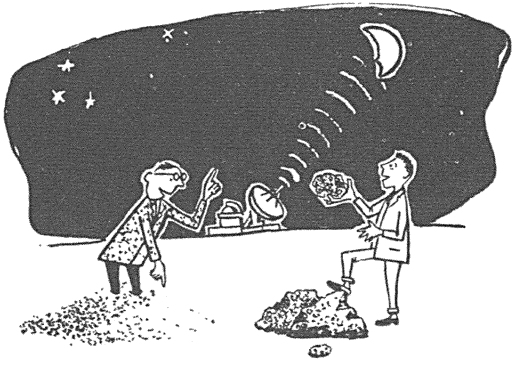
An experiment of this kind was first carried out by Piddington and Minnett in 1949 on a wave-length of 1 25 cm. They found that the intensity of lunar radio emission varies regularly with the phase, but it reaches a maximum not when the lunar surface is hottest (at full moon), but 3 or 4 days later Moreover, the amplitude of temperature fluctuation is considerably less than the 270-degree amplitude of temperature fluctuation at the very surface. The scientists explained this as being due to the fact that the radio emission comes not only from the lunar surface but also from deeper layers. On this assumption, it is obvious that the maximum of radio emission will be not at full moon but somewhat later, after a certain time required to heat the lower-lying layers; and the amplitude of variations will diminish due to smaller fluctuations of temperature in the interior.

A similar heating pattern is observed on the earth: with the coming of summer, the deeper-lying layers of the earth heat up later than the top layers, and at a sufficient depth the temperature is quite independent of the seaso

Thus, by means of radio emission we obtain information about layers that are inaccessible to optical observation with ordinary telescopes. Piddington and Minnett believe that the data obtained on the 1 25-cm wave-length confirm the two-layer dust model.

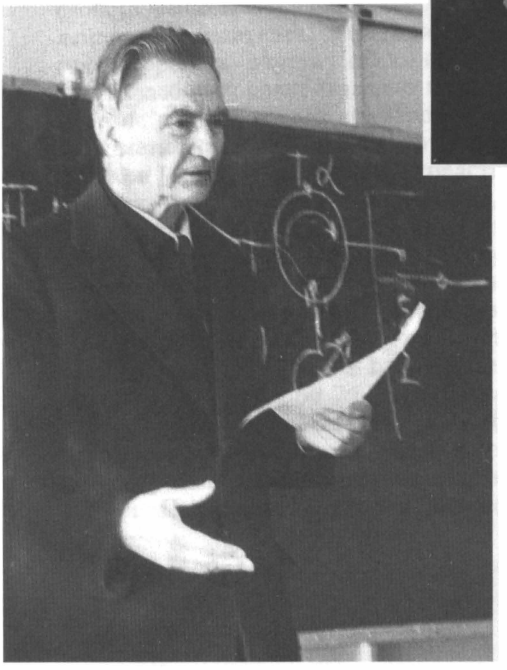
## TWO-LAYER MODEL NOT CONFIRMED

The studies of the moon were conducted for nearly ten years at the Radio-Physics Research Institute of Gorky State University (named after Lobachevsky) by the author and scientific workers V Krotikov, A Kislyakov, M Zelinskaya, L. Fedoseyev, K. Strezhneva, and others. Measurements at various wave-lengths showed



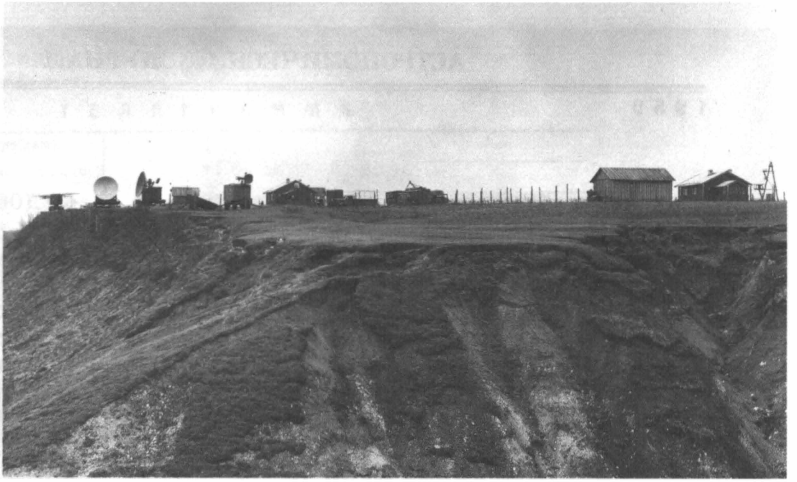
Начало статьи:
V.S.Troitsky.
What is the Structure of the Moon? //
Culture and life.-
1962. - № 6.-
стр. 30-33

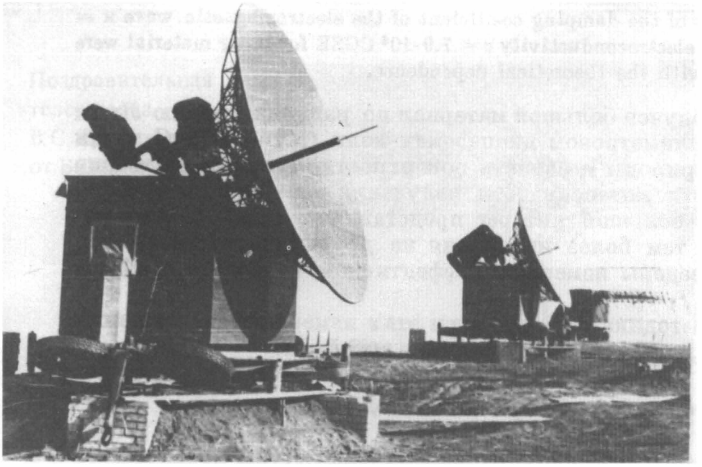
Слева направо:
В.С. Троицкий,
А.Г. Кисляков,
В.Д. Кротиков.
Зимёнки.
Начало 60-х годов.



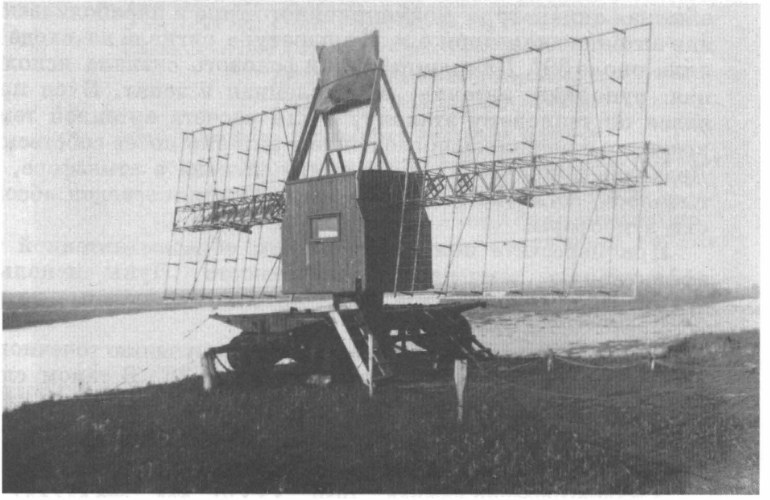
Выступление
на научном семинаре
в НИРФИ.
1983 г.

Расположение станций в Зимёнках. 1953 г.





Радиотелескопы на длины волн: 10 см., 3,2 см. и 1,5 м. Зимёнки



Радиотелескоп на длину волны 1,5 м. Зимёнки. 1950 г.

АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

1959 XXXVI, 4

М. Р. ЗЕЛИНСКАЯ, В. С. ТРОИЦКИЙ и Л. И. ФЕДОСЕЕВ

# РАДИОИЗЛУЧЕНИЕ ЛУНЫ НА ВОЛНЕ 1.63 *см*

Измерялась температура радиоизлучения центральной части диска Луны на волне 1.63 *см* в зависимости от фаз Луны. Полученная зависимость достаточно хорошо аппроксимируется выражением $T_Л = 224°—36° \cos(\Omega t - 40°)$. Сравнением с теоретической зависимостью определено значение коэффициента затухания электромагнитной волны $\varkappa = 0.2$ *см*$^{-1}$ и эквивалентной электропроводности $\sigma = 7.9 \cdot 10^8$ CGSE лунной породы.

RADIO EMISSION OF THE MOON ON 1.63 cm, by *M. R. Zelinskaya, V. S. Troitsky, L. I. Fedoseyev.*— The temperature of radio emission of the central part of the Moon's disc on 1.63 cm was measured in dependence on the phase of the Moon. The dependence obtained can be approximated sufficiently well by the expression $T_Л = 224°—36° \cos(\Omega t - 40°)$. The values of the damping coefficient of the electromagnetic wave $\varkappa = 0.2$ cm$^{-1}$ and equivalent electroconductivity $\sigma = 7.9 \cdot 10^8$ CGSE for lunar material were found from a comparison with the theoretical dependence.

В последние годы получен большой материал по радиоизлучению Луны в сантиметровом и миллиметровом диапазонах волн ([1] — [7]). С точки зрения исследования природы и свойств поверхности Луны, существенно определение зависимости интенсивности излучения от фазы на различных частотах. Поэтому большой интерес представляют более точные повторные измерения, а тем более измерения на других частотах. С этой целью нами были проведены измерения эффективной температуры Луны на волне 1.63 *см*.

Ниже приводится методика и результаты этих измерений, а также обсуждение результатов, полученных другими авторами.

## Методика и обработка наблюдений

1. При измерениях интенсивности радиоизлучения Луны применялась обычная аппаратура модуляционного типа и параболическая двухзеркальная антенна диаметром 4 *м*. Температура сигнала на входе прибора составляла около 30°. Для компенсации фонового сигнала использовалась опорная рупорная антенна, направленная в зенит. Вход прибора калибровался по тепловому эталону, и для расчета антенной температуры одновременно измерялось поглощение в антенне по ее собственным шумам [8]. Делалась поправка на поглощение сигнала в атмосфере, которое рассчитывалось, согласно [9], по известной из метеосводок абсолютной влажности атмосферы.

При пересчете полученной таким образом антенной температуры на эффективную температуру поверхности Луны использовалась диаграмма направленности и КНД антенны, найденные по радиоизлучению Солнца.

Раствор диаграммы, приведенной к излучению точечного источника [10] на уровне половины мощности, составлял 26′. В таком случае излучение,



Первая страница статьи М.Р. Зелинской, В.С. Троицкого,
Л.И. Федосеева «Радиоизлучение Луны на волне 1.63 см».
Астрономический журнал - 1959 - XXXVI - №4 - стр.643-647

Ф ТГ-12

МИНИСТЕРСТВО СВЯЗИ СССР

ТЕЛЕГРАММА

Бл № 1

ПРИЕМ 6 ч 23 м. ПЕРЕДАЧА го ч м

Принял Передал № связи

Из МОСКВЫ 50006 15 6 1433 №*)

Служебные отметки

ГОРЬКИЙ ЛЯДОВА
РАДИОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ТРОИЦКОМУ

СЕРДЕЧНО ПОЗДРАВЛЯЮ БЛЕСТЯЩИМ ПОДТВЕРЖДЕНИЕМ ВАШЕЙ ГИПОТИЗЫ ПОВЕРХНОСТИ ЛУНЫ ВАЛЕРИЙ ЛУЦКИЙ

Пинская типография, в. 13—65 г.

Поздравительная телеграмма В.С. Троицкому от Валерия Луцкого

# 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 Союза Советских Социалистических Республик:

КРОТИКОВ Вячеслав Дмитриевич,
ТРОИЦКИЙ Всеволод Сергеевич

сделали открытие, определяемое следующей формулой:

„Установлено ранее неизвестное явление увеличения усредненной радиотемпературы Луны с ростом длины волны излучения".

Настоящее открытие зарегистрировано в Государственном реестре открытий СССР под № 43 с приоритетом 19 ноября 1962 года.

*Председатель Комитета* *Ю. Максарев*

Диплом на открытие В.Д. Кротикова и В.С. Троицкого. 1962 г.

# ЛУНА — АКТИВНОЕ НЕБЕСНОЕ ТЕЛО

## ПОТОК ВНУТРЕННЕГО ТЕПЛА ЛУНЫ

Прежде казалось, что исследование недр других планет возможно лишь теми способами, которые применяются на Земле,— с поверхности планеты. Однако с развитием науки для этого стали использовать собственное радиоизлучение планет. Так, важные сведения о недрах Луны получили, исследуя ее радиоизлучение радиотелескопами, расположенными на Земле.

В начале 60-х гг. в Горьковском научно-исследовательском радиофизическом институте член-корреспондент АН СССР В. С. Троицкий и кандидат физико-математических наук В. Д. Кротиков, изучая радиоизлучение Луны в широком диапазоне волн (от миллиметровых до дециметровых), обнаружили рост температуры Луны с ее глубиной и, следовательно, существование потока тепла из ее недр. Принцип измерения был основан на том, что все нагретые тела излучают радиоволны и чем выше их температура, тем больше интенсивность излучения, чем длиннее волна, тем из большей глубины она излучается.

**Открытие роста температуры с глубиной Луны стало возможным благодаря разработке нового метода измерений интенсивности слабого радиоизлучения Луны и других источников с точностью на порядок большей, чем у всех существовавших до этого методов радиоастрономических измерений. В результате открытия было доказано, что недра Луны горячие. Оттуда идет поток тепла, близкий к потоку тепла Земли. Средняя плотность радиоактивных элементов недр Луны в 4—5 раз больше, чем у земных недр.**

Описание открытия
В.Д. Кротикова и В.С. Троицкого

Все это проливает свет на проблему происхождения системы Земля — Луна и вносит вклад в решение фундаментальной проблемы происхождения планет. Открытие подтвердило существование горячих недр Луны, как и открытие проявлений вулканической деятельности на Луне, сделанное Н. А. Козыревым. Значительно позже американские космонавты непосредственно измерили поток тепла из недр Луны. Следует отметить полное совпадение данных о свойствах верхнего покрова Луны (плотности, структуре, тепловом режиме), полученных авторами открытия с помощью радиометодов, с последующими данными, полученными прямыми советскими и американскими измерениями на поверхности Луны.

Аналогичные радиоастрономические методы, разработанные и проверенные при изучении Луны, применяются сейчас для исследования поверхности и недр Марса, а также других планет Солнечной системы.

Открытие советских ученых получило широкое признание не только в СССР, но и за рубежом. Так, американский астроном Дж. Линский в журнале «Икарус» пишет: «Важным результатом... является очевидное измерение температурного градиента в лунном поверхностном слое. Троицкий и Кротиков интерпретировали наблюдаемое увеличение яркостной температуры, которая измерялась рядом радиотелескопов, употребляя для калибровки «искусственную Луну», как поток тепла из недр, имеющих радиоактивность в 4—6 раз большую, чем предполагалось Макдональдом (США) и другими на основании гипотезы хондритового состава материала Луны... Абсолютные измерения потока являются действительно очень трудными и делают честь тем, кто разработал и применил метод искусственной Луны

Открытие зарегистрировано под № 43 с приоритетом от 19 ноября 1962 г. Авторам вручены дипломы со следующей формулой открытия:

*«Установлено ранее неизвестное явление увеличения усредненной радиотемпературы Луны с ростом длины волны излучения».*

ЗАМ.НАЧАЛЬНИКА ОТДЕЛА ОТКРЫТИЙ Ю.П.КОНИЦКИЙ

Уважаемая Юлия Павловна !

Мне кажется, что письмо Николая Александровича Козырева является следствием недоразумения и незнакомства автора письма с формулой нашего открытия.

Открытие, за которое выдан диплом, формулируется так: "Установлено ранее не известное явление увеличения усредненной радиотемпературы Луны с ростом длины волны излучения".

Тут все сказано. Впервые это удалось сделать благодаря разработке и применению точного метода измерений радиоизлучения Луны (метод искусственной Луны). Получена кривая зависимости эффективной температуры в диапазоне волн от 0,4 до 70 см. Этот наблюдательный факт и явился предметом открытия.

Но как всегда, новое явление должно быть интерпретировано. В результате количественного анализа мы пришли к единственному выводу, что наблюдаемое явление есть следствие потока тепла из недр Луны. Были найдены числовые значения потока тепла из недр, оценена радиоактивность, оказавшаяся неожиданно более высокой, чем у Земли и метеоритов и т.д. Более того, обнаруженное явление позволило установить структуру вещества вплоть до глубины до десятка метров. Установлено существование сильно пористого слоя толщиной около 4 метров, покрывающего более плотные, по-видимому скальные, породы вещества. Все эти следствия относятся к области интерпретации обнаруженного явления. Если говорить о формальной стороне дела, то интерпретация, как известно из положения об открытиях, не может рассматриваться как открытие. Открытием является обнаружение новых явлений и закономерностей.

Ответ авторов открытия
В.Д. Кротикова и В.С. Троицкого
на письмо Н.А. Козырева относительно
формулы открытия. 1968 г.

Если проводить последовательно эту несомненно правильную точку зрения, то Николай Александрович Козырев открыл неизвестное ранее явление вспышки свечения из центральной горки кратера Альфонс, открыл проявление вулканизма на Луне. Это открытие сделано, как справедливо указано Н.А.Козыревым, благодаря применению к исследованию Луны впервые не использовавшегося ранее для этих целей спектрального метода исследования. Дальше идет интерпретация, что это может быть истечение горячих газов, которое скорее всего связано с существованием на Луне до настоящего времени вулканических процессов и, следовательно, с горячими недрами и т.д.

Мы не видим, чтобы обнаруженное нами явление роста эффективной температуры излучения Луны явилось следствием из обнаружения Николаем Александровичем истечения горячих газов из кратера Альфонс. Приходится удивляться, будто наше исследование"является только следствием" его открытия истечения горячих газов из кратера Альфонс. Вряд-ли какой-либо физик может из наблюдений Николая Александровича с необходимостью получить найденную нами в опыте зависимость.

Совершенно неправ Николай Александрович, представляя наши исследования как результат того, что им было указано новое направление исследований Луны, которым мы и занялись. Наши исследования Луны радиометодами начаты были еще в 1950 г. и их логическое и широкое продолжение привело к открытию лишь в 1961 г.

Явления, обнаруженные Николаем Александровичем и нами, есть проявление одного и того же, а именно существования горячих недр Луны. Но существование горячих недр Луны предсказывалось и исследывалось теоретически уже давно, исходя из космогонических гипотез. Этим занимались за рубежом еще Юри, Макдональд и у нас Б.Ю.Левин. Спрашивается, можно ли было однозначно предсказать полученную нами

зависимость эффективной температуры от длины волны, зная, что поток из недр Луны должен существовать? Ответ только один - нет нельзя, т.к. нужно еще знать теплопроводность и структуру верхнего слоя вещества и его электрические свойства.

Сказанное достаточно убедительно показывает, что наше открытие не перекрывается с открытием случаев проявления вулканизма на Луне, сделанному Николаем Александровичем. Интерпретация же явления не составляет предмета открытия, хотя и тесно с ним связана. Следует заметить, что интерпретация может измениться, так наблюдения вулканизма можно интерпретировать местными зональными условиями нагрева, не характерными для всей планеты, т.е. строго говоря, нельзя делать однозначный вывод о горячих недрах.

В нашем же случае наоборот, получается среднее для всей планеты значение потока тепла из недр и планетарный разогрев.

Я думаю, что остается только испытать удовлетворение, что качественно совершенно разные явления, наблюденные нами и ранее Николаем Александровичем приводят к близким физическим выводам, разнящимся только в том, что выводы из случаев вулканизма качественные, а из наблюденного нами явления - количественные.

Однако это совпадение интерпретации вряд ли имеет отношение к выводам о регистрации открытия. Открытие Николаем Александровичем случаев вулканизма можно несомненно зарегистрировать и сейчас.

Вместе с этим мы ни в малейшей степени не утверждаем, что выводы о горячих недрах были сделаны нами впервые. Наоборот, Н.А.Козырев раньше наблюдал проявления вулканизма и, естественно, раньше указал на то, что это является следствием существования горячих недр. Однако, еще раньше, на основании новых космогонических теорий и после открытия роли радиоактивности в веществе Земли для ее тепловой исто-

рии были сделаны выводы и расчеты о нагреве недр Луны и по существу не было сомнения в существовании горячих недр Луны. Однако, конечно, это является косвенным выводом.

Этот пример показывает, как постепенно небольшими шагами наука приходит от гипотез к вероятным теориям, далее - к открытию все более полных и конкретных фактов и, наконец, к непосредственному измерению. Сказанное, я думаю, объясняет, почему следствием из нашего открытия придается большее значение и они как бы отодвигают на второй план выводы Николая Александровича. Просто наше открытие количественное и следствия из него более конкретны и более убедительны в силу своего количественного характера и более тесного соотношения к горячим недрам. Кроме того, это открытие приводит к решению другой проблемы, проблемы строения верхнего покрова Луны, явившейся предметом острых споров и многих исследований.

В приведенную выше схему развития какой-либо проблемы науки, укладывается случай с недрами Луны. Первым было открытие Н.А.Козырева, которое, однако, позволило сделать лишь качественные утверждения, далее наше открытие впервые дало прямое количественное указание на горячие недра и привело к установлению ряда количественных данных, характеризующих горячие недра. Мы думаем, что следующим шагом будет бурение скважины на Луне и прямое измерение. Мы думаем, что мы вместе с весьма уважаемым нами Николаем Александровичем не будем возражать против высокой оценки значения прямого исследования, когда оно совершится в скором будущем.

1/II 68 В.С.Троицкий

В.А.Кротиков

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Том V, № 5 РАДИОФИЗИКА 1962

# НОВАЯ ВОЗМОЖНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ПОРОД ЛУНЫ

*В. С. Троицкий*

Предлагается новый способ определения плотности пород верхнего покрова Луны по измеренным значениям тепловых параметров покрова. Метод основан на использовании зависимости теплопроводности в вакууме от степени пористости или объемного веса материала. Показано, что для земных пород величина $\gamma = (k\rho c)^{-1/2}$ в интервале плотностей $0{,}4 \leqslant \rho \leqslant 1{,}5$ практически является универсальной функцией плотности материала $\rho$. Поскольку минералогический состав лунной поверхности не отличается от земного, а $\gamma$ для пород лунной поверхности определяется непосредственно из эксперимента, то указанная функция может служить для определения плотности $\rho$ пород на Луне. Измеренная для поверхности Луны величина $\gamma = 350 \pm 75$ дает для плотности лунных пород на поверхности в зависимости от предполагаемой структуры породы значение в пределах $0{,}4 \leqslant \rho \leqslant 0{,}9$ *гр·см*$^{-3}$. Нижний предел плотности соответствует материалу в пенообразном твердом состоянии и лучше согласуется с величиной плотности, полученной ранее из электрических параметров верхнего покрова Луны.

В работах [1,2] предложено два способа прямого измерения диэлектрической постоянной лунных пород и показано, что они позволяют определить плотность этих пород. В статье [3] проведено определение диэлектрической постоянной по интегральной радиоизлучательной способности поверхности Луны. В результате получено, что плотность пород $\rho$ лежит в пределах $0{,}3 \leqslant \rho \leqslant 0{,}8$ *гр·см*$^{-3}$. Все эти способы основаны на использовании данных радиоизлучения и электрических характеристик пород. В настоящей работе показана новая возможность определения плотности пород путем измерений тепловых параметров верхнего покрова Луны. В связи с тем, что в настоящее время для тепловых параметров, по-видимому, могут быть даны значительно более узкие и обоснованные границы, чем ранее [4], определение плотности предлагаемым способом представляется нам наиболее точным.

Первая страница статьи В.С. Троицкого «Новая возможность определения плотности поверхностных пород Луны». Изв. Высш. Учеб. Завед, радиофизика - 1962 - т.V - №5 - стр.885-891

## 1. ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА

Известно, что теплопроводность твердых материалов сильно зависит от степени их пористости [5]. Если обозначить относительный объем пустот (пористость) через $p$, объемный вес и теплопроводность непористого состояния вещества через $\rho_0$, $k_0$ и пористого соответственно через $\rho$, $k$, то в общем случае, когда в порах—вакуум, $k = k(k_0, p)$, где $p = 1 - \rho/\rho_0$. При одной и той же пористости вещество может быть либо сыпучим, либо твердым пенообразным. Во втором случае вакуум является включением в твердую матричную фазу, а в первом, наоборот, твердая фаза является как бы включением в матричную „вакуумную" систему. Естественно ожидать, что для обоих случаев структуры вещества зависимости теплопроводности от пористости для одного и того же материала будут, вообще говоря, различны. Кроме того, следует ожидать некоторого влияния размера пор или зерен. В соответствии со сказанным обозначим функцию теплопроводности для пенистого веще-

# ФАЗОВАЯ ЗАВИСИМОСТЬ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ ЛУНЫ НА ВОЛНЕ 3.2 СМ

*К. М. Стрежнева, В. С. Троицкий*

(Радиофизический институт, Горький, СССР)

До последнего времени зависимость радиоизлучения Луны на волне 3.2 см от ее фаз не была обнаружена. Основной задачей настоящей работы и являлось измерение фазовой зависимости радиотемпературы Луны на волне 3.2 см при более точном абсолютном измерении интенсивности, чем это было сделано ранее [1]. Для этой цели был применен новый метод калибровки антенны [2], была осуществлена более точная методика измерений и обработки с учетом влияния фоновых шумов антенн, была использована новая, более совершенная аппаратура.

Прежде чем перейти к изложению результатов, целесообразно вновь подвергнуть обсуждению сам метод измерения.

## Метод измерений антенной температуры

Абсолютные измерения антенной температуры при приеме радиоизлучения Луны производились по методу калибровки по собственным шумам антенн [3] с модернизацией, позволяющей, согласно [4], автоматически учитывать поглощение в атмосфере. Процесс измерения, как обычно, состоял из двух операций.

1. Измерялась разность сигналов от антенны, луч которой направлен в небо на высоту Луны, справа или слева от нее, и от «холодного» эталона излучения (имеющего окружающую температуру), включаемого вместо антенны.

2. Измерялось приращение сигнала при направлении луча антенны на Луну.

Уточнение анализа этого способа измерений дает следующее. Температура си[illegible]ла на выходе антенны, направленной в небо на высоту Луны $h$, будет

$$T_{\text{н}}(h)(1 - \beta)\eta + T_{\Phi}(h) + T_0(1 - \eta),$$

где [illegible]фициент рассеяния мощности, помимо зад[illegible] — эффективная радиотемпература неб[illegible]тура выхода антенны, равна[illegible]пература фона по боковым л[illegible]ери и земли; $T_0$ — темпера-

[illegible] $T_x = T_0 + \Delta t$. Первая опера-

$$\ldots - \beta)\eta - T_{\Phi}(h) + T_0\eta, \qquad (1)$$

[illegible]ра при переключении прибора [illegible] — чувствительность аппаратуры

[illegible]лну, вследствие небольшого измене-[illegible]зимуту, ее температура, вызванная [illegible]тому вторая операция дает

$$\ldots = T_{\text{ал}}\eta, \qquad (2)$$

Обложка сборника «Новое о Луне» и начало доклада К.М. Стрежневой, В.С. Троицкого «Фазовая зависимость радиоизлучения Луны на волне 3,2 см». М.-Л.: изд-во АН СССР, 1963 г.

# О ПРИРОДЕ ВЕЩЕСТВА ЛУННЫХ МОРЕЙ И МАТЕРИКОВ

*В. С. Троицкий*

Резкое отличие в видимом свете лунных материков и морей побуждало исследователей выдвигать гипотезы о резко различной природе образующего их вещества. Было распространено мнение, что моря сложены из базальтовых пород, а более светлые материки—из гранитных. Существуют и другие гипотезы.

В настоящее время представляется реальная возможность путем исследования радиоизлучения лунных морей и материков сделать некоторые более определенные заключения о природе их вещества. По крайней мере можно будет совершенно однозначно и определенно ответить на вопрос: одинаковы или различны породы материков и морей. Настоящая заметка посвящена рассмотрению этой возможности, в результате чего предлагается и обосновывается соответствующий метод, а из имеющихся данных о радиоизлучении делается предварительное заключение о тождественности природы вещества морей и материков.

*Метод.* Как показано в [1], измерение амплитуды колебаний интенсивности радиоизлучения Луны и знание величины теплового параметра $\gamma = (k\rho c)^{-1/2}$ позволяют определить удельный тангенс угла потерь (удельные потери) $\operatorname{tg} \Delta/\rho$ лунного вещества ($\rho$—плотность вещества, $k$, $c$—его теплопроводность и теплоемкость). В этой же работе отмечалось, что величина $\operatorname{tg} \Delta/\rho$ определяется химической природой вещества и поэтому позволяет путем ее сравнения с измеренным значением $\operatorname{tg} \Delta/\rho$ для различных земных пород сделать заключения о вероятном минералогическом и химическом составе вещества Луны. В работе [2] приведены обширные данные о величине удельных потерь для земных пород, а также найдена группа земных пород, соответствующая среднему лунному веществу. Величина $\operatorname{tg} \Delta/\rho$ для различных пород различна; например, для базальта она в 3 раза больше, чем для гранита.

Отсюда ясно, что, измеряя эту величину отдельно для лунных морей и материков, можно решить, одинаковы или различны породы, образующие моря и материки; если различны, то каким земным породам их вещество лучше соответствует. Однако при этом должны быть известны тепловые параметры вещества материков и морей и их тепловой режим.

В настоящее время на основании работ [3,4] можно считать, что величина $\gamma = (k\rho c)^{-1/2}$, определяющая тепловой режим, практически (с точностью $\pm$ 20 — 25%) одинакова как для морей, так и для материков. Следовательно, постоянная составляющая и амплитуда первой гармоники температуры поверхности для них также практически одинаковы. Величина глубины проникания температурной волны в лунном веществе, согласно [5], благодаря его пористости не зависит от $\rho$, а также и от типа силикатных пород. В случае одинаковой структуры вещества (сыпучее, пенистое, пылевое) эти данные говорят о достаточной близости тепловых свойств и плотности вещества материков и морей.

Поскольку при этом амплитуда колебаний радиотемпературы определяется лишь величиной $\operatorname{tg} \Delta/\rho$, то различия в природе вещества будут проявляться в величине амплитуды и фазы отставания переменной части радиоизлучения. Тем самым, для определения природы покрова материков и морей должен быть измерен фазовый ход их радиоизлучения.

Если породы одинаковые, то и амплитуды колебаний интенсивности будут одинаковы. Если моря сложены из базальта, а материки из гранита, то амплитуда колебаний интенсивности для морей будет значительно больше. Найдем оптимальные условия измерений соотношения между величинами $\operatorname{tg} \Delta/\rho = \zeta$ для морей и материков. Обозначим отношение постоянной составляющей к амплитуде переменной составляющей радиотемпературы для морей через $M_1$, а материков через $M_2$; тогда их отношение

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{\sqrt{1 + 2\delta_1 + \delta_1^2}}{\sqrt{1 + 2\delta_2 + \delta_2^2}} \simeq \frac{1 + 1{,}4\delta_1}{1 + 1{,}4\delta_2},$$

Краткое сообщение: В.С. Троицкий
«О природе вещества лунных морей и материков».
Изв. Высш. Учеб. Завед, радиофизика - 1963 - т.VI - стр.631-633.

где $\delta = \frac{\lambda\gamma c}{2\pi\zeta\sqrt{\varepsilon}}\sqrt{\frac{\Omega}{2}}\cos r'$ ($\varepsilon$—диэлектрическая постоянная вещества материков и морей, $\Omega$—угловая частота вращения Луны, $r'$ угол направления излучения внутри вещества Луны с нормалью к поверхности, зависящий от координат выбранного участка моря или материка). Из соотношения видно, что наиболее сильное влияние величины потерь на амплитуду колебаний будет иметь место при $\delta_{1,2} \geqslant 2$, когда

$$\frac{M_1}{M_2} \simeq \frac{\delta_1}{\delta_2} \simeq \frac{\sqrt{\varepsilon_2}\,\zeta_2\gamma_1\cos r_1'}{\sqrt{\varepsilon_1}\,\zeta_1\gamma_2\cos r_2'}.$$

При этом отношение амплитуд практически пропорционально отношению удельных потерь, так как в силу ожидаемого примерного равенства плотностей вещества материков и морей $\varepsilon_1 \simeq \varepsilon_2$. Поскольку в среднем $\delta \sim 2\lambda$ [1], то, следовательно, наблюдения должны вестись на волнах $\lambda > 1$ *см*. Учитывая, что с увеличением длины волны амплитуда колебаний падает и точность ее измерений ухудшается, наиболее оптимальным диапазоном является 1 *см* $\leqslant \lambda \leqslant$ 3 *см*. Наилучшая разрешающая сила может быть получена на миллиметровых волнах, где, однако, $\delta \simeq 1$. В этом случае наиболее чувствительна к величине потерь будет не амплитуда, а отставание $\xi$ фазы колебаний интенсивности. Действительно, при $\delta \leqslant 0{,}5$, что соответствует волне $\lambda < 0{,}25$ *см*, $\xi = \operatorname{arctg}\delta/(1-\delta)$ и $\xi_1/\xi_2 \simeq \delta_1/\delta_2$. Однако в силу невысокой точности измерения фазы амплитудный метод является предпочтительным.

*Результаты*. В работе [6] измерена фазовая зависимость интенсивности радиоизлучения на волне 0,4 *см* для трех участков на лунном экваторе с долготами $\varphi = 32°$, 0°; —47° и размерами порядка одной-двух угловых минут (ширина диаграммы антенны 1′). Различия в фазе отставания хотя и велики, однако не систематичны и, по-видимому, укладываются в интервал возможных ошибок ее определения. Точность относительных измерений амплитуды следует ожидать не хуже нескольких единиц процентов. Наблюдаемое расхождение между значением для $\varphi = -47°$ и $\varphi = 0°$ составляет 4—5% (для центра диска амплитуда больше). Нетрудно найти из приведенных соотношений, что если и есть различие в величине потерь, то оно не превосходит 6 ÷ 7%, причем в районе морей удельные потери меньше, чем около центра диска. Не исключена и возможность, что наблюдаемое различие амплитуд связано с ошибкой измерений или разницей в величинах $\gamma$ в том же порядке. Полученный результат позволяет думать о большой степени однородности природы вещества по лунной поверхности.

Измерения распределения радиоизлучения по диску Луны на волнах $\lambda$—0,8 и 2 *см*, выполненные в [7,8], указывают (по характеру изофот) на отсутствие значительных отличий в амплитуде колебаний радиотемпературы для лунных морей и материков, что говорит о тождественности электрических свойств их вещества. Имеющиеся в настоящее время данные говорят в пользу большой однородности природы и свойств вещества по всему диску Луны при усреднении по площади в 1 ÷ 3 угловых минуты. Значительной разницы в свойствах вещества морей и материков пока не обнаруживается. Для точных количественных определений электрических свойств вещества лунных морей и континентов необходимо проведение специальных измерений фазового хода их радиоизлучения и величин $\gamma$.

## ЛИТЕРАТУРА


1. В. С. Троицкий, Астрон. ж., 39, 73 (1962); Изв. Комиссии по физике планет, № 3, 1961.
2. В. Д. Кротиков, Изв. высш. уч. зав.—Радиофизика, 5, 1057 (1962).
3. J. J. Gilvarri, Astroph. J., 127, 751 (1958)
4. В. С. Троицкий, Изв. высш. уч. зав.—Радиофизика, 5, 885 (1962).
5. J. M. Saari, R. W. Shorthill, Boeing Scient Res. Lab., July, 1962.
6. А. Г. Кисляков, А. Е. Саломонович, Изв. высш. уч. зав. — Радиофизика, 6, 431 (1963)
7. А. Е. Саломонович, Астрон. ж., 39, 79 (1962).
8. А. Е. Саломонович, В. Н. Кащенко, Изв. высш. уч. зав. — Радиофизика, 4, 591 (1961).



Научно-исследовательский радиофизический институт при Горьковском университете



Поступила в редакцию 22 февраля 1963 г.

Первая страница статьи В.С. Троицкого
«Некоторые результаты исследования Луны радиофизическими методами».
Астрономический журнал - 1964 - XLI - №1 - стр.104-109

АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

1964 XLI, 1

В. С. ТРОИЦКИЙ

# НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛУНЫ РАДИОФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ*

Измерениями радиоизлучения Луны в широком диапазоне волн (0.4—3.2 *см*) установлена квазиоднородность свойств верхнего метрового слоя. Прецизионные измерения радиоизлучения на волнах 1.6, 3.2 и 10 *см*, проведенные по методу «Искусственной Луны» позволили определить диэлектрическую постоянную вещества слоя $\varepsilon = 1.5 \pm 0.3$, его плотность $\rho = 0.5 \pm 0.3$ *г·см*$^{-3}$ и $\gamma = (k, \rho, c)^{-1/2} = 350 \pm 75$. Показано, что $\gamma$ является функцией только $\rho$ и структуры; полученное значение $\gamma$ может иметь место для пористой структуры при плотности $\rho = 0.4$ *г·см*$^{-3}$, и для сыпучей при $\rho = 0.8$ *г·см*$^{-3}$. Обнаруживается рост температуры в глубь Луны порядка 1.5 *град/м* и поток тепла изнутри порядка $1 \cdot 10^{-6}$ *кал·см*$^{-2}$*сек*$^{-1}$. Лунное вещество на сантиметровых волнах имеет угол потерь на единицу плотности $5 \cdot 10^{-3}$ радиан, что соответствует породам типа габбро, диорита, гранита и др. Полученные данные $\gamma$ и $\rho$ свидетельствуют скорее о твердом пористом состоянии слоя, чем о пылевом.

SOME RESULTS OF INVESTIGATIONS OF THE MOON BY RADIO PHYSICAL METHODS, by *V. S. Troitsky*.— The quasihomogeneity of the properties of the upper one meter layer of the moon has been established from measurements of radio emission in a wide range of wavelengths (0.4—3.2 *cm*). Precise measurements of radio emission at 1.6, 3.2 and 10 *cm* made by the «artificial moon» method permitted the determination of the dielectric constant of the layer $\varepsilon = 1.5 \pm 0.3$, its density $\rho = 0.5 \pm 0.2$ *g cm*$^{-3}$ and $\gamma = (k\rho c)^{-1/2} = 350 \pm 75$. It is shown that $\gamma$ is a function only of $\rho$ and structure; the value of $\gamma$ obtained points to porous structure at $\rho = 0.4$ *g cm*$^{-3}$ and to dry substances at $\rho = 0.8$ *g cm*$^{-3}$. A temperature increase with depth of the order of 1.5 degrees per meter and a thermal flow from the interior of the order of $1 \cdot 10^{-6}$ *cal cm*$^{-2}$*sec*$^{-1}$ are found. At centimeter wevelengths the lunar material has a loss angle per unit of density equal to $5 \cdot 10^{-3}$ radian. This corresponds to material of the type of gabbro, diorite, granite and others. The derived values of $\gamma$ and $\rho$ are evidence in favor of a solid porous state of the layer and refute a dust layer.

Статья является кратким обобщением работ по исследованию Луны, проводившихся в НИРФИ и частично опубликованных в различных журналах. Накопившийся материал дает довольно определенную картину физических условий на Луне, однако нигде полностью не изложенную. Нам представляется целесообразным, используя самые последние работы, проведенные в НИРФИ в 1961—1962 гг., изложить общую картину получающихся физических условий на Луне.

1. Строение верхнего слоя пород Луны. Гомогенная или двухслойная модель. Известно, что первые наблюдения радиоизлучения Луны Пиддингтона и Миннета на волне 1.25 *см* [1], а также

* Результаты доложены на 3-м международном симпозиуме по исследованию космического пространства в Вашингтоне, апрель — май 1962 г. [19].

Обложка к материалам конференции
по Луне и планетам.
Калифорнийский технологический институт.
Лаборатория реактивного движения.
13-18 сентября,
1965 год

CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY
AND
JET PROPULSION LABORATORY

**CALTECH-JPL**

**LUNAR**

**AND**

**PLANETARY**

**CONFERENCE**

SEPTEMBER 13-18, 1965

CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY
201 EAST BRIDGE
AND
BECKMAN AUDITORIUM
PASADENA, CALIFORNIA

Список приглашенных
участников конференции
по Луне и планетам

КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ЛУНЕ И ПЛАНЕТАМ
КАЛИФОРНИЙСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ЛАБОРАТОРИЯ РЕАКТИВНОГО ДВИЖЕНИЯ
Пасадена, Калифорния,
сентябрь 13-18, 1965 г.
ПРИГЛАШЕННЫЕ УЧАСТНИКИ
(от 30 марта 1965 г.)

R.Baldwin
A.Barrett
H.S.Brown
W.E.Brown
J.Chamberlain
R.D.Davies (U.K.)
D.Dermenjian
A.Deutsch
G.de Vaucouleurs
1 A.Dolfus (France)
1 F.Drake
G.Fields
1 T.Gold
R.Goody
F.Haddock
L.Kaplan
R.Kovach
N.A.Kozyrev (U.S.S.R.)
1 G.Kuiper
A.D.Kuzmin (U.S.S.R.)
B.V.Levin (U.S.S.R.)
D.Muhleman
G.Munch
1 B.Murray
J.O'Keefe
T.Owen
1 G.Pettingill
D.Rank
J.Ring
J.A.Roberts (Australia)
C.Sagan
1 E.Shoemaker
A.Smith
H.Spinrad
G.Stanley
J.Strong
J.H.Thompson (U.K.)
V.S.Troitsky (U.S.S.R.)
1 H.Urey
J.Warwick

**Monday Morning, September 13**

Bus departs from Huntington-Sheraton Hotel, Pasadena, for Caltech 7:45 A.M.

REGISTRATION 8:00- 9:45

OPENING ADDRESS

Lee A. DuBridge 9:45-10:15

## THE MOON

Chairman: Harrison S. Brown

SESSION I: RECENT DEVELOPMENTS

Invited Papers:

Harold C. Urey 10:15-11:15

LUNCH* 11:15- 1:30 P.M.

**Monday Afternoon, September 13**

SESSION I: (cont.)

Gerard P. Kuiper 1:30- 2:30

Eugene M. Shoemaker 2:30- 3:30

Coffee 3:30- 4:00

Panel Discussion:

Zdenek Kopal, moderator

Gerard P. Kuiper

Eugene M. Shoemaker

Harold C. Urey 4:00- 5:00

RECEPTION** 5:30- 7:00

Bus departs from Athenaeum Parking Lot for the Huntington-Sheraton Hotel 7:00

**Tuesday Morning, September 14**

Bus departs from Huntington-Sheraton Hotel, Pasadena, for Caltech 8:45 A.M.

SESSION II: EARTH-BASED OBSERVATIONS: RADIO AND OPTICAL

Invited Paper:

Bruce C. Murray 9:00-10:00

Coffee 10:00-10:30

Invited Discussion:

Walter E. Brown, Jr. 10:30-10:45

V. S. Troitskiy 10:45-11:00

N. A. Kozyrev 11:00-11:15

Open Discussion*** 11:15-12:30 P.M.

LUNCH 12:30- 2:30

**Tuesday Afternoon, September 14**

SESSION III: LUNAR STRUCTURE

Invited Papers:

B. J. Levin 2:30- 3:00

Gordon J. F. MacDonald 3:00- 3:30

Coffee 3:30- 4:00

Invited Papers:

Robert L. Kovach 4:00- 4:30

John A. O'Keefe 4:30- 5:00

Open Discussion 5:00- 6:00

Bus departs from Caltech California Street Parking Lot for Huntington-Sheraton Hotel 6:15

*Luncheon will be available at Chandler Dining Hall.

**Reception will be held in the Athenaeum Gardens.

***Open discussions will consist of short, noninvited papers and remarks from conference participants as time allows and at the discretion of the session chairman.

## JUPITER

Chairman: Gordon J. Stanley

**Wednesday Morning, September 15**

Bus departs from Huntington-Sheraton Hotel, Pasadena, for Caltech 8:55 A.M.

SESSION IV: RECENT OBSERVATIONS

Invited Paper:

Max Komesaroff 9:10-10:10

Coffee 10:10-10:40

Invited Discussion:

Glenn L. Berge 10:40-11:00

Fred Haddock 11:00-11:20

Open Discussion 11:20-12:30 P.M.

LUNCH 12:30- 2:30

**Wednesday Afternoon, September 15**

SESSION V: THEORY OF JOVIAN STRUCTURE

Invited Paper:

James W. Warwick 2:30- 3:30

Coffee 3:30- 4:00

Invited Discussion:

Alex G. Smith 4:00- 4:15

Leverett Davis, Jr. 4:15- 4:30

G. Field 4:30- 4:45

Open Discussion 4:45- 5:45

Bus departs for Huntington-Sheraton Hotel from Caltech California Street Parking Lot 6:00

## VENUS

Chairman: Duane O. Muhleman

**Thursday Morning, September 16**

Bus departs from Huntington-Sheraton Hotel, Pasadena, for Caltech 9:00 A.M.

SESSION VI: RECENT OBSERVATIONS

Invited Paper:

J. Strong 9:15-10:15

Coffee 10:15-10:45

Invited Discussion:

Diran Deirmendjian 10:45-11:00

Audouin Dollfus 11:00-11:15

Carl Sagan 11:15-11:30

Open Discussion 11:30-12:30 P.M.

LUNCH 12:30- 2:30

**Thursday Afternoon, September 16**

SESSION VII: RADIO AND RADAR OBSERVATIONS

Invited Paper:

Duane O. Muhleman 2:30- 3:00

Invited Discussion:

Rolf B. Dyce 3:00- 3:15

J. H. Thomson 3:15- 3:30

Coffee 3:30- 4:00

Invited Paper:

Frank D. Drake 4:00- 4:30

Invited Discussion:

A. D. Kuzmin 4:30- 4:45

Allen Barrett 4:45- 5:00

Open Discussion 5:00- 5:45

Bus departs from Caltech California Street Parking Lot for Huntington-Sheraton Hotel 6:00

Программа
конференции
по Луне и планетам
Калифорнийский
технологический институт
Лаборатория
реактивного движения
13-18 сентября,
1965 год

## MARS

Chairman: Guido Munch

**Friday Morning, September 17**

| | |
|---|---|
| Bus departs from Huntington-Sheraton Hotel, Pasadena, for Caltech | 8:45 A.M. |
| SESSION VII: CURRENT PROBLEMS | |
| Invited Papers: | |
| Donald G Rea | 9:00-10:00 |
| Coffee | 10:00-10:30 |
| Richard Goldstein | 10:30-11:00 |
| D. M. Hunten | 11:00-11:30 |
| Open Discussion | 11:30-12:30 P.M. |
| LUNCH | 12:30- 2:30 |

**Friday Afternoon, September 17**

| | |
|---|---|
| SESSION IX: SPECTROSCOPIC OBSERVATIONS OF MARS | |
| Invited Papers: | |
| Hyron Spinrad | 2:30- 3:00 |
| James Ring | 3:00- 3:30 |
| Coffee | 3:30- 4:00 |
| Tobias Owen | 4:00- 4:30 |
| Invited Discussion: | |
| Robert L. Younkin | 4:30- 4:45 |
| Audouin Dollfus | 4:45- 5:00 |
| Open Discussion | 5:00- 5:45 |
| Bus departs from Caltech California Street Parking Lot for Huntington-Sheraton Hotel | 6.00 |
| BANQUET* | 7:00 |

## MARS
(cont.)

Beckman Auditorium

**Saturday Morning, September 18**

| | |
|---|---|
| Bus departs from Huntington-Sheraton Hotel, Pasadena, for Caltech | 8.45 A M. |
| SESSION X: RESULTS FROM THE MARINER (Open Meeting) | |
| Invited Papers: | |
| Robert Leighton | 9.00-10:00 |
| Arvydas J. Kliore | 10.00-10:30 |
| Gunnar Fjeldbo | 10.30-11:00 |
| Coffee | 11:00-11:30 |
| Open Discussion | 11:30-12:30 P.M. |
| LUNCH** | 12.30- 2:30 |

**Saturday Afternoon, September 18**

| | |
|---|---|
| SESSION XI. CONFERENCE REVIEW (Open Meeting) | |
| Harrison S Brown, "The Moon" | 2:30- 3:00 |
| Gordon J. Stanley, "Jupiter" | 3:00- 3:30 |
| Duane O Muhleman, "Venus" | 3:30- 4:00 |
| Guido Munch, "Mars" | 4:00- 4.30 |
| Bus departs from Beckman Auditorium Parking Lot for Huntington-Sheraton Hotel | 4:45 |

*The banquet will be held in the Viennese Room of the Huntington Sheraton Hotel, social hour will start at 6 30 Professor Colin Pittendrigh, Department of Biology, Princeton University, will speak on "Why Go to Mars?"

**Chandler Dining Hall will be open for luncheon, however, luncheon tickets must be purchased in advance, as stipulated on the pre registration form

**О Т Ч Е Т** В.С.Троицкого, Б.Ю.Левина и А.Д.Кузьмина

о командировке в США с 13.IX по 23.IX.65 г.

Целью командировки в США являлось участие в работе лунно-планетной конференции, которая была организована Калифорнийским технологическим институтом (Калтех) и лабораторией реактивного движений ( JPL ).

Конференция проходила в Пасадене с 13.IX по 18.IX 1965 года. Программа конференции включала Луну (первые два дня работы), Венеру (один день), Марс (1,5 дня), Юпитер (один день), Меркурий (0,5 дня сверх плана). Были приглашены по всем разделам главные докладчики, освещающие всю проблему и по 2-3 оппонента докладчиков. По замыслу руководителей конференции оппоненты должны были получить тексты основных докладов заранее, с тем, чтобы подготовиться. Но этого не получилось, обычно оппоненты слушали доклад и затем выступали со своим материалом и частично дискутировали положения главного доклада. После выступления приглашенных докладчиков и оппонентов начиналась открытая дискуссия. Участники советской делегации В.С.Троицкий и А.Д.Кузьмин являлись приглашенными оппонентами соответственно по исследованию Луны и Венеры радиометодами с Земли . Б.Ю.Левин - приглашенным докладчиком по теории Луны.

Проведенная конференция была весьма представительной. В особенности полно были представлены основные научные силы, работающие в области исследования Луны. На конференции были руководители программы исследования "Рейнджер" и "Маринер 4", а также представлены практически все группы, ведущие исследования Луны и планет с Земли. В работе конференции принимали участие такие известные исследователи Луны, как лауреат Нобелевской премии проф.Юри, заведующий лунно-планетной лабораторией Аризонского университета проф.Койпер, доктор Шумейкер (Американская геологическая служба), проф.Копал (Астрономический отдел Манчестерского университета), проф. Т.Голд, проф.Мензел, доктор Дольфус, доктор Болдуин. Известно, что Юри, Койпер, Шумейкер были руководителями программы "Рейнджер". Присутствовали также представители NASA .

Организация такой конференции в Пасадене не случайна и связана с тем, что Калтех и Лаборатория реактивного движения занимаются осуществлением программы космических исследований Луны и планет методами космонавтики, а также проводят работы по исследованию Луны для обеспечения высадки на ее поверхность автоматов и человека.

На конференции обычно присутствовало около 200 ученых. Кроме обычных заседаний в последний день было организовано расширенное заседание, посвященное результатам "Маринера 4" и снимкам обратной стороны Луны. На этом заседании присутствовало около 1000 человек в основном из Калтеха, JPL и Калифорнийского университета.

Большой интерес вызвал доклад А.А.Михайлова, сделанный Б.Ю.Левиным, о фотографиях и других результатах исследования обратной стороны Луны. Вообще, доклады о советских работах вызвали большей интерес и обсуждение. В частности, после доклада о результатах исследования Луны радиофизическими методами была устроена пресс-конференция, которая затем освещалась в газетах. Следует отметить особое внимание к советской делегации со стороны организаторов и участников конференции. Вклад в изучение Луны и планет Советскими учеными был специально отмечен руководителем конференции Харисоном Брауном, предоставившим советскую делегацию собравшимся на одном из заключительных заседаний.

После конференции с помощью Х.Брауна советским делегатам были продлены на 5 дней визы пребывания в США для посещения научных учреждений.

В.С.Троицкий и А.Д.Кузьмин посетили геологический отдел Кал Теха, где ознакомились с работами в области инфракрасной астрономии, и радиоастрономическую станцию ОУЭНС Валлей. В Нью-Йорке они имели научную дискуссию с сотрудником института космических исследований Тэддеушем.

Б.Ю.Левин посетил институт ядерных исследований им.Ферми Чикагского университета и институт космических исследований в Нью-Йорке.

Первые страницы из отчёта В.С. Троицкого, Б.Ю. Левина, А.Д. Кузьмина о командировке на конференцию в США

Б 9-99-04
Б 9-76-74

АГЕНТСТВО ПЕЧАТИ
НОВОСТИ

«12» марта 1966 г.

ДОКТОРУ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОРУ

В.С. ТРОИЦКОМУ

Уважаемый Всеволод Сергеевич!

Правление Агентства печати Новости выражает Вам искреннюю благодарность за участие, которое Вы приняли во встрече советских ученых в Агентстве, посвященной проблемам исследования Луны.

Ваше выступление за "круглым столом" было насыщено богатым фактическим материалом и глубоким содержанием. С Вашего разрешения мы опубликуем его в советской и зарубежной печати.

Надеемся, что наше сотрудничество и впредь будет столь же плодотворным.

Желаем Вам доброго здоровья и больших успехов в работе.

Первый заместитель
Председателя Правления
Агентства печати Новости

Зайчиков В. Зайчиков

Благодарственное письмо от Агентства печати Новости В.С. Троицкому за участие во встрече советских учёных, посвящённой проблемам Луны. 1966 г.

Заметка в газете «Горьковская правда» об изучении радиоизлучения Луны горьковскими радиофизиками под руководством В.С. Троицкого. 15 октября, 1967 год

15 лет группа горьковских радиофизиков под руководством профессора В. С. Троицкого изучает радиоизлучения Луны. В результате получены интересные данные о температурном режиме, о микроструктуре верхнего покрова естественного спутника Земли. Эти работы ведутся в Зименках, на Тянь-Шане, в Крыму.

НА СНИМКЕ: радиотелескоп и искусственная «Луна», установленные на полигоне НИРФИ в Крыму.

РАЙОННЫЕ ГАЗЕТЫ

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Том X, № 9—10 РАДИОФИЗИКА 1967

УДК 523.164.34

# РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛУНЫ ПО ЕЕ СОБСТВЕННОМУ ИЗЛУЧЕНИЮ

*В. С. Троицкий*

К настоящему времени, благодаря исследованиям собственного излучения Луны на инфракрасных волнах, выполненным за рубежом, и в широком диапазоне, от субмиллиметровых (0,87 *мм*) до метровых волн (70 *см*), выполненным в Горьковском радиофизическом институте (НИРФИ), получены данные, позволившие сделать определенные выводы о свойствах и строении верхнего покрова Луны. Это потребовало разработки методов исследования свойств твердого вещества по его излучению, изложенных в ряде статей. Некоторое обобщение результатов, полученных до 1965 года, дано в [1—3]. Теоретические и экспериментальные исследования последнего времени, по-видимому, позволяют в основном завершить разработку модели строения верхнего покрова. Нам представляется целесообразным подвести итог и дать описание современной модели строения верхнего покрова Луны, используя все имеющиеся экспериментальные и теоретические результаты и развитые методы их интерпретации.

## 1. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ ЛУНЫ

Собственное излучение Луны является тепловым, т. е. определяется температурой вещества. Последняя колеблется с периодом 29,5 земных суток, вызывая колебания интенсивности собственного излучения Луны. Интенсивность излучения на данной волне обычно характеризуется эффективной температурой. Согласно измерениям и теории [4], яркостная эффективная температура какого-либо элемента поверхности с селенографическими координатами $\varphi$, $\psi$ хорошо описывается рядом

$$T_e(\varphi, \psi, \lambda) = T_{e0}(\varphi, \psi, \lambda) + T_{e1}(\varphi, \psi, \lambda)\cos[\Phi - \xi_1(\varphi, \psi, \lambda)] + \\ + T_{e2}(\varphi, \psi, \lambda)\cos[2\Phi - \xi_2(\varphi, \psi, \lambda)] + \ldots, \quad (1)$$

где $\Phi$ — местная фаза ($\Phi = 0$ — полдень), $\xi_1$ — запаздывание фазы интенсивности радиоизлучения по отношению к фазе нагрева. Высшие гармоники яркостной температуры заметно проявляются лишь на волнах короче 0,2—0,4 *см*.

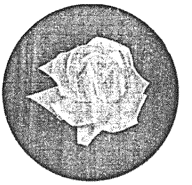
Чаще всего измеряется излучение всего диска Луны, т. е. средняя по диску эффективная температура. Для всех волн она хорошо описывается двумя членами ряда

$$\overline{T}_e(\lambda) = \overline{T}_{e0}(\lambda) + \overline{T}_{e1}(\lambda)\cos[\Omega t - \overline{\xi}_1(\lambda)]. \quad (2)$$

Черта указывает на усреднение по полусфере, а $\Omega t$ — фаза Луны ($\Omega t = 0$ — полнолуние).

Обычно при анализе экспериментальных данных используются постоянная составляющая и первая гармоника, так как высшие гармони-

Первая страница статьи В.С. Троицкого «Результаты исследования Луны по её собственному излучению».
Изв. Высш. Учеб. Завед, радиофизика - 1967 - т.X -№9-10.



И. РАДУНСКАЯ

# черная луна коктебеля

## НА ЧЕРТОВОМ ПАЛЬЦЕ

Увидела я это совершенно случайно. Мы плыли на прогулочном катере вдоль Крымского побережья у Коктебеля, и экскурсовод с профессиональным вдохновением декламировал свой заученный текст:

— Справа по борту вы видите скалы Кара-Дага — Черной горы, образовавшиеся в результате извержения вулкана миллионы лет назад...

— А теперь мы приближаемся к знаменитой башнеобразной скале Сфинкс, или Чертов палец...

Тут-то я и увидела на одной из самых высоких и острых вершин странный предмет. Он явно не был частью самой скалы; он не мог быть ни мореходным знаком, ни геодезической вышкой, ни телевизионной антенной, словом — ни одним из предметов, обычных для приморских горных районов. Это был круглый черный диск, очертания которого растворялись в небе — так высоко забрался он над морем и скалами.

— Что это? — спросила я экскурсовода. Он рассеянно проследил за моим взглядом и пожал плечами.

— Вроде бы этого здесь не было,— сказал он неуверенно и поспешил вернуться к знакомому тексту.

Наверно, я бы скоро забыла про странный предмет на Черной горе, если бы не совершенно необъяснимое совпадение, одно из тех, которые случаются именно тогда, когда они очень кстати.

В доме отдыха меня ожидало письмо от одного из наших известнейших астрономов Всеволода Сергеевича Троицкого. Оно приглашало меня посетить лунную экспедицию на Кара-Даге. В ближайшие дни за мной должна была заехать начальник экспедиции Софья Александровна Каменская.

## ВОСПОМИНАНИЯ

С Всеволодом Сергеевичем я познакомилась несколько лет назад в Горьком на одной из радиофизических конференций. Это был высокий, худощавый мужчина лет сорока, скорее молчаливый, чем словоохотливый. Казалось, он постоянно углублен в свои мысли, в свою работу. А она, видно, была интересна, если судить по совету, данному мне одним из руководителей конференции:

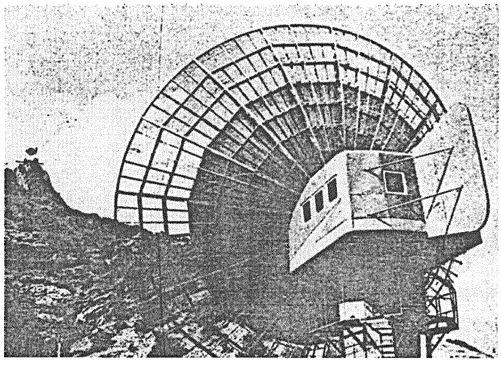
— Постарайтесь добиться, чтобы Троицкий показал вам Зимёнки. Он заядлый «лунатик».

Под Горьким, на обрывистом берегу Волги в местечке Зимёнки, расположена одна из первых в нашей стране радиоастрономических обсерваторий. Здесь, вдали от промышленного города, от его урбанистических помех — троллейбусов, электростанций, заводов — горьковские ученые наблюдают за небесными телами. Особое их внимание привлекает Луна, ее поверхность, недра.

В начале пятидесятых годов, когда еще не взлетел ни один спутник Земли, а тем более ни один «лунник», об этом можно было лишь гадать.

Горьковчане по-своему подошли к проблеме. Они только доверяли показаниям радиоволн, излучаемых Луной. Эти волны несут важную информацию о строении поверхностного слоя и даже о недрах Луны.

В Зимёнках я впервые увидела причудливую панораму самых различных радиотелескопов: круглых, как зрачок, металлических зеркал, антенн, похожих на рыболовные сети. Там не было таких грандиозных радиотелескопов, как 76-метровое зеркало знаменитой Джодрэл Бэнк в Англии, или как пулковский радиотелескоп С. Э. Хайкина и Н. Л. Кайдановского — 90 щитов, работающих более слаженно, чем квартет Бородина. И все же Зимёнки — не безвестная провинциальная радиообсерватория. У них свое лицо — свои поиски и открытия, и своя «изюминка». Здесь была задумана и создана известная теперь во всем мире искусственная «Луна».



Из репортажа И. Радунской
«Чёрная луна Коктебеля».
Журн. Знание-сила – 1967 - №8 – стр. 6-7.

## СУДЬБА ДВОЙНИКА

Все началась с того, что после нескольких лет работы с Луной Троицкий убедился в горькой истине: радиотелескоп, обладай он даже идеальными качествами, не может «прыгнуть выше своей головы». Он честно и точно следит за Луной, впитывая ее радиоизлучение, но беда в том, что его показания продиктованы не только Луной. В него попадают и помехи — радиоволны от удаленных галактик и от нашей Земли. Сюда вкрадывается и шепот электрических ламп приемного устройства, и ошибки антенны. Какая же часть в показаниях прибора принадлежит самой Луне?

Это был проклятый вопрос, потому что как ни верти, мысль упиралась в невозможное. Тут надо бы действовать методом сравнения — как в магазине, когда мы взвешиваем товар с помощью гири. Но где взять «гирю» для определения «веса» радиоизлучения Луны? Вот если бы в направлении Луны вдруг появилась еще одна, радиоизлучение которой твердо известно... Сравнив радиоизлучение от новой Луны и от старой Селены (помехи одинаковы в обоих случаях), можно было бы точно узнать величину лунного радиоизлучения. Просто и соблазнительно. Но ведь у Луны нет двойника...

А если его сделать?

Об этой затее ничего не знали курортники, отдыхавшие близ Судака в 1961 году. Они в изумлении наблюдали за странными действиями группы людей, втаскивающих на развалины Генуэзской крепости пятиметровый черный диск. Не слышали об этом и ялтинцы, обнаружив однажды черный диск на крыше одной из гостиниц.

Так для горьковских радиоастрономов началась эра искусственных «лун». Сначала это были просто круги из листового алюминия или железа, выложенные на склоне оврага в Зимёнках. Потом — черные, почти абсолютно черные, с «точки зрения» радиоволн, диски из разных материалов. Конструкторы старались сделать их как можно чернее — только абсолютно черное тело является эталоном измерения. Оно «хоронит» в себе всякое излучение, попадающее в него извне. Его же собственное излучение строго зависит от его температуры. А ее всегда можно измерить. Излучение такого черного диска обещало быть надежным эталоном, с которым можно было сравнить неизвестное излучение Луны.

Дерзкая затея с искусственной Луной блестяще удалась. Горьковчане сумели найти нужный материал для дисков. С помощью нового метода Троицкий и его сотрудники смогли точно определить свойства лунного вещества. Правильность их выводов о характере лунной почвы подтвердили первые же фотографии «Луны-9», а потом и «Сервейера».

Но загадка лунных недр так и осталась загадкой. «Троицкий, видно, хочет проникнуть в глубь Луны», — подумалось мне по прочтении его письма. И как естественное продолжение этой мысли возникла почти уверенность: не Черную ли Луну видела я на Черной горе?

Здесь, на Кара-Даге, такое стечение условий, при которых с наибольшей вероятностью можно будет решить давний и, на первый взгляд, почти неразрешимый вопрос: что таят в себе недра Луны. Горячие они, как у Земли, или холодные? Из каких пород состоят?

Пока удалось установить, что температура растет вглубь по 2—4 градуса на метр вплоть до глубины в 6—10 метров. И там температура выше, чем на поверхности, на 25—30 градусов. Это дает основания предполагать, что в недрах Луны не меньше полутора тысяч градусов. Во всяком случае на глубине 15—20 километров, по данным наблюдений, она достигает тысячи. По мнению горьковских радиоастрономов, горячие слои подходят близко к поверхности. Это же подтверждает и Пулковская обсерватория, которая обнаружила истечение горячих газов из центральной горки кратера Альфонс.

Однако зарубежные ученые думают, что раскаленные слои начинаются лишь на глубине 400—500 километров. Астрономы считают точное определение температуры недр Луны очень важным. Это поможет решить важный, все еще открытый вопрос — как возникла Луна? Оторвалась ли от Земли, или родилась самостоятельно и была захвачена в свои объятия жадным полем тяготения Земли.

Если окажется, что она родственна Земле по происхождению и составу, изучение ее недр поможет решить и ряд земных проблем.

...Я провела почти день в обсерватории, была на рабочей площадке и в палаточном городке. Соня с гордостью показывала палатки-спальни, палатки-кабинеты, столовую... А я смотрела на нее — откуда у нее столько сил и выдержки, чтобы ворочать такой громадой, как эта стремительно набирающая силы радиообсерватория?

А работы не кончаются. Наоборот. Третий год идут наблюдения Луны. На очереди дискретные источники радиоизлучения в созвездиях Кассиопея, Орион и других. Прибавляются радиотелескопы, и каждый надо привезти, установить, смонтировать. Хорошо, что у обсерватории щедрый и добрый сосед — винодельческий совхоз-миллионер «Коктебель». Его директор Герой Социалистического Труда бывший командир Восточного соединения крымских партизан М. А. Македонский не скупится на помощь.

ČSAV – Ústav jaderného výzkumu
Řež

СССР
гор. Горький
ул. Ляпова 25/14
Горьковский научно-исследовательский
Радиофизический институт
проф. В.С. Троицкий д-р.

S1 03 3112 66

Уважаемый коллега

прошу Вас выслать оттиск Вашей работы (COSPAR)
V.C. Troitskij: Comparison of the chemical composition of lunar surface material determined by radioastronomical observ. with results of chem. analys. Surveyor.

Благодарю Вас за любезность

Dr. J. Hadanec,

Институт ядерных исследований
Řež
Чехословацкой Академии Наук
Чехословакия

Почтовая открытка В.С. Троицкому
с просьбой выслать оттиск его работы.
Институт ядерных исследований.
Чехословакия. 1969 г.

*Radio Science*, Volume 5, Number 2, pages 247–251, February 1970

# Comparison of the chemical composition of lunar surface material determined by radioastronomical observations with the results of chemical analysis obtained by Surveyor

*V. S. Troitskii, L. N. Bondar', M. R. Zelinskaya, and K. M. Strezhneva*

*Scientific Research Institute of Radiophysics, Gorky, USSR*

(Received October 20, 1969.)

## INTRODUCTION

It is of great interest to compare the results of the chemical analysis of the lunar surface material made by 'Surveyor' with that based on the data of the radio astronomical investigations of the electromagnetic properties of the lunar material. The method of determining the chemical composition by the equipment brought onto the moon by Surveyor 7 has been described by *Turkevich et al.* [1968].

From ground-based optical observations of the moon, attempts to estimate the chemical composition of the lunar surface material have been made, for example, by comparing the polarization properties with those observed for terrestrial rocks. Yet, optical methods are not very effective, as their results depend chiefly on the geometrical properties of the surface (i.e. the roughness). Radar measurements provide the reflection coefficient and some limited data on the nature of the lunar material. They allow, for example, one to distinguish between a metallic and a dielectric reflector.

The development of radioastronomical investigations enables us to determine a new characteristic: a material loss tangent angle at the centimeter wavelength. As is known, the loss angle in dielectrics depends to a great extent on the nature of the material. Thus attempts may be made to identify the lunar material by comparing the value of the loss angle with that found for terrestrial rocks.

Initially it was not recognized that the loss angle of rock depends on the material density $\rho$ and that the comparison cannot be a single-valued one. Thus one has to find the loss tangents and dielectrical constants of various rocks at an invariant density. To circumvent this problem *Troitskii* [1960] introduced the specific tangent of the loss angle, tan $\Delta/\rho$, which he used as an invariant for the comparison. Later experimental investigations of terrestrial rocks confirmed that the specific tangent of the loss angle remains practically constant over a wide range of density. The value $a = [(\epsilon)^{1/2} - 1]/\rho$ has also been established to be invariant of the rock density (or porosity) [*Krotikov*, 1962]. These measurements help us to obtain a rather clear dependence of $b = \tan \Delta/\rho$ on the content of $SiO_2$ in rock.

Copyright © 1970 by the American Geophysical Union.

## RELATIONSHIP BETWEEN ELECTRICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF ROCKS

Ground-based radio astronomical measurements of $b$ make it possible to estimate the content of $SiO_2$ in the lunar material, the weight being equal to 55–65% [*Krotikov and Troitskii*, 1964]. A special experimental investigation of rocks made at NIFRI at frequencies from 1.5 to 500 MHz shows that the values $b = \tan \Delta/\rho$ and $a = [(\epsilon)^{1/2} - 1]/\rho$ depend essentially on the chemical composition of the rock [*Troitskii and Bondar'*, 1969] and to some extent on the type of crystalline structure (intrusive and effusive rocks). (The measurements at $f = 500$ MHz were made by S. A. Shmulevich.)

Of about 40 different rocks measured by us at a frequency of 100 MHz, the specific loss tangent angle was found to vary by a factor of 20 between the acidic and the basic ones. The value $a$ varies from 0.45 for the acidic rocks to about 1.1 for the ultrabasic ones. The value $b$ does not noticeably depend on the frequency at centimeter and at decimeter wavelengths, whereas we find a definite dependence of the value of $a$ on frequency.

The analysis of the data obtained for $b$ and $a$ shows their definite dependence on the concentration or various oxides in a given rock. This dependence may be expressed in the variational diagram of the chemical composition (see below).

In Figures 1 and 2 the values $b$ and $a$ corresponding to a given intrusive rock are plotted against the

Первая страница статьи В.С. Троицкого,
Л.Н. Бондаря, М.Р. Зелинской, К.М. Стрежнёвой.
Radio science - 1970 - V.5 - №2 - стр. 247-251.

Дорогой доктор Мензел!

Прошу извинить меня за задержку ответа на Ваше письмо от 3 апреля 1970 г., которая произошла из-за моего длительного отсутствия. Я хочу высказать лишь небольшие замечания по присланному Вами меморандуму.

1. Мне кажется, что предлагаемая Вами полуалфавитная система для наименований на обратной стороне Луны не является наилучшей. Желательно сохранение на месте наименований ранее данных в советских предложениях 1967 г.

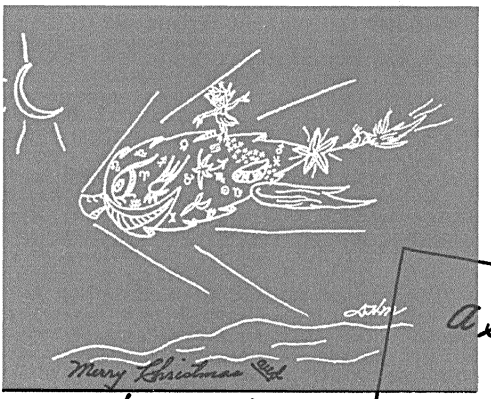
2. Считаю нежелательным нарушать правило МАС давать наименования именем умерших лиц-. В частности, поэтому, присвоение имен живущих космонавтов либо не должно иметь места,либо должно быть очень ограничено. Учитывая, что вклад в изучение Луны и достижение ее поверхности внесен как американскими, так и советскими космонавтами, можно согласиться на присвоение наименованию кратеров имен 3-5 американских и 3-5 советских космонавтов.

3. Думаю, что нужно отметить места первых посадок советских космических станций (жесткой и мягкой) мемориальными названиями: залив Лунника и Залив прилунения. Аналогично этому я поддерживаю присвоения имени "Аполлон" одному из больших кратеров на обратной стороне Луны.

С уважением В.С.Троицкий

Письмо Дональду Мензелю — доктору Кембриджского университета США от В.С. Троицкого с замечаниями по присланному им меморандуму. 1970 г.

The vaunted music of the spheres
Is mostly static – so are hears.
Even so, let's come alive,
Join the sun and moon. And give!
Swing our wishes loud and clear.
A universal happy year.
Merry Christmas, 1967.
Donald and Florence Mengel

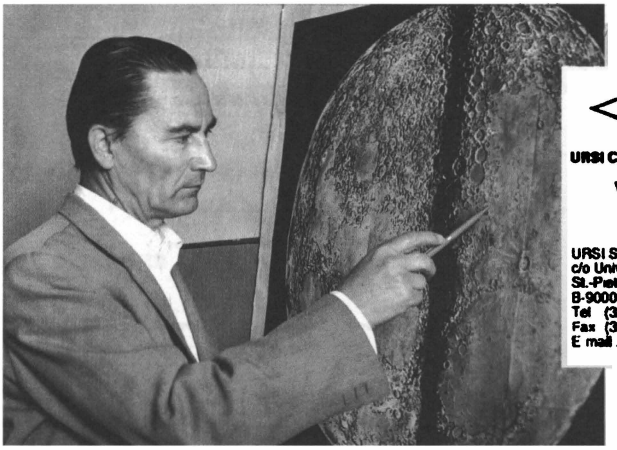


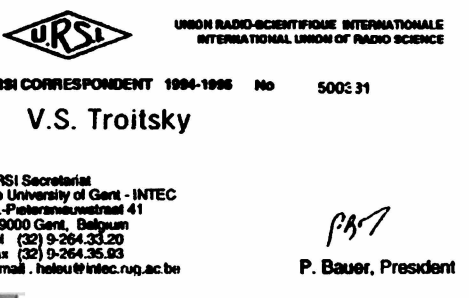

Happy New Year
Arnold and Florence Mengel
-1968-

Come step outdoors with us and see
The Mengel's flying Christmas Tree.
It orbits sixteen times a day,
For oftener than Santa's sleigh.
It brings our message of good cheer,
For happiness this coming year.
In the sky that special glow
Could be our Christmas UFO.

A Serene Christmas and
A Tranquil New Year
from
Arnold and Florence Mengel and
their new Bedell Bells.

Поздравительные рождественские открытки В.С. Троицкому от доктора Кембриджского университета Д. Мензеля





UNION RADIO-SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE
INTERNATIONAL UNION OF RADIO SCIENCE

URSI CORRESPONDENT 1994-1996 No 500031

V.S. Troitsky

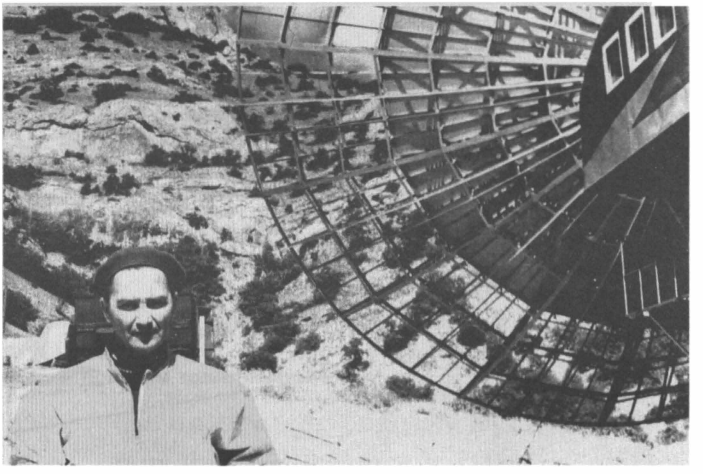
URSI Secretariat
c/o University of Gent - INTEC
St.-Pietersnieuwstraat 41
B-9000 Gent, Belgium
Tel (32) 9-264.33.20
Fax (32) 9-264.35.93
E mail . helsu@intec.rug.ac.be

P. Bauer, President

Визитка члена U.R.S.I.
В.С. Троицкого

Исследование радиоизлучения Луны.
Начало 60-х годов

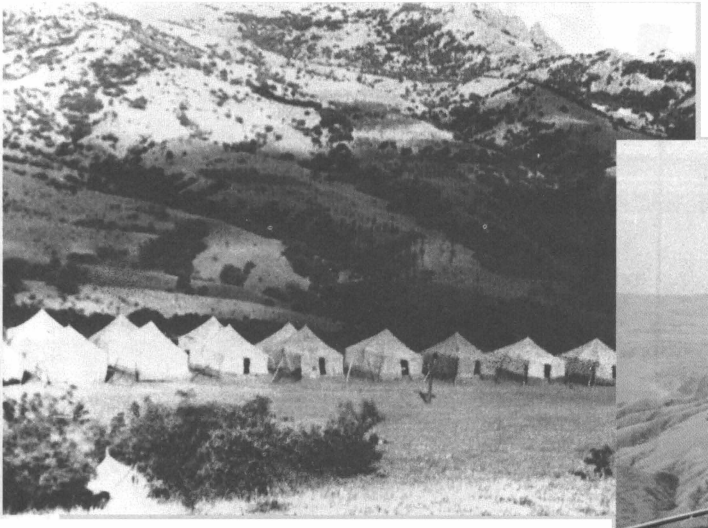
Научная экспедиция
в Крым.
Слева направо:
В.М. Родина,
М.Р. Зелинская,
Л.И. Турабова,
Е.А. Любимов,
В.С. Троицкий.
Командный пункт.
1954 г.

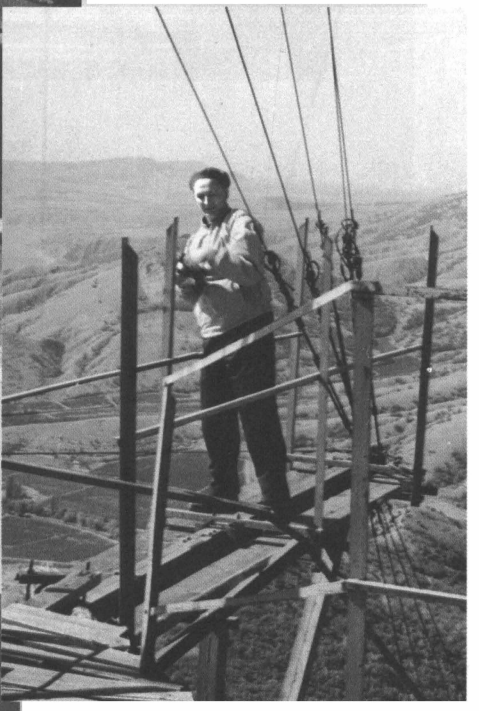


В.С. Троицкий
у радиотелескопа

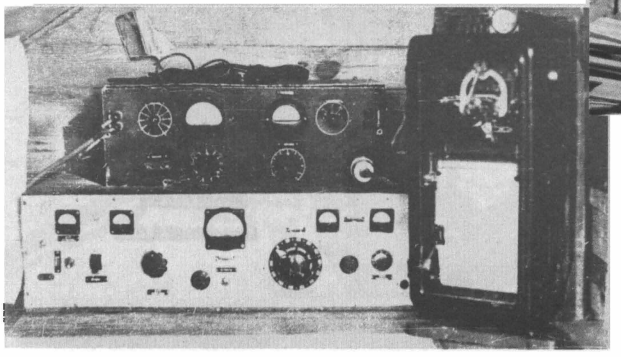
Ялта.
«Ласточкино
гнездо»

Палаточный
лагерь
в Кара-Даге

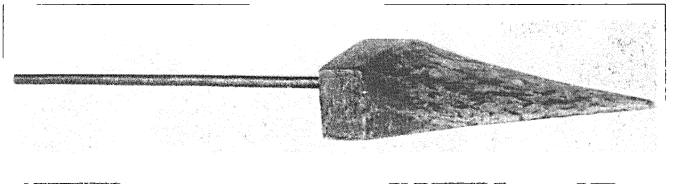




Кара-Даг. Установка
«Искусственная Луна».
70-е годы

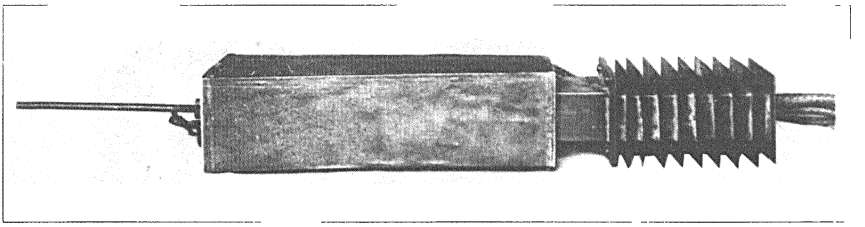


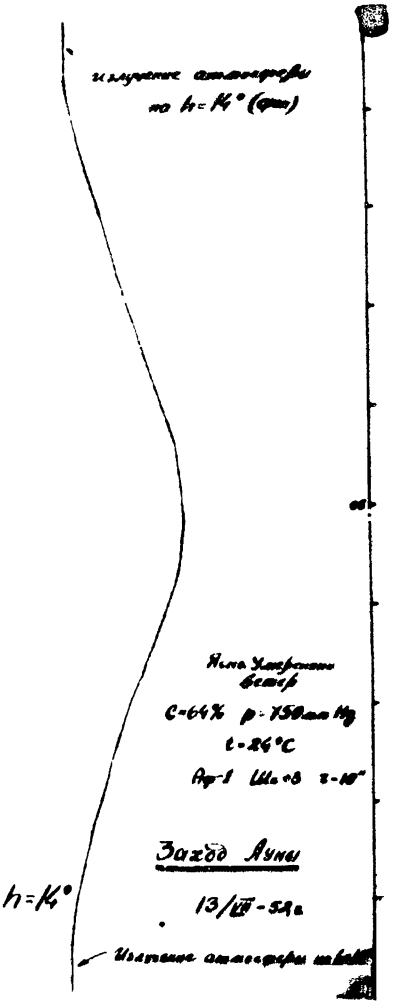
Расположение
аппаратуры
в будке станции



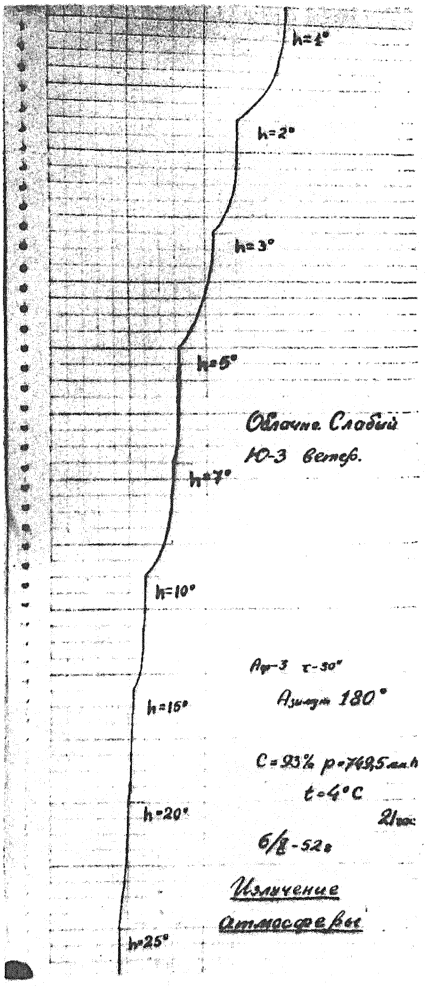
Черное тело

Тепловой эталон излучения внутри волновода



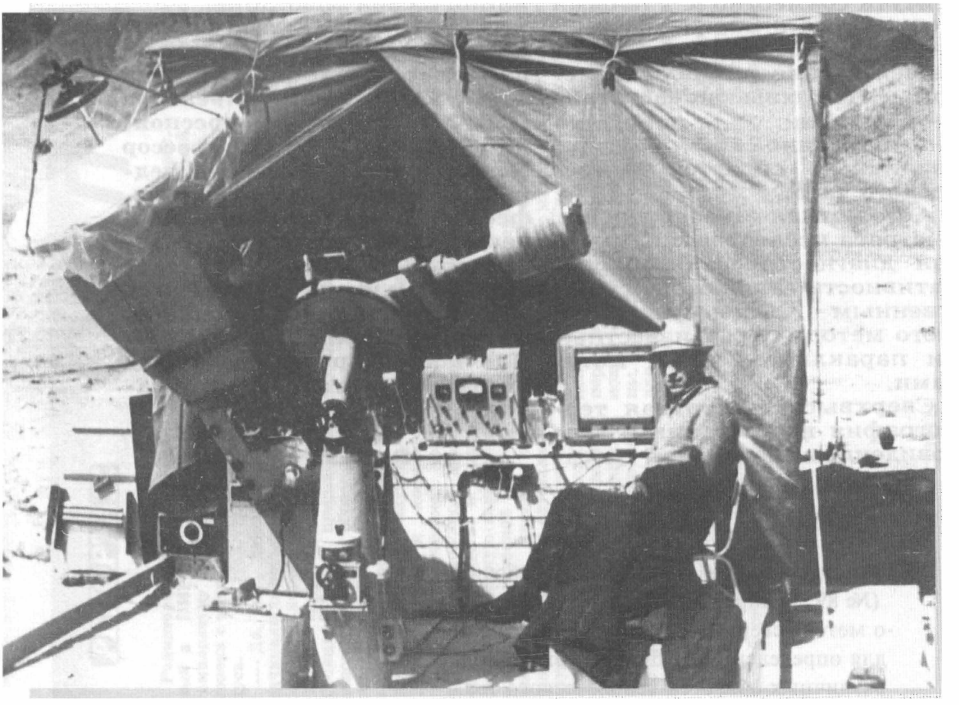



Образец записи излучения Луны




Образец записи излучения атмосферы

Экспедиция на Памир



# ДЛЯ КЛИНИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ

Сотрудниками Горьковского научно - исследовательского радиофизического института совместно с учеными медицинского института имени С. М. Кирова впервые в нашей стране разработан метод сверхвысокочастотной термографии для определения глубинной температуры различных областей человеческого тела.

Абсолютная безвредность, быстрота исследования, высокая диагностическая информативность являются существенным преимуществом этого метода перед известными параклиническими методами.

Сверхвысокочастотная термография в сочетании с тепловидением позволяет улучшить диагностику заболеваний и может быть использована в различных областях клинической медицины.

**НА СНИМКЕ: ассистент кафедры нервных болезней, кандидат медицинских наук А. В. Густов, зам. директора НИРФИ, член - корреспондент АН СССР, профессор В. С. Троицкий, зав. кафедрой нервных болезней, профессор Е. П. Семенова, проректор мединститута, профессор В. Д. Трошин, старший научный сотрудник НИРФИ, кандидат физико-математических наук В. М. Плечков за проведением термографического исследования.**

**Фото И. ЖУЛИНА.**

Заметка в газете «Горьковский рабочий»
(№ 89, 16 апреля, 1980 г.)
о методе сверхвысокочастотной термографии
для определения глубинной температуры
различных областей человеческого тела.

РЕПОРТАЖ

# ОТ ЛУНЫ ДО СЕРДЦА

**Радиотермометр, созданный в НИРФИ, измеряет температуру внутри тела человека с точностью до 0,1 градуса.**

— Да, мы действительно начинали с космоса, — говорит член-корреспондент АН СССР Всеволод Сергеевич Троицкий, — а пришли к человеку. Каким образом и звезда, и человеческое сердце в равной степени являются для нас объектами изучения? Очень просто: и космические, и человеческие тела излучают радиоволны. Можно «рассматривать» в радиотелескоп далекую галактику, а можно — головной мозг человека, слегка касаясь антенной виска. Мы слушали и слушаем космос, «ставили градусник» Луне, проводили исследования СВЧ-радиоизлучения земной атмосферы и, так сказать, постепенно спускаясь с небес на землю, пришли к человеку.

Речь идет о применении методов радиоастрономии в медицине. Семь лет назад В. С. Троицкий, известный в нашей стране и за рубежом как радиофизик и радиоастроном, увлекся проблемой неразрушающего дистанционного измерения температуры внутри человеческого тела путем измерения выходящего из него СВЧ-радиоизлучения. Опухоль имеет иную температуру, нежели здоровые ткани — уже из этого ясно, как важно без хирургического вмешательства «ставить градусник» внутренним органам

Теперь астроном Троицкий в разговоре свободно оперирует сложными медицинскими терминами, а его коллега по научным поискам доцент кафедры нервных болезней Горьковского мединститута, кандидат медицинских наук А. В. Густов — понятиями радиофизики. Теперь в НИРФИ, используя новые физические принципы, разрабатывают приборы для медицины, а в неврологической клинике областной больницы им. Семашко есть лаборатория СВЧ-термографии. Здесь уже лет пять работает СВЧ-радиотермометр второго поколения. Очень громоздкий и сложный прибор, но именно его создание означало переломный момент в поисках ученых.

Сделать прибор, который по собственному радиоизлучению тела определял бы изменение его температуры, было не так уж сложно, однако нужна была методика точного измерения самих значений температуры, а не только ее изменений.

— С помощью применявшихся в радиоастрономии радиотелескопов можно с точностью до 1—2 градусов измерить температуру Луны, — говорит Всеволод Сергеевич Троицкий, — но врачей такая погрешность не устраивает. Им нужна точность по крайней мере до 0,1 градуса. И вот с этими «десятыми» пришлось повозиться.

Дело в том, что радиоизлучение не выходит из тела полностью, частично отражаясь от его поверхности. А для точного измерения температуры нужно «вытащить» все излучение полностью. Как?

О том, как были разработаны три способа точных измерений, как была создана «Теория контактного радиотермометра», об этом мы писать не будем. Может быть, красноречивей всего маленькая полоска бумаги, прижатая толстым стеклом письменного стола. На бумажке рукой Троицкого написано: «Не надо покоряться суете».

Не в этом ли секрет всех открытий?

...И вот — радиотермометр третьего поколения. Он точнее, проще, миниатюрнее. Измеряет температуру с точностью до одной десятой градуса. Его уже можно запускать в серию, и одно из горьковских предприятий берется за его промышленное освоение. Заявки уже идут со всего Союза: прибор-то уникальный! А главное, результаты, полученные в пяти клиниках города, чрезвычайно интересны. Например, в 39-й больнице научились с помощью радиотермометра диагностировать ревматоидные артриты, а в областной имени Семашко определили, что у здоровых людей после 50 лет температура головного мозга понижается на полградуса. А мы-то считали, что «горячая голова» — это черта характера!

Впрочем, шутки в сторону: уже самые первые шаги СВЧ-радиотермометра дали серьезные результаты. Мы лишний раз видим, как плодотворно сотрудничество разных наук, и лишний раз убеждаемся в том, что, спускаясь «с небес на землю», мы обретаем новые взлеты.

**Ю. НЕМЦОВ.**

г. Горький.

**НА СНИМКЕ: в лаборатории СВЧ-термографии областной больницы им. Семашко. В руках кандидата медицинских наук Александра Васильевича Густова — антенна радиотермометра. С аппаратом работают старший инженер НИРФИ Людмила Капитоновна Сизмина (слева) и лаборантка Елена Рябухина.**

**Фото В. Никитина.**

Заметка из газеты
«Горьковская правда» (№196, 23 августа, 1984 г.)
о применении методов радиоастрономии
в медицине

Сообщение 4/III 65 г.

Внеземные цивилизации

Возможная программа исследования.

Основные положения которыми мы руководствуемся

1. Искусственные сигналы должны быть симметричными с высокой степенью монохроматичности и довольно медленной модуляцией

2. Диапазон волн поиска $0{,}8 \leq \lambda \leq 21$ см.

3. Должны быть обследованы ближайшие звезды в радиусе 100 св. лет или 1000 св. л.

$r = 100$ св. л $\quad N = 10^4$ звезд

$r = 1000$ св. л $\quad N = 10^7$ звезд

4. Срок обследования $10^7$ звезд должен вовсе ~~продолжаться~~ исчисляться единицами лет.

~~5. Теория Шкловского. При определении необходимых параметров приемной системы исходим из того, что передающая сторона имеет примерно такие же возможности передачи: мощность порядка~~

5. Исходим из того, что в настоящее время можно осуществить приемную систему с собств. шумами $T_1 = 70°K$ полосой фильтра $\Delta f = 10$ герц и усреднением $\tau = 2{,}5$ сек. ($\Delta F = 0{,}1$ гц)

$$P_m = 10^{-22} \log T.$$

Меньший уровень шумов получить в настоящее время трудно. Поэтому мы остановились на достигнутом уровне

Заметки к сообщению
«Внеземные цивилизации».
4 марта, 1965 год

~~Такая приемная система позволит обнаружить сигнал посылаемый в расс~~

Считаем что на передающей и приемной сторонах применены антенны с ИНД ~ $10^6$ (для $\lambda = 10$ см $D = 30$ м)
При этом чтобы уровень сигнала превышал шумы в 3 раза нужна мощность передатчика

| Гдл | P | N |
|---|---|---|
| 20 | $2 \cdot 10^6$ вт | 100 |
| 100 | $5 \cdot 10^7$ вт | $10^4$ |
| 1000 | $5 \cdot 10^{20}$ | $10^7$ |

Поэтому обзорный приемник типа зенитной может ~~корреспондировать~~ использоваться в радиусе 20 св лет т.е. в диапазоне 100 объектов.

Мы считаем тем не менее необходимым вести обследование сигналов длиннее с $10^7$ звезд.

5. Пред-ли целесообразно обследовать все диапазон $1_м < \lambda \le 20_м$. Можно ограничиться на первое время обследованием на частотах вблизи линии водорода и его гармоник 10,5 см (2) 7 см (3) 5,2 см (4) 4 см (5) 3 см (6) 3 см (7) 2,6 см (8) ... 2,1 см (10)

Хайкин

6. Полоса приема определяется возможным смещением частоты из-за относительных движений пунктов, $v_{отн} = 200$ м/сек $\frac{v}{c} = \frac{200}{300 \cdot 10^3} = \frac{1}{1500} = 0{,}1\%$. Полоса обычно ~~10–100 кгц~~.

Относит скорость звезд?

на длинноволн. $10 \cdot 10^6$ гц на сантиметровых $100 \cdot 10^6$ гц т.е. соответственно $\frac{10^7}{2 \cdot 10^3} = \frac{1}{2 \cdot 10^2} = 0{,}5\%$ и $\frac{10^8}{1000} = 10^{-2} = 1\%$. Итак полоса около $\Delta f = (5 \div 10)$ кгц

7 ~~Бо~~ Существенен вопрос о скорости анализа спектра и ~~Дол при на~~ о времени необходимом для наблюдения одной звезды наиболее быстрый — параллельный анализ нужно $2 \cdot 10^7/10 = 2 \cdot 10^6$ фильтров!
Реально время ~~вобо~~ затраченное на исследование звезды определяется процедурой наблюдения: наведение-замер отсчет-запись нуля.
Если отнести на звезду 2,5 + 2,5 ~~за~~ 5 минут или +5 на вспомогательные приемники = 10.
~~Одн~~ За сутки 20 × 6 ≈ 100 исследований
За год 30000 = $3 \cdot 10^4$ Все $10^7$ за 300 лет!!
Это на одной базе. ~~За 3 года одного~~
Чтобы за 3 года сделать обзор нужно 100 радиотелескопов на одной базе.
На всем базах 1000 радиотелескопов!!
Работа огромная. Можно уменьшить объем выборки класса наиболее перспективных звезд сокращением времени анализа (это не выгодно из-за потери чувствительности)
Может быть можно сократить в несколько раз
Работа требует международного кооперирования.
Материал для написания по ~~кооперации~~ сотрудничеству.
Что из этого программы будет делаться в НИРФИ.

1 Разрабатываются два метода анализа для приемников с шумом ~ $3 \cdot 10^{-21}$ Вт/гц.
а) ~~корре~~ Параллельно последовательный анализ (Пирогова)
~~в) корреляционный анализ в полосе~~
в) Сжатый анализ на присутствие сигнала затем на измерение его частоты и амплитуды
Соответственно такому корреляционный анализ. (Зверев)

2 Намечается в ближайшие 3 года проведение исс ~~совм с ВНИИ~~ исслед. ~~на~~ на волнах 20,5, 7, 5,2 см.
Сжатый на волнах РТ ~ 25 м
Все звезды в пределах r = 100 свет лет ($N = 10^4$)

3 Работа на интерферометре совместно с Геннадием Яковлевичем Гусеновым.
(Часть исследований.

# ЭКСПЕРИМЕНТ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ ВАЖНОСТИ

Еще позавчера вечером мы слышали по московскому радио о том, что до встречи советской автоматической станции «Венера-4» с планетой Венера осталось 12 часов. И все это время мы ждали, надеялись, задумывались — как-то поведет себя «Венера-4» при сближении со своей загадочной «тезкой»? А вчера мы уже узнали, что в канун юбилея Советской власти советская автоматическая станция «Венера-4», покрыв расстояние в 350 миллионов километров, вошла в атмосферу планеты Венера и совершила посадку на ее поверхности.

Чрезвычайно велико значение этого блестящего эксперимента. Нам, научным сотрудникам, известно, каких колоссальных трудов многих советских ученых стоила эта победа. Неоценимый вклад в науку внесли такие ученые, как исследователи Венеры с Земли академик В. А. Котельников, доктор физико-математических наук А. Д. Кузьмин и многие многие другие деятели науки и техники. Горьковский ученый, кандидат физико-математических наук, доцент НИРФИ А. Г. Кисляков занимался изучением Венеры на миллиметровых радиоволнах.

Всеобщее восхищение вызывает и тот факт, что данные о Венере, которые были получены из наблюдений и исследований с Земли, совпадают с показаниями автоматической станции «Венера-4». Радиоастрономические исследования последних лет показывали, что температура Венеры достигает 300 градусов по Цельсию. Станция замерила — 280 градусов. Радиоволны, идущие от собственного радиоизлучения Венеры, говорили, что на далекой планете мало кислорода и водяных паров, что там в основном углекислый газ. И это, как следует из сообщения ТАСС, тоже подтвердила советская научная лаборатория, спустившаяся на Венеру. Совпадают также и данные об атмосферном давлении Венеры. Это очень важно, так как именно научные наблюдения наших ученых за Венерой с Земли позволили выполнить такой блестящий эксперимент. Ведь чтобы посадить автоматическую станцию, нужно было хотя бы ориентировочно знать об атмосферном давлении планеты, о ее температуре.

Посадка «Венеры-4» на планету Венера — это результат блестящей творческой мысли советских ученых, конструкторов, рабочих. Эксперимент говорит о прогрессе науки в освоении космического пространства.

«Венера-4» — на Венере! Это — замечательный подарок Родине в канун ее славного 50-летнего юбилея.

**В. ТРОИЦКИЙ,**
доктор физико-математических наук, профессор НИРФИ при университете имени Н. И. Лобачевского.

Заметка в газете «Горьковский рабочий» (19 октября, 1967 г.) о посадке станции «Венера-4» на поверхность планеты Венера

# ПОИСК СИГНАЛОВ ВНЕЗЕМНЫХ ЦИВИЛИЗАЦИЙ

**В. ТРОИЦКИЙ,**
**профессор,**
**доктор физико-математических наук**

## ВИДЫ СИГНАЛОВ * КРИТЕРИЙ ИСКУССТВЕННОСТИ

Рассмотрим наиболее целесообразные виды сигнала, и в частности тот, который необходим для надежного установления первого контакта.

Основное требование к сигналу-маяку состоит в том, что он не должен оставлять никакого сомнения в своем искусственном происхождении. Сигнал должен резко отличаться по своим характеристикам от естественного, часто наблюдаемого в природе излучения. Последнее обычно имеет широкий спектр и отдельные линии излучения.

Требованию резкого отличия лучше всего удовлетворяет монохроматический сигнал. Обычно такое излучение на Земле получают искусственно с помощью автоколебательных систем, использующих принцип обратной связи. Так, при помощи атомных и кварцевых генераторов получают на сантиметровых волнах спектральную ширину линии излучения около одного герца за длительное время. Таким образом, относительная ширина линии достигает $10^{-10}$ — $10^{-12}$ части частоты. Хотя в природе естественные колебательные процессы имеют синусоидальный характер, однако в силу хаотических влияний соседних систем или теплового движения они менее упорядочены, чем колебания в современных генераторах. Относительная ширина естественных излучений в оптике даже при выполнении специальных условий едва достигает $10^{-8}$ — $10^{-9}$, а обычно составляет около $10^{-6}$. В космическом радиоизлучении также открыты линии излучения. Однако, например, относительная ширина линии излучения межзвездного водорода составляет около $10^{-5}$.

Следующим признаком искусственности должен быть сам характер модуляции сигнала, ее форма. Модуляция сигнала должна сильно отличаться от природной.

Можно представить себе перенесение разумной информации на естественном излучении. В этом случае несущая частота ничем не отличается от природного излучения, а вся разумная информация будет сосредоточена в модуляции. Такой путь позволяет использовать мощные источники естественного излучения, имеющие сплошной или достаточно широкий спектр.

Признаком искусственности сигнала может быть также статистический закон распределения его напряжения. Требование узкополосности сигнала, сколь бы узок он ни был, еще недостаточно для однозначного суждения об

* Окончание. Начало см. в № 8 за этот год.



Обложка журнала «Авиация и космонавтика» и первая страница статьи В.С. Троицкого «Поиск сигналов внеземных цивилизаций».
Журн. Авиация и космонавтика – 1968 -№9 – стр. 56-61

# Р Е Ш Е Н И Е

## Московской научно-технической конференции по космической радиосвязи, посвященной десятилетию космической эры

5-7 февраля 1968 г.

Проведение первой научно-технической конференции по космической радиосвязи, в связи с успехами Советского Союза в освоении космоса и создания спутников связи является современной и весьма актуальной. Это подтверждается высоким научным уровнем конференции и большой активностью ее участников.

Широта охвата тематики характеризуется работой 8 секций:

- Технические характеристики систем связи через ИСЗ и взаимодействие этих систем с другими радиосредствами;

Руководитель секции к.т.н.,доцент Калашников Н.И.

- Методы модуляции и уплотнения в системах космической радиосвязи.

Руководитель секции д.т.н.,проф.Петрович Н.Т. и к.т.н.Быков В.А.

- Передача изображений по космическим линиям связи.

Руководитель секции д.т.н.,проф.Катаев С.Н.

- Системы синхронизации и траекторных измерений.

Руководитель секции проф.Пестряков В.Б.

- Бортовое радиотехническое оборудования.

Руководитель секции Богачев И.Д.

- Земная приемно-передающая аппаратура.

Руководитель секции к.т.н.Кантор Л.Я.

- Дальняя космическая радиосвязь.

Руководитель секции д.т.н.,проф.Трахтман А.М.

- Связь с внеземными цивилизациями.

Руководитель секции д.ф-м.н.проф.Троицкий В.С.

Наряду с проблемными техническими вопросами были освещены системы связи с ИСЗ, разработанные у нас в последние годы - "Молния", "Орбита" и др.

В конференции приняли участие представители научно-технической общественности НТОРиЭ г.Москвы и других городов в количестве около 800 человек, в том числе 25 докторов наук и более 100 кандидатов наук.

На двух пленарных заседаниях и восьми тематических секциях прочитано 85 докладов, которые вызвали оживленные дискуссии.

Решение Московской научно-технической конференции
по космической радиосвязи.
5-7 февраля 1968 г.

Конференция отмечает недостаточное освещение в нашей периодической печати вопросов космической радиосвязи, что ограничивает возможности обсуждения широкого круга актуальных задач. Мало обсуждаются вопросы распространения радиоволн в космической среде создания радиосредств исследования планет, космического радио- и телевизионного вещания, электропитания бортовых систем, вопросы надежности бортовых систем и т.д.

Конференция рекомендует:

1. Создать при Центральном правлении НТОРиЭ им.А.С.Попова секцию космической радиосвязи.

2. Конференции по космической радиосвязи проводить во всесоюзном масштабе не реже 1 раза в 2 года.

3. Организацию секции "К.Р." и подготовку следующей конференции поручить Оргкомитету настоящей конференции (Баранулько В.А., Богачев И.Д., Быков В.Л., Виницкий А.С., Калашников Н.И., Крупенко Н.Н., Пановкин Б.Н., Пелехатый М.И., Пестряков В.Б., Петрович Н.Т., Трахтман А.М.), включив в его состав руководителей секций (Катаев В.И., Кантор Л.Я., Троицкий В.С.), а также ученых и специалистов республиканских и областных правлений НТОРиЭ им.А.С.Попова.

4. Просить АН СССР ускорить разработку конкретной программы для развертывания экспериментальных работ по выделению и анализу сигналов искусственного происхождения известными методами, на базе имеющейся и разрабатываемой аппаратуры, для связей с неземными цивилизациями.

5. Просить редакции журналов "Радиотехника" и "Электросвязь" увеличить объем публикации по вопросам космической радиосвязи. Просить ВСНТО рассмотреть возможность изданий в виде квартальных приложений журнала "Радиотехника", посвященных вопросам космической радиосвязи.

6. Просить издательство "Советское радио" опубликовать часть докладов, прочитанных на данной конференции с учетом рекомендаций Оргкомитета, а также рассмотреть возможность регулярного выпуска сборника, посвященного вопросам космической радиосвязи.

7. Конференция рекомендует усилить внимание вопросам разработки единой терминологии по космической радиосвязи, космическому радиовещанию и издать словарь, для чего просить Центральное правление Общества им.А.С.Попова и Институт космических исследований АН СССР создать при редакции журнала "Радиотехника" комиссию по терминологии.

Результаты работы комиссии публиковать на страницах журналов.

8. Поручить Оргкомитету подготовить краткую информацию о проведенной конференции, для опубликования в журнале "Радиотехника".

9. Следующую Всесоюзную научно-техническую конференцию по космической радиосвязи провести в 1970 году.

## Выступление на совещании в Ереване.

Я хотел бы отметить прежде всего, что проблема поиска сигналов других цивилизаций к сожалению совсем не совпадает по технике с радиоастрономическими исследованиями. Для экспериментальных исследований проблемы существования других цивилизаций необходимо применение очень узкополосных спектроанализаторов высокой чувствительности. Для радиоастрономии наоборот нужны широкополосные приемные системы. Конечно это справедливо, если считать, что наиболее вероятным сигналом должен быть монохроматический сигнал. Были высказывания, что яко бы выгоднее посылать шумовой сигнал, т.к. при этом облегчается поиск по диапазону. Но следует иметь в виду, что при одинаковой полной мощности передачи в широкой полосе или очень узкой (свойственной, например, современным квантовым или кварцевым генераторам), наибольшее отношение сигнала к шуму в приемнике может быть достигнуто при приеме синусоидального сигнала. Действительно, при условии приема всего спектра излучаемых частот в случае синусоидального сигнала полоса приемника может быть сделана во столько раз уже, во сколько ширина спектра шумовой передачи больше ширины спектра "монохроматической" передачи. Это приводит, как известно, к уменьшению собственного шума при приеме синусоидального сигнала во столько же раз. При этом полезный сигнал в обоих случаях остается неизменным, т.к. мощности передатчика одинаковы. Таким образом, отношение сигнал/шум и дальность при передаче одной и той же полной мощности будет максимальным при синусоидальном сигнале.

Решение проблемы существования других цивилизаций во Вселенной становится теперь на экспериментальную основу. Эта проблема требует проведения [redacted] комплексных исследований значительного объема и трудоемкости с привлечением представителей различных разделов науки. В силу этого и особенно в силу большой научной и практической важности проблемы, по-видимому, в настоящее время целесообразно создание специальной комиссии при Совете по радиоастрономии и Астросовете, которая должна заниматься вопросами научной разработки проблемы и координацией исследований.

P.S. Последний абзац был в выступлении прямо после моего доклада, а не в том, о которой идет речь. Поэтому не ясно, нужно его оставлять, или нет. Пусть это будет на Ваше усмотрение.

С уважением (В.С.Троицкий)

Текст выступления
на совещании в Ереване
по проблеме поиска сигнала других цивилизаций. 1971 г.

Начало интервью на радио В.С. Троицкого «Сигналы Вселенной». 1970 г.

ДИКТОР: ГОВОРИТ ГОРЬКИЙ!

Начинаем передачу из цикла "В лаборатории учёных"

Послушайте документальный радиорассказ

"СИГНАЛЫ ВСЕЛЕННОЙ"

(плёнка)

ВЕДУЩАЯ: 6-го августа 1967 года в Англии (молодая астрономка) Джаселин Белл при наблюдении созвездия "Лисички" был зарегистрирован ~~их~~ очень странный сигнал - на ленте скоростного самописца оказались периодически повторяющиеся импульсы. Сигналы приходили с участка неба, где раньше никаких постоянных радиоисточников вообще не наблюдалось. Вскоре были найдены ещё несколько аналогичных пульсирующих источников. Систематическое наблюдение показало, что их нельзя отождествлять с каким либо видом земных помех. Была отвергнута и такая причина, как спутники.

Всё говорило за то, что источники излучения находятся далеко от Земли. А само радиоизлучение приходит в виде коротких импульсов с необыкновенно ~~короткой~~ большой точностью повторения... Это открытие настолько поразило учёных, что полгода всё сохранялось в тайне. Теперь мы понимаем причину такой осторожности: обсуждалась гипотеза внеземных цивилизаций.

Сейчас учёным ясно, что как ни жаль, пульсары - это естественные объекты. А ряд важнейших открытий, сделанных за последние годы, не говоря уже об успехах в космосе, всё ближе и ближе придвигают к нам проблему целенаправленного поиска внеземных цивилизаций.

Эту передачу я так и хотела озаглавить "Ищем внеземную цивилизацию". Такой поиск - первый у нас в Союзе - уже начат.

**С П Р А В К А**

Я, Троицкий В.С
(фамилия, инициалы)

автор ~~работы~~ интервью Сигналы Вселенной
Информация о приеме монохроматических сигналов от ближайших звезд
(название, краткое содержание, доступное для неспециалиста)

подтверждаю, что

1. В работе не приводятся какие-либо сведения или данные, противоречащие "Перечню сведений МВ и ССО СССР, запрещенных в открытой печати", "Перечню сведений, запрещенных к опубликованию в открытой печати, передаче по радио и телевидению", изданному Главлитом СССР в 1965 г.

2. Данная работа не содержит сведений по незавершенным работам и сведений, которые могли бы быть признаны изобретениями или открытиями в соответствии с "Указанием о порядке подготовки к опубликованию сведений о технических достижениях СССР, которые могут быть признаны изобретениями или открытиями" от 1 июня 1965 г.

3. Работа выполнена НИРФИ
(по чьему плану: открытому, закрытому, по упрощенному режиму в порядке личной инициативы, по заказу и т.п.)

4. Популярное изложение результатов поиска монохроматических сигналов.
(указать степень новизны, какое имеет практическое и теоретическое значение)

5. нет
(указать, получено ли на данную работу авторское свидетельство и его №)

6. – не требуется
(требуется ли дополнительное разрешение на опубликование и от кого)

7. не использовано
(указать использованы или неспользованы литературные источники и документы, имеющие гриф секретности или "ДСП", а также незаконченные научно-исследовательские работы)

8. Об ответственности за разглашение Государственной тайны согласно УК РСФСР мы предупреждены.

Подпись автора

Зак. 671 НИРФИ.

Справка, разрешающая публичное выступление
на радио В.С. Троицкого
«Сигналы Вселенной». 1970 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор НИРФИ /Н.Г.Денисов/
"10" февраля 1970 г.

**АКТ ЭКСПЕРТИЗЫ**

материалов (экспонатов), подготовленных к открытой публикации

Экспертная комиссия Научно-исследовательского радиофизического института, созданная согласно приказу директора Научно-исследовательского радиофизического института № _____ от _____ 1969 года, в составе: председателя доктора физ.-мат. наук Г.Г.Гетманцева

и членов доктора физ.-мат.наук И.Л.Берштейна, кандидата технических наук Ю.В.Веденского, кандидата физ.-мат.наук Ю.А.Рыжова
(фамилия, имя, отчество и должность)

рассмотрела интервью В.С.Троицкого "Сигналы Вселенной".
(вид материала, ф.и.о.автора, полное название работы и объем)

выполненную по плану НИРФИ - открытому
(указать по какому плану - открытому, закрытому, в порядке личной инициативы, по заказу и т.д.)

в которой информация о поиске монохроматических радиосигналов от ближайших звезд. Популярное изложение результатов поиска монохроматических сигналов.
(краткая аннотация, новые элементы, практическое и теоретическое значение)

Руководствуясь:

а) Перечнем сведений, составляющих государственную тайну и других сведений, подлежащих засекречиванию по МВ и ССО РСФСР
(указать министерство, ведомство и год издания)

б) "Перечнем сведений, запрещенных к опубликованию в открытой печати, передачах по радио и телевидению", изданным в 1965 году, а также документами, дополняющими Перечень.

в) "Указаниями о порядке подготовки к публикации сведений о научно-технических достижениях СССР, которые могут быть признаны изобретениями или открытиями" 1965 года издания, экспертная комиссия подтверждает, что:

Акт экспертизы, разрешающий публичное выступление на радио В.С. Троицкого «Сигналы Вселенной». 1970 г.

1. В рассмотренной работе **не содержится**
(указать содержатся или не содержатся сведения, запрещенные к опубликованию документами, поименованными в пп. „а", „б", „в")

а) –
(указать содержатся или не содержатся сведения, которые могли бы составить предмет изобретения или открытия)

б) –
(если имеются сведения об изобретениях, открытиях, защищенных авторскими свидетельствами, дипломами, патентами, то указать №№ авторских свидетельств, дипломов, патентов, заявок и возможность их опубликования - имеется или не имеется запрет Комитета по делам изобретений и открытий)

в) –
(в случае отказа в выдаче авторского свидетельства указать № и дату письма Комитета по делам изобретений и открытий и причину отказа, а также согласны или не согласны заявители с решением Комитета и не будет ли ими это решение опротестовываться)

3. В рассмотренной работе **не использованы литературные источники и документы, имеющие гриф секретности**
(указать, использованы или не использованы литературные источники и документы, имеющие гриф секретности или "Для служебного пользования", а также незаконченные научно-исследовательские работы)

4. На публикацию работы **не** ~~получить разрешение~~ **требуется**
(министерства, ведомства)

Заключение. На основании вышеизложенного комиссия считает, что рассмотренные материалы могут быть опубликованы **в открытой печати**
(в открытой печати, с грифом "Для служебного пользования")

Председатель комиссии : (Г.Г.Гетманцев)

Члены комиссии : (И.Л.Берштейн)
(Ю.В.Введенский)
(Ю.А.Рыжов)

Зак.670. НИРФИ. Тир.500.

*Acta Astronautica.* Vol. 6, pp. 81–94. Pergamon Press 1979. Printed in Great Britain

# Search for radio emissions from extraterrestrial civilizations

V. S. TROITSKII, A. M. STARODUBTSEV AND L. N. BONDAR

Radiophysical Research Institute, Gorki, U.S.S.R.

**Abstract**—Systematic observations of the whole celestial halfsphere radiation at centimeter and decimeter wavelength ranges have been carried out since 1970. Simultaneous observations at four locations in the Soviet Union are made to filter out cosmic signals from a background of all kinds of local noise. The existence of a global sporadic radiation apparently arising near the Earth was discovered. Conclusions are reached concerning the optimal conditions for scanning the cosmos in order to detect sporadic radiation from technically developed extraterrestrial civilizations.

WE BEGAN our study by searching for sporadic radio emissions from space arising as a result of engineering activity of an extraterrestrial civilization possibly located around one of the stars nearest the Sun.

Intelligent life must exist in the Universe not only near our star, the Sun. A regular evolutionary property of matter leads inevitably to the development of intelligence. The search for intelligence in the Universe, via messages sent long ago by extraterrestrial civilizations, is already in experimental study programs. A search for messages possibly sent to Earth from nearby stars was carried out by F. Drake (U.S.A.) in 1961 and then more extensive investigations involving nearly 10 of the nearest stars were made at NIRFI (Gorki) in 1968. In 1973 Verschuur (U.S.A.) again searched for signals from some of the nearest stars.

An extraterrestrial civilization, however, may not transmit messages directed to other stars such as ours. The most effective means of detecting an extraterrestrial civilization may be to search for random signals resulting from its technology. For example, thousands of transmitters on Earth radiate into space and the radiation may reach the vicinity of the stars nearest to us. The more advanced the civilization is, the more powerful may be the radiation accidentally transmitted in various directions.

One cannot exclude the existence of advanced civilizations which utilize energy and, consequently, radiate a considerable fraction of it, and exist sufficiently close to us—within 10 to 1000 light years from the Sun. Thus we can search for signs of the technology of an extraterrestrial civilization when making observations of irregular radio emissions from space at different wavelengths. Recognizing the slight probability of such success, we nevertheless believe that this work may lead to new astrophysical discoveries since sporadic radio emission also may be of natural origin; e.g. associated with explosive processes

Первая страница статьи. V.S. Troitskii,
A.M. Starodubtsev, L.N.Bondar «Search for radio emissions from extraterrestrial civilizations». Acta Astronautica - 1979 - V.6 - pp. 81-94

# О ЯВЛЕНИЯХ НЕОБЫЧНЫХ

В научно-исследовательский радиофизический институт (НИРФИ) от очевидцев необычных явлений в атмосфере приходят письма с просьбой дать объяснение происходящему. Следует сказать, что большинство таких движущихся светящихся образований вызваны известными причинами: пролетом спутников или их сгорающих в атмосфере частей, полетами самолетов, иногда включающих фары, запусками осветительных ракет, болидами, метеорами и т. д. Об этом давались разъяснения и в центральной печати (например, в «Неделе» № 3 за 1979 г. статья «Что это там на небе?»).

Однако часть явлений не удается пока отождествить с какими-либо известными физическими процессами.

Известно, что часть таких явлений современная наука относит к категории так называемых неопознанных летающих объектов — НЛО (например, в журнале «Наука и жизнь» № 8 за 1978 г. статья «НЛО — попытка научного подхода»). Многие относят появление НЛО за счет наблюдательной деятельности внеземной цивилизации. Однако в руках ученых Земли нет ни одного прямого доказательства этой гипотезы.

В настоящее время в ряде научных учреждений страны, в том числе в НИРФИ, ведется работа по изучению подобных явлений, и здесь большую роль может сыграть помощь населения, присылающего письма с описаниями наблюдаемых феноменов. Чтобы эта помощь была более эффективной, мы хотим напомнить нашим добровольным корреспондентам, что при составлении сообщения необходимо постараться точно указать дату, время, длительность явления, его особенности (вид, цвет, шум и т. д.), изменение размеров и фаз во времени и относительно местных ориентиров (улиц, реки, леса, направления «юг—север»), сделать по возможности рисунок вида явления и его траектории. Интерес представляют сообщения не только о вновь наблюдаемых явлениях, но и подобные же события за прошлые годы. В письмах мы просим указывать свои фамилию, имя, отчество, возраст, домашний адрес, телефон (домашний или служебный), профессию. Если возможно, называйте других очевидцев и их данные.

Давайте же вместе изучать пока еще не объясненные необычные явления в атмосфере.

**В. ТРОИЦКИЙ,**
**член-корреспондент АН СССР, заместитель директора НИРФИ,**

**Э. ЕРМИЛОВ,**
**ассистент ГПИ им. Жданова.**

Заметка В.С. Троицкого в газете «Горьковская правда» (№230, 2 октября, 1979 г.) о необычных явлениях в атмосфере

129

НАШИ ИНТЕРВЬЮ

# ТУДА, ГДЕ КОЛЕБЛЮТСЯ ЗВЕЗДЫ

**Звезды... В повседневной суете и спешке мимо мы часто не замечаем их. Миллионы, миллиарды звезд. И каждая из них — тайна. Есть ли в этом звездном мире планеты, обитаемые разумными существами? Можно ли и каким путем установить контакт с подобными нам, землянам, а может быть, и с обитателями более развитых цивилизаций — на эти вопросы давно ищут ответ ученые разных стран мира.**

**Более полувека существует интернациональная организация, обобщающая опыт астрономов и астрофизиков в изучении Вселенной, — Международный астрономический союз. Раз в три года собирает она самых активных членов на конференции, симпозиумы. Совсем недавно закончила свою работу Генеральная ассамблея Международного астрономического союза.**

**Своими впечатлениями об ассамблее мы попросили поделиться член-корреспондента АН СССР, заместителя директора Научно-исследовательского радиофизического института, профессора В. С. Троицкого. Он является также председателем Всесоюзной комиссии по проблеме поиска жизни во Вселенной радиометодами.**

**— Нынешняя ассамблея — семнадцатая со дня основания союза. В Канаду, в Монреаль, приехало около 2000 ученых из 46 стран. В группе советских ученых вместе со мной были известные всему миру радиоастрономы, члены-корреспонденты АН СССР И. С. Шкловский, Ю. Н. Парийский, Н. С. Кардашов и другие видные специалисты. Нам было приятно встретиться и поделиться новыми достижениями с постоянными коллегами, виднейшими американскими учеными Френком Дрейком — директором гигантского 300-метрового радиотелескопа в Аресибо (Пуэрто-Рико) и Хишином — руководителем Национальной радиоастрономической обсерватории, а также с президентом Австралийской академии наук Уайдлом, руководителем радиоастрономического центра ФРГ Келлерманом и другими учеными.**

**Круг проблем, обсуждаемых ассамблеей, был чрезвычайно велик: структура, развитие всей Вселенной и Галактики, физика звезд, межзвездной среды, пульсары, молекулярные облака и т. д.**

**Очень глубоко и серьезно были затронуты вопросы разработки, создания и реализации новых методов и средств исследования Вселенной на базе радиоастрономии, оптики, рентгеновского изучения или гамма-астрономии. Поэтому не случайно от пленарного до заключительного заседаний работа ассамблеи проходила по тематическим постоянным комиссиям, которых насчитывалось около 50.**

**С большим успехом с докладами на различных секциях выступили советские ученые. И. С. Шкловский даже организовал свой семинар по объяснению сложного изучения пульсара, который настолько заинтересовал ученых, что был проведен дважды. В рамках ассамблеи состоялся специальный симпозиум «Стратегия поиска жизни во Вселенной», на котором я выступил с двумя докладами. Вообще надо отметить, что советские теоретические разработки принимаются с большим доверием и пользуются значительным интересом.**

**— Как ведутся в мире исследования по поиску внеземных цивилизаций?**

— Такие исследования начались еще в 1960. году в США под руководством профессора Фронка Дрейка. Знаменитый проект ОЗМА предусматривал поиск сигналов из Вселенной от разумных цивилизаций.

Пятью годами позже и у нас в стране на известном радиоастрономическом полигоне «Зименки» под г. Горьким начался поиск сигналов искусственного происхождения от 12 ближайших к Земле звезд.

На ассамблее американские ученые рассказали о результатах исследования 600 звезд. Прием излучений проводился на огромные антенны радиотелескопов диаметром 90—300 метров. Обнаружить сигналы искусственного происхождения не удалось.

В отличие от американцев в СССР в настоящее время наблюдения ведутся не за отдельными звездами, а за всем небесным сводом, что, правда, уменьшает чувствительность метода, зато дает возможность одновременно наблюдать в диапазоне 21 см (спектральная линия излучения водорода — составной части белка, всего живого) сразу почти 100 млрд. звезд нашей Галактики.

Поиском сигналов искусственного происхождения, т. е. внеземных цивилизаций в нашей стране занимаются ученые и специалисты НИРФИ на его Карадагской (Крым) обсерватории. В отличие от США в СССР, в Крыму, наблюдения ведутся непрерывно. Однако и мы не обнаружили каких-либо сигналов искусственного происхождения из Вселенной.

**— Итак, первые попытки поиска внеземных цивилизаций терпят неудачу. Где же выход из тупика? Следует ли продолжать исследования по поиску сигналов искусственного происхождения?**

— Четко положительный ответ на это получен на симпозиуме по стратегии поиска внеземных цивилизаций. Один из конкретных путей решения проблемы — это попытки обнаружить планеты у ближайших двух сотен звезд, ближайших, то есть находящихся в пределах 30 световых лет. Как известно, звезда колеблется, если вокруг нее движутся планеты. Колебания эти чрезвычайно малы, их можно сравнить с толщиной спички, удаленной от нас на расстояние 20 километров. Но с помощью современных космических телескопов, специальных астрономических систем мы можем уловить эти колебания в положении звезд. Поиск планет — ближайшая и реально решаемая задача. То, что она была так выделена на симпозиуме, поставлена, можно сказать, на повестку дня, считаю колоссальным шагом вперед. Представьте — а я в это твердо верю! — в течение ближайших двух-трех десятилетий ученые Земли с помощью средств науки и техники будут иметь возможность наблюдать планеты ближайших звезд.

Признаком жизни на планете должно быть наличие достаточного количества воды и кислорода. Это тоже можно выяснить по спектральным характеристикам излучения с помощью телескопов, выведенных в космос. К сожалению, в нашей Солнечной системе все остальные планеты, кроме Земли, безжизненны. Правда, есть предположение о наличии простейшей жизни на Марсе, однако надежд слишком мало.

Интервью с В.С. Троицким
«Туда, где колеблются звезды»
в газете «Горьковская правда» №211,
9 сентября 1979 г.

**— Всеволод Сергеевич, а вопросы межзвездных полетов обсуждались на симпозиуме?**

— Да, но их можно назвать полуфантастическими, так как эти полеты должны бы длиться несколько сотен лет.

**— Это при современных космических скоростях?**

— Разумеется, нет. Речь идет о тех предположительных скоростях, которые достигнут космические корабли через несколько столетий. Ведь наша цивилизация очень молода. Всего лишь за каких-то 100 лет мы достигли технологического уровня, который позволил нам выйти в космос, искать связь с себе подобными. Мы освоили радиоволны, опутали Землю системой телевизионных сетей. Как показали подсчеты, наше земное телевидение может быть обнаружено из космоса с планеты, удаленной от нас на 10—20 световых лет. А раз до сих пор нас «не нашли», можно сделать вывод, что на этих ближайших просторах Вселенной нет цивилизации, превосходящей нашу.

Более удаленная перспектива поиска внеземных цивилизаций — это обнаружение сигналов, направленных на Землю.

К настоящему времени укоренилось представление о практически безграничных возможностях внеземных цивилизаций, в особенности в производстве энергии. В частности, принималась как сама собой разумеющаяся возможность создания мощных генераторов для передачи позывных радиосигналов. Однако никто не пытался оценить реальность таких сооружений с точки зрения требований законов физики, биологии и материальных ресурсов цивилизации. В моем докладе сделана попытка такой оценки. И оказалось, что ни одна цивилизация не в состоянии создать «радиомаяк», по мощности приближающийся к энергии своей звезды (Солнца), сигналы которого можно принять на имеющуюся у нас сейчас в распоряжении аппаратуру. Если бы даже земляне и попытались создать для связи с другими цивилизациями радиомаяк, скажем, мощностью $10^{23}$ ватт, или в 1000 раз слабее излучения Солнца, то с целью сохранения жизни на Земле (тепловой и радиационный режим) эту радиостанцию необходимо было бы вывести за пределы Земли на расстояние не менее 30—40 астрономических единиц (около 5 млрд. км) или на орбиту далеких от нас Нептуна или Плутона.

Трудно поверить, однако, чтобы какая-то цивилизация стала создавать сложные сверхмощные радиомаяки только для того, чтобы заявить о себе, чтобы сигналы ее были кем-то приняты.

Из приведенных простых расчетов видно, что наша цивилизация, ведя поиск сигналов на технические средства, требующие от передающей стороны непримеримо больших мощностей, обрекает себя на неудачу поиска. Мы переносим все трудности связи на передающую сторону, и эти трудности оказываются непреодолимыми даже для крайне развитой цивилизации, владеющей термоядерной энергией и космическим транспортом с миллисветовой скоростью. Вот поэтому мы не наблюдаем искусственных сигналов, которые вправе были ли бы назвать космическим чудом.

Таким образом, вопреки утверждению И. С. Шкловского о том, что если мы не наблюдаем космических чудес, то значит в Галактике наша цивилизация единственна, мы говорим, что энергетический уровень чудес не может быть достаточно высоким, чтобы быть замеченным применяемыми средствами. Цивилизаций может быть много, но трудности сигнализации и связи чрезвычайно велики.

Из всего рассмотренного вытекают определенные выводы о стратегии. В теоретическом плане необходимо исследование предельных стадий развития цивилизаций, которые определяются физическими и биологическими законами на данном уровне знания. Реальность может только снизить полученные таким образом оценки.

Далее, необходимо конкретное проектирование предельных энергетических, пространственных, транспортных и других основных характеристик цивилизации. В особенности необходимо проектирование крупных научно-исследовательских систем. Например, систем обнаружения планет у ближайших звезд, систем маяка для сигнализации и поиска сигналов внеземных цивилизаций и т. п. Все это позволит выработать более правильную стратегию. Уже проделанные расчеты показывают, что необходимо сосредоточиться на поисках сигналов от звезд в радиусе до 100—1000 световых лет, применяя для этого самые мощные антенны, многоканальные спектроанализаторы при непрерывном наблюдении.

**— А какой теме был посвящен ваш второй доклад?**

— Основному вопросу проблемы внеземных цивилизаций, то есть оценке числа цивилизаций в Галактике. Существует формула известного астронома Дрейка, которая позволяет подсчитать число цивилизаций, используя представления о вероятном числе планет, о вероятности жизни на этих планетах, о возможности скачка от неживого к живому, от живого к цивилизации. В этой формуле используется представление о продолжительности жизни технологически развитых цивилизаций, учитывается число рождения звезд, а их в среднем рождается в год около 20.

В общем, во всех этих подсчетах и рассуждениях ученые исходят из того, что жизнь возникает непрерывно, по мере зарождения планет с подходящими условиями. Это общепризнанная точка зрения.

Я же в своем докладе использовал предположение, что жизнь возникает как взрыв, который происходит в определенный момент во всей Вселенной. Жизнь возникла на планетах с подходящими условиями и стала развиваться далее эволюционным путем. Ни до этого момента, ни после жизнь уже не возникала. Высказанная гипотеза позволяет спокойно относиться к тому, что в данный момент мы, наша цивилизация, возможно, самая развитая в Галактике. Остальные отстали на несколько тысячелетий. Скорости развития жизни разные, поэтому наше кажущееся одиночество во Вселенной временное. Временное, а не постоянное, как утверждает И. Шкловский. Эта гипотеза хорошо объясняет факт отрицательных результатов поиска и тот факт, что наша Земля не посещалась инопланетянами за обозримую историю человечества.

Симпозиум наметил контуры дальнейшего поиска внеземных цивилизаций. Будут продолжены и у нас, и в США экспериментальные исследования.

**— Всеволод Сергеевич, не заходила ли речь на симпозиуме о неопознанных летающих объектах, о «летающих тарелках». Им сейчас большое внимание уделяет широкая печать.**

— Нет, выступлений на эту тему не было.

**— Тогда позвольте узнать, как вы сами относитесь к явлениям, получившим название НЛО — неопознанные летающие объекты?**

— Дело в том, что под этим понятием сейчас собрана информация о самого разного рода явлениях. Невежественные наблюдения загрязняют поле исследования. Наука же, как правило, имеет дело с явлениями повторяющимися или воспроизводимыми. НЛО наблюдались разными людьми, в разных местах, в различное, зачастую весьма короткое время. Много здесь и явлений атмосферного характера. Однажды мне самому пришлось наблюдать яркий большой диск, который упорно плыл за нашим самолетом. Потом я понял, что это не совсем обычное отражение солнца. Но не всегда, столкнувшись с непонятным, люди могут достаточно квалифицированно разобраться в своих впечатлениях, не всегда наука может помочь им в этом. Подсчитано, что два процента всех явлений, условно обозначенных НЛО, пока для науки необъяснимы.

**— На Западе существует целая псевдонаука о пришельцах из космоса — уфология. Как вы к ней относитесь?**

— Даже в ученых кругах высказывается гипотеза, что неопознанные летающие объекты — это корабли инопланетян, посещающих Землю с пояса астероидов. Я думаю, эту гипотезу нельзя назвать серьезной. Однако непонятные вещи надо исследовать, а не отмахиваться от них.

Проблема поиска внеземных цивилизаций сейчас как бы утратила свою сенсационность, обросла солидным теоретическим багажом. В ее разработке должны принимать участие ученые самых различных областей — астрономы, физики, химики, биологи, лингвисты. Потому что поиск внеземных цивилизаций — это новый непроторенный путь к познанию жизни, к познанию жизни как самого сложного явления в природе, в материальном мире.

**Беседу вели**

**А. АФАНАСЬЕВ,**

**Э. ВИЗГУНОВА.**

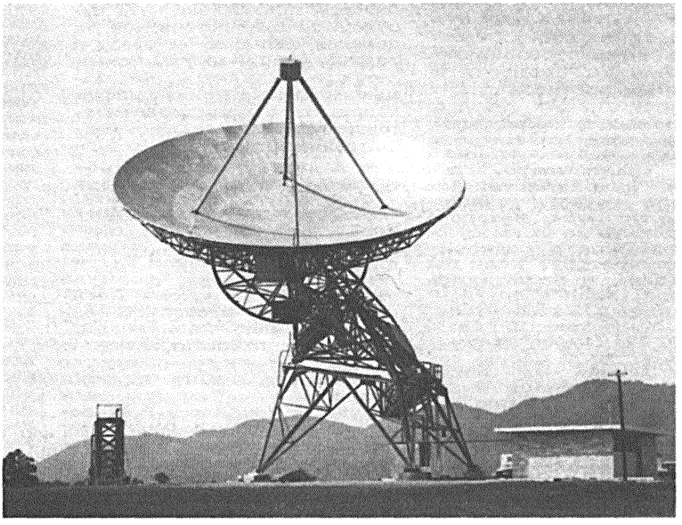
ISSN 0039–1255

*56. Band (1980) · Heft 1*

EVP DDR 3,60 M je Heft

# DIE STERNE

*Zeitschrift für alle Gebiete der Himmelskunde*



Обложка журнала «Die sterne».
1980

Die Sterne. 56. Band, Heft 1, 1980, S. 21—26 J. A. Barth, Leipzig

# Außerirdische Zivilisationen und das Problem der Ausstrahlung von Rufzeichen

## Warum werden keine Signale außerirdischer Zivilisationen beobachtet?

Von W. S. Troitzki, Gorki/UdSSR

Gegenwärtig hat sich die Vorstellung eingebürgert, daß außerirdische Zivilisationen praktisch unbegrenzte Möglichkeiten haben, besonders was die Energieerzeugung anbetrifft. Insbesondere wurde als selbstverständlich vorausgesetzt, daß starke Sender für Rufsignale geschaffen werden. Niemand hat jedoch abzuschätzen versucht, ob sich solche Anlagen verwirklichen lassen, wenn man die Gesetze der Physik und der Biologie und die materiellen Ressourcen einer Zivilisation berücksichtigt.

Auf unbegrenzte energetische Möglichkeiten schloß man durch Extrapolation der Entwicklung der irdischen Zivilisation nach dem Prinzip exponentiellen Wachstums. So entstand die Vorstellung, daß die Entwicklung einer Zivilisation nach energetischen Gesichtspunkten beurteilt werden muß, angefangen bei Zivilisationen unseres Typs, die über die Energieressourcen ihres Planeten verfügen (Typ I), über Zivilisationen, die Energie der Größenordnung ihres Sterns benutzen (Typ II), bis hin zu Zivilisationen, die die Energieressourcen ihrer gesamten Galaxis ausbeuten (Typ III).

Gegenwärtig zeichnet sich ab, daß dieses abstrakte Schema keinen Einblick in die wirklichen Entwicklungsmöglichkeiten einer Zivilisation bietet. Die wirklichen Entwicklungswege lassen sich nicht durch einfaches Extrapolieren des heutigen Wachstumstempos dieses oder jenes Parameters unserer Zivilisation bestimmen. Das Studium der Entwicklungsgesetze außerirdischer Zivilisationen scheint allerdings möglich zu sein, wenn man zwei Voraussetzungen macht, nämlich daß die Zivilisationen sich analog zur Menschheit verhalten und auf einer Technik basieren und daß man Grenzfälle der Entwicklung studiert, die von den physikalischen und biologischen Gesetzmäßigkeiten und anderen einschränkenden Faktoren zugelassen werden. Zu den letzteren muß man zweifellos die Notwendigkeit zählen, das umgebende Medium, z. B. das zirkumstellare, zu erhalten. Im Prinzip ist das eine Forderung der modernen Biologie und Anthropologie. Von diesem Aspekt her wird klar, daß die Nutzung von Energie auf einem Planeten durch die damit verbundene Erwärmung dieses Planeten begrenzt wird. So empfängt z. B. unser Planet ständig $10^{17}$ W an Energie von der Sonne. Das garantiert den Wärmehaushalt und das Ablaufen aller Prozesse auf der Erde. Würde man diesen Energiebetrag nur um ein Tausendstel vergrößern, so würde sich die mittlere Temperatur unseres Planeten bereits um 0,3 K erhöhen, was von wesentlichem Einfluß auf das Klima wäre und wegen der Unkontrollierbarkeit solcher Änderungen nicht zugelassen werden darf. Somit ergibt sich für die Energieproduktion auf der Erde eine Grenze von $10^{14}$ W. Zur Zeit werden ungefähr $10^{13}$ W an chemischer Energie freigesetzt. Die weitere Vergrößerung der Energieproduktion ist nur möglich, wenn man den Weltraum einbezieht und die Energiegewinnungsprozesse von der Erde dorthin verlagert. Dieser Vorschlag wurde bereits in der Literatur ausgesprochen (z. B. [1]). Jedoch existiert auch hier

Начало статьи В.С. Троицкого.
Die sterne - 1980 -Heft 1 - pp. 21-26.

2 сентября 1980 года ◆ № 246 (22676)

На соискание Государственной премии СССР

# РАДИОАСТРОНОМИЯ ШАГНУЛА В КОСМОС

**Взоры ученых издавна прикованы к изучению космического пространства, планет, звезд, галактик и других объектов. За последние десятилетия на этом направлении достигнуты выдающиеся результаты благодаря прогрессу методов исследования Вселенной не только в оптическом, но и в радиодиапазоне.**

**Радиоастрономия, которой еще нет и пятидесяти лет от роду, совершила подлинную революцию в познании Вселенной. Открыты квазары — компактные радиоисточники, удаленные от нас на миллиарды световых лет и обладающие колоссальной энергией, пульсары — нейтронные звезды с удивительными свойствами, реликтовое радиоизлучение космических мазеров. Эти и многие другие открытия во Вселенной, осуществленные в последние годы, связаны с совершенствованием радиотелескопов — основного инструмента радиоастрономов.**

Радиотелескопы ныне обладают лучшими чувствительностью и угловой разрешающей способностью, чем самые современные оптические телескопы, и нашли применение не только в радиоастрономии, но и при решении важных практических задач. Они, например, помогают с фантастической точностью определять движение полюсов Земли, скорость и неравномерность ее вращения, расстояния между континентами.

Радиотелескопы, направленные из космоса на нашу планету, станут мощным средством изучения погодных условий, принесут сведения о зарождении грозных явлений в атмосфере Земли, помогут исследовать ее природные ресурсы. Вот почему создание космических радиотелескопов важно для прогресса как фундаментальных наук, так и народного хозяйства.

Конструирование, вывод на околоземную орбиту космического радиотелескопа КРТ-10 и проведение с его помощью экспериментальных работ на станции «Салют-6» — выдающееся достижение отечественной науки и техники. Эта работа практически во всех аспектах поистине новаторская.

Впервые выдвинута и реализована оригинальная идея раскрывающегося зеркала, весьма компактного в сложенном состоянии (поперечник свернутой в цилиндр антенны составляет всего 40 сантиметров). Практика не знала также примеров, когда доставленное на орбиту зеркало принимали на борту станции, а затем раскрывали. Никогда еще радиотелескоп не эксплуатировали столь длительное время в условиях космоса. Изобретательности и большого мастерства потребовала юстировка антенны, то есть точная ориентация в пространстве всех ее лучей сначала в наземных, а затем и в космических условиях. Это весьма не простая задача, так как на Земле пришлось создать специальные «обезвешивающие» устройства, сохраняющие форму зеркала в условиях земного тяготения. На орбите же было совсем не просто очень точно сориентировать станцию в пространстве при наведении антенны на источник радиоизлучения Кассиопея—А. Впервые удалось создать радиоинтерферометр Земля — космос, состоящий из синхронно работающих десятиметровой антенны КРТ-10 и 70-метровой антенны наземного радиотелескопа Центра дальней космической связи. Впервые из космоса проведены радиоастрономические исследования пульсара, галактической плоскости (Млечного Пути) и земной поверхности.

Все — впервые. Это удалось благодаря энтузиазму и творческому поиску целого ряда коллективов и прекрасной организации работ. Мысль про-

Статья В.С. Троицкого и Н.М. Цейтлина
«Радиоастрономия шагнула в космос».
Газета «Правда» №246, 2 сентября, 1980 г.

вести из околоземного пространства радиоастрономические наблюдения с помощью КРТ-10 появилась, когда «Салют-6» уже находился в стадии изготовления, а отсюда и сжатые сроки, и четкая координация усилий ученых и производственников.

Итак, экспериментальная радиоастрономия шагнула в космос. Этот этапный шаг принципиален, так как выводит ее на качественно новый, существенно более высокий уровень.

Дело в том, что космические радиотелескопы свободны от частотных ограничений аналогичных наземных устройств. У «земных» радиотелескопов из-за влияния атмосферы «окно прозрачности» простирается от коротковолнового края радиодиапазона (миллиметровые волны) до длинноволнового (декаметровые волны). Ликвидация «окна прозрачности» при наблюдениях с околоземной орбиты многократно расширяет информативность радиоастрономии.

Космические радиотелескопы практически позволяют забыть об ограничениях, с которыми сталкивается наземная радиоастрономия. Основное из них — размеры нашей Земли, так как угловое разрешение интерферометра тем лучше, чем больше расстояние между антеннами по сравнению с длиной радиоволны.

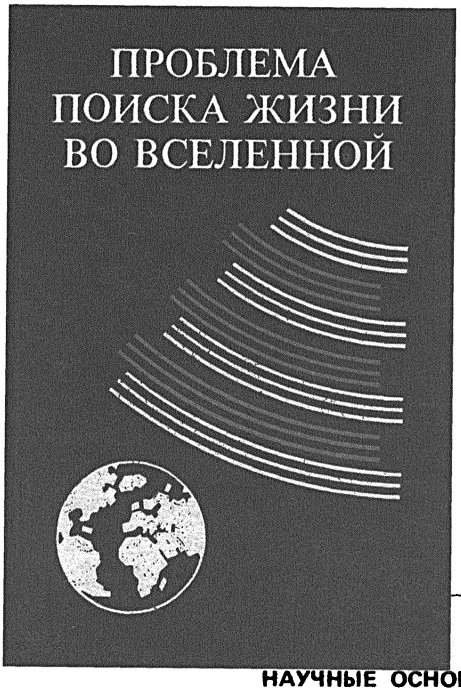
Советские радиоастрономы Кардашев, Матвеенко и Шоломицкий в 1963 году предложили метод радиоинтерферометрии со сверхдлинными базами. Это радиоинтерферометр, антенны которого не связаны между собой, что позволяет разносить их на любые расстояния. Одновременно принимая радиоизлучение исследуемого объекта, записывая принятые сигналы на магнитные ленты в обоих пунктах приема и затем совместно обрабатывая их на ЭВМ с тщательной привязкой по времени, можно по существу получить («синтезировать») радиотелескоп с зеркалом порядка размеров Земли. Сейчас такую глобальную систему объединены крупнейшие радиотелескопы СССР, Австралии, Англии, Голландии, Канады, ФРГ, США. В результате достигнуто угловое разрешение порядка 0,0001 секунды дуги. Это в шестьсот тысяч раз превышает возможности человеческого глаза (одна минута) и в десять тысяч раз — современных оптических телескопов. С помощью гигантского синтезированного радиотелескопа удалось, в частности, приступить к изучению структуры квазаров и ядер галактик, что существенно расширяет представления о Вселенной.

Космические радиоинтерферометры, антенны которых можно расположить сколь угодно далеко друг от друга, откроют совершенно новые, порой даже непредсказуемые возможности для радиоастрономических исследований — и не только фундаментальных, но и прикладных. Например, изучение земной атмосферы средствами радиоастрономии одновременно на ряде длин волн даст ценную метеорологическую информацию — о температуре, влажности, водности облаков. Радиометеоскопы — многочастотные всепогодные радиотелескопы на околоземной орбите — внесут существенный вклад как в изучение атмосферы, так и в прогнозирование погоды, в охрану окружающей среды (например, контроль загрязненности атмосферы и т. д.). Использование космических остронаправленных антенн, несомненно, сыграет немалую роль также в совершенствовании связи и телевидения, даст возможность проводить весьма точные геодезические измерения.

Создание радиотелескопа КРТ-10 и проведенные на нем радиоастрономические исследования обогатили мировую науку и технику, открыли новые перспективы перед радиофизикой и радиоастрономией и вновь продемонстрировали высочайший потенциал советской науки и техники, их вклад в исследование и освоение космоса.

Коллектив авторов работы «Создание первого в мире космического радиотелескопа КРТ-10 и проведение с ним экспериментальных работ на борту долговременной орбитальной станции «Салют-6» по достоинству выдвинут на соискание Государственной премии СССР.

В. ТРОИЦКИЙ.
Член-корреспондент АН СССР.
Н. ЦЕЙТЛИН.
Доктор технических наук.
г. Горький.




Обложка сборника «Проблемы поиска жизни во Вселенной» и первая страница статьи В С Троицкого «Научные основания проблемы существования и поиска внеземных цивилизаций» М Наука, 1986, - стр 5-20

## ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ЖИЗНИ ВО ВСЕЛЕННОЙ

*В.С. Троицкий*

# НАУЧНЫЕ ОСНОВАНИЯ ПРОБЛЕМЫ СУЩЕСТВОВАНИЯ И ПОИСКА ВНЕЗЕМНЫХ ЦИВИЛИЗАЦИЙ

Проблема, о которой идет речь, поставлена человечеством тысячелетия назад, но дальше гипотезы о множественности обитаемых миров и религиозной догмы об уникальности и единственности земной цивилизации изучение этой проблемы в то время продвинуться не могло. Идеи множественности обитаемых миров придерживались передовые мыслители тех времен, расплачиваясь за отрицание господствовавших религиозных представлений о мире своей жизнью. Но никакие гонения и даже костер инквизиции, испепеливший тело Джордано Бруно, не смогли уничтожить ростки нового понимания роли и места человека во Вселенной.

Только теперь проблема существования и поиска жизни во Вселенной стала доступной для научного исследования. Отличительной особенностью этой проблемы является то, что в ней синтезируются все научные дисциплины, созданные человечеством. Таким образом, дифференциация науки, идущая по мере углубления знаний, здесь уступает место интеграции всевозрастающего числа дисциплин.

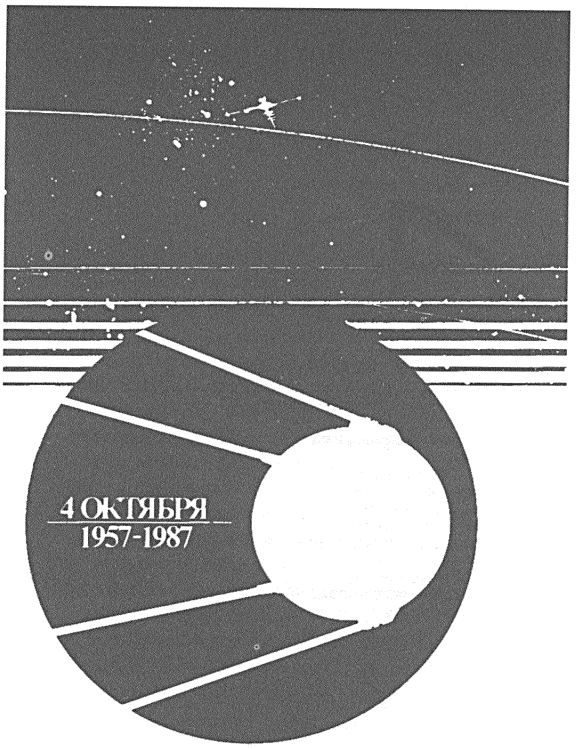
В настоящей статье мы попытаемся сформулировать экспериментальные и теоретические основы исследования проблемы существования и поиска жизни во Вселенной.

## 1. НАУЧНЫЕ ОСНОВАНИЯ СУЩЕСТВОВАНИЯ ЖИЗНИ И ЦИВИЛИЗАЦИЙ ВО ВСЕЛЕННОЙ

В настоящее время вся совокупность наук человеческой цивилизации позволяет сделать неопровержимый вывод о возможности и большой вероятности существования жизни, в том числе разумной, в подходящих для этого местах Вселенной, в частности в нашей Галактике [1—5].

Физика и астрофизика установили факт тождественности физических законов во всей видимой части Вселенной. Астрономия показала, что Солнце и наша Галактика по различным параметрам являются рядовыми "средними" объектами Вселенной среди множества им подобных.

Однако пока не удалось непосредственно увидеть планетные системы даже у ближайших к нам звезд из-за далеко недостаточных возможностей существующих телескопов. В настоящее время, по-видимому, получены лишь косвенные указания на существование у ближайших звезд планетных систем. Наблюдаемые периодические колебания положения звезд Барнарда, $\epsilon$-Эридана, 61 Лебедя и др. могут быть объяснены единственным образом — существованием достаточно больших юпитероподобных невидимых спутников звезды, т.е. планет.




ОКТЯБРЬ

2

10.00
Открытие форума
Пленарное заседание
13.00
Обед
15.00
Дискуссии за круглым столом
Космос и наука:
- Исследования Солнечной системы
- Исследования космической плазмы
- Астрофизика высоких энергий
- Радиоастрономия из космоса
Космос и экономика
Человек в космосе, биоастронавтика вчера, сегодня, завтра

10.00
Opening Ceremony
Plenary Session
13.00
Lunch
15.00
Round table discussions
Space and science:
- Solar system
- Space plasma
- High-energy astrophysics
- Radio astronomy from space
Space and economy
Man in space, bioastronautics yesterday, today, tomorrow

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

# СОТРУДНИЧЕСТВО В КОСМОСЕ ВО ИМЯ МИРА НА ЗЕМЛЕ

Москва 2-4 октября 1987

Программа международного форума «Сотрудничество в космосе во имя мира на земле». 1987 г.

1 9 8 7

# 3

М О С К В А

8.30

Посещение Центра подготовки космонавтов,
Центра космических исследований
(по выбору участников)

13.00

Обед

15.00

Дискуссии за круглым столом
Космос и наука:
- Исследования Солнечной системы
- Исследования космической плазмы
- Астрофизика высоких энергий
- Радиоастрономия из космоса

Космос и экономика
Космос и экология
Человек в космосе, биоастронавтика вчера, сегодня, завтра
Встреча космонавтов и астронавтов

19.00

Посещение театра

# 4

10.00

Дискуссии за круглым столом
Космос и наука:
- Исследования Солнечной системы
- Исследования космической плазмы
- Астрофизика высоких энергий
- Радиоастрономия из космоса

Космос и экономика
Космос и экология
Космос и международные отношения
Человек в космосе, биоастронавтика вчера, сегодня, завтра

13.00

Обед

16.00

Заключительное пленарное заседание

19.30

Прием в честь участников форума

8.30

Tour of the Cosmonaut Training Centre, or Space Research Institute (optional)

13.00

Lunch

15.00

Round table discussions
Space and science:
- Solar system
- Space plasma
- High-energy astrophysics
- Radio astronomy from space

Space and economy
Space and ecology
Man in space, bioastronautics yesterday, today, tomorrow
Meeting of cosmonauts and astronauts

19.00

Theatre

10.00

Round table discussions
Space and science:
- Solar system
- Space plasma
- High-energy astrophysics
- Radio astronomy from space

Space and economy
Space and ecology
Space and international relations
Man in Space, bioastronautics yesterday, today, tomorrow

13.00

Lunch

16.00

Closing plenary session

19.30

Reception for the participants to the Forum

Программа международного форума «Сотрудничество в космосе во имя мира на земле». 1987 г.

# ASTROPHYSICAL OBSERVATIONS EXCLUDE THE HYPOTHESIS ON THE UNIVERSE EXPANSION

V. S. TROITSKII

*Radiophysical Research Institute, N. Novgorod, Russia*

(Received 18 June, 1992)

**Abstract.** It is known that the correlation between the observed visible luminosity $m(z)$, angular dimension $\Theta(z)$ of galaxies on the red shift $z$ and theoretical relations of the standard cosmology is possible only under the assumption that the luminosity and object dimension evolution are equal to $L(z) = L_0(z + 1)^{3.2}$ and $l(z) = l_0(z + 1)^{-2}$, respectively. This evolution is hypothetical, since it is defined by a theory which is not confirmed by experience. In order to solve the problem on the reality of the Universe expansion, it is sufficient to prove or disprove these conclusions using methods of measurement independent of the theory. One of these methods consists of defining the dependence of the radiation spectra of galaxies and quasars on $z$ which evidently is proportional to the spectrum of absolute luminosity $L(\lambda, z)$. It has subsequently been shown that the spectrum form is practically independent of the red shift – i.e., it remains constant during the lifetime of galaxies and quasars. Consequently, to explain the luminosity increase required by the standard cosmology, it is necessary to admit a completely unreal entity (at all wavelengths of the optical spectrum increase) of the radiation spectral density of $(z + 1)^{3.2}$ times. We can conclude that in reality the luminosity evolution is either absent or its power index is smaller at least by an order of magnitude. It is likely, therefore, that the established is the result of an inadequate standard in cosmology.

Another method is the use of the observed relations between the parameters of $L$ and $l$ galaxies. A number of measurements made by different authors gives the relation $l \propto L^a$, where $0.33 \leq a \leq 1.6$. It then follows that $l(z) \propto (z + 1)^{3.2a}$. This dependence of the galaxy dimension is inverse to the dependence predicted by the standard cosmology. Besides, in order to make a correlation between the $l(z) \propto (z + 1)^{3.2a}$ and measurements of $\Theta(z)$, it is necessary that indices of the degree of luminosity evolution should be smaller by an order of magnitude.

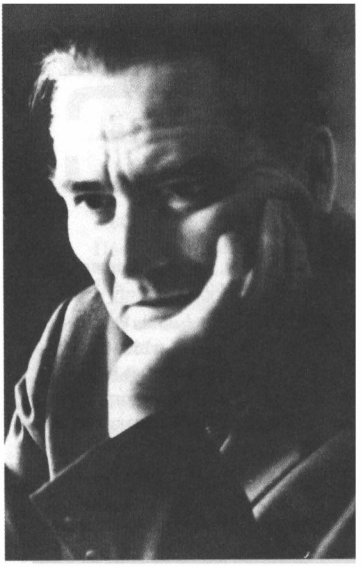
Thus, the luminosity increase and simultaneous decrease of galaxy and quasar dimensions predicted by the standard cosmolog are not confirmed by the direct astrophysical measurements. This discrepancy is the consequence of an incorrect hypothesis of Universe expansion and the relativistic cosmology based on it.

The established main tests for verification of cosmological theories are comparisons between the observed and theoretical dependences of the visible stellar magnitudes $m(z)$, the visible angular dimensions $\Theta(z)$ of galaxies on the red shift. However, the difference of the theoretical curves of all possible models began to appear only at $z > 1$, where galaxies are practically absent. A possibility for the model identification occurs quasars with a larger shift are detected. It turns out, however, that the data of $m(z)$ quasars have a rather large spread and are aside from $m(z)$ depends of galaxies. For these reasons, quasars are not used in this test until the present time. $\Theta(z)$-test better suited for quasars since the data with a large spread both for galaxies and quasars are well correlated and form a unique function.

To include quasars in $m(z)$-test, Troitskii and Gorbacheva (1989) constructe the statistical $m(z)$ curve based on averaging all presently available $m(z)$ data of quasars.

*Astrophysics and Space Science* **201**: 203–221, 1993.
© 1993 *Kluwer Academic Publishers. Printed in Belgium.*

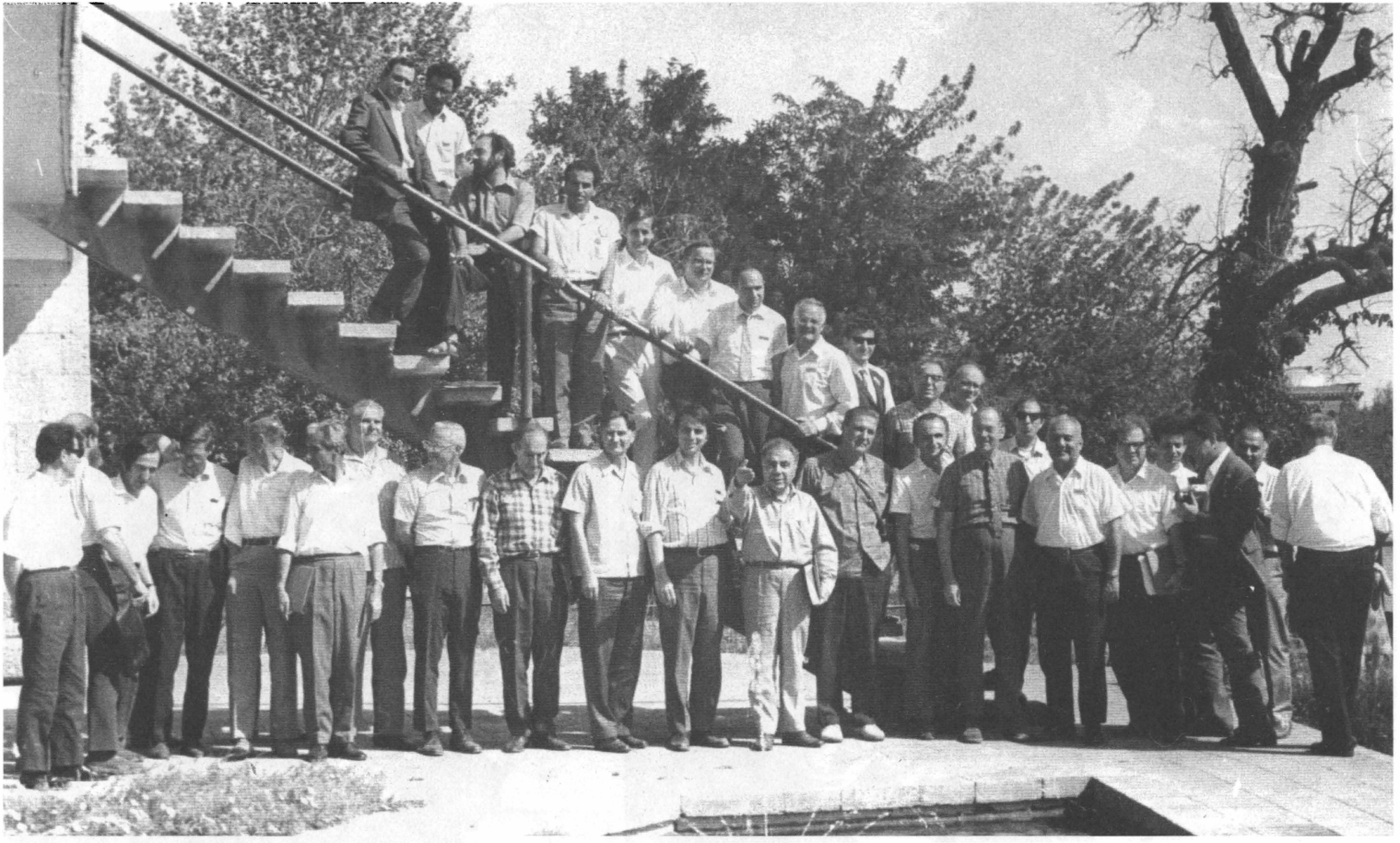
Первая страница статьи. V.S. Troitskii
«Astrophysical observations exclude the hypothesis on the universe expansion».
Astrophysics and space science 201 - 1993 - pp. 203-221



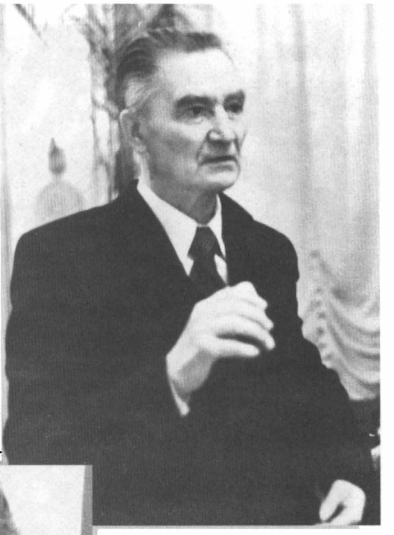
В.С. Троицкий
за подготовкой к докладу

Совещание в Москве
о результатах исследования Луны.
1966 г.

Всеволоду Сергеевичу Троицкому с уважением
и наилучшими пожеланиями!
В. Калинин 8.II.66.



Участники ереванской конференции по внеземным цивилизациям. 1971 г.



В.С. Троицкий
и И.С. Шкловский
на приёмке «Ратан».
Конец 70-х годов

В.С. Троицкий среди своих учеников и сподвижников. Слева направо.
Сидят: А.Н. Родионов, В.Л. Рахлин, В.С. Троицкий, К.М. Стрежнева, М.Р. Зелинская.
Стоят: А.М. Стародубцев, М.М. Зубов, Л.Н. Бондарь, В.Н. Никонов, Г.Л. Сучкин,
А.А. Варыпаев, С.А. Каменская, В.В. Хрулев, А.Г. Кисляков, С.А. Шмулевич

В.С. Троицкий,
В.А. Разин,
К.С. Станкевич,
Н.М. Цейтлин
с китайскими учёными.
Остров Хайнань.
1958 г.

В.М. Плечков,
В.Л. Рахлин,
В.С. Троицкий
и китайские учёные

В.С. Троицкий
с сотрудниками НИРФИ
среди китайских учёных.
1958 г.

В.С. Троицкий на совещании у академика С.П. Королёва

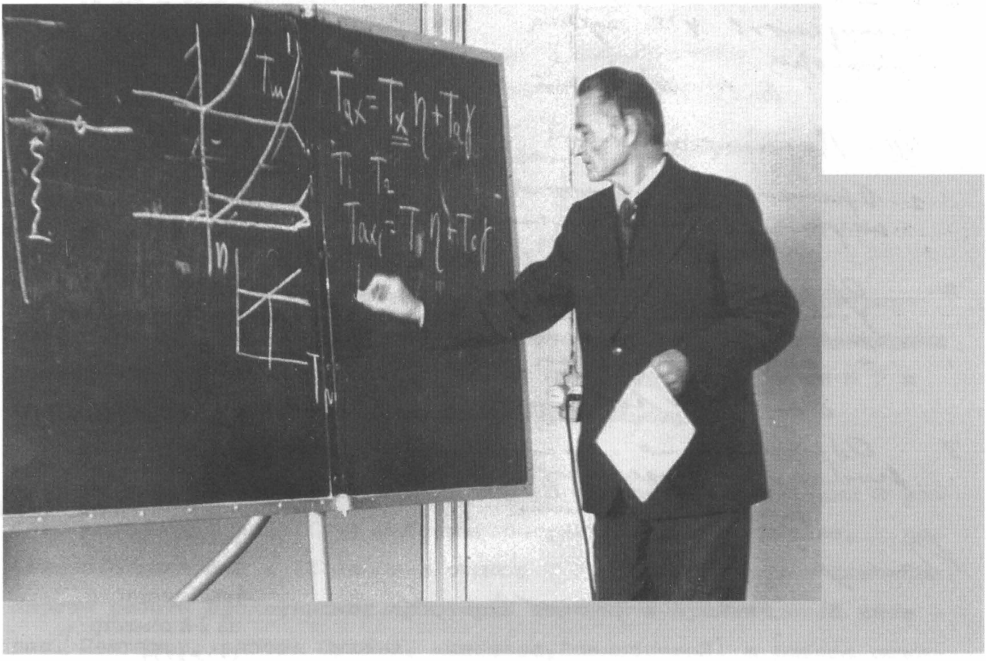
# Педагогическая деятельность

Наряду с интенсивной научной работой В.С. Троицкий занимался педагогической деятельностью. Он заведовал кафедрой радиотехники на радиофизическом факультете в Горьковском государственном университете им. Н.И. Лобачевского с 1953 г. по 1960 г. и с 1982 г. по 1985 г. Всеволод Сергеевич читал спецкурсы для студентов 4 и 5 курсов, руководил спецсеминаром, проводил занятия в лабораториях кафедры, руководил курсовыми и дипломными работами.

Много сил и внимания В.С. Троицкий уделял работе с аспирантами и воспитанию молодых научных сотрудников. Под его руководством защищено 25 кандидатских диссертаций, в том числе: А.Г. Кисляковым, В.Б. Цареградским, Н.М. - Цейтлиным, В.Н. Никоновым, В.Д. Кротиковым, В.А. Алексеевым, В.М. Плечковым, А.Ф. Крупновым, В.А. Скворцовым, Ю.Г. Матвеевым (Иркутский государственный университет), С. Мкртпяном (Бюраканская обсерватория) и др. Несколько его учеников стали докторами наук (А.Г. Кисляков, Н.М. Цейтлин, А.Ф. Крупнов и др.).

В.С. Троицкий создал большую научную школу. Всеволод Сергеевич привлекал к себе молодёжь своей эрудированностью, увлечённостью наукой, опытом работы, готовностью оказать помощь, поделиться идеями.

Ниже даны документы кафедры радиотехники, планы лекций В.С. Троицкого для студентов, а также его отзывы на работы диссертантов и аспирантов.



План учебно-воспитательной работы по каф № 3 на 2ой семестр 1953-54 г.

I Учебно методическая работа

1. Обсуждение реферата на книгу „Радиофизика".
   Отв. Серебренников
2. Обсуждение методики курсовых работ.
   отв Кропотов.
3. Обсуждение состояния лабораторий и утверждение плана постановок новых работ.
   отв Кропотов Бобров.
4. Участие в методической конференции
   II Обсуждение на кафедре тезисов докладов
   отв Кропотов
5.

II Научно-Исследовательская работа

1 Работа по плану от № 7 ГИРТИ (Серебренников. Дорофеев Сокурова Бобров)

2. ~~Привлечение~~ Организация работы учения студентов 4го курса в научной работе кафедры.
   Отв Кропотов Бобров

III Воспитательная работа со студентами

1 Организация ~~участия~~ ~~самодеятельности~~ научной работы студентов 4го и 5го курсов
   отв Кропотов Бобров Серебренников Дорофеев

2. Организация научных семинаров для специализирующихся ~~по первому~~ ~~курс~~ и ассистентов каф № 3 совместно с сотр. отдела № 2 ГИРТИ
   Отв Кропотов.

3. Обсуждение состояния дипломных работ студентов 5го курса.
   отв Кропотов.

Зав каф № 3

План учебно-воспитательной работы кафедры № 3 (радиотехники) на 2-й семестр 1953-1954 учебного года

Отчет о работе кафедры № 3 за 1954-1955 учебный год

В 1953-1954 г. на кафедре № 3 специализировалось 19 студентов. Основное внимание кафедры в этом году было обращено на лучшую организацию учебно восстановительной работы с студентами. Проведена большая работа по перестроению лабораторных общих радиотехнических на более современный радиотехнический уровень. Читался новый курс по электрическим флюктуациям. Регулярно работал научный семинар в котором принимали участие студенты 4-го и 5-го курсов. Все состав кафедры продолжает участвовать в научной работе по договорам отдела № 7 и № 3 также привлекая к работе студентов 4-го и 5-го курсов.

Отчет о работе кафедры радиотехники за 1954-1955 учебный год

Строятся новые здания в спецлабораториях кафедры для 5-го курса

~~III. Учебная и воспитательная работа~~

Сотрудники кафедры Бернштейн и Троицкий ~~отрывочно и относительно в начале совместно с очень сов~~ отрывочно и относительно в начале ~~на~~ 1/4 лет работы, выполненных часто совместно с сотрудниками отдела № 7.

И. Л. Бернштейн успешно закончил ~~докторскую диссертацию на~~ докторскую диссертацию. ~~и ему присвоено~~ ~~на кафедре успешно работает в научном~~

## I. Учебная и воспитательная работа.

течение года читались четыре курса / Бернштейн, Серебрянников, Троицкий / и проводились лабораторные работы в лабораториях радиотехники и радиолокации и научных лабораториях отделов № 7 и № 3 и кафедры в качестве спец.лабораторий кафедры.

-абота со студентами 5-го курса.

По кафедре выполнено и защищено 18 дипломных работ из них 3 работы делались в НИИ-II, 4 работы-непосредственно на кафедре, 2 работы-в отделе № 3 и II работ-в отделе № 7, из которых 5-в Зимёнках. Многие работы представляют некоторый научный и практический интерес. (Например, работа Сухова, Каменова, Апаллоновой), а Работа студ.-

Хрулёва будет опубликована. 2.

9 студентов-дипломников доложили свои работы на семинаре кафедры и отдела № 7. Одна из работ /Хрулёв/ обсуждена на совместном с отделом № 3 и № 7 коллоквиуме.

Два студента-дипломника /Семёнов,Кротиков/ выступали на научной студенческой конференции с докладами. Работа Кротикова удостоена премии.

Регулярно работал семинар кафедры и отдела № 7. Всего проведено 25 семинаров / в среднем 3 раза в месяц /. На II-и семинарах выступали студенты 5-го курса с сообщениями о результатах курсовых и дипломных работ.

Работа со студентами 4-го курса.

Студенты 4-го курса слушали лекции по курсам Берштейна и Троицкого. Всего на кафедре начали проходить специализацию со 2-го семестра I8 студентов. Ими выполнено I8 курсовых работ, которые проводились под руководством работников кафедры и отдела № 3 и отдела № 7 ГИФТИ.

Тематика курсовых работ в основном совпадает с тематикой научно--исследовательских работ отдела № 7 / I4 курсовых работ / и частично по тематике НИИ-II и отдела № 3 / 4 курсовых работы /.

При распределении тем учитывалась возможность их развития в темах дипломных работ. Из курсовых работ работ получили отличную оценку , - хорошую и - удовлетворительную.

Спец.лаборатория кафедры прошла несколько неудачно. Основной руководящей мыслью было желание связать спец.лабораторию с работой студентов 5-го курса по дипломам или сотрудников отдела, чтобы обеспечить преемственность в случае необходимости продолжать исследование по теме той или иной дипломной работы. Однако, добиться этого не удалось,т.к. время занятий студ. 5-го и 4-го курсов расходится / когда свободен 5-й курс у 4-го - экзамены и наоборот / елательно , чтобы на будущее деканат эту трудность устранил.

9 студентов 4-го курса каф.№ 3 и четыре студента с каф.№ 5 будут работать в исследовательских лабораториях загородной лаборатории в июле и августе месяце.

Со студентами 4-го курса проведено 2 собеседования о научном направлении работы кафедры.

## III. Научная работа.

Большинство сотрудников каф.участвуют в научно-исследовательской работе. Зав.каф. Троицкий, доц.Бернтейн ведут научную работу в ГИФТИ. Ст.пр. Серебрянников, асс. Здорнова и Самунина имеют конкретные темы работ,близко примыкающие к тематике отдела № 7.
В научной работе при отделе участвовали 3 аспиранта / один с каф.№ 3 и 2 с каф.№ 5 /, а также студенты,проходившие производственную практику,в количестве 18-ти человек и в том же количестве студенты-дипломники.
Из студентов 4-го курса были привлечены к эпизодическому участию в научно-исследовательской работе 48 человек.

Сотрудниками каф. доц.Бернтейном и доц.Троицким опубликовано и отослано в печать 14 работ,выполненных частью с сотрудниками отдела № 7. Список работ прилагается.

Опубликовано.

1. Троицкий — "К теории радиоизлучения Луны".Астр.ж. 1954 г.
2. Троицкий — "Нулевой метод измерения шумов". ТР 1954 г.
3. Троицкий — "Воздействие модулированного шумового напряжения на линейные системы".Сборник трудов ГГУ. 1954
4. Бернтейн — "Об измерении весьма малых измерений разности хода 2-х световых колебаний".Д А Н 1954 г.№ 4.

5. Троицкий Зелинская - "Радиоизлучение Луны на $\lambda$ = 3,2 см и строение её верхних слоёв " Астр.ж. 55

6. Гетманцев, Станкевич Троицкий - " Монохроматическое радиоизлучение дейтерия из центра галактики " ДАН 55

7. Троицкий - " Новые методы исследования антенн " Ж Э Т Ф.

8. Троицкий Рахлин - " Абсолютный микроваттметр на $\lambda$ =3,2см" Сборник трудов ГГУ

9. Троицкий Жевакин - Закрытая Открыт 1956 г.

10. Бернтейн - " Флюктуации клистронного генератора" - направлены в сборник по радиоастрономии.

11. Троицкий, Рахлин, Бобрик, Стародубцев - " Аппаратура Горьковской радиоастрономической станции "

12. Троицкий - " Радиоизлучение Луны и природа её поверхности "

I 13. Зелинская, Троицкий - " Методика абсолютных измерений интенсивности радиоизлучения и полученные результаты измерения интенсивности радиоизлучения ~~Луны~~ Солнца на 3,2 см "

14. Троицкий, Зелинская, Рахлин, Бобрик - " Результаты исследования радиоизлучения Солнца во время затмений 1952-54 г. на волнах 3,2 см и 10 см ".

Кроме того, доц. Бернтейном был сделан один научный доклад на на конференции в Ленинграде и доц. Троицким два доклада на научных конференциях в г. Москве.

## IУ. Методическая работа

Большая методическая работа проделана сотрудниками кафедры Серебрянниковым, Здорновой, Самуниной, Бобриком и Каменской, заключавшаяся в полном переоборудовании лаборатории радиотехники новыми более современными задачами. При этом ставилась и решалась задача добиться более правильного построения в методическом отношении задач и сокращения затрачиваемого студентом времени. Были поставлены след. новые задачи:

1. исследование современного служебного приемника;
2. - " - " - - " - мало габаритного передатчика;
3. - " - " - и настройка широкополосного УПЧ УКВ;
4. - " - " - апериодического усилителя;
5. - " - " - модулятора.

Кроме этого ставятся две новые задачи для спец. лаборатории кафедры.

1. Изучение метода измерения слабых тепловых радиоизлучений.
2. Измерение полных сопротивлений и согласование волноводных нагрузок.
3. Радиоальтиметр.

Кроме этого было изучено путём коллективного посещения и обсуждения качество курса ст.пр.Серебрянникова. Обсуждались вводные лекции и программы, а также направления развития тематики лабораторий кафедры и специализации

## IУ. Идеологическая и общественная работа.

Все основные штатные сотрудники участвовали в философском семинаре. Все сотрудники каф. участвовали в общественной работе.

стр 1

Состояние лабораторий физического практикума Г.Г.У.

Физический практикум состоит из 5 лабораторий: 1. Лаборатория механики 2) лаб Оптики общего практикума 3) лаборат Электрической 4) фотоустроительный кабинет и 5) Спецпрактикум

Все лаборатории организованы в основном в 1932–1933 годах.
Примерно в том же состоянии они находятся и сейчас, если не считать нескольких единиц новых годов.
Некоторому существенному обновлению подвергнет лишь электрическая лаборатория.
В лабораториях предусмотрены годовые следующие разделы физики:

Механическая лаб.

1 Техника измерений 2 года
2. Основные законы динамики 6 годов
3. Упругие свойства тел 2 года
4 Калориметрия 2 года
5 Термодинамика 1 год ($C_p/C_v$)

Электрическая

1. Постоянный ток (мостовые схемы) 6 годов
2. Переменный ток 3 года
3. Колебательные процессы 3 года
4 Электроника э/т и эл. лампа 2 года
5 Магнетизм 2 года

(Тонкие гальванометры)

Начало отчёта В.С. Троицкого о состоянии лабораторий физического практикума ГГУ. 1955 г.

Для улучшения проникновения нужно сделать следующее:

1 Обеспечить получение по заявкам нового оборудования для лабораторий

2. Систематически ставить перед кафедрой новые задачи. ~~Ваши~~ ~~[illegible]~~ Для чего необходимо

а) ~~[illegible]~~ Внимательно подбирать кадры, обеспечить кафедру квалифицированными сотрудниками из лабораторий или привлечь с вашими организациями. ~~[illegible]~~.

б) Привлекать к постановке новых задач ассистентов для чего планировать их загрузку соответствующие часы

в) Обеспечить кафедру мастерской с необходимым инструментом и оборудованием и с составом лаборантов не менее 2–3 человек

г) ~~Выделять дополнительные средства~~ Обеспечить кафедру необходимым материалом и полуфабрикатами, ~~для~~ ~~[illegible]~~ требуемыми для постановки новых задач

3. ~~[illegible] количество отчислений на оборудование средств.~~

~~4. Для разрешения вопросов~~

4. В целях сохранения кадров и обеспечения преемственности постановки новых задач на кафедре решить вопрос с ~~закреплением за~~ работой на кафедре по совместительству зав лабораторией Сибиленка

~~5. Для кафедры общей физики фирмы решить вопрос~~

5. Решить вопрос об ~~выделении~~ для кафедры фирмы средств ~~на~~ оборудование.

6. Усилить внимание для лабораторий.

12/I 55 [illegible]

Рекомендации В.С. Троицкого по улучшению состояния лабораторий физического практикума. 12 января 1955 года

ГОРЬКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

# Карточка выполнения учебных поручений

за 1955-56 учебный год

Факультет Радиофизический Фамилия, имя и отчество Троицкий В.С.

Кафедра № 3

| №№ | ПЕРЕЧЕНЬ ПОРУЧЕНИЙ | Факультет | Курс | Количество часов по плану: всего | из них в I сем. | из них во II сем. | IX | X | XI | XII | I | итого за I сем. | II | III | IV | V | VI | итого за II сем. | VII | VIII | всего за год |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Спецкурс № 5 лекции | РФ | V к | 20 | 20 | | | | | | | | | | | 8 | | | | | |
| | консультации | РФ | V к | 3 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Спецсеминар | РФ | | 48 | 24 | 24 | | | | | 8 | | | 2 | 6 | 6 | 4 | | | | |
| | Руководство аспирантами | РФ | | 100 | 50 | 50 | | | 25 | 25 | | | 20 | 10 | 10 | 10 | | | | | |
| | Руководство дипломн. раб. | Р.Ф. | V к | 90 | | 90 | | | | | | | 20 | 20 | 30 | 20 | | | | | |
| | — " — производ. практикой | | V к | 72 | 72 | | | | | 36 | 36 | | | | | | | | | | |
| | Посещение занятий | РФ | | 20 | 10 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Рецензирование дипломных работ | РФ | V | 10 | | 10 | | | | | | | | | | 10 | | | | | |
| | | | | 360 | | | | | 25 | 61 | 44 | | 40 | 32 | 46 | 54 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 302 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | +29 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 331 | | | | | |

*Декан факультета*

*Зав. кафедрой*

*Преподаватель*

3-я тип. Водтрансиздата Зак № 288 тир. 4000

Карточка выполнения учебных поручений В.С. Троицкого. 1955-1956 учебный год.

Тройцкому В. С.

Распоряжение № 6

по радиофизическому факультету от I-го июня 1956 года.

В соответствии с приказом ректора № 83 от 15 марта 1956 года об объединении кафедр №4 и №8.

Предлагаю:

I. В срок до 15 июня 1956 г. зав. кафедрой № 8 доц. Власову Н.П. и зав. лабораториями Н.Э. Агапову передать учебные помещения, оборудование, материалы, учебную документацию и прочее на кафедры теории колебаний и радиотехники по принадлежности.

2. Зав. кафедрой теории колебаний доц. Железцову Н.А. и зав. лабораториями В.И. Королеву принять лаборатории №59 с принадлежащим к ней оборудованием, материалами, учебной документацией и пр.

3. Зав. кафедрой радиотехники В.С. Троицкому принять от кафедры №8 лаборатории электротехники №15 с принадлежащим к ней оборудованием, материалами, учебной документацией и пр.

4. Передачу материальных ценностей оформить актом через бухгалтерию в установленном порядке.

5. Доц. Железцову, Власову, и Троицкому, об окончании работы по передаче, доложить мне.

Декан радиофизического факультета А. Бархатов /Бархатов А.Н. /

Распоряжение декана
радиофизического факультета А.Н. Бархатова
от 01.06.1956 г. по вопросу
объединения кафедр №4 (теории колебаний)
и №8 (автоматического регулирования)

М. В. О.—Р. С. Ф, С. Р.

ГОРЬКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

*ДЕКАН*

**РАДИОФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА**

г. Горький, Свердловская, 37. Телефон 3-27-67

23/VI 1956 г.

Зав. кафедрой радиотехники
В. С. Троицкому

Лабораторные поручения по кафедре по новому учебному плану:

1) лаб. по электротехнике III курс 40 г

2) Радиотехника 2 сем. IV курс 48 час.

Радиотехника и радиолок. V курс 50

3) лаб. по специал.
2 сем. IV к. 56 г.
V курс 94 г

А. Бархатов

Сообщение декана радиофизического факультета А.Н. Бархатова заведующему кафедрой В.С. Троицкому о количестве учебной нагрузки по лабораториям кафедры согласно новому учебному плану.
1956 г.

## ТЕМЫ КУРСОВЫХ РАБОТ 4-КУРСА 1957г.

I. ГРУППА.

"Исследование статистических явлений и шумов в радиоаппаратуре"

I. "Флиффер-эффект в лампах".Малахов./ реферат /.

2. "Дробовые шумы ламп".Обзор теории.Малахов.

3. "Шумы в полупроводниковых диодах".Обзор.Реферат.Малахов.

4. "Методы измерения спектральной ширины колебаний радиочастотных генераторов".Обзор Никонов.Троицкий.

5. "Анализатор инфразвуковых частот".Эксперим.Рахлин.

6. "Анализатор шумового спектра звуковых частот".Эксперим.Рахлин.

7. "Анализатор спектра радиочастот".Эксперим.Рахлин.Троицкий.

8. "Шумы в газоразрядных устройствах".Обзор.Здорнрва

9. "Методы измерения слабых шумов".Обзор.Кисляков.

10. "Шумы фотоэлементов".Обзор.Малахов.

II. "Генератор инфразвуковых частот".Обзор и эксперим.Малахов.Рахлин.

II.ГРУППА.

"Молекулярно-атомные генераторы и усилители на радиочастотах."

I. "Молекулярный генератор".Обзор.Скворцов./ Теорит.эксперим. /

2. "Стабилизация частоты на линиях поглощения.Цезиевые часы. Обзор.Плечков.

3. "Атомно-молекулярные усилители."Обзор.Троицкий / теоретич. /

III.ГРУППА.

"Радиоастрономия"

I. "Исследование антенн по космическому радиоизлучению и собственным шумам".Обзор.Цейтлин./ Эксперимент.работа /

2. "Радиоизлучение луны".Обзор.Зелинская

3. "Радиоизлучение солнца на сантиметровых волнах". Обзор.Стрежнёва,Плечков.

IУ.ГРУППА. Кафедра.

I. "Распрецелённое усиление"Здорнрва Серебрянников. /ст. Стрелков/

2. "Теория катодных частей тлеющего разряда. Обзор.Перевод.Бондарь / два студента /

3. "Механизм процессов тлеющего разряда".Обзор.Бондарь

4. "Горьковский-люксембургский эффект в волноводах заполненных плазмой" Обзор.Здорнова.

5. "Экспериментальное исследование параметров газонаполненного детектора / Внешния давления,смеси газов,конструкции ламп / Работа выполняется на вакуумной установке. Здорнова.

6. "Измерение малых шумовых сигналов". Обзор.Серебрянников.

7. Излучение среды с малыми потерями в прямоугольном волноводе Сучкин ст. Шуруйкин

8. Параметрические резонансы в нелинейных средах Сучкин (ст Попов

Темы курсовых работ для студентов 4-го курса по кафедре радиотехники. 1957 г.

ПЛАН РАБОТЫ КАФЕДРЫ РАДИОТЕХНИКИ /№3/ на 1957-58уч. год.

I. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ РАБОТА.

а/ Постановка двух новых задач в лаборатории радиотехники для студентов УIII семестра.

Срок: январь-февраль.

б/ Изменение характера работ в лаборатории радиотехники УII семестра. К 15 октября дать возможность части студентов вместо стандартных работ выполнить расчет, монтаж и регулировку 2-х, или 3-Х лампового макета.

в/ Результаты изменения характера лабораторий радиотехники обсудить на заседании кафедры.

Срок: февраль.

г/ Обсуждение тем дипломных и курсовых работ для студентов.

Срок: декабрь, февраль.

II. НАУЧНАЯ РАБОТА.

а/ Проведение научной работы согласно плана.

б/ Проведение совместных научных семинаров кафедры и отдела №7 НИРФИ.

III. УЧЕБНО-ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА.

Привлечение студентов младших курсов к работе в лабораториях кафедры и отдела №7 НИРФИ.

Зав. каф. №3 /Троицкий В.С./

План работы
кафедры радиотехники (№3)
на 1957-1958 учебный год

II Содержание экспериментального практикума для I курса. (в 1958-59 уч. году)

I Семестр. (4 часа в неделю)

1) 3 часа бесед о радиодеталях и о работе радиоламп в схемах.

2) Работа с ампер-вольт-омметром

3) Техника пайки (пайка ~~колодки~~ опытной колодки.

4. Монтаж выпрямителя.

5. Монтаж усилителя низкой частоты. (8 вариантов)

6. Снятие принципиальной схемы с макета.

Каждая из смонтированных схем, после проверки правильности монтажа преподавателем, включается студентом непосредственно и под руководством преподавателя регулируется.

II Семестр (2 часа в неделю

Монтаж и исследование 2х макетов и одна общая задача.

1) Общие задачи а) Снятие характеристик ламп.
б) Знакомство с работой простейшего усилителя.

2) Макеты монтаж-грузовые студентами.

а) ~~[illegible]~~ Приемник прямого усиления с кристаллическим детектором (2 варианта схем)

б) Генератор высокой частоты

в) Генератор синусоидальных колебаний низкой частоты.

г) Генератор пилообразного напряжения низкой частоты

д) Усилитель промежуточной частоты.

Перечень работ
экспериментального практикума
на кафедре радиотехники
для студентов 1-го курса
в 1958-1959 учебном году

Работы лабораторий

IV курс. - лаб. радиотехники: в 2х комнатах.

а) Лаборатория передатчиков. 1) работы пер-к 12 РП - дублирование.
2. -"- по измерит. техники.
3 Полупроводниковые усилители

б) Лаборатория приемников: а) Приемники Минск - дублирование
б) УПЧ.
в УНЧ
г) широкополосный у-ль
д) детектор УМ.

В лабораториях работают студенты специализир. на кафедрах

а) Радиотехника ~ ~~[illegible]~~ (все работы кроме полупроводниковых усилителей)

б) Теория колебаний - работы пр-к, широкопол. у-ль. пер-к. и полупроводн. у-ль.

в) Распр. радио-волн — работы пр-к. пер-к, УПЧ. полупроводн. у-ль.
Теория

г) Антенны — пер-к пр-к.

д) Электр. СВЧ — каждому студенту выдается свой или число работ от 1 до 7. (у одной студентки) в среднем на 30-35 часов работы.

е) Студенты с кафедры электроники в лаборатории р.техники не занимаются

Студенты ~~работают~~ присылаются в лабораторию сроком на 1 месяц, по плану у них 2 часа в неделю, каждый занимается на определенный день, в этот день ему должен быть ~~[illegible]~~ [illegible] занятий студент может и в другой день занятий лаборатории. Также инструктор может и не в два занятий в часа работы лаборатории

На занятиях по записи должно быть 6-8 студентов, практически бывает до 15-20 студентов

Михаил Яковлевич!
Спешу написать обещанное т.к. нужно по дел держать.
Я думаю, что могу тебе рекомендовать оставить в ГИФТИ для совместной цели несколько студентов
1. Понтус Л. 2. Ласточкин В. 3. Строгонов В

1. Понтус делает диплом у Гл Сугина и работает уже с третьего курса прилеж по ферритам. Он их знает и теоретически и экспериментально тоже дошлался. Студент хороший
2. Ласточкин ~~Работает у~~ Делает диплом у Гохмана чисто экспериментальный по измерению трансов. По отзывам Гохмана студент с головой, хороший.
3. Строгонов Делает диплом у Ласточкина по радиоспектроскопии. Сильно дошлался с аппаратурой молодцеватно генератора у нас.

Я думаю ~~можно~~ так лучше их вызвать и поговорить лично

26/III 58. Троицкий

Письмо М.Я Широбокову от В С. Троицкого
с рекомендацией оставить в ГИФТИ
несколько студентов
(Л Понтуса, В. Ласточкина, В. Строгонова)
для совместной работы.
26.03.1958 г.

# П Л А Н

## части спецкурса "Элементы квантовой радиотехники"

1. Классическая теория диэлектрической постоянной газа вблизи линий поглощения.
   Действительная и мнимая части , их физическое значение. Соотношение Крамерса – Кронига. 1 час.

2. Элементы квантовой теории , вывод для двухуровневого газа с учетом насыщения. Диэлектрическая постоянная двухуровневого возбужденного газа. Физический смысл мнимой и действительной части возбуждённого газа. 1 ч.

3. Уравнение для установившихся колебаний в контуре, содержащем в конденсаторе диэлектрик с линией поглощения (диэлектрик с большой дисперсией). Поведение контура (зависимость частоты резонанса от настройки и т.д.) при возбужденном и невозбужденном диэлектрике. 1 час.

4. Способы создания возбужденных диэлектриков и магнетиков. Сортирующая система для газов. Трехуровневая система. 1 ч.

5. Молекулярный генератор. Основные соотношения и характеристики. 2 часа.

6. Молекулярный усилитель. Основные характеристики. Источники шумов. Шумовая температура. Парамагнитный усилитель. Основные характеристики. ~~1 час~~. Шумы
   ~~[illegible]~~ 2 часа.

7. Применения молекулярных генераторов и квантовых усилителей. 1 час.

План части спецкурса
«Элементы квантовой радиотехники»,
читаемого В.С. Троицким

Ректору Университета доц.Широкову В.И.

от зав. каф.№3 Троицкого В.С.

Ежегодно около 20-25 студентов 5^го^курса радиофака,специализирующихся на каф.№3 делали дипломные работы в отделах №7 / Троицкого /, №3 / Берштейн /,№II / Зверев / имея для этого соответствующее оформление.В настоящем году студенты на полгода начинают раньше распределяться по специализации и соответственно с 4^го^курса могли бы привлекаться к работе в лабораториях НИРФИ.

Несмотря на эти возможности кафедра не может в настоящее время привлечь студентов 4^го^курса к выполнению даже курсовых работ т.к. студенты не имеют надлежащего оформления.

Создаётся угроза того,что и дипломные работы,являющиеся продолжением курсовых работ не смогут выполняться в НИРФИ.

Прошу Вас дать указание о необходимости более серьезного оформления.Если это невозможно,то кафедра будет вынуждена искать другие возможности,помимо НИРФИ,что резко снизит научно-педагогический уровень специальной подготовки .

Мне кажется,что поскольку НИРФИ в одно и тоже время является учебной базой для студентов,то необходимо сделать сначала возможным настоящее использование этой базы хотя бы для студентов старших курсов.

Здесь имеется еще общий вопрос о привлечении студентов младших курсов к научной работе.Плохое состояние с этим объясняется главным образом невозможностью попасть в лаборатории НИРФИ из-за отсутствия оформления у студентов младших курсов.

Зав.каф.№ 3 / Троицкий В.С. /

Создается фиктивное положение — НИРФИ ведет серьезную борьбу для научно-учебной работы студентов, но они не могут попасть на эту базу.

Докладная записка ректору университета доценту В.И. Широкову от зав. кафедры № 3 В.С. Троицкого относительно оформления пропусков в НИРФИ для курсовиков и дипломников кафедры.
50-е годы XX века

Директору НИРФИ М.Т.Греховой.

Прошу Вашего разрешения на выдачу временных пропусков в НИРФИ для работы в отделах № 7,9,II,I3 следующим студентам специализирующимся на кафедре радиотехники.

I. Плотников Владимир Алексеевич
2. Сараев Станислав Иванович
3. Ларонов Георгий Алексеевич
4. Ерёмин Евгений Борисович
5. Гусев Валерий Владимирович
6. Шабанов Владимир Николаевич
7. Нечаев Эдуард Вениаминович
8. Жуин Юрий Николаевич
9. Стройков Юрий Дмитриевич
I0. Галкин Владимир Михайлович
II. Золотарёв Леонид Аркадьевич
I2. Резникова Елизавета Борисовна
I3. Валутин Юрий Викторович
I4. Исаков Борис Анатольевич
I5. Волосевич Александр Николаевич
I6. Бакшаев Юрий Леонидович
I7. Логачев Валерий Александрович
I8. Серебряков Алексей Кузьминович
I9. Мансуров Владимир Кузьминович
20. Марколов Вадим Арсеньевич
2I. Трапезников Валерий Николаевич
22. Чиннов Александр Васильевич
23. Пермышев Эдуард Владимирович
24. Федотов Станислав Михайлович
25. Фонин Борис Васильевич
26. Грязева Нина Александровна

Курсовые
дипломные

Зав.кафедрой радиотехники /Троицкий В.С./

Докладная записка директору НИРФИ М.Т. Греховой от зав. кафедрой радиотехники В.С. Троицкого с просьбой разрешить выдачу временных пропусков студентам, специализирующимся на кафедре. 1959-1960 гг.

План лекции 13/III 68г

„Проблема поиска сигналов внеземных цивилизаций"

1. Проблема поиска сигналов связана с проблемой распространенности жизни во вселенной.

2. Жизнь в солнечной системе.

3 Современное состояние естествознания и научный подход к проблеме.
~~а) Закономерность возникновения жизни~~
~~б) Распространенность~~

4 Распространенность жизни
а) Жизнь развивается на обычных планетах
б) Солнце рядовая звезда
в) Планеты являются обычным продуктом эволюции звезд.

5 Возникновение интереса связано с достижениями радиофизики

6. Оценка степени распространенности жизни.
а) Длительность возникновения жизни до нашего уровня (3–4)10⁹ лет.
б) Звезды спектрального класса F.G.K.
в) Оценка вероятности планетных систем у звезд. Реже звезд из 100.
Теория становления для образования планет – редкое явление
г) Доля звезд, планеты которых попадают в зону обитаемости.
д) ~~Не на всех~~ Условия размеров для удержания атмосферы
е) Длительность существования технически развитых цивилизаций

План лекции «Проблемы поиска сигналов внеземных цивилизаций». 13.03.1968 г.

Программа

Основы радиотехники

Введение. Зарождение и развитие радиотехники. Связь радиотехники с другими областями техники и с развитием науки. Объем и содержание курса.

I. Линейные системы с сосредоточенными постоянными

1 ~~Резонансный контур~~ Условия применимости ~~теории~~ цепей с сосредоточенными элементами. Линейность. Свободные процессы в одиночном колебательном контуре. Действие гармонической эдс на контур. Символический метод. Резонансная кривая, полоса пропускания.

2. ~~Действие негармонической~~ эдс на линейные цепи. Разложение в спектр и принцип суперпозиции. Примеры использования непрерывных сигналов. Условие отсутствия искажений. Дифференцирующие и интегрирующие цепи.

3. Сдвоенные контуры. Свободные колебания в двух связанных контурах. Вынужденные колебания. Понятие вносимого сопротивления. Трансформатор.

4. Линейные сосредоточенные элементы радиотехнических устройств. Современные конструкции конденсаторов, индуктивностей, сопротивлений и их применение для различных целей и в различных диапазонах частот.

5. Флюктуации напряжения в линейных цепях. Формула Найквиста. Спектр для некоторых флюктуаций. Воздействие флюктуаций на лин. цепи.

II Линейные системы с распределенными параметрами

1. Длинная линия. Резонансные свойства отрезка длинной линии. Соединение с системами с сосредоточенными постоянными. ~~Согласование~~.

2 Полые резонаторы. Методы связи с полыми резонаторами. Добротность.

Программа курса
«Основы радиотехники».
Составлена В.С. Троицким

2

III Нелинейные системы элементы.

1 ~~Нелинейные пассивные элементы~~: Полупроводниковые элементы, кристаллический детектор. Диод, горячий катод, ~~термистор~~. Конденсатор с сегнетоэлектриком, катушка индуктивности с ферромагнетиком, Инерционные нелинейности/боллометры, термисторы).

2. ~~Вах~~ Особенности прохождения переменных токов ~~через~~ через нелинейные системы. Выпрямление. Детектирование. Детектирование. Шунтирующие и линейные фильтры. Амплитудно-модулированных и частотно-модулированных сигналов. Синхронное детектирование.

3. ~~Шумы~~ Флуктуации токов в нелинейных элементах. Дробовые шумы диода, кристаллического детектора, шумы переключения

IV Усилители

1. Электронная лампа, Транзисторы.

~~4. Усиление постоянных токов и напряжений. Основные свойства~~

Усилители постоянных токов и напряжений электрометрические ~~ферро~~ лампы. ~~Мостовые усилители~~

2. Усиление переменного напряжения. Усилители напряжения и усилители мощности. Обратная хроноглерическая усилителей напряжения. Постоянная и ~~горячая~~ хроноглерическая. Линейность. Линейные и нелинейные искажения. Системы с отрицательной обратной связью

3. Усиление широких частот. Классификация усилителей. Усилители на ~~кристаллических~~ лампах и транзисторах. Многокаскадные усилители. Усилитель ~~с~~ сопротивлением. Полоса пропускания ~~задо~~ Влияние паразитных параметров. Усиление импульсов и сверхвысоких частот

4. Усиление высоких частот. Резонансный и полосовой усилитель. Определение усиления и полосы пропускания ~~по~~ требования и усилительная лампа с заземленной сеткой. ~~Условия~~ ~~выпрямлений~~. Усиление импульсов. Обратная связь.

5. Шумы в усилителях. Дробовый и тепловой шумы. Шумовое сопротивление ламп. Фактор шумов усилителя.

## V Генерация колебаний

1 Ламповые генераторы с самовозбуждением. Генераторы синусоидальных колебаний с контуром. Условие самовозбуждения. Мягкий и жесткий режим. Генераторы на сопротивлениях и емкостях. Генераторы с термисторами. Схемы ламповых генераторов.
Стабилизация частоты автоколебаний. Кварцевые ~~ста~~ генераторы.

2 Генерация колебаний сверхвысоких частот. Магнетрон. Клистрон, лампа бегущей волны. Магнетронный генератор. Методы генерации миллиметровых волн.

3. Релаксационные автоколебательные системы. Формирование колебаний и их применение для различных целей.

~~4. Влияние фронтов и импульсов в ламповом генераторе на форму~~

4. Флюктуации амплитуды и фазы колебаний в ламповом автогенераторе. Широкие фронты шумов.

## VI Модуляция колебаний

1. Виды модуляции. ~~Аналог амплитудной~~ модуляция под влиянием процесс. модуляции. Спектр. Методы и схемы получения амплитудной модуляции.

2 Фазовая и частотная модуляция. Спектр. Области применения частотной модуляции. Методы и схемы получения частотной модуляции. Реактивная лампа

## VII Передатчики

## VIII Приемники

## IX Линии передачи.

~~Волновые линии~~ Виды линий передач, волны, волновод. Распределение тока и напряжения с потерями и без потерь. Волновые сопротивления. Согласование нагрузки с помощью длинных линий. КПД линии передачи, в зависимости от ~~согласования~~ КСВ. ~~Волна~~ Неоднородные линии и их основные параметры.

IV. Изогрическая линия, отклонения, отклонения

V. Антенны

1 Основные параметры антенн: характеристика направленности, коэффициент направленного действия, эффективная площадь поглощения, сопротивление излучения, сопротивление потерь. ~~Принцип взаимности.~~ Характеристика антенны при передаче и приеме — принцип взаимности. ~~Виды антенн диапазонных~~ Различные виды антенн для длинных, коротких и ультракоротких волн. Антенны СВЧ.: рупорные, ~~зер~~ параболические, линзовые их основные характеристики. Влияние земли на диаграмму направленности.

VI. Радиосвязь, радиолокация, телевидение.

VII Элементы общей теории связи.
Количество сведений. Объем канала связи
Пропускная способность. Помехоустойчивость

Горьковский Государственный университет им. Н. И. Лобачевского

Кафедра _____ Дисциплина спецкурс

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Применение интеграла Фурье к решению дифракционных задач.
2. Спектр колебания, модулированного по случайному закону по фазе и амплитуде
3. Изменения активных сопротивлений

Зав. кафедрой _____

Экзаминатор _____

3-я тип. изд-ва «Речной транспорт». Зак. № 2030, тир. 5000

Горьковский Государственный университет им. Н. И. Лобачевского

Кафедра _____ Дисциплина спецкурс

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3**

1. Спектральный и корреляционный анализ
2. Прием теплового излучения
3. Ламповые вольтметры

Зав. кафедрой _____

Экзаминатор _____

3-я тип. изд-ва «Речной транспорт». Зак. № 2030, тир. 5000

Экзаменационные билеты
по спецкурсу В.С. Троицкого

# ПРОГРАММА

## семинара по прикладной квантовой механике.

Минимум, обязательный для участников семинара.

Литература: Ландау-Лившиц "Квантовая механика"
Блохинцев "Введение в квантовую механику"
Шифф "Квантовая механика"
Гайтлер " Квантовая теория излучения"
Иваненко и Соколов "Квантовая теория поля".

Остальная литература указана по темам.

### Основные вопросы по минимуму

1. Основные понятия квантовой механики, уравнение Шредингера и его простейшие решения (осциллятор).
   Литература: по выбору + Шифф гл.Ш

2. Теория представлений.
   Л.Шифф глава У1.

3. Теория излучения.
   Гейтлер гл.П,Ш; Иваненко и Соколов гл.П

4. Теория возмущений.
   Ландау и Лившиц гл.У1, Гайтлер гл.Ш.
   Шифф гл.УП.

5. Спин. Ландау и Лившиц гл.УШ.

6. Двухатомная молекула.
   Ландау и Лившиц гл.Х1.

Указанный материал должен быть проработан до 15.У.58г.

Предусматриваются два коллаквиума.
Темы объявляются отдельно, сроки также.

Программа семинара
по прикладной квантовой механике.
1958 г.

## План семинара

1. Энергетический спектр молекул. Молекула аммиака.

Литература: Ландау и Лившиц гл.XI
Таунс " Микроволновая спектроскопия" гл.
Takahasi, Ogawa, Phys. Rev. 106, 3. 1957 p.606
K.Matsura,Sigiura e.t.c.Phys.Rev. 106. 3. 1957 p.607
J.P.Gordon,H.J.Zeiger,C.H.Townes, Phys.Rev. 95. I,282. 1954.
Dillon, Geschwind, Phys.Rev. 100.p 750 1955 .

2. Возбуждение резонаторов возбужденными молекулами.

Литература: "Microwave electronics" J.Slater.
/ "Электроника сверхвысоких частот" Слэтер. Сов.Радио /.
K.Schimoda,T.Wang e.t.c. Phys.Rev. 102. 1308. 1956г.
Л.А.Вайкнилтейн " Электромагнитные волны" Сов.радио.

3. Молекулярные пучки. ( формирование, фокусировка,сортировка) Скворцов.

4. Молекулярные генераторы и усилители.

Литература: J.P.Wittke PIRE 4
K.Shimoda, T.C.Wang,C.H.Tow-nes, Phus.Rev. 102. 1308.1956.
J.P.Gordon,H.J.Zeiger,C.H.Townes 485. 1955.

5. Теория молекулярных усилителей и генераторов.

Литература: Файн
Климантович,Хохлов
Любимов , Хохлов
В.М.Канторович и Прохоров

6. Теория шумов молекулярного усилителя

Литература: N.W.P.Strandberg Phys.Rev. 106. 4. 617. 1957.
Phys.Rev 107. 6. 1488. 1957.

7. Экспериментальные исследования шумов молекулярного усилителя.

Литература: J.P.Gordon e.t.s.Phys.Rev. 107. 6. p. 1728.
L.E.Alsop e.t.s. Phys.Rev. 107. 5. p. 1450.
M.W.Miller Phys.Rev. 106. 1. 1957 г.
J.C.Helmer Phys.Rev. 107. 3.p.907.1957
R.V.Pound Ann.Physik 1.24 1957.

8. Ширина линии молекулярного генератора (Доплар эффект)

Литература: 102 1308.
C.H.Townes Journ.of Appl.Phys 28. 8. 1957. p.920
H.Morgenau,M.Lewis Phys.Rev. 106. 2. 1958.p244

В.С.Троицкий -
Н.Г.Басов

9. Парамагнитный резонанс и релаксационные явления

Литература: Andrew "Paramagnetic resonance"
Rep.on progr.on Phys. 16. 108. (1953)

10. Усилители и генераторы на твердых телах

Литература: N.Bloembergen Phys.Rev. pp 324-327.1956
Scove e.t.c.Phys.Rev. 105. p.762.1957

11. Модификации усилителей на твердом теле.

Литература: R.Braunstein Phys.Rev. 107, 4. 1957,1195.

12. Ферромагнитный резонанс иферромагнитные усилители и генераторы

План семинара
по прикладной квантовой механике.
1958 г.

Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР

**ГОРЬКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**
**имени Н. И. Лобачевского**

г. Горький, Арзамасское шоссе, 17 тел 3-04-14

№ АИ-18-12 1 апреля 1961 г.

Письмо ректора университета И.А. Коршунова В.С. Троицкому с предложением стать членом Совета университета. 1961 г.

СТАРШЕМУ НАУЧНОМУ СОТРУДНИКУ НИРФИ

тов.ТРОИЦКОМУ В.С.

В связи с формированием состава Совета университета дирекция НИИ рекомендовала Вас включить в число членов Совета.

Ректорат университета, присоединяясь к рекомендации дирекции В/института, просит Вас дать письменное согласие быть членом Совета университета и посещать его заседания.

Ваш ответ ожидается к 15 мая с.г.

Ректор университета /Коршунов/

РЕКТОРУ УНИВЕРСИТЕТА проф.И.А.КОРШУНОВУ.

На кафедре радиотехники радиофака в течении примерно десяти лет развивалась специализация по статистической радиофизике и практической радиоастрономии. Еще раньше направление специализации по статистической радиофизике развивалось с 1945 г. Г.С.Горелиным на кафедре общей физики. Впоследствии к этому добавилось направление практической радиоастрономии, тесно связанное со статистической радиофизикой как ее практическое приложение.

Таким образом, специализация существовала почти 20 лет. Актуальность и важность этого направления не вызывала и не вызывает сомнения.

Студенты-дипломники по этой специализации последние десять-пятнадцать лет были связаны в основном научной тематикой отдела № 7, которым я руководил в ГИОТИ и руководству в НИРФИ, а также с отделом № 9, руководимым проф.И.Л.Бернштейном. Студенты были обеспечены всем необходимым: спецкурсами, материальной базой для дипломных работ и научным руководством. Из студентов по этой специальности в настоящее время подготовлены два кандидата наук (Н.М.Цейтлин и А.Г.Кисляков), успешно работающие в НИРФИ, в октябре защищают диссертации В.Н.Никонов и В.Д. Кротиков. В ближайшее время закончит работу над диссертацией В.Б.Цареградский. Завершен эксперимент диссертации А.Ф.Крупноным и В.А.Скворцовым.

Письмо ректору университета профессору И.А. Коршунову от В.С. Троицкого о целесообразности сохранения специализации по статистической радиофизики и практической радиоастрономии. 1965 г.

Несмотря на все сказанное в настоящее время специализация фактически и юридически ликвидирована. Сняты читавшиеся ранее спецкурсы и введены новые. Это сделано без обсуждения, видимо путем единоличного "волевого" решения, не посоветовавшись даже с людьми, долгие годы ведущими специализацию. Более того, это сделано вопреки существующему решению Совета по комплексной проблеме "Радиоастрономия" о целесообразности развития в Горьком подготовки кадров по радиоастрономии. Существующая кафедра распространения радиоволн и радиоастрономии, связанная с В.Л.Гинзбургом не имеет специализации статистической радиофизики и экспериментальной радиоастрономии. Вводить на этой кафедре указанную специализацию вряд ли целесообразно и практически невозможно, поскольку это противоречит исторически сложившемуся направлению работы этой кафедры. Сейчас нельзя даже назвать, какая специализация будет взамен. По-видимому, чисто техническая, что-то вроде импульсной техники и т.п. Но ведь это есть в Политехническом институте. Естественно возникает вопрос, где будет база этой специализации, достаточно ли специализация обоснована.

Независимо от ответа на эти вопросы я считаю, что ликвидация сложившейся и нужной специализации является ошибкой. Большой коллектив научных работников отдела № 7, а также отдела № 9 фактически выключаются из работы по подготовке студентов, в том числе кадров высокой квалификации (кандидатов наук), а это безусловно неправильно. Кроме того, статистическая радиофизика и прикладная радиоастрономия все более и более проникают во все области радиотехники и ликвидация подготовки по этому направлению безусловно идет в разрез с развитием действительности и наносит определенный ущерб.

Считаю необходимым восстановить эту специализацию, тем более, что имеется кандидатура на заведывание кафедрой (Н.М.Цейтлин), в свое время дававший на это согласие.

Я допускаю, что о роли кафедры радиотехники в подготовке всех студентов по этой дисциплине могут быть неясности и спорные вопросы. Менее спорным нам представляется вопрос о целесообразности специализации. Однако для пользы дела должны были бы стать предметом обсуждения на Совете, на Партбюро радиофака, прежде чем принимать решение.

Зав.отделом № 7 (В.С.ТРОИЦКИЙ)

CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

PASADENA, CALIFORNIA 91109

GEOLOGICAL SCIENCES

May 10, 1968

Dr. V.S. Troitsky
Nauchno-Issledovatelniy Radiofizicheskiy
Institut ( NIRFI )
GORKIY
Arzqmasskoye Shosse 17
USSR

Dear Dr. Troitsky:

We have from time to time had some of your papers translated into English so that they could be more accessible to our students and staff. It occurs to me that you may wish copies of these translations for your own use and so I am sending them to you.

Nearly all of these papers were translated by Mr. George Levchuk, an employee of the Division of Geological Sciences at Caltech.

I have also asked that you be a sent a copy of the final report and processed pictures of the Mariner 4 Television experiment.

Sincerely yours,

Bruce C. Murray

Bruce C. Murray
Associate Professor of Planetary Science

BCM:smp
Encl.

CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

PASADENA, CALIFORNIA 91109

GEOLOGICAL SCIENCES

Май, 1968

Дорогой Др. Троицкий!

Мы иногда переводим некоторые Ваши статьи на английский язык чтобы облегчить нашим студентам и преподавателям в ознакомлении с Вашими работами. Мне казалось, что Вы пожелаете получить копии переводов для Вашего личного употребления и поэтому я посылаю несколько из них.

Почти все ваши статьи были переведены одним из наших сотрудников в отделе геологических наук при Калифорнийском технологическом Институте.

Я также выслал директиву чтобы последний и окончательный рапорт как и исправленные фотографии полученные при помощи Маринер 4 телевизора были Вам высланы.

С уважением

Брус Ч. Муррэй.

Письмо профессора Калифорнийского технологического института Бруса Ч. Муррэя В.С. Троицкому об использовании его работ студентами и преподавателями института. 1968 г.

# О Т З Ы В

руководителя о работе диссертанта Н.М.ЦЕЙТЛИНА.

Н.М.ЦЕЙТЛИНА я знаю с 1950 года, когда он, будучи еще студентом 4 курса, начал принимать активное участие в научной работе по радиоастрономии, проводимой тогда на организующейся радиообсерватории. В то время моему дипломнику Н.М.Цейтлину было поручено проведение экспериментального исследования радиоизлучения атмосферы для определения поглощения радиоволн сантиметрового диапазона. На этой работе Н.М.Цейтлин проявил уменье вести как экспериментальное, так и теоретическое исследование, в результате которого были получены ценные данные о поглощении в кислороде и водяном паре атмосферы. Результаты этого исследования вошли в отчет по одной из тем правительственного постановления и затем были опубликованы.

После окончания университета Н.М.Цейтлин ~~три~~ лет года работал на одном из радиозаводов и в 1956 году поступил в аспирантуру.

Естественно, что его диссертационная тема оказалась тесно связанной с ~~вопросами~~ укрепившимися ранее научными интересами и возникшими за это время новыми ~~проблем~~ вопросами, к которым, в частности, относился ~~только что~~ поднимавшийся тогда вопрос о возможностях исследования антенн по их собственным шумам, по шумам космического пространства, шумам местного фона и т.д. В соответствии с этим Перед диссертантом была поставлена задача обоснования и разработки радиоастрономических методов измерения параметров антенн (КНД, КПД, рассеяния и др.) на волнах метрового и сантиметрового диапазонах.

При этом диссертант должен ~~был~~ разрешить и разрешил ряд чисто теоретических вопросов. Например, показать электродинамическим расчетом шума антенны его связь с КПД антенны и вывести ~~тем самым~~ основное

Отзыв В.С. Троицкого
о работе диссертанта Н.М. Цейтлина.
Предположительно 1959 год

уравнение шумов реальной антенны в полости полученной термодинамически. В диссертации подробно рассмотрены теоретически различные источники шумов в сложной антенне ~~и учетом~~ в том числе влияние излучения земли и атмосферы. Эти данные о шумах антенны в настоящее время приобретают особую актуальность в связи с применением квантовых и параметрических усилителей, чувствительность которых ограничивается ~~теперь~~ на СВЧ в основном лишь шумами антенн. Много труда диссертант посвятил разработке наиболее трудных из технических вопросов, измерения радиоастрономическими методами параметров УКВ антенн. ~~При этом~~ Следует особенно отметить, что диссертант не ограничивался теоретическим обоснованием, а всегда проводил соответствующую экспериментальную разработку, результаты которой почти немедленно использовались в какой-либо другой исследовательской работе. Так Н.М.Цейтлин провел исследования параметров антенн для наблюдений по программе МГГ на волнах 1,5 м и 3 см. Методы калибровки параметров антенн, разработанные Н.М.Цейтлиным, вошли в рекомендации для применения всеми радиообсерваториями Союза при радионаблюдениях Солнца по программе МГГ, и были применены на большинстве обсерваторий. Следует ~~отметить~~ сказать, что Н.М.Цейтлин очень живо откликался на запросы практики, так им было проведено детальное исследование вопроса измерения КПД антенн по собственным шумам по совместной с одним из НИИ ~~работе~~. За все эти работы, выполнявшиеся отделом по постановлениям Правительства, Н.М.Цейтлин был дважды премирован.

~~Необходимо отметить, что~~ У Н.М.Цейтлина все время наблюдалось стремление довести или завершить дело конкретным применением в технике, в промышленности. Здесь очевидно сказывается полезное влияние периода работы на заводе. Не скрою, что в начале ~~мне~~ стоило некоторого труда ~~некоторого труда~~ несколько ограничивать это направление и привить больший вкус подчас к отвлеченным исследованиям, использование которых в практике еще не видно сразу, с тем, чтобы достигнуть должного соотношения обоих сторон научной деятельности. Я считаю это качество Н.М.Цейтлина

особенно ценным и полезным, так как оно сочетается с двумя другими качествами: с хорошей теоретической подготовкой и умением творчески ее применять, а также с умением вести экспериментальные исследования. Вряд ли часто встречается такое сочетание способностей и наклонностей в одном исследователе. В силу сказанного становится естественным, что Н.М.Цейтлин довел работу по диссертации до внедрения в практику промышленности. Этому конечно способствовал полученный им опыт заводской работы. Замечу также, что инициатива проверки своей работы на практике в промышленности и ее внедрение целиком исходили от Н.М.Цейтлина. Вся организационная часть этого также проведена была диссертантом, ~~в результате чего~~ работа велась по договору завода с НИРФИ, а результаты работы Н.М.Цейтлин являлся ее научным руководителем. ~~этой работы, которая~~ в настоящее время ~~уже~~ получила и одобрение научно-технического совета.

Чтобы представить общую научную и практическую ценность диссертации, можно сказать следующее. В Международном радиосоюзе УРСИ, куда входит и СССР, имеется подкомиссия 5 Б, которая специально создана для обобщения и руководства вопросами абсолютных измерений в радиоастрономии. Диссертация Н.М.Цейтлина разрешила ряд вопросов, поставленных этой комиссией перед исследователями и могла бы служить не плохим ~~отчетом ее деятельности~~ руководством для точных измерений.

Считаю, что работа Н.М.Цейтлина вполне отвечает всем новым высоким требованиям, прид"являемым к диссертациям, а диссертант заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Канд ф-м наук [illegible]

# ОТЗЫВ

на диссертацию В.В.ЖЕЛЕЗНЯКОВА "Теория спорадического радиоизлучения Солнца и планет".

Диссертация В.В.Железнякова является большой теоретической работой, посвященной исследованию и об"яснению причин спорадического радиоизлучения Солнца и планет.

Проблема спорадического радиоизлучения Солнца довольно сложна и прежде всего связана с теорией плазмы и динамикой солнечных процессов. Оба эти аспекта проблемы сами по себе еще не достаточно изучены, чем в значительной степени об"ясняются трудности построения теории спорадического радиоизлучения.

В работе В.В.Железнякова детально исследуются возможные причины различного вида спорадического радиоизлучения Солнца и планет, основанные на механизмах колебаний в корональной плазме. При этом подробно рассмотрены механизмы тормозного, синхронного и черенковского излучения в плазме при наличии магнитного поля.

Определены и продискутированы физические условия возбуждения колебаний и их выхода из короны Солнца. Наиболее существенными и новыми вопросами этого круга являются:

1) Исследование механизма трансформации плазменных волн в электромагните на флюктуационных и регулярных неоднородностях плазмы.

2) Исследование когерентного механизма колебаний в плазме, возникающих от регулярных потоков частиц, что позволило об"яснить всплески Ш типа, найти соотношение интенсивностей гармоник спектра всплеска, оценить концентрацию частиц в потоке и верхнюю границу напряженности магнитного поля в области генерации.

3) Доказано существование в короне резонансного поглощения на гиречастоте.

Отзыв В.С. Троицкого
на диссертацию В.В. Железнякова.
1959 г.

Рассмотренные вопросы в некоторой части имеют общее значение для теории плазмы.

В результате диссертанту удалось об"яснить значительную часть особенностей спектра, временного хода и поляризации как медленной, так и быстрых компонент вариаций радиоизлучения Солнца. Можно сказать, что в основном физическая картина спорадического радиоизлучения Солнца выяснена.

Разработанные механизмы спорадического радиоизлучения удовлетворительно согласуются с имеющимся наблюдательным материалом. Все что получено в диссертации не только благодаря рассмотренным новым механизмам, но и в значительной степени за счет критической переработки и переосмысливания уже имевшихся работ и исследования большого экспериментального материала по радиоизлучению Солнца, проведенного автором. Об этом говорит внушительный список литературы.

Следует особо отметить, что вместо господствовавшего некоторое время грозового об"яснения спорадического радиоизлучения Юпитера, автором впервые предложен и рассмотрен некоторый плазменный механизм генерации радиоизлучения.

Диссертантом показано, что предложенный плазменный механизм об"ясняет известные в настоящее время существенные черты наблюдаемого излучения такие, как длительность всплесков, их спектр и интенсивность. Развитая теория позволяет оценить величину концентрации электронов и магнитное поле в части ионосферы планеты, ответственной за радиоизлучение. Оценка магнитного поля планеты, насколько известно, получена впервые и является весьма интересной.

Дискутируется также вопрос о тепловом радиоизлучении планет, однако здесь трудно согласиться со слишком категорическим утверждением автора, что излучение Юпитера и Венеры на волнах 3 см и длиннее еще идет из слоя атмосферы, а не с поверхности планет, в особенности для Венеры, у которой твердая поверхность как правило отсутствует.

Следует заметить, что данных о радиоизлучении в сантиметровом диапазо-

не планет еще совершенно недостаточно для построения теории их теплового радиоизлучения.

Каких-либо недостатков по существу в диссертации я не вижу.

Содержание автореферата и диссертации полностью соответствуют друг другу. Результаты диссертации опубликованы в периодической печати в девяти статьях.

Переходя к оценке работы можно сказать, что диссертация выполнена на весьма высоком научном уровне и ее результаты имеют большое научное значение. Она показывает, что ее автор является сложившимся физиком теоретиком, умеющим пользоваться сложным математическим аппаратом там, где это необходимо, но и умеющем также ярко выделять физическую сторону вопроса, развивая и находя более прозрачные физико-математические методы анализа (см.,например, использование метода Эйнштейна в приложении 1У и др.).

Следует отметить, что цельное изложение теории спорадического радиоизлучения довольно сложно из-за разносторонности и многообразия затрагиваемых явлений. Автору хорошо удалось преодолеть эту трудность удачным и продуманным изложением материала. Следует отметить также, что диссертация прекрасно оформлена и изложена хорошим научным языком четко и логично.

Все сказанное позволяет сделать вывод, что диссертация В.В.Железнякова по своим научным результатам, научному уровню и глубине анализа приближается к докторской и ее автор безусловно заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Кандидат физ.мат.наук (В.С.Троицкий)

10.У1.59 г.

# О Т З Ы В

руководителя о работе аспиранта В.А.СКВОРЦОВА

Вадим Алексеевич СКВОРЦОВ начал исследования в области квантовой радиофизики с 1957 года сначала с молекулярным генератором на аммиаке. Здесь им получены существенные результаты, находившиеся на уровне экспериментальных достижений того времени.
В частности, им запущен первый в Союзе безазотный генератор.
В дальнейшем В.А.Скворцов занимался разработкой и исследованием различных вариантов молекулярных генераторов на формальдегиде. Им впервые запущен и исследован генератор миллиметрового диапазона на дисковом резонаторе, что открывает возможность создания молекулярного генератора в области еще более коротких волн. Работы В.А. Скворцова показывают пример успешного выполнения тонких и трудных экспериментов в миллиметровом диапазоне волн. Особенностью работ В.А.Скворцова является то, что они почти все выполнены вместе с А.Ф.Крупновым. Это содружество проходило на равных началах при равном вкладе.и являлось весьма плодотворным. Два человека за 6-7 лет сделали столько, что составляло бы честь значительно большему коллективу.
Разумеется, что в диссертации В.А.Скворцова, которая защищается теперь (10.XI.65 г.) и в диссертации А.Ф.Крупнова, которая защищена в начале 1965 года, вошли совершенно разные исследования, выполненные однако вместе.
Наконец последнее, что хочется сказать - это полная самостоятельность В.А.Скворцова в работе. Вся научная деятельность В.А.Скворцова показывает, что он является сложившимся исследователем, заслуживающим присвоения ему ученой степени кандидата физико-математич. наук.

ДОКТОР ФИЗ.МАТ.НАУК (В.С.ТРОИЦКИЙ)

Отзыв В.С. Троицкого
о работе аспиранта В.А. Скворцова. 1965 г.

Отзыв о диссертации Н.П. Карлова
„Исследование по квантовым усилителям"
представленной на соискание ученой
степени доктора физико-математических наук.

Проблема пороговой чувствительности разных методов физических исследований или измерений всегда была чрезвычайно важной и часто уровень ее решения ставил и ставит границы нашим знаниям. Появление квантовых усилителей на порядки улучшило пороговую чувствительность в изучении электромагнитных процессов и расширило возможности целого ряда исследований в особенности в радиоастрономии.

Работа Н.П. Карлова, в которой проводится теоретическое и экспериментальное исследования квантовых усилителей с физической точки зрения является детальной разработкой вопросов упомянутых выше проблем на основе использования квантовых усилителей.

Диссертация является итогом обобщением длительных исследований автора, посвященных разработке создания ~~использованию~~ и изучению квантовых парамагнитных усилителей в диапазоне сантиметровых и дециметровых волн.

Можно без преувеличения сказать, что эти работы создали у нас в стране соответствующую культуру, на основе которой стало возможным иметь квантовые усилители в различные различного рода исследований и находиться в этом на мировом уровне.

Это было достигнуто благодаря глубокому экспериментальному и теоретическому исследованию широкого круга вопросов квантовых усилителей направленных на реализацию открывшейся возможности повышения пороговой чувствительности

Отзыв В.С. Троицкого
о диссертации
Н.П. Карлова

Н.В. Корнов провел теоретическое рассмотрение порогового чувствительности приемной системы с квантовым усилителем. Показал, что применение одного каскада квантового усилителя перед обычным приемником в сантиметровом диапазоне дает выигрыш в чувствительности в 10-50 раз. ~~Проведена экспериментальная классификация сравнения чувствительности~~

Важным для каждого усилителя является вопрос о стабильности усиления как по мощности, так и по фазе. Это было очень важным моментом работы усилителя.

Н.В. Корнов детально рассмотрел причины возможной нестабильности фазы и усиления. Для этого автором было получено новое выражение для добротности трехуровневого активного вещества с двумя временами релаксации, учитывающее расстройку вспомогательной частоты и другие параметры квантового усилителя. Это позволило найти зависимости усиления и его фазы для различных квантовых усилителей от параметров накачки, указало на степень влияния нестабильности частоты и мощности накачки ~~на~~ и т.д. Соотношения для фазовой нестабильности дают возможность выбрать параметры накачки, обеспечивающие заданную стабильность фазы усиления исходя из тех или иных практических задач применения.

Рассмотрены вопросы о ширине полосы квантового усилителя и форме частотной характеристики в общем случае любого соотношения полос пропускания контура и самого вещества. Исследованы причины нестабильности и применения этих характеристик в зависимости от параметров схемы.

Особенностью квантовых усилителей является их нелинейность из-за эффекта насыщения.

В результате проведенных Н.В. Корновым исследований в этой области ~~вопросы выражения упрощенного характер зависимости применения усиления~~ показано, что сильный сигнал приводит к подавлению усиления во всей полосе, но не действует нелинейным

исполнения идущего слабого сигнала на фоне помех. Получены соответствующие выражения для усиления и его времени релаксации в зависимости от мощности сигнала. Это позволило полностью оценить эффективность применения в р. квантового усилителя в радиосвязи.

При проведении упорного анализа влияния нелинейности были найдены выражения для энергетики выхода при воздействии сигнала, состоящего из трех гармонических гармоник, причем сигнал. на частотах гармоник много больше чем на боковых.

Показано, что несмотря на сильное уменьшение усиления, имеющее место при сильно достаточно мощном сигнале, нелинейные искажения, наблюдавшиеся ранее, слабого сигнала пропадают, если период распространяющегося сигнала и помехи малы по сравнению с временем релаксации т.е. процессы во всей полосе с исполнением сигнала можно не считаться.

Особенностью работы Н.В. Карлова является то, что получив из теоретических выводов, тщательно проверяется экспериментально, причем как правило подтверждается хорошее количественное совпадение расчета и эксперимента.

Надо особо отметить, что эксперименты с квантовыми усилителями довольно сложны. Требуется определенный экспериментаторский навык, чтобы провести их чисто и точно. Это полностью достигнуто в работе Н.В. Карлова.

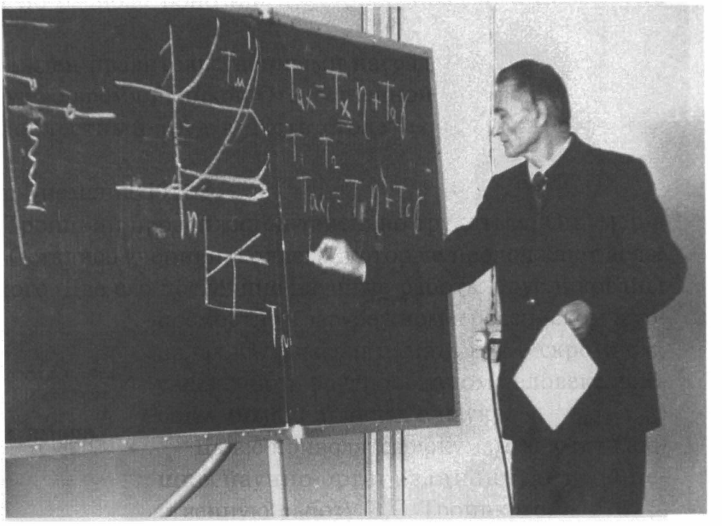
Таким образом в результате всего комплекса исследований получена достаточно ясная и полная картина работы квантового усилителя, разработаны и созданы различные квантовые усилители сантиметрового и дециметрового диапазонов, которые успешно используются в различных рядах исследований.

Н.В. Карлов фактически завершил разработку теории квантовых усилителей, сделав это на высоком научном уровне, создал серию реальных систем.

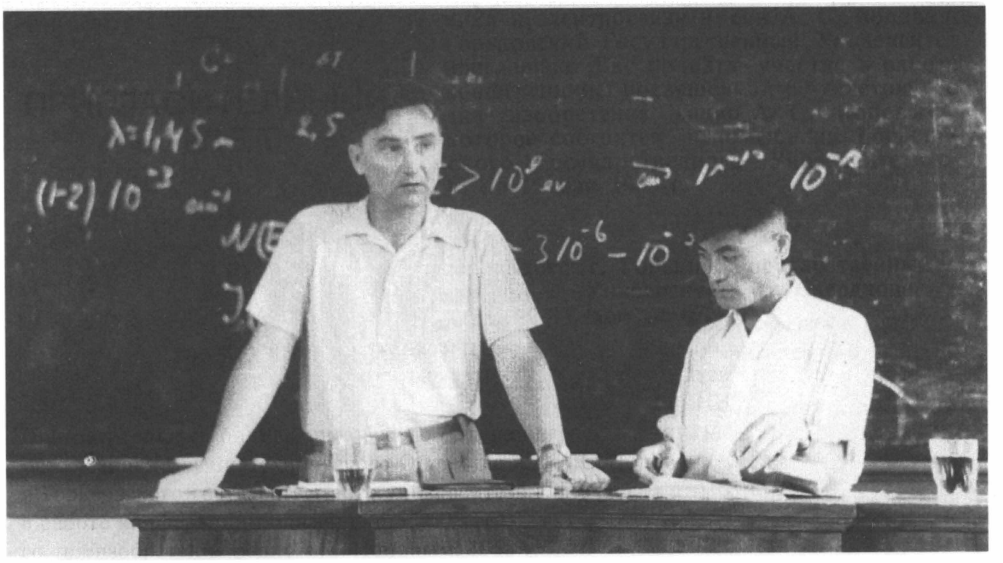
Все это позволило народному хозяйству в этой важной области на вполне современном уровне. Основным качеством диссертации и его автора является сочетание теории и эксперимента.

Все сказанное позволяет мне считать, что Н.В. Карлов вполне заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук. Автореферат и диссертация соответствуют требованиям, а также опубликованных работах.

В.С. Троицкий
на лекции



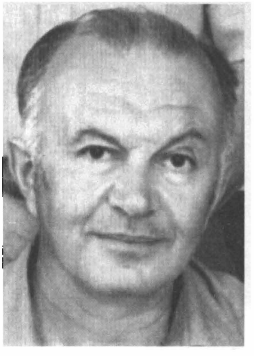
В.С. Троицкий
читает лекцию
в Шанхайском
университете.
1958 г.

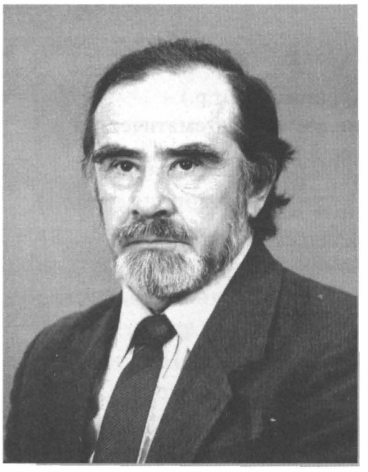


В.С. Троицкий с китайскими студентами. 1958 г.

В.Д. Кротиков (12.03.1932 г.р.) – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник НИРФИ. Выпускник радиофизического факультета ГГУ 1955 года.
В.Д. Кротиков, В.С. Троицкий – авторы открытия № 43 с приоритетом от 19 ноября 1962 г.
Формула открытия:
«Установлено ранее неизвестное явление увеличения усредненной радиотемпературы Луны с ростом волны излучения»

Н.М. Цейтлин (09.08.1929-08.02.1993 гг.) – доктор физико-математических наук, профессор, зав. отделом НИРФИ (1958-1993 гг.), заслуженный деятель науки и техники РСФСР. Выпускник радиофизического факультета ГГУ 1953 года

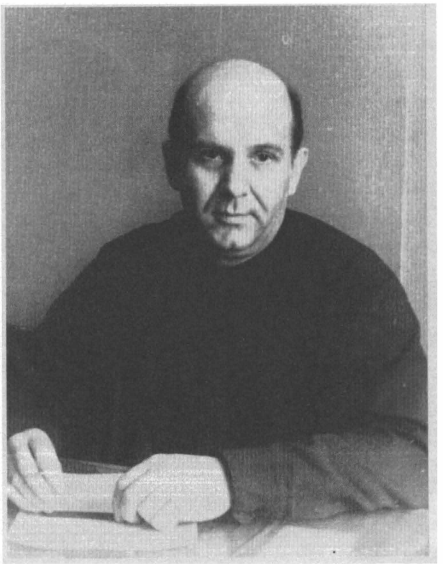




А Г. Кисляков (03 06 1931 г р.) – доктор физико-математических наук, профессор кафедры радиотехники радиофизического факультета ННГУ, зав. кафедрой радиотехники (1985-1997 гг ), лауреат Государственной премии СССР (1987 г ), заслуженный деятель науки РФ, зав лаб и зав отделом миллиметровой радиоастрономии НИРФИ (1971-1976 гг ), зав отделом миллиметровой радиоастрономии ИПФ РАН (1976-1985 гг ) Выпускник радиофизического факультета ГГУ 1954 года

А.Ф. Крупнов (31 01 1934 г р ) – доктор физико-математических наук, профессор, зав отделом микроволновой спектроскопии ИПФ РАН, лауреат Государственной премии СССР (1980 г ) и совместной премии АНСССР и ЧСАН (1982 г ). Выпускник радиофизического факультета ГГУ 1957 года

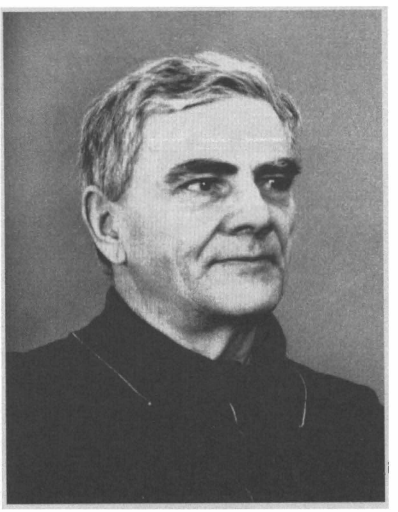
В Б Цареградский (31 03.1936 г р ) – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры квантовой радиофизики радиофизического факультета ННГУ, зав кафедрой квантовой радиофизики (1966-1983 гг ), декан радиофизического факультета (1967-1971 гг.). Выпускник радиофизического факультета ГГУ 1958 года



В.Н. Никонов (1931 г.р.) – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник НИРФИ. Выпускник радиофизического факультета ГГУ 1954 года

В.А. Скворцов (19.12.1930 г.р.) – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры общей физики (1953-1998 гг.). Выпускник радиофизического факульта ГГУ 1953 года

В.М. Плечков (06.10.1924 г.р.) – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник ГИФТИ (1949-1956 гг.), НИРФИ (1956-2003 гг.). Выпускник радиофизического факультета ГГУ 1951 года



# Научно-организационная и общественная работа

В.С. Троицкий вел большую научно-организационную и общественную работу. Он был членом партбюро ГИФТИ (1950 г.), секретарём партбюро ГИФТИ (1952 г.), членом Ученого совета НИРФИ, членом ряда научных советов АН СССР (и РАН), председателем Горьковского областного правления Научно-технического общества радиоэлектроники и связи им. А.С. Попова. В.С. Троицкий создал и возглавил рабочую группу поиска Внесолнечных планет, координирующую в нашей стране деятельность Научного Совета по радиоастрономии и Астрономического Совета АН СССР в этом направлении.

В.С. Троицкий был награжден правительственными наградами·

- медаль «За доблестный труд во время Великой Отечественной войны», 1945 г.;
- юбилейная медаль «За доблестный труд в честь столетия со дня рождения В.И. Ленина», 1970 г.;
- орден Трудового Красного Знамени, 1976 г.

До последних дней В.С. Троицкий продолжал интенсивно трудиться. Он умер в 1996 году в возрасте 83 лет. Остались ученики, коллеги, которые продолжают дела, воплощая идеи В.С. Троицкого. Две его последние научные работы опубликованы посмертно в зарубежном и российском журналах. Осталась и память как о скромном, увлечённом, эрудированном человеке, внёсшем большой вклад в науку.

Далее приводятся документы, отражающие научно-организационную и общественную работу В.С. Троицкого.

„. . . . газета без бумаги и „без расстояний", которую Вы создаете, будет великим делом".
(В. И. ЛЕНИН).

**Горьковское Отделение Всесоюзного Научно-технического Общества радиотехники и электросвязи имени А. С. Попова. Горьковский государственный университет.**

**ПРИГЛАСИТЕЛЬНЫЙ БИЛЕТ**

**1955 г.**

**Горьковское Отделение Всесоюзного Научно-технического Общества радиотехники и электросвязи имени А. С. Попова и Горьковский Государственный Университет приглашают Вас принять участие в работе конференции, посвященной 60-тилетию со дня изобретения радио А. С. Поповым, которое состоится в помещении Горьковского Государственного Университета с 13 по 15 мая 1955 г.**

**Адрес: г. Горький, Государственный Университет, ул. Свердлова, дом № 37.**

Пригласительный билет Горьковского Отделения Всесоюзного Научно-технического Общества им. А.С. Попова и Горьковского государственного университета для участия в работе конференции, посвящённой 60-летию со дня изобретения радио А.С. Поповым. 1955 г.

# ПРОГРАММА КОНФЕРЕНЦИИ

Программа конференции, посвящённой 60-летию со дня изобретения радио А.С. Поповым. 1955 г.

**13 мая 1955 г. с 19 ч. до 22 ч. пленарное заседание**

1) Проф. Лычковский В. Л. -„Научная и учебная деятельность А. С. Попова в бытность его профессором Петербургского Электротехнического Института (по личным воспоминаниям)."
2) Проф. Остроумов Б. А.-„Воспоминания о Нижегородской Радиолаборатории им. В. И. ЛЕНИНА".
3) Проф. Кугушев А. М. — „Современное развитие электроники и её применение"
4) Доц. Железцов Н. А.-„Новые принципы вычислительной техники".

**14 мая 1955 г. с 19 ч. до 22 ч. радиофизич. секция.**

1) Проф. Беллюстин С. В. - „Стационарный ток в плоском диоде".
2) Асс. Янкина А. А. -„О стационарном токе в плоском магнетроне".
3) Доц. Бархатов А. Н., асс. Яшков В. Я.- „Аппаратура для автоматической записи звукового давления в незаглушенном бассейне".
4) Асс. Кузнецов М. И. - „К вопросу об исследовании спектра шумов магнетрона".

**с 19 до 22 ч. радиотехнич. секция.**

1) Инж. Воинов Б. С.-„Широкодиапазонный бесконтактный контур для метровых и дециметровых волн".
2) Инж. Вирский А. Н. Прецизионный модулометр".
3) Чернов П. Н., Инж. Козлова Е. Д. -„Осцилографич. спектр-анализатор для звуковых частот".
4) Инж. Крыжановский В. Д. - „Методы цветного телевидения и перспективы его развития". (по материалам конференции по телевидению 1954 г. в г. Ленинграде).
5) Инж. Хитровский Е. И.-„Опыт разработки технологич. конструкции широковещательн. приёмника, обеспечивающей механизацию по монтажу"

**15/V-55 г. с 11 до 14 ч. радиофизическая секция.**

1) Асс. Алексеев А. С., доц. Железцов Н. А., инж. Клибанова И. М.-„Задача о синхронизации мультивибратора периодически повторяющимися импульсами".
2) Доц. Жевакин С. А., доц. Кобрин М. М. - „Метод расчёта напряженности поля небесного луча на коротких волнах".
3) Доц. Миллер М. А., асс. Беспалов В. И. -„Поверхностные волны".
4) Доп. Троицкий В. С., инж. Рахлин В. Л.-„Абсолютный метод измерения малых мощностей в сантиметровом диапазоне".
5) Инж. Лужин С. М.-„Разработка скоростного импульсного осциллографа".

**с 11 до 14 ч. радиотехническая секция.**

1) Доц. Лезин Ю. С. - „Фазовая радиотелеграфия и амплитудно-фазовое детектирование".
2) Асс. Родионов Я. Г.-„Линейные искажения сигнала в частотном детекторе при малых индексах модуляции".
3) Инж. Кудинов Г. В. - „Прецизионный мост для раскалибровки сопротивлений по классам точности в условиях массового производства".
4) Инж. Шуман М. С. -„Опыт разработки милливольтметра с германиевым детектором для измерения малых напряжений в диапазоне 20-200 мггц".
5) Инж. Рюриков А. А. - „Генератор стандартных сигналов".

**с 16 до 19 ч. пленарное заседание.**

1) Доц. Зверев В. А. - „Новые задачи акустических измерений".
2) Доц. Кобрин М. М. -„Новые методы в исследовании распространения радиоволн".
3) Доц. Гетманцев Г. Г. - „Космическое и солнечное радиоизлучение, как помеха радиоприёму".
4) Решения конференции.

МЦ—04363 Т. ГОУМС. з. 334 т. 700 7-5-55 г.

ЧЛЕНУ СОВЕТА НИРФИ *В. С. Троицкому*

В пятницу I октября с.г. в I2-00 часов в большом зале НИРФИ состоится открытое заседание Совета.

ПОВЕСТКА ДНЯ

I. Сообщение Бернштейна И.Л., Белянцева А.М., Денисова Н.Г., Кобрина М.М., Островского Л.А., Таланова В.И. о научной командировке в Голландию.

2. Сообщение В.С.Троицкого о научной командировке в США.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ СОВЕТА
профессор -

(М.Т.ГРЕХОВА)

Верно:

Сообщение
об открытом заседании
Учёного совета НИРФИ

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

# АСТРОНОМИЧЕСКИЙ СОВЕТ

Москва, Г-242, Б. Грузинская 10 Тел. Д 2-05-82 или Д 0-00-01 доб 3-86, 3 90, 2-87

16 марта 1961 г. № 116-630-РА

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РАДИОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

канд.физ.-мат.наук В.С.ТРОИЦКОМУ

Глубокоуважаемый Всеволод Сергеевич!

31 марта с.г. в ГАИШ состоится совместное заседание Комиссии по радиоастрономии и Президиума Астросовета. Начало заседания в 10 ч.утра.

ПОВЕСТКА ДНЯ:

1. Обсуждение вопроса о проектировании и строительстве в СССР крупных радиотелескопов на ближайшие 3-5 лет.

   Совещание проводится по поручению вышестоящих организаций с целью выработки мнения о целесообразности и степени важности создания каждого из крупных радиотелескопов.
2. О Службе радиоизлучения Солнца.
3. Орг.вопросы.
   а) Выборы новых членов Комиссии.
   б) Выборы Бюро Комиссии.
   в) Создание Комиссии для решения вопросов, связанных с выделением свободных каналов для научных радиоастрономических целей.

Зам.Председателя
Астрономического совета
АН СССР
чл.-корр.АН СССР /Э.Р.МУСТЕЛЬ/

Зам.Председателя Комиссии
по радиоастрономии
канд.физ.-мат.наук /В.В.ВИТКЕВИЧ/

Письмо В.С. Троицкому
из Астрономического совета с сообщением
о времени совместного заседания
Комиссии по радиоастрономии и Президиума Астросовета.
1961 г.

# ПРЕЗИДИУМ АКАДЕМИИ НАУК СОЮЗА ССР

## *ПОСТАНОВЛЕНИЕ*

от 10 ноября 1961 г. № 983
г.Москва

Взамен разосланного

О составе Научного совета при Академии наук СССР по комплексной проблеме "Радиоастрономия"

Президиум Академии наук СССР ПОСТАНОВЛЯЕТ:

Утвердить Научный совет при Академии наук СССР по комплексной проблеме "Радиоастрономия" в следующем составе:

1. Котельников В.А. - академик, председатель
2. Амбарцумян В.А. - академик
3. Введенский Б. А. - академик
4. Гинзбург В.Л. - член-корреспондент АН СССР
5. Шустель Э.Р. - член-корреспондент АН СССР
6. Пистолькорс А.А. - член-корреспондент АН СССР
7. Северный А.Б. - член-корреспондент АН СССР
8. Брауде С.Я. - член-корреспондент АН УССР, Институт радиотехники и электроники АН УССР
9. Агаджанов П.А. - доктор технических наук, в/ч 32103
10. Зашаринов А.Е. - доктор технических наук, Институт радиотехники и электроники АН СССР
11. Бахрах Л.Д. - доктор технических наук, п/я 1395
12. Грингауз К.И. - доктор технических наук, п/я 2489
13. Мекулин Л. А. - доктор технических наук, Институт радиотехники и электроники АН СССР
14. Мартынов Д.Я. - доктор физико-математических наук, Государственный астрономический институт им.П.К.Штернберга
15. Парийский Ю.Н. - Главная астрономическая обсерватория АН СССР

Постановление Президиума Академии наук Союза ССР о составе Научного совета при Академии наук СССР по комплексной проблеме «Радиоастрономия». 1961 г.

16. Смирнов В.А. - доктор технических наук, Сибирское отделение АН СССР

17. Трахтман А.М. - доктор технических наук, п/я 2427

18. Хайкин С.Э. - доктор физико-математических наук, Главная астрономическая обсерватория АН СССР

19. Шкловский И.С. - доктор физико-математических наук, Государственный астрономический институт им.П.К.Штернберга

20. Бовшеверов В.М. - кандидат физико-математических наук, Институт физики атмосферы АН СССР

21. Вахнин В.М. - кандидат технических наук, Отделение прикладной математики АН СССР

22. Виткевич В.В. - кандидат физико-математических наук, Физический институт им.П.Н.Лебедева АН СССР

23. Гетманцев Г.Г. - кандидат физико-математических наук, Горьковский государственный университет

24. Гуськов Г.Я. - кандидат технических наук, п/я 193

25. Иванов В.П. - кандидат технических наук, п/я 1395

26. Икауниекс Я.Я. - кандидат физико-математических наук, Лаборатория астрофизики АН Латвийской ССР

27. Кайдановский Н.Л. - кандидат физико-математических наук Главная астрономическая обсерватория АН СССР

28. Калачов П.Д. - инженер, Физический институт им. П.Н.Лебедева АН СССР

29. Кобрин М.М. - кандидат физико-математических наук, Горьковский государственный университет

30. Кокурин Ю.Л. - кандидат физико-математических наук, Физический институт им.П.Н.Лебедева АН СССР

31. Колосов М.А. - кандидат технических наук, Институт радиотехники и электроники АН СССР

32. Кузьмин А.Д. - кандидат технических наук, Физический институт им.П.Н.Лебедева АН СССР

33. Мирзабекян Э.Г. - кандидат физико-математических наук, Академия наук Армянской ССР, Институт радиотехники и электроники

34. Колчанов А.П. - кандидат физико-математических наук, Главная астрономическая обсерватория АН СССР

35. Соломонович А.Е. -- кандидат физико-математических наук, Физический институт им.П.Н.Лебедева АН СССР

36. Филиппов Л.И. - кандидат технических наук, Институт радиотехники и электроники АН СССР

37. Троицкий В.С. - кандидат физико-математических наук, Горьковский государственный университет

Ц/п. Президент
Академии наук СССР
академик - М.В.Келдыш

М.о.главного ученого секретаря
Президиума Академии наук СССР
член-корреспондент АН СССР - М.И.Агошков

АН СССР № 27-3, т. 65 экз.
3.7.62 г. 5

Постановление Президиума Академии наук Союза СССР о составе Научного совета при Академии наук СССР по комплексной проблеме «Радиоастрономия». 1961 г.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՈՎԵՏԱԿԱՆ ՍՈՑԻԱԼԻՍՏԱԿԱՆ ՌԵՍՊՈՒԲԼԻԿԱՅԻ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
ԲՅՈՒՐԱԿԱՆԻ ԱՍՏՂԱԴԻՏԱՐԱՆ
БЮРАКАНСКАЯ АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ

Հասցե՝ Բյուրական, Հայկական ՍՍՌ
Адрес: Бюракан, Армянская ССР
Հեռախոս՝ 2—40—70

«5» мая 1964 г.

Многоуважаемый тов Гуреевичу

Вы приглашаетесь участвовать в работах Всесоюзного совещания по проблеме "Внеземные цивилизации", которое состоится в Бюракане с 20 по 23 мая 1964 г.

Тематика работы совещания следующая:

1. Проблема внеземных цивилизаций - вечернее заседание 20 мая и утреннее заседание 21 мая.
2. Проблема связи с внеземными цивилизациями - вечернее заседание 21 мая и утреннее заседание 22 мая.
3. Математический анализ сигналов и проблема космической лингвистики - вечернее заседание 22 мая и утреннее заседание 23 мая.

Начало утренних заседаний в 10 час. Начало вечерних заседаний в 17 часов.

Ваше сообщение намечено на утреннее (вечернее) заседание от 21 мая. Для сообщения выделено 60 минут.

В целях своевременного напечатания материалов совещания просьба привезти с собой готовый текст Вашего сообщения.

Во второй половине дня 19 мая и утром 20 мая на жел.-дор. станции Ереван и ереванском аэропорту Паракар будут дежурить представители Оргкомитета совещания.

Начало совещания в среду 20 мая в 17 часов, в Бюраканской обсерватории.

ОРГКОМИТЕТ

Приглашение В.С. Троицкого
Бюраканской астрофизической обсерваторией
для участия в работе Всесоюзного совещания по проблеме
«Внеземные цивилизации». 1964 г.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО КОМПЛЕКСНОЙ ПРОБЛЕМЕ
«РАДИОАСТРОНОМИЯ»

Москва, К-9, проспект Маркса, 18 Телефон Б-9-79-51

№ 449-633/1 7 января 1967 г.

*При ответе просьба ссылаться на наш № и дату*

ЧЛЕНУ СЕКЦИИ "ЛУНА И ПЛАНЕТЫ"

проф. В.С. Троицкому

Глубокоуважаемый Всеволод Сергеевич!

Научный совет по комплексной проблеме "Радиоастрономия" АН СССР сообщает, что заседание семинара секции "Луна и планеты" проводится третий вторник каждого месяца в помещении ФИАН (Ленинский проспект д. 53).

Для оформления пропуска необходимо позвонить по телефону № АВ 7-00-03 д. 2-84 тов. Ветухновской.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ СЕКЦИИ
"ЛУНА И ПЛАНЕТЫ"
д.ФтМ.н. А.Д. КУЗЬМИН

Письмо В.С. Троицкому
от Научного совета по комплексной проблеме
«Радиоастрономия» с сообщением о времени
и месте проведения заседаний семинара
секции «Луна и планеты». 1967 г.

АСТРОНОМИЧЕСКИЙ СОВЕТ АКАДЕМИИ НАУК СССР

КОМИССИЯ ПО ФИЗИКЕ ПЛАНЕТ

Москва, В-234, Университетский пр.13 тел. В 9-28-58

6 апреля 1967 г. №

Глубокоуважаемый Всеволод Сергеевич!

Прошу Вас сообщить не позднее 20 апреля, кто будет делать на Пленуме Комиссии по физике планет доклад о перспективах в области исследования Луны (радиоастр. наблюдения). Или, возможно, Вы захотите объединить этот доклад с Вашим отчетом как председателя рабочей группы по Луне? Ещё раз напоминаю (т.к. Вы не были на заседании Бюро Комиссии), что Ваш отчет должен содержать краткий научный обзор наиболее важных работ в области радиоастрономического исследования Луны за период 1964-1967 гг.

С уважением

Уч. секретарь Комиссии по физике планет

Л. Бондаренко.

P.S. Ответ прошу прислать мне и председателю Оргкомитета по ~~организации~~ проведению Пленума И.К. Ковалю (Киев 127, Голосеево, ГАО АН УССР)

Письмо В.С. Троицкому от учёного секретаря комиссии по физике планет Л. Бондаренко. 1967 г.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО КОМПЛЕКСНОЙ ПРОБЛЕМЕ
«РАДИОАСТРОНОМИЯ»

Москва, К-9, проспект Маркса, 18 Телефон Б-9-79-51

№ 449-645/ 23 февраля 1968 г.

*При ответе просьба ссылаться на наш № и дату*

НИРФИ

ПРЕДСЕДАТЕЛЮ СЕКЦИИ СОВЕТА
профессору В.С.ТРОИЦКОМУ

Глубокоуважаемый Всеволод Сергеевич!

В связи с предстоящей выработкой рекомендаций относительно развития советско-американского сотрудничества в области науки на 1968-1969гг. Научный совет по комплексной проблеме "Радиоастрономия" АН СССР должен сообщить Отделению общей и прикладной физики АН СССР о научных проблемах, разрабатываемых в США и представляющих наибольший интерес для советских радиоастрономов, а также предложения по проведению совместных работ в области радиоастрономии.

Ваши предложения по указанным вопросам прошу выслать в адрес Совета в возможно короткий срок.

Председатель Совета
академик В.А.Котельников

Письмо В.С. Троицкому
от Председателя совета
по комплексной проблеме
«Радиоастрономия» академика
В.А. Котельникова.
1968 г.

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ

## по развитию советско-американского сотрудничества в области науки на 1968-69 г.

Проблемы, разрабатываемые в США и представляющие наибольший интерес:

1. Интерферометрические исследования с высокой разрешающей силой.

2. Исследование фона космического радиоизлучения (в том числе и реликтового) в широком диапазоне волн.

3. Радиоастрономические исследования на миллиметровых и субмиллиметровых волнах (в особенности - исследования радиоизлучения дискретных источников).

4. Исследование временных вариаций спектров дискретных источников.

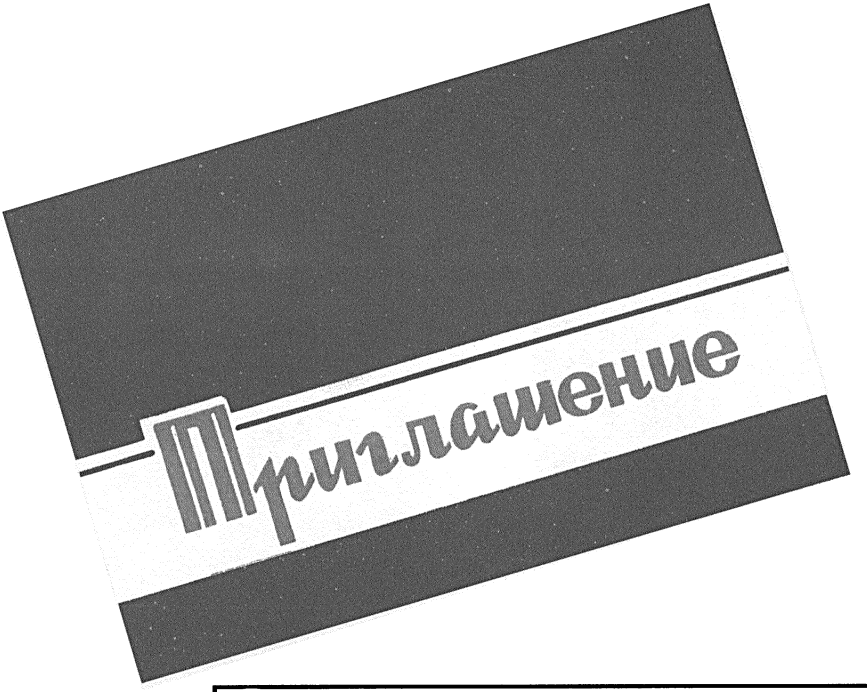
Предложения по сотрудничеству.

1. Совместные исследования угловых размеров дискретных источников с помощью интерферометров с независимым приемом с пунктами в СССР и США.

2. Проведение совместных с Национальной радиоастрономической обсерваторией в Грин Бэнк исследований дискретных источников радиоизлучения на миллиметровых волнах с помощью 11-метрового радиотелескопа НРАО методами, разработанными в НИРФИ.

3. Исследование временных вариаций спектров некоторых квазизвездных источников в сантиметровом диапазоне на инструментах в США.

Предложения В.С. Троицкого
по развитию советско-американского сотрудничества
в области науки на 1968-69 гг.




Уважаемый тов. Троицкий В. С.

Приглашаем Вас на отчет комиссии
по контролю за качеством работ
на Горьковской АСТ,
который состоится
17 апреля 1989 г. в 16 час.
в Доме архитектора.

*Облисполком.*

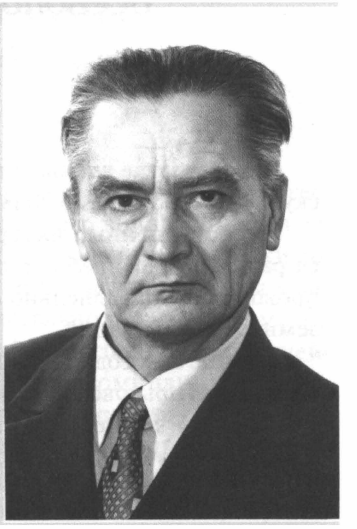
Пригласительный билет
на отчет комиссии по контролю
за качеством работ на Горьковской АСТ.
1989 г.

В С Троицкий выступает
на Ученом Совете НИРФИ
70- годы 20 века

В С Троицкий на открытии
мемориального музея
«Нижегородская радиолаборатория»
1973 г

На заседании,
посвященном
60-летнему юбилею
образования СССР.
1977 г.

В.С. Троицкий
на демонстрации с сыном



Научные чтения,
посвященные 90-летию со дня рождения
В.С. Троицкого.
2003 г.

# Вспоминая Всеволода Сергеевича Троицкого

Как и многие ученые страны В С. Троицкий остро отреагировал на Чернобыльскую катастрофу 1986 года

Его повышенный интерес к проблемам энергетики, в том числе атомной, явился развитием его работ в области глобальной (планетарной) энергетики, которые проводились параллельно с экспериментальными исследованиями по поиску Внеземных цивилизаций.

В конце 80-х годов В.С Троицкий как один из наиболее ярких противников строительства Горьковской атомной станции (ГАСТ) становится членом областной общественной комиссии по вопросу продолжения строительства, которое и было в конце концов прекращено.

*Роман Троицкий*

В С Троицкий, член-корр АН, совсем недавно ушедший из жизни. В те ранние нирфинские годы он начал (вслед за И Л Берштейном) создавать науку, которую можно было бы назвать радиометрикой. она вбирала в себя разработку методов и приборов измерения слабых и сверхслабых радиосигналов. Трудно выискать такую область, куда бы он «не вторгся» со своими радиометрами: от температурной диагностики человеческого тела . до теплового излучения Луны. В последние годы его вдруг охватило подозрение о необоснованности гипотезы Большого Взрыва и Хаббловского разбегания Вселенной Вывод опирался на систематизированные им обширные наблюдательные данные, не согласующиеся с традиционными. С.А. Жевакин сказал на панихиде по нему, что он приблизился к Нобелевской премии, не успев ее получить Наверное, не все так уж очевидно, однако само величие проблемы, на которую ему выпала судьба посягнуть, характеризует масштаб его личности Станкевич, Цейтлин, Кротиков, Плечков, Дмитриенко, Иванов, Федоров, Дугин, Алексеев, Никонов. Имена, имена, имена ..

*Профессор М.А. Миллер*

# Профессор
# Всеволод Сергеевич Троицкий
## *(отрывочные воспоминания об Учителе)*

Судьба подарила мне возможность часто общаться с Всеволодом Сергеевичем Троицким в 1957 - 1962 годах, когда я был его дипломником и аспирантом. Под его влиянием в эти годы и сформировались на всю жизнь мои научные интересы и духовные ценности. В последующие годы я виделся с В.С. Троицким очень редко, но внимательно и с интересом следил за результатами его научных исследований в постоянно сменяющейся тематике. В силу этих обстоятельств мои воспоминания об этой одаренной и высокоустремленной личности носят характер отрывочных впечатлений и не могут претендовать на воссоздание его целостного образа. Причина этого ещё и в том, что вся его жизнь до того сконцентрировалась на научных исследованиях, что, как мне казалось порой, личной жизни В.С. в быту как бы и не было.

Моё серьезное приобщение к науке началось с собеседования с В.С. Троицким по теме дипломной работы. В ту пору (1957 г.) он заведовал кафедрой радиотехники на радиофаке ГГУ и отделом № 7 в только что созданном институте НИРФИ. В.С. говорил о проблемах дальней космической связи, выделяя для исследования фундаментальные задачи: «С дальних космических расстояний сигнал от объекта приходит сильно ослабленным и может содержать небольшое количество фотонов. Каким образом можно, и можно ли вообще выделить из такого сигнала посылаемую информацию, не утонет ли эта информация в фотонном дробовом шуме, какова предельная чувствительность приёмной аппаратуры с только что предложенными квантовыми парамагнитными усилителями радиодиапазона?».

По-существу он сформулировал мне основные проблемы только что зародившейся квантовой радиофизики (синоним тех лет - квантовая радиотехника), в которой уже сам работал более года и сыграл большую роль в развитии и становлении этого направления в г. Горьком. Круг его научных интересов уже в те годы был необычно широк: он одновременно занимался исследованиями флуктуаций в автогенераторах и приёмных устройствах, радиоастрономией, общей теорией относительности и квантовой радиофизикой. Выбор же конкретных задач всегда определялся им по приоритету важности результатов для развития науки и техники.

Так, формулируя мне тему диссертации «Исследование квантового генератора на пучке молекул аммиака», В.С. не детализировал те вопросы, которые предстояло изучить. Мне даже показалось, что они не очень-то его и интересовали, а технические трудности при создании малогабаритного транспортабельного образца вовсе и не озадачивали. Зато с большим увлечением он говорил о возможностях квантового генератора благодаря достижимой потенциальной монохроматичности и стабильности его колебаний для построения будущих квантовых часов и проверки некоторых следствий общей теории относительности. Для начала он предлагал проверить зависимость частоты генерации от величины гравитационного

потенциала, вращая аммиачный мазер на «чертовом колесе» в парке аттракционов и измеряя модуляцию частоты его колебаний.

В.С. воспитал большое число научных работников и аспирантов. Своим аспирантам он давал полную «научную» свободу и никогда не упрекал, если научные интересы его аспирантов уходили далеко в сторону от тематики его собственных исследований и планов первоначально сформулированных диссертаций. Но всегда настойчиво призывал сопровождать теоретические исследования экспериментом, причем в то время не только экспериментальную установку, но и необходимую измерительную аппаратуру чаще всего приходилось делать аспиранту своими собственными руками «в одиночку».

В научных коллективах, которые В.С. возглавлял за свою жизнь, он несомненно был лидером не по положению, а по своей личной научной результативности, уму, эрудированности, увлеченности и работоспособности. Это был подлинный романтик науки. Пополняя свой коллектив научными сотрудниками, он, насколько я помню, особенно не гонялся за молодыми вундеркиндами, как это настойчиво, а иногда и одержимо практиковали другие руководители. Тем не менее именно им и его коллективами было сделано научное открытие и получены многочисленные результаты первостепенной важности.

Наукой В.С. занимался всегда и в любых условиях. Так актуальную задачу времени о предельной чувствительности приёмников с квантовыми усилителями радиодиапазона он первый в мире решил, лежа на верхней полке в поезде. Находясь на больничной койке, он не только прочитал, но и выправил мою диссертацию. А на своём 75-летнем юбилее, сидя во главе банкетного стола, В.С. в качестве тоста предложил устроить научное обсуждение фундаментальных проблем радиоастрономии.

В 1960 г. «загадки» Луны полностью завладели его умом. Вернувшись с международного научного конгресса, на котором обсуждалась возможность высадки человека на Луну, В.С. резко критиковал выводы американских коллег о наличии на Луне многомерного слоя пыли, делающим невозможность прилунения для астронавтов. По его предварительным расчетам получалось, что слой пыли на Луне был совершенно ничтожен. А вскоре это было убедительно доказано его блестящими исследованиями теплового радиоизлучения Луны. Результатом этих исследований явилось точное определение параметров и состава лунного грунта и создание современной модели строения верхнего покрова Луны. Он сделал открытие, что температура Луны обуслов-

лена распадом радиоактивного урана, тория и калия в её недрах. И эта плотность генерации (на грамм вещества) в четыре раза больше, чем для вещества Земли.

На 70-летнем юбилее Всеволода Сергеевича мне запомнилось эмоциональное выступление главного конструктора Советского Лунохода. Он вспоминал, что получив правительственное задание на конструирование аппарата, конструкторское бюро не могло приступить к работам, поскольку не были известны тогда параметры лунного грунта и микрорельеф Луны. И он случайно узнал, что единственный человек в мире, кто может ему помочь в этом - это В.С. Троицкий. Только после того, как В.С. познакомил его с результатами своих исследований, луноход был сконструирован и успешно и долгое время потом работал на Луне, тем самым полностью подтвердив изначально заложенные данные при его конструировании. Как тут не вспомнить известное определение: «хороший физик не тот, кто способен решить сто задач, а тот, кто из ста задач способен выделить и решить ту, которая заслуживает решения». Именно таким и был В.С. Троицкий.

В последние годы его жизни к традиционной тематике его исследований добавились новые области: космология, проблема внеземных цивилизаций, уфология, применение радиофизики в медицине.

В быту В.С. был неприхотлив и рассматривал его как досадную необходимость, отвлекающую от научной работы. Мне он, например, говорил, что в быту можно обходиться обеденным столом, кроватью и костюмом. Все остальное лишь отвлекает от науки.

На его 80 - летнем юбилее я слушал его публичное выступление в последний раз. Будучи лично очень скромным, он фактически отменил «юбилярную» официальную часть, а вместо этого прочел научный доклад о своих представлениях модели Вселенной. Все более «разгораясь» во время выступления, он напоминал мне юношу, поймавшего свое счастье. Когда - то Дж. Боас определил науку как искусство понимания природы. Видимо, этот прорыв в понимании им глобальных вопросов и делал его таким счастливым в пришедшиеся на конец его жизни самые трудные годы реформ в нашем государстве.

*Кандидат физико-математических наук,*
*доцент В.Б. Цареградский*

## О Всеволоде Сергеевиче Троицком

*Служенье муз не терпит суеты...*

Вспоминается вечер 31 декабря 1953 года. Я был студентом-дипломником и безуспешно (далеко не первый раз!) пытался заставить работать удвоитель частоты от 10 до 20 ГГц, который должен был быть гетеродином в радиометре, а радиометр предполагалось использовать для наблюдений полного солнечного затмения в июне 1954 года. Всеволод Сергеевич быстро продвинул дело, включив на выход детектора теневой гальванометр вместо прибора с миллиамперной шкалой. Эффект умно-

жения тут же был обнаружен, а «зацепившись», мы довольно скоро настроили удвоитель и получили необходимую для гетеродинирования мощность.

Время перешло за 11 часов, когда мы вышли из здания «Свердловка, 37», до дома было еще далеко и я стал извиняться, что задержал Всеволода Сергеевича своими проблемами. Ответ был для меня неожиданным: «Лучшей встречи Нового Года, чем нынешняя, невозможно придумать, ведь мы с пользой провели время!».

В этом эпизоде проявились как экспериментальная хватка Всеволода Сергеевича, так и его преданность науке; на вопрос о его хобби он всегда отвечал: «Работа!». Не без лукавства, конечно, хорошо известна была его любовь к природе и путешествиям.

Ученики и сослуживцы меж собой звали его «ВС», это ему подходило. Это как-то соответствовало его стремительности, деловитости, быстрому переходу от слова к делу. ВС презирал рутину, канцелярщину. Писал докладные записки наспех, на обрывках бумаги, что раздражало начальство: негде наложить резолюцию! Но время не терпит! Дело прежде всего, все должно быть подчинено одной цели - решению научной проблемы. На этом пути Всеволода Сергеевича не могли остановить не только формальности, но и нездоровье и другие «человеческие факторы». Он работал в состоянии, когда другой ложился бы в постель и звал врача. Мужество Всеволода Сергеевича особенно проявилось в последние годы жизни, его научное долголетие дорого ему обходилось.

Всеволод Сергеевич создал большую научную школу, работая в коллективе сильных ученых, при очевидной конкуренции. ВС привлекал молодых многими своими качествами: опытом экспериментальной работы, щедростью на реальную помощь и на идеи, чуткостью к новому (даже если это новое смахивало на «детский лепет») и, конечно, своей одержимостью в науке. «Узкий специалист подобен флюсу» - это не о Всеволоде Сергеевиче! От того-то так не похожи друг на друга его ученики, унаследовавшие какие-то из начатых им научных направлений, но не всю созданную им палитру. ВС умел подбирать способных людей, не препятствуя им стать самостоятельными. Но есть люди, работавшие со Всеволодом Сергеевичем всю жизнь, он оберегал их и всегда находил им посильную задачу.

Будучи гибким и настойчивым исследователем, Всеволод Сергеевич как бы терял эти качества, когда дело доходило до добывания личных почетных наград и званий. Недоставало так распространенного у нас конформизма. «Мы это сами сделали, зачем же включать в коллектив еще кого-то?» - был его ответ на предложения сделать команду «проходной» для получения госпремии. Памятна история с его письмом в президиум АН СССР, когда он, зная о конкуренции при выборах, отказался от участия в конкурсе в «пользу» В.В. Виткевича. Письмо, конечно, вызвало раздражение академиков (они лучше знают, кого надо выбирать) и вряд ли принесло пользу Виктору Витольдовичу, как и автору письма. Искренность порыва не принималась в расчет.

Всеволод Сергеевич был хлебосольным хозяином, мне приходилось

пользоваться его гостеприимством. У него в доме можно было встретить многих известных ученых. Не стану называть фамилии его друзей, они скажут о себе сами.

В заключение о научной дерзости Всеволода Сергеевича. Когда идея овладевала им, не имело значения кто и что думает по этому поводу и как, в частности, к этому относится Академия наук. Поэтому он отдал дань таким проблемам, как «Внеземные цивилизации», «Неопознанные атмосферные явления» (читайте - НЛО), а в конце своего пути в науке осмелился предложить альтернативную космологическую теорию. Независимо от результата (кстати, еще не вечер!) это вызывает уважение.

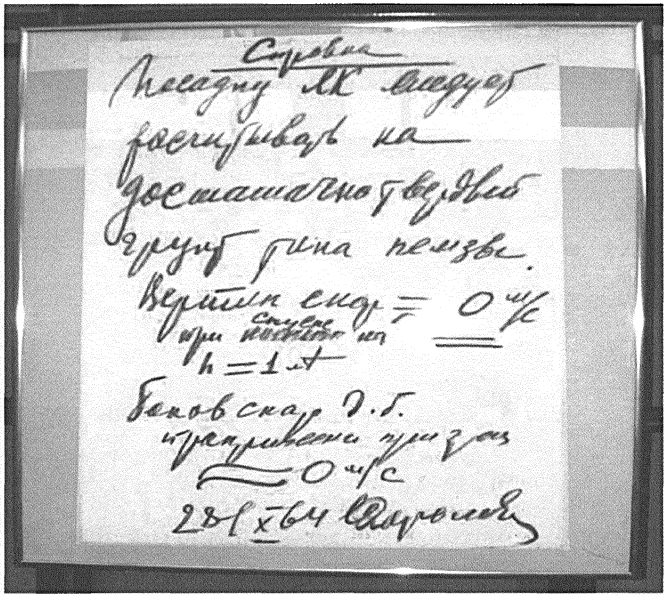
Жизнь Всеволода Сергеевича, долгая и счастливая, наполненная действительно плодотворным трудом, должна быть известна людям, вступающим в науку бескорыстно. Это для них хороший ориентир в выборе истинных ценностей. При каждом своем юбилее ВС говорил: «Вы думаете, что это много? Нет, это прекрасный возраст для научного работника!». И превратил свой последний юбилей в научный семинар.

Благодарную память о Всеволоде Сергеевиче сохранят все, хорошо знавшие его.

*Профессор А.Г. Кисляков*

## Луна — твердая!

Оказавшись как-то в музее Ракетно-космической корпорации «Энергия» я увидел висящий на стене в рамочке небольшой листок под стеклом. Читаю: «Посадку ЛК (лунного корабля — прим. автора) следует рассчитывать на достаточно твердый грунт типа пемзы. Вертик. скор. — 0...» — а в конце число и размашистая подпись Генерального конструктора С.П. Королева. И тут я определённо чувствую, что пол уходит у меня из под ног...




Дело в том, что мой отец, Всеволод Сергеевич Троицкий и его коллеги по НИРФИ в конце 1950-х — начале 1960-х гг. занимались исследованием свойств лунного

грунта радиоастрономическими методами. В то время планетологи считали, что поверхность Луны покрыта толстым (до нескольких метров) слоем мелкодисперсной пыли, образовавшемся из-за постоянной бомбардировки её поверхности метеоритами на фоне отсутствия атмосферы, растительности и воды. Тогда спускаемый лунный аппарат непременно должен провалиться внутрь этого слоя и, значит, надо крепить к нему лыжи или прицеплять «тарелку»... В общем, утяжелять. А значит – сокращать научную «начинку». А по наблюдательным данным НИРФИнцев – Луна твердая!

Отец рассказывал, что он не раз был на совещаниях у С.П. Королева в качестве эксперта по этому вопросу. На последнем из них - решающем присутствовали руководители космической промышленности, представители государственной комиссии, военные. После сообщения отца Генеральный попросил высказаться всех. Подавляющее большинство поверило нижегородским ученым. «Ну что, так и решим – Луна твердая?» – спросил С. П. Королев. Но в ответ (так рассказывал отец) все ответственные товарищи опустили глаза и примолкли. Королев посмотрел на каждого, тяжело вздохнул, взял со стола лист бумаги и написал: «Луна твердая. Королев (подпись)».

Вот так, в то время нашелся человек, готовый взять всю ответственность на себя, не производя при этом сложных расчетов с точки зрения личной и политической карьеры. Может у нас все пошло наперекосяк с тех пор, как перевелись такие люди?..

У этой истории было продолжение. Отец рассказал ее известному тогда журналисту, занимавшемуся историей космонавтики, Ярославу Голованову. Это было уже в конце 1980-х – начале 1990-х гг. Но отец то ли не нашел в своих дневниках даты этого совещания, то ли у него не было времени искать, в общем, он привел какую-то дату «навскидку». Голованов сопоставил ее с другими документальными материалами и ответил, что дата, очевидно, неверна.

И вот на стене музея я вижу тот самый документ с датой! Уже дома, рассматривая фотографию, обнаружил интересное совпадение: дата под документом – 28.10.1964. А в музее я был 28.10.2005! Прошел ровно 41 год.

*Р.В. Троицкий,*
*зав. кафедрой ФСГУТиКД*
*в г. Н. Новгороде*

# Фотографии из семейного альбома

Мария Романовна Зелинская — друг, жена и соратник Всеволода Сергеевича Троицкого. Выпускница Нижегородского университета по специальности астроном-исследователь. “Мария Романовна была первым читателем и личным редактором всех моих статей», — вспоминал В.С. Троицкий. 1954 г.

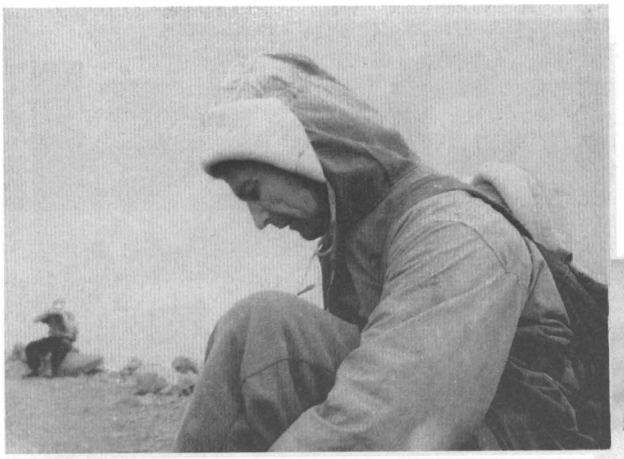
В.С. Троицкий с женой М.Р. Зелинской и сыном Романом. Ялта. 1962 г.

А.Г. Любина,
В С Троицкий
с сыном Аркадием,
А Н Малахов. 1958 г

Всеволод Сергеевич
с сыном Аркадием
в Ереване
на конференции
Конец 80-х годов

В.С. Троицкий
с семьёй
на Волге

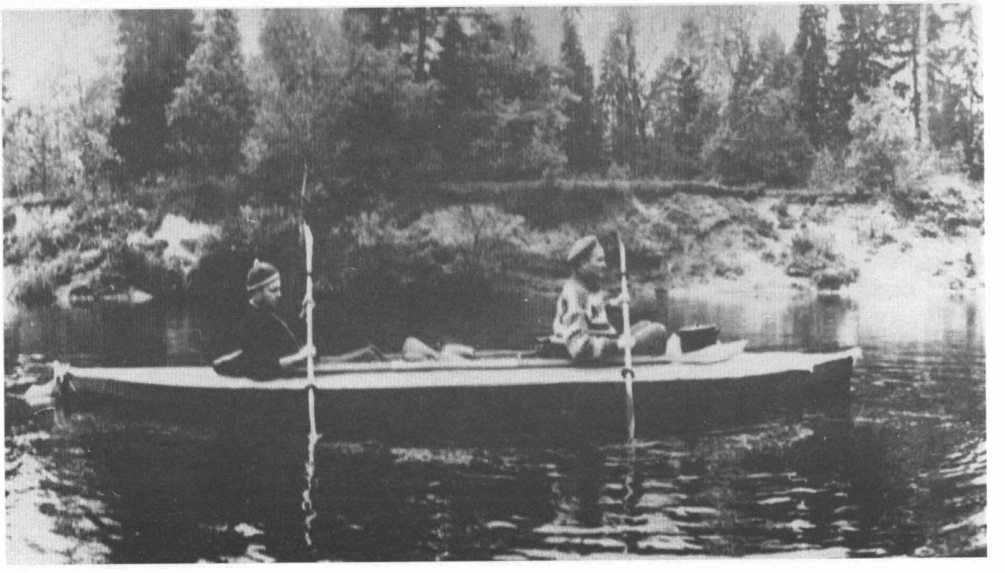
Всеволод Сергеевич
с сыном Романом,
1974 год Загорск
(Сергиев Посад)



Кавказ.
Эльбрус

Арагац. 1963 г.

Керженец.
1972 г.



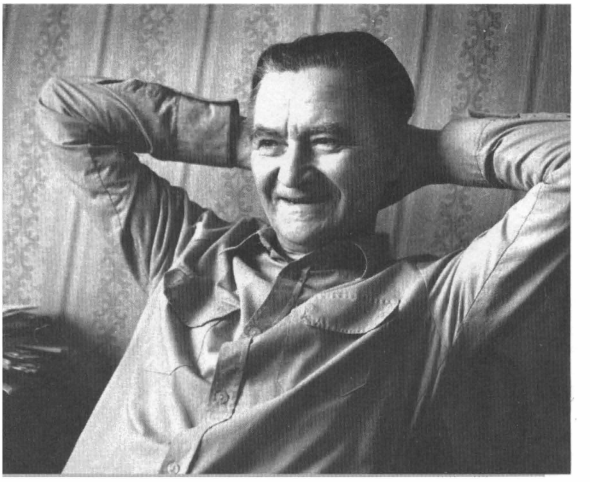
На природе

В.С. Троицкий.
1992 г.

Поздравление В.С. Троицкого
с днём рождения

60-летний юбилей В.С. Троицкого.
1973 г

В.С Троицкий
дома
1987 г



Поздравление
учеников
и коллег
с днем
рождением
В С Троицкого

# Дорогой Всеволод Сергеевич!

Ваши ученики, последователи и коллеги на кафедре радиотехники Нижегородского госуниверситета поздравляют Вас с замечательным юбилеем и желают Вам крепкого здоровья и успешного продолжения творческой работы.

Вы стояли у истоков российской радиоастрономии. Вам принадлежат глубокие исследования флуктуаций в автогенераторах. Вы неустанно разрабатывали новые применения радиоастрономических приборов и вот они уже служат на пользу людям – применяются в клиниках. Вас не устраивают современные представления о Вселенной в целом – и Вы создаете новую космологическую теорию.

Ваш путь в науке, Ваше творческое долголетие служат для нас завидным примером, которому –увы!– не так легко последовать. Желаем Вам установить рекорд (не для книги Гиннеса) творческого долголетия – это Вам по силам.

Ваши

РФФ

Всем
Вергилию
Троицкому

В синем небе звезды блещут,
В синем небе волны плещут
И усы антенн трепещут,
предвещая чудеса.

Внеземных цивилизаций
не слыхать еще, признаться.
Впрочем, завтра, может статься,
Их услышим голоса.

Потому что нет предела
мысли той, что ищет дела —
уж межзвездного отдела
не хватает ей в ООН.

Сделан сверхинтерферометр,
Сверхчувствительный термометр —
Их нигде и нету, кроме
манит дальний небосклон.

Ведь прибор еще не создан,
Что расслышит шепот звездный,
И открытия как воздух
Будут нам всегда нужны.

Пусть не раз еще сорвется
среди звезд поймать Жар-птицу!
Будет пусть легко трудиться
Вам над тайнами волны
и луны для всех страны.

Г. Гор

Поздравление В.С. Троицкого
с днём рождения

В 2007 году на кафедре радиотехники радиофизического факультета была организована мемориальная лаборатория им. В.С. Троицкого.

В ней на планшетах представлены материалы и фотографии, отражающие жизнь, научную и педагогическую деятельность Всеволода Сергеевича.

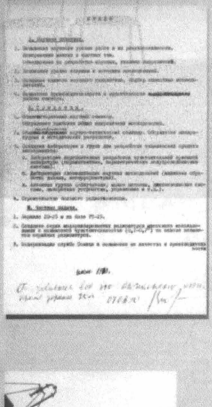
# Научная работа В.С. Троицкого

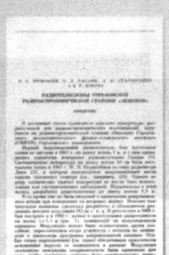
## Основные направления научной деятельности

**1.Разработка методов радиоастрономических исследований:**
-разработка теории и принципов построения измерителей сигналов сплошного спектра (радиометры) в диапазоне метровых, сантиметровых и миллиметровых волн;
-разработка радиоастрономических методов проведения абсолютных измерений интенсивности слабого шумового радиоизлучения и радиоастрономических методов исследования антенн.

**2.Исследование влияния атмосферы на результаты радиоастрономических наблюдений. Изучение поглощения и преломления радиоволн в атмосфере радиоастрономическими методами.**

**3.Проблемы повышения чувствительности радиотелескопов, связанные со статистической и квантовой радиофизикой:**
-исследование флуктуаций колебаний автогенераторов, радиометров и их влияние на пороговую чувствительность радиотелескопов;
-исследование молекулярных генераторов (флуктуации колебаний, формирование мазерного луча и др.).

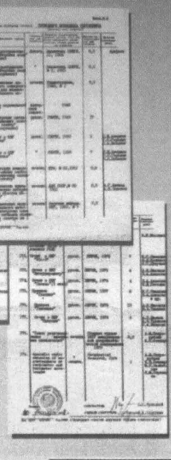




Радиотелескоп на длину волны 1,5 м. Зеленчук

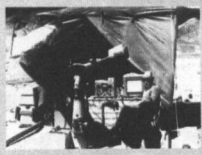
Радиотелескопы на длины волн: 10 см, 3,2 см и 1,5 м. Зеленчук

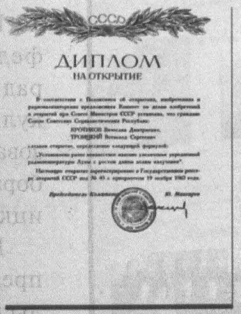
Полигон "Зеленчук"



В.С. Троицкий, А.Г. Кисляков, В.Д. Кротиков обсуждают ходы работы. Зеленчук. Начало 80-х годов

Научные экспедиции В.С. Троицкого на Памир и в Крым





СССР

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 гражданам Союза Советских Социалистических Республик:

ПРОНИКОВУ Всеволоду Дмитриевичу,
ТРОИЦКОМУ Всеволоду Сергеевичу

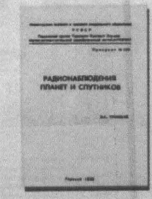
сделано открытие, определяемое следующей формулой:

"Установлено ранее неизвестное явление увеличения спектральной радиояркости Луны с ростом длины волны излучения".

Настоящее открытие зарегистрировано в Государственном реестре открытий СССР под № 49 с приоритетом 19 ноября 1965 года.

Председатель Комитета Ю. Жилинский

МЕЖДУНАРОДНАЯ ТЕЛЕГРАММА



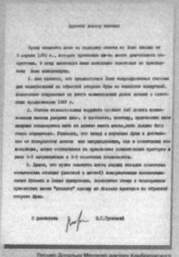
РАДИОНАБЛЮДЕНИЯ ПЛАНЕТ И СПУТНИКОВ

# Научная работа В.С. Троицкого

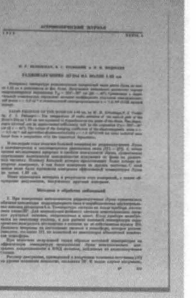
**4.Радиоастрономические Исследования:**
-исследование теплового радиоизлучения Луны и природы её верхнего покрова;
-исследование радиоизлучения дискретных источников.

**5.Проблемы применения радиометрических методов в медицине, создания радиотермометров - приборов, позволяющих проводить раннюю диагностику различных патологий и заболеваний, связанных с повышением температуры внутренних органов.**

**6.Поисковые фундаментальные исследования:**
-развитие несинхронных подходов в проблемах космологии;
-предложены принципиально новые предположения о фундаментальных принципах развития Вселенной.



Письмо Декану Московского университета Комбриджского университета США от В.С. Троицкого с заинтересованностью в приглашении на аспирантуру 1970 г.



WHAT IS THE STRUCTURE OF THE MOON?

Начало статьи В.С. Троицкого "What is the Structure of the Moon?" Kgm. Culture and the - 1962. - № 6. - С. 30-33

МИНИСТЕРСТВО СВЯЗИ СССР

ТЕЛЕГРАММА

№ 1

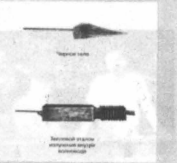
ГОРЬКИЙ ЛЕНИНА РАДИОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ТРОИЦКОМУ

МОСКВА 5000 15 6 1972

СЕРДЕЧНО ПОЗДРАВляю БЛЕСТЯЩИМ ПОДТВЕРЖДЕНИЕМ ВАШИХ ГИПОТЕЗ ПОВЕРХНОСТИ ЛУНы-ВАШЕГО ЛУНИКА

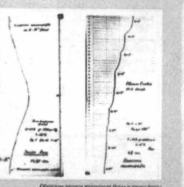
Копия телеграммы, в 19-м.

Кара-Дж. Установка «Обнуления» Луны» 70-е годы

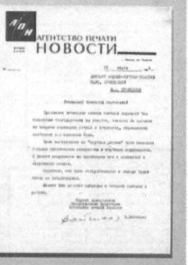


Черное тело

Энергетический спектр излучения внутри полусферы



Обратная запись излучения Луны в полусферы.



АГЕНТСТВО ПЕЧАТИ НОВОСТИ

7 сентября 1980 года

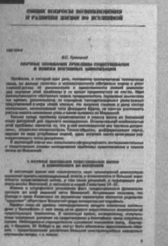
На основании Государственной премии СССР

# РАДИОАСТРОНОМИЯ ШАГНУЛА В КОСМОС

Газета «Правда». 7 сентября 1980 г.

Экспедиция на Памире

ПРОБЛЕМА ПОИСКА ЖИЗНИ ВО ВСЕЛЕННОЙ



ОТ ЛУНЫ ДО СЕРДЦА

Газета «Вечерняя Москва», 23 октября 1980 г.

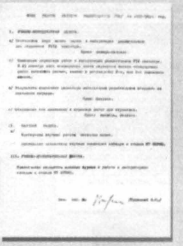
В.М. Пасечник, В.Л. Разин, В.С. Троицкий и аспирант учёных

В.С. Троицкий, В.Л. Разин, К.С. Стаханов, И.М. Цейтлин среди аспирантов учёных. Острова Курильского, 1958 г.

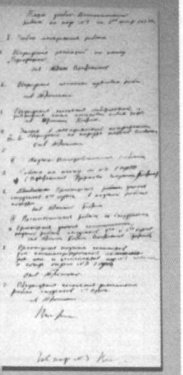
# Педагогическая работа В.С. Троицкого

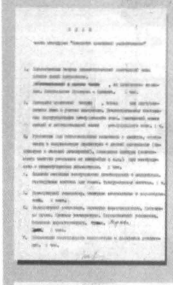
Наряду с интенсивной научной работой В.С. Троицкий занимался педагогической деятельностью. Он заведовал кафедрой радиотехники на радиофизическом факультете в Горьковском государственном университете им. Н.И. Лобачевского с 1953 г. по 1960 г. и с 1962 г. по 1985 г. Всеволод Сергеевич читал спецкурсы для студентов 4 и 5 курсов, руководил спецсеминаром, проводил занятия в лабораториях кафедры, руководил курсовыми и дипломными работами.

Много сил и внимания В.С. Троицкий уделял работе с аспирантами. Под его руководством защищено 29 кандидатских диссертаций, в том числе: А.Г. Кисляковым, В.Б. Цареградским, Н.М. Цейтлиным, В.Н. Никоновым, В.Д. Кротиковым, В.А. Алексеевым, В.М. Плечковым, А.Ф. Крупновым и др. Несколько его учеников стали докторами наук (А.Г. Кисляков, Н.М. Цейтлин, А.Ф. Крупнов и др.)

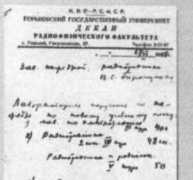


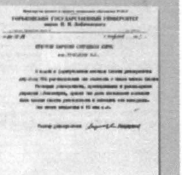
В.С. Троицкий обсуждает программу работы с экспериментом кафедры радиоэлектроники В.Н. Смирновой

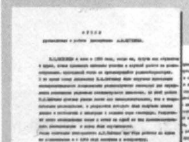


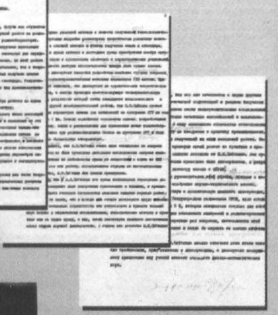


В.С. Троицкий читает лекцию английским студентам. 1959 г.









**В.Д. Кротиков**

кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник НИРФИ

**В.Д. Кротиков, В.С. Троицкий** – авторы открытия № 43 с приоритетом от 19 ноября 1962 г. Формула открытия: «Установлено явление электрического пробоя газоразрядного устройства радиотехнического назначения при частотах полного электрического поля, превышающих 10 Гигагерц».

## Аспиранты В.С. Троицкого

**А.Г. Кисляков**

доктор физико-математических наук, профессор кафедры радиотехники радиофизического факультета, зам. директора Государственного оптического института (1967 г.), заслуженный деятель науки РФ, зам. гл. ред. отделения математики, механики и информатики ДОКЛАДЫ (1981–1974 гг.), зам. гл. ред. отделения математики, механики и информатики ДОКЛАДЫ (1975–1985 гг.)

**В.Б. Цареградский**

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры радиотехники радиофизического факультета (1966–1993 гг.), декан радиофизического факультета (1967–1971 гг.)

**А.Ф. Крупнов**

доктор физико-математических наук, профессор, зав. отделом математического моделирования НГПИ РАН

**Н.М. Цейтлин**

доктор физико-математических наук, профессор, зав. отделом НИРФИ (1958–1992 гг.), заслуженный деятель науки и техники РСФСР

**В.М. Плечков**

кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник ГИПТИ (1949–1958 гг.), НИРФИ (1958–2002 гг.)

**В.Н. Никонов**

кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник НИРФИ

# Вспоминая Всеволода Сергеевича Троицкого

## О Всеволоде Сергеевиче Троицком

*Служебе вуз не терпит суеты...*

Вспоминается вечер 31 декабря 1953 года. Я был студентом-дипломником и безуспешно (далеко не первый раз!) пытался заставить работать удлинитель частоты от 10 до 20 ГГц, который должен был быть гетеродином в радиометре, а радиометр предполагалось использовать для наблюдений полного солнечного затмения в июне 1954 года. Всеволод Сергеевич быстро продвинул дело, включив на выход детектора тепловой гальванометр вместо прибора с миллиамперной шкалой. Эффект умножения тут же был обнаружен, а «задетвешьлось», мы довольно скоро настроили удлинитель и получили необходимую для гетеродинирования мощность.

Время перешло за 11 часов, когда мы вышли из здания «Свердловка, 37», до дома было еще далеко и я стал извиниться, что задержал Всеволода Сергеевича своими проблемами. Ответ был для меня неожиданным: «Лучшей встречи Нового Года, чем нынешняя, невозможно придумать, ведь мы с пользой провели время!».

В этом эпизоде проявились как экспериментальная хватка Всеволода Сергеевича, так и его преданность науке, на вопрос о его хобби он всегда отвечал: «Работа!». Не без лукавства, конечно, хорошо известна была его любовь к природе и путешествиям.

Ученики и сослуживцы меж собой звали его «ВС», это ему подходило. Это как-то соответствовало его стремительности, деловитости, быстрому переходу от слова к делу. ВС презирал рутину, канцелярщину. Писая докладные записки наспех, на обрывках бумаги, что раздражало начальство: негде наложить резолюцию! Но время не терпит! Дело прежде всего, все должно быть подчинено одной цели-решению научной проблемы. На этом пути Всеволода Сергеевича не могли остановить не только формальности, но и нездоровье и другие «человеческие факторы». Он работал в состоянии, когда другой лежал бы в постель и звал врача. Мужество Всеволода Сергеевича особенно проявилось в последние годы жизни, его научное долголетие дорого ему обходилось.

Всеволод Сергеевич создал большую научную школу, работал в коллективе сильных ученых, при очевидной конкуренции. ВС привлекал молодых многими своими качествами: опытом экспериментальной работы, щедростью на реальную помощь и на идеи, чуткостью к новому (даже если это новое смахивало на «детский лепет») и, конечно, своей одержимостью в науке. «Такой специалист подобен флюсу-это не о Всеволоде Сергеевиче! От того-то так не похожи друг на друга его ученики, унаследовавшие какие-то из начатых им научных направлений, но не всю созданную им палитру. ВС умел подбирать способных людей, не препятствуя им стать самостоятельными. Но есть люди, работавшие со Всеволодом Сергеевичем всю жизнь, он оберегал их и всегда находил им посильную задачу.

Будучи гибким и настойчивым исследователем, Всеволод Сергеевич как бы терял эти качества, когда дело доходило до добывания личных почетных наград и званий. Недоставало так распространенного у нас конформизма. «Мы это сами сделали, зачем же включать в коллектив еще кого-то?» - был его ответ на предложения сделать команду «проходной» для получения госпремии. Памятна история с его письмом в президиум АН СССР, когда он, зная о конкурентах при выборах, отказался от участия в конкурсе в «пользу» В.В. Витковича. Письмо, конечно, вызвало раздражение академиков (они лучше знают, кого надо выбирать) и вряд ли принесло пользу Виктору Витольдовичу, как и автору письма. Искренность порыва не принималась в расчет.

Всеволод Сергеевич был хлебосольным хозяином, мне приходилось пользоваться его гостеприимством. У него в доме можно было встретить многих известных ученых. Не стану называть фамилии его друзей, они скажут о себе сами.

В заключение о научной дерзости Всеволода Сергеевича. Когда идея овладевала им, не имело значения кто и что думает по этому поводу и как, в частности, к этому относится Академия наук. Поэтому он отдал дань таким проблемам, как «Внеземные цивилизации», «Неопознанные атмосферные явления» (читайте - НЛО), а в конце своего пути в науке осмелился предложить альтернативную космологическую теорию. Независимо от результата (кстати, еще не вечер!) это вызывает уважение.

Жизнь Всеволода Сергеевича, долгая и счастливая, наполненная действительно плодотворным трудом, должна быть известна людям, вступающим в науку бескорыстно. Это для них хороший ориентир в выборе истинных ценностей. При каждом своем юбилее ВС говорил: «Вы думаете, что это много? Нет, это прекрасный возраст для научного работника!». И превратил свой последний юбилей в научный семинар.

Благодарную память о Всеволоде Сергеевиче сохранят все, хорошо знавшие его.

профессор А.Г. Кисляков

Всеволод Сергеевич с сыном Аркадием и Еленой на конференции. Канев, 80-е годы

Мария Романова Зотикова - друг жены и соратник Всеволода Сергеевича Троицкого. Выпускница МГУ, кандидат технических наук, старший научный исследователь. "Мария Романова была первым читателем и личным редактором всех моих статей", вспоминает В.С. Троицкий.

Всеволод Сергеевич с коллегой

## Всеволод Сергеевич любил природу и путешествия

Канев, Днепр

Адлер, 1983 г.

Сарапул, 1972 г.

На пляжах

С сыном Романом, 1978 год. Загорск (Сергиев Посад)

В.С. Троицкий, член-корреспондент АН СССР, совсем недавно ушедший из жизни. В то ранние мирфинские годы он начал (вслед за И.Л. Бернштейном) создавать науку, которую можно было бы назвать радиометрикой: она вбирала в себя разработку методов и приборов измерения слабых и сверхслабых радиосигналов. Трудно выискать такую область, куда бы он не вторгся со своими радиометрами: от температурной диагностики человеческого тела... до теплового излучения Луны. В последние годы его вдруг охватило недоверие к необоснованности гипотезы Большого Взрыва и Хаббловского разбегания Вселенной. Вывод опирался на систематизированные им обширные наблюдательные данные, не согласующиеся с традиционными. С.А. Жевакин сказал на панихиде по нему, что он прибился к Нобелевской премии, не успев ее получить. Наверное, не все так уж очевидно, однако само волнение проблемы, на которую ему выпала судьба пожнуть, характеризует масштаб его личности. Станкевич, Цейтлин, Кротиков, Плечков, Дмитриенко, Иванов, Федоров, Дугин, Алексеев, Никонов. Имена, имена, имена...

профессор М.А. Миллер

Как и многие ученые страны В.С. Троицкий остро отреагировал на Чернобыльскую катастрофу 1986 года.

Его повышенный интерес к проблемам энергетики, в том числе атомной, явился развитием его работ в области глобальной (планетарной) энергетики, которые проводились параллельно с экспериментальными исследованиями по поиску Внеземных цивилизаций.

В конце 80-х годов В.С. Троицкий как один из наиболее ярых противников строительства Горьковской атомной станции (ГАСТ) становится членом областной общественной комиссии по вопросу продолжения строительства, которое и было в конце концов прекращено.

Роман Троицкий

Научная конференция, посвященная 90-летию со дня рождения В.С. Троицкого. 2003 г.

# Приложение

## *Строки биографии*

| | | |
|---|---|---|
| 25.03.1913 г. | – | в селе Михайловском Тульской области родился Всеволод Сергеевич. |
| 1930 г. | – | в г. Нижнем Новгороде окончил школу-девятилетку. |
| 1932 г. | – | окончил Техникум связи. |
| 1932-1936 гг. | – | работал в Центральной военно-индустриальной радиолаборатории (ЦВИРЛ) лаборантом, инженером-исследователем. |
| 1936-1941 гг. | – | студент физико-математического факультета Горьковского государственного университета им. Н.И. Лобачевского (ГГУ). |
| 1941-1945 гг. | – | работал на заводе им. В.И. Ленина зам. начальником цеха, начальником цеха, зав. лабораторией. |
| 1944 г. | – | вступил в члены КПСС. |
| 1945-1948 гг. | – | аспирант ГГУ, научный руководитель профессор Г.С. Горелик. |
| 1950 г. | – | защитил кандидатскую диссертацию. |
| 1948-1956 гг. | – | работал в Горьковском исследовательском физико-техническом институте (ГИФТИ) при ГГУ зав. лабораторией, зав. отделом. |
| 1953-1960 гг.<br>1982-1985 гг. | – | зав. кафедрой радиотехники ГГУ (по совместительству). |
| 1956-1996 гг. | – | работал в Научно-исследовательском радиофизическом институте (НИРФИ) зав. отделом, зам. директора по научной работе (1970-1982 гг.). |
| 1962 г. | – | присвоена учёная степень доктора физико-математических наук. |
| 1964 г. | – | присвоено учёное звание профессора. |
| 1970 г. | – | избран членом-корреспондентом АН СССР по специальности «Астрономия и радиоастрономия». |
| 1971 г. | – | присвоено почётное звание «Заслуженный деятель науки и техники РСФСР». |
| 1991 г. | – | избран действительным членом Международной Славянской Академии. |

# Список научных трудов

Форма № 3

СПИСОК НАУЧНЫХ ТРУДОВ ТРОИЦКОГО ВСЕВОЛОДА СЕРГЕЕВИЧА
(фамилия, имя, отчество)

| №№ п/п | Наименование трудов | Рукописные или печатные | Название издательства, журнала (номер, год) или номер авторского свидетельства, номер диплома на открытие | Кол-во печатных листов или страниц | Фамилии соавторов работ |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | "Распространение дециметровых волн" (теория) | Литогр. | Бюллетень ЦВИРЛ, II, I934 | 0,5 | Арефьев |
| 2. | "Распространение дециметровых волн (эксперимент) | " | Бюллетень ЦВИРЛ, № 2, I935 | 0,5 | |
| 3. | "Применение катодного осциллографа для индикации баланса моста" | печатн. | Радиотехника, I948, № I | 0,5 | |
| 4. | "Мост переменного тока" | Авторское свидет. | I946 | | |
| 5. | "Измерение сигналов, имеющих сплошной спектр" (Диссертация) | рукоп. | ГИФТИ, I949 | I7 | |
| 6. | Отчет о НИР "Болид" | рукоп. | ГИФТИ, I950 | 5 | С.И.Аверков Г.С.Горелик С.А.Жевакин |
| 7. | Отчет о НИР "Перевал" | " | ГИФТИ, I950 | 7 | С.И.Аверков Г.С.Горелик С.А.Жевакин |
| 8. | "К теории измерения слабых сигналов, имеющих сплошной спектр" | печатн. | ЖТФ, № 2I, I95I | 0,6 | |
| 9. | "Сравнение шумов некоторых материалов нулевым методом" | печатн. | ДАН СССР, № 80 I95I | 0,5 | А.Г.Любина А.П.Золотов |
| I0. | "Применение модуляционного метода измерения слабых сигналов сплошного спектра на УКВ" | печатн. | Вестник информ. БНТ, I95I, № 7 | 0,5 | |

Зак. 1257 НИРФИ. Тир. 1000.

| №№ п/п | Наименование труда | Рукописные или печатные | Название издательства, журнала (номер, год) или номер авторского свидетельства, номер диплома на открытие | Кол-во печатных листов или страниц | Фамилии соавторов работ |
|---|---|---|---|---|---|
| II. | "Радиометр на волну десять сантиметров" | печатн. | Вестник информ., БНТ, № 7, 1951 | 0,5 | В.Л.Рахлин |
| I2. | "Абсолютный нулевой измеритель малых мощностей на СВЧ" | печатн. | Вестник информ., БНТ, № I, 1952 | 0,5 | Г.С.Горелик В.Т.Бобрик |
| I3. | "О чувствительности радиометров" | печатн. | ЖТФ, № 22 1952 | 0,4 | |
| I4. | Отчет в НИР "Платан" | Рукоп. | ГИФТИ, 1952 | I0 | В.Л.Рахлин, М.Р.Зелинская Н.М.Цейтлин и др. |
| I5. | Статья | печатн. | Сб.трудов под ред.Хайкина | | С.Э.Хайкин А.Е.Саломонович, В.В.Виткевич, Н.М.Кайдановский и др. |
| I6. | "К теории радиоизлучения Луны" | печатн. | Астрон.журн. № 6 1954 | I | |
| I7. | "Прохождение модулированного шумового сигнала через линейные системы" | печатн. | Ученые записки ГГУ, № 27 1954 | 0,5 | |
| I8. | "Нулевой метод измерения слабых электр.флюктуаций" | печатн. | ЖТФ, № 3, 1955 | I | |
| I9. | "Поглощение сантиметровых и миллиметровых радиоволн в сферически-слоистой атмосфере" | печатн. | Радиоэлектроника 6-7, 1955 | 0,5 | С.А.Жевакин |
| 20. | "Сантиметровый тепловой генератор шумов" | печатн. | Радиоэлектрон. 1955, 6-7 | 0,I | В.М.Плечков |

| №№ п/п | Наименование труда | Рукописные или печатные | Название издательства, журнала (номер, год) или номер авторского свидетельства, номер диплома на открытие | Кол-во печатных листов или страниц | Фамилии соавторов работ |
|---|---|---|---|---|---|
| 21. | "Флуктуации нагруженной линии" | печатн. | ЖТФ, № 8, 1955 | 0,7 | |
| 22. | "Определение некоторых свойств поверхностных слоев Луны по её радиоизлучению на волне λ =3,2 см" | печатн. | Астрон.журнл. 1955, № 6 | 0,5 | М.Р.Зелинска |
| 23. | "Абсолютный микроваттметр на λ = 3,2 см" | печатн. | Уч. записки ГГУ т. 30, 1956 | 0,5 | В.Л.Рахлин |
| 24. | "Радиоастрономический метод измерений потерь антенн" | печатн. | ЖТФ, № 26, 1956 | 0,1 | |
| 25. | "К теории спектральной ширины линии радиочастотных генераторов и её измерения по методу И.Л.Берштейна" | печатн. | Радиотехника и Электрон. № 6, 1956 | 0,9 | |
| 26. | "Радиоастрономические методы исследования антенн" | печатн. | Радиотехника и электрон. № 5, 1956 | 0,8 | |
| 27. | "Измерение спектральной ширины линии клистронного генератора на волне λ=3,2 см" | печатн. | Радиотехн. и электроника № 6, 1956 | 0,5 | В.В.Хрулев |
| 28. | "Radio emission from the Moon" | | Radio Astronomy 1956 | 0,1 | С.Э.Хайкин |
| 29. | "Радиотелескопы Горьковской радиоастрономической станции Зименки" | печатн. | Труды V-го совещания по вопр. космогонии, М., изд. АН СССР, 1956 | 2,5 | В.Л.Рахлин, А.М.Стародубцев, В.Т.Бобрик |

| №№ п/п | Наименование труда | Рукописные или печатные | Название издательства, журнала (номер, год) или номер авторского свидетельства, номер диплома на открытие | Кол-во печатных листов или страниц | Фамилии соавторов работ |
|---|---|---|---|---|---|
| 30. | "Радиоизлучение Луны и природа ее поверхности" | печатн. | Труды $V^{го}$ сов. по вопр. косм. М., изд. АН СССР, 1956 | I | |
| 31. | "Методы и результаты абсолютных измерений радиоизлучения Солнца и Луны на волне λ=3,2 см" | печатн. | -"- | 0,2 | М.Р.Зелинская |
| 32. | "Результаты наблюдений полных солнечных затмений 25.II.52 и 30.IV.54 г. на волнах λ=3см. и λ=10см" | печатн. | -"- | 0,4 | М.Р.Зелинская<br>В.Т.Бобрик<br>В.Л.Рахлин |
| 33. | "Отчет о НИР "Разработка прецизионного метода измерения малых мощностей и полей" (НИР "Каркас") | рукоп. | ГИФТИ, НИРФИ 1956 | 8 | А.Г.Кисляков<br>А.М.Стародубцев<br>В.Л.Рахлин |
| 34. | Отчет о НИР "Каскад" | рукоп. | ГИФТИ, НИРФИ 1957 | 20 | В.Л.Рахлин<br>А.М.Стародубцев,<br>Г.Г.Гетманцев<br>К.С.Станкевич<br>и др. |
| 35. | Отчет о НИР "Конус" | рукоп. | ГИФТИ, НИРФИ 1957 | 10 | В.Л.Рахлин<br>С.А.Каменская<br>и др. |
| 36. | "К вопросу о тепловой калибровке радиоастрономической аппаратуры" | печатн. | Радиотехн. и электроника № 7, 1957 | 0,2 | |
| 37. | "О статье В.И.Тихонова и И.И.Амиантова "Воздействие медленных флуктуаций на автогенератор" | печатн. | Радиотехн. и электроника 1958, № 4 | 0,1 | |

| №№ п/п | Наименование труда | Рукопись или печатн. | [illegible] | Кол-во печатных листов или страниц | Фамилии соавторов работ |
|---|---|---|---|---|---|
| 38. | "К теории молекулярного генератора и флюктуаций его колебаний" | печатн. | ЖТФ, 1958, № 2 | 1,0 | |
| 39. | "К теории молекулярного генератора и флюктуаций его колебаний" | печатн. | Радиотехника и электроника № 10, 1958 | 1,5 | |
| 40. | "Некоторые вопросы теории флюктуаций в автогенераторах" | печатн. | Изв. ВУЗов, Радиофизика, № 1 1958 | 0,9 | |
| 41. | "Радиоизлучение атмосферы и исследование поглощения сантиметровых радиоволн" | печатн. | Изв. ВУЗов, Радиофизика, № 3, 1959 | 0,5 | С.А.Жевакин Н.М.Цейтлин |
| 42. | Статья | печатн. | Радиоэлектрон. 1959 | 0,5 | В.В.Хрулев |
| 43. | "Поглощение сантиметровых волн в слоистой атмосфере" | печатн. | Радиотехн. и Электроника № 1, 1959 | 0,5 | С.А.Жевакин |
| 44. | "Наблюдения кольцеобразного затмения Солнца 19 апреля 1958 г. на волнах λ=1,63 см, 3,2 см и 10 см". | печатн. | Изв. ВУЗов, Радиофизика, т.II № 2 1959 | 0,4 | Рахлин В.Л. Малахова А.Н Стрежнева К.М и др. |
| 45. | "Радиоизлучение Луны на волне λ=1,6 см" | печатн. | Астрономич. журн., т.31, № 4, 1959 г. | 0,3 | Зелинская М.Р Федосеев Л.И |
| 46. | "Влияние спонтанного радиоизлучения на ширину линии молекулярного генератора" | печатн. | Изв. ВУЗов, Радиофизика, № 3, 1959 | 0,5 | |

| №№ п/п | Наименование труда | Рукописные или печатные | Название журнала (номер, год) или номер авторского свидетельства, номер диплома на открытие | Объем в печатных листах или страниц | Фамилии соавторов работ |
|---|---|---|---|---|---|
| 47. | "О влиянии фликкер-эффекта на ширину линии автогенератора" | печатн. | Изв. ВУЗов, Радиофизика, № 4, 1959 | 0,5 | |
| 48. | "Влияние атмосферы на диаграмму антенны и интенсивность приёма радиоизлучения космических источников". | печатн. | Изв. ВУЗов, Радиофизика № 5, 1959 | 0,5 | |
| 49. | Отчет о НИР "Вертикаль" | Рукоп. | НИРФИ, 1959 | 8 | Б.С.Иванов В.А.Порьфирьев и др. |
| 50. | Отчет о НИР "Арка-А" | рукоп. | НИРФИ, 1959 | I | А.М.Стародубцев, Б.С.Иванов К.М.Стрежнева |
| 51. | "Метод измерения коэффициента рассеяния и фоновых шумов антенн. Абсолютные измерения яркости фона на СВЧ" | рукоп. | Изв. ВУЗов, Радиофизика, № 4 1960 | | Н.М.Цейтлин |
| 52. | Отчет о НИР "Радиация" | рукоп. | НИРФИ, 1960 | 10 | А.М.Стародубцев В.Л.Рахлин и др. |
| 53. | "Метод измерения диэлектрической постоянной лунной породы на СВЧ" | печатн. | Изв. ВУЗов, Радиофизика, № 6, 1960 | 0,1 | Н.М.Цейтлин |
| 54. | Статья | печатн. | № 11-12 1960 | | Н.М.Цейтлин |
| 55. | Статья | печатн. | 1961 | | Н.М.Цейтлин |
| 56. | "Фазовая зависимость радиоизлучения Луны на волне 3,2 см" | печатн. | Изв. ВУЗов, Радиофизика, № 4, 1961 | 0,6 | К.М.Стрежнева |

| №№ п/п | Наименование труда | Рукописные или печатные | Название издательства, журнала (номер, год) или номер авторского свидетельства, номер диплома на открытие | Кол-во печатных листов или страниц | Фамилии соавторов работ |
|---|---|---|---|---|---|
| 58. | Статья | печатн. | Сб. БНТ 1961 | 1,5 | В.А.Рахлин В.А.Порфирьев |
| 59. | Статья | печатн. | Сб. БНТ, 1961 | 0,5 | В.Л.Рахлин А.М.Стародубцев |
| 60. | Статья | печатн. | Сб. БНТ, 1961 | 3 | А.М.Стародубцев В.Л.Рахлин |
| 61. | "О шумах возбужденного вещества с двумя уровнями" | печатн. | Изв. ВУЗов, Радиофизика, № 3, 1961 | 1,0 | Цареградский В.Б. |
| 62. | "Радиоизмерение диэлектрической проницаемости и плотности материала верхнего покрова Луны" | печатн. | Астрономич.журн. XXXIII, № 5, 1961 | 0,2 | |
| 63. | "Радиоизлучение Луны, физическое состояние и природа её поверхности" | печатн. | Изв. комис. по физике планет, № 3, 1961 | 1,0. | |
| 64. | "Разработка метода прецизионного измерения интенсивности поля и эталонирование радиоизлучения Луны на волне λ=3,2 см" | печатн. | Изв. ВУЗов, Радиофизика, IУ, № 6, 1961 | 0,7 | В.Д.Кротиков В.А.Порфирьев |
| 65. | "Длина свободного пробега молекул в молекулярном пучке" | печатн. | ЖЭТФ, т.41 в.2(8), 1961 | 0,1 | |
| 66. | На английском языке "Фазовая зависимость радиоизлучения Луны на волне λ=3,2 см" | печатн. | 1962 "The Moon" Acad. Press Symp.n.14 of the IAU | 0,7 | К.М.Стрежнева |

| №№ п/п | Наименование труда | Рукопись или печатн. | Название издательства, журнала (номер, год) и номер за которого статья опубликована, номер [illegible] на открытие | Кол-во печатных листов или страниц | Фамилии соавторов работ |
|---|---|---|---|---|---|
| 67. | "Направленность молекулярного пучка, образованного истечением газа из канала" | печатн. | ЖТФ, т.32 в.4, 1962 | 0,2 | |
| 68. | "Метод измерения диэлектрической постоянной лунной поверхности на СВЧ" | печатн. | Изв. ВУЗов, Радиофизика, № 5, 1962 | | Н.М.Цейтлин |
| 69. | "Влияние внутреннего потока тепла Луны на её радиоизлучение" | печатн. | Изв. ВУЗов, Радиофизика, У, 3, 1962 | 0,1 | |
| 70. | "Наблюдение солнечного затмения 15.II.61 г. на волнах λ=3,2 см и λ=1,6 см" | печатн. | Изв. ВУЗов, Радиофизика, т.5, в.4, 1962 | 0,1 | Су-Ши-вень Рахлин Стреженова и др. |
| 71. | "Новая возможность определения плотности поверхностных слоев Луны" | печатн. | Изв. ВУЗов, Радиофизика, У, 5, 1962 | 0,3 | |
| 72. | "Природа и физическое состояние верхнего покрова Луны" | печатн. | Астрономич.журн. 39.I.1962 | 0,2 | |
| 73. | "Новое о Луне" | печатн. | ж."Культура и жизнь", № 6, 1962 | 0,5 | |
| 74. | "Radio emission from the Moon, its physical state and the nature of its surface" | | "The Moon", Acad.Press.Symp. n.14 of the IAU 1962 | 0,5 | |
| 75. | "Использование абсолютного радиоастрономического метода калибровки небольших антенных систем на сантиметровых волнах" | печатн. | Изв.ВУЗов, Радиофизика, т.У, в.4, 1962 | 0,2 | Н.М.Цейтлин |

| №№ п/п | Наименование труда | Рукописные или печатные | Название издательства, журнала (номер, год) или номер авторского свидетельства, номер диплома на открытие | Кол-во печатных листов или страниц | Фамилии соавторов работ |
|---|---|---|---|---|---|
| 76. | "Влияние фликкер-эффекта на флюктуаций амплитуды колебаний лампового генератора" | печатн. | Изв.ВУЗов, Радиофизика, У, 2, 1962 | 0,1 | Логачев В.А. Ю.Д.Ноздеев |
| 77. | Отчет о НИР "Энергия" | рукоп. | НИРФИ, 1962 | 10 | Н.М.Цейтлин |
| 78. | "Результаты прецизионных измерений Луны на волне 1,6 см" | печатн. | Изв. ВУЗов, Радиофизика, У, 5, 1962 | 0,1 | С.А.Каменская Б.И.Семенов В.М.Плечков |
| 79. | "Излучательная способность Луны на сантиметровых волнах" | печатн. | Астр.журн. 33, 6, 1962 | 0,2 | В.Д.Кротиков |
| 80. | "Фазовая зависимость радиоизлучения Луны на волне 3,2 см" | печатн. | Сб.трудов, "Новое о Луне" АН СССР | 1,0 | К.М.Стрежнева |
| 81. | "Радиоизлучение Луны, физическое состояние и природа её поверхности" | печатн. | Сб.трудов "Новое о Луне", изд.АН СССР, 1963 | 1,0 | |
| 82. | "О теплопроводности лунной породы по данным прецизионных измерений радиоизлучения "Луны" | печатн. | Астр.журн.XV,1 1963 | 0,2 | В.Д.Кротиков |
| 83. | "Обнаружение потока тепла из недр Луны" | печатн. | Астрон.журн. 40, 6, 1963 | 0,7 | В.Д.Кротиков |
| 84. | "О потоке тепла из недр Луны" | печатн. | Изв.ВУЗов, Радиофизика, № 6, 1963 | 0,1 | В.Д.Кротиков |
| 85. | "О природе вещества лунных морей и материков" | печатн. | Изв.ВУЗов, Радиофизика, № 4, 1963 г. | 0,3 | |

| №№ п/п | Наименование труда | Рукописные или печатные | Название издательства, журнала (номер, год) или номер авторского свидетельства, номер диплома на открытие | Кол-во печатных листов или страниц | Фамилии соавторов работ |
|---|---|---|---|---|---|
| 86. | "Some results of the Moon exploration by radiophysical methods" | | Proceedings of third internat. space science symp. 1962 Washington, Mai 1963 | | |
| 87. | "К вопросу о формировании диаграммы направленности молекулярных пучков" | печатн. | ЖТФ, № 4, 1963 г | 0,5 | Б.С.Иванов |
| 88. | "Рассказывает радиоизлучение Луны" | печатн. | "Наука и человечество" 1963 | 0,6 | |
| 89. | "Прецизионные абсолютные измерения потоков радиоизлучения от Крабовидной туманности Ориона на волне 3,2 см" | печатн. | Астрономич.журн. 40, I, 1963 | 0,5 | В.С.Лазаревский К.С.Станкевич |
| 90. | "Прецизионные измерения интенсивности радиоизлучения дискретных источников в Кассиопея, Лебедя и Тельца в дециметровом диапазоне" | печатн. | Изв.ВУЗов, Радиофизика, № 6, 1963 | 0,4 | В.И.Ласточкин К.С.Станкевич и др. |
| 91. | "Радиоизлучение и природа Луны" | печатн. | Вестник АН СССР, УФН, № 4, 1963 | 4 | В.Д.Кротиков |
| 92. | "Некоторые результаты исследования Луны радиофизическими методами" | печатн. | Астрон.журн. т.41, в.I 1964 Сб.конфер. КОСПАР 1962 | 0,5 | |

| №№ п/п | Наименование труда | Рукописные или печатные | Название издательства, журнала (номер, год) или номер авторского свидетельства, номер диплома на открытие | Кол-во печатных листов или страниц | Фамилии соавторов работ |
|---|---|---|---|---|---|
| 93. | "Результаты измерений интенсивности радиоизлучения источника Телец А в дм диапазоне волн" | печатн. | Астрономич.журн. № 49, в.3, 1964 | 0,4 | В.А.Порфирьев Н.М.Цейтлин |
| 94. | "Поглощение радиоизлучения на волне 70,16 см" | печатн. | Изв.ВУЗов, № 5, 1964 | | В.Д.Кротиков Д.А Дмитренко Н.М.Цейтлин |
| 95. | "Радиоизлучение и природа Луны" | печатн. | Вестник АН СССР 1964 | 0,5 | |
| 96. | "Результаты измерения интенсивности ряда дискретных источников Луны, Юпитера на волне 70,16 см" | печатн. | Изв.ВУЗов, Радиофизика, № 3, 1964 | 0,5 | В.Д.Кротиков Н.М.Цейтлин А.В.Захаров |
| 97. | "Температура радиоизлучения Луны и Юпитера на волне 70,16 см" | печатн. | Астроном.журн. № 5, 1964 | | В.Д.Кротиков Н.М.Цейтлин |
| 98. | "К вопросу о неоднородности верхнего покрова Луны в глубину и по поверхности" | печатн. | Астрон.журн. 41, 4, 1964 | 0,5 | |
| 99. | "К теории радиоизлучения Венеры и Марса" | печатн. | Изв.ВУЗов, Радиофизика № 2, 1964 | 0,5 | |
| 100. | Отчет о НИР "Факел" | печатн. | НИРФИ, 1964 | 8 | В.Н.Никонов В.Л.Рахлин Н.М.Цейтлин и др. |
| 101. | "Об изменении плотности дунита в глубину в приповерхностном слое" | печатн. | Астрон.журн. №4, 1965 | 0,4 | Ю.Матвеев Г.Л.Сучкин |
| 102. | "Наблюдение радиозатмения Луны на миллиметровых волнах" | печатн. | Изв. ВУЗов, Радиофизика № 2, 1965 | | С.А.Каменская А.Г.Кисляков и др. |

| №№ п/п | Наименование труда | Рукописные или печатные | Название издательства, журнала (номер, год) или номер авторского свидетельства, номер диплома на открытие | Кол-во печатных листов или страниц | Фамилии соавторов работ |
|---|---|---|---|---|---|
| 103. | "О возможностях связи с неземными цивилизациями" | печатн. | Сб. Внеземные цивилизации Изд. АН Арм. ССР, 1965 | 0,7 | |
| 104. | "Радиоизлучение затменной Луны" | печатн. | Астр. журн. № 6, 1965 | 0,7 | |
| 105. | "Investigation of the Moon and planets by the thermal radiation" | | J. Nat. Bureau of Standarts Sec. "D" Radio Sci. 1965 | 2,0 | |
| 106. | Отчет по теме "Поверхность" | рукоп. | НИРФИ, 1965 | 8 | В.Д.Кротиков<br>В.Н.Никонов<br>В.М.Плечков<br>А.И.Чикин |
| 107. | "Исследование радиоизлучения Луны" | рукоп. | НИРФИ, 1965 | 8 | |
| 108. | "Измерение радиоизлучения Луны в диапазоне 30-60 см" | печатн. | Астрон. журн. 44, № 2, 1967 | 0,4 | В.Д.Кротиков<br>Н.М.Цейтлин |
| 109. | "Результаты измерения радиоизлучения Луны на волнах 7,43; 11,0; 14,2; и 20,8 см" | печатн. | Изв. ВУЗов, Радиофизика, 9, № 5, 1966 | 0,4 | В.А.Алексеев<br>В.А.Порфирьев<br>В.Д.Кротиков<br>и др. |
| 110. | "Изменение плотности лунита в первом дециметровом слое" | печатн. | Астрономич. журн. 1966 | 0,4 | Гольдберг В.В<br>Дробова Л.В |
| 111. | Отчет о НИР "Молекула" | рукоп. | НИРФИ, 1966 | 6,0 | А.Ф.Крупнов<br>Скворцов |
| 112. | Отчет о НИР "Запрос" | рукоп. | НИРФИ, 1967 | 5,0 | В.Д.Кротиков<br>Н.М.Цейтлин<br>К.С.Станкевич |

| №№ п/п | Наименование труда | Рукописные или печатные | Название издательства, журнала (номер, год) или номер авторского свидетельства, номер диплома на открытие | Кол-во печатных листов или страниц | Фамилии соавторов работ |
|---|---|---|---|---|---|
| II3. | Отчет о НИР "Поверхность-П" | рукоп. | НИРФИ, 1967 | 5 | В.Д.Кротиков<br>В.Н.Никонов<br>В.М.Плечков<br>А.М.Чикин |
| II4. | "Влияние шероховатости верхнего покрова Луны на излучательную способность и распределение радиояркости" | печатн. | Астрономич.журн. 44, № 5, 1967 | 0,6 | В.А.Алексеев<br>Т.Н.Алешина<br>В.Д.Кротиков |
| II5. | "Определение температурной зависимости теплопроводности дунита" | печатн. | Изв.ВУЗов, т.10, № 8, 1967 | 0,3 | |
| II6. | "Результаты исследования Луны по её собственному излучению" | печатн. | Изв.ВУЗов, Радиофизика, т.10, 9-10, 1967 | 1,0 | |
| II7. | На англ.языке: "Температурная зависимость теплопроводности лунного вещества" | печатн. | Nature 213, 688, 1967 | 0,5 | |
| II8. | "Температурная зависимость теплопроводности лунного вещества" | печатн. | Изв.ВУЗов, Радиофизика, 10, № 10, 1967 | 0,5 | |
| II9. | Отчет о НИР "Арфа" | рукоп. | НИРФИ, 1968 | 5 | В.Н.Никонов<br>А.М.Стародубцев<br>В.Д.Кротиков |
| I20. | Отчет о НИР "Исследование теплового режима и структуры верхнего покрова Луны" | рукоп. | НИРФИ, 1968 | 6 | В.Д.Кротиков<br>В.А.Алексеев<br>А.В.Буров |
| I2I. | "Об одной возможности совмещения сигналов радиоинтерферометра с автономными приёмниками" | печатн. | Изв. ВУЗов, Радиофизика, т.XI, № 10, 1968 | 0,6 | В.А.Алексеев<br>Э.Д.Гатэлюк<br>В.Д.Кротиков<br>В.Н.Никонов |

Форма № 3

СПИСОК НАУЧНЫХ ТРУДОВ _____
(фамилия, имя, отчество)

| №№ п/п | Наименование трудов | Рукописные или печатные | Название издательства, журнала (номер, год) или номер авторского свидетельства, номер диплома на открытие | Кол-во печатных листов или страниц | Фамилии соавторов работ |
|---|---|---|---|---|---|
| I22. | "Проблема поиска сигналов внеземных цивилизаций" | печатн. | "Авиация и космонавтика, № 8-9, I968 | 0,5 | |
| I23. | "Influence of the temperature dedendence of lunar material properties on the spectrum of the Moons radio emission" | | "Icarus", 8, 423-433, I968 | | A.B.Burov T.N.Aleshina |
| I24. | "Определение температурной зависимости теплопроводности лунита" | печатн. | Изв.ВУЗов, Радиофизика, № 8, I968 | 0,5 | |
| I25. | "Абсолютные измерения интенсивности радиоизлучения дискретных источников Кассиопея А и Лебедь А на волнах 30-60 см" | печатн. | Изв.ВУЗов, Радиофизика, I2, № 6, I969 | 0,8 | Л.Н.Бондарь М.Р.Зелинская С.А.Каменская и др. |
| I26. | Отчет "Исследование сравнительных характеристик лунного грунта радиоастрономическими методами" | рукоп. | НИРФИ, I969 | 2 | А.Б.Буров Т.В.Тихонова |
| I27. | "The problem of thermal conductivity equation in the presence of radiative energy transfer" | | Phil.Trans.Roy. Soc. I969 A-264 I45-I49 | | |
| I28. | "Влияние потока тепла из недр Луны на её радиоизлучение при изменении свойств вещества в глубину" | печатн. | Астрон.журн. 46, № I, I969 | I | Т.В.Тихонова |
| I29. | "Двухчастотный радиоинтерферометр с независимыми гетеродинами". | печатн. | Изв.ВУЗов, Радиофизика, т.I2, № 5, I969 | I | В.А.Алексеев В.Д.Кротиков В.Н.Никонов |

Форма № 3

СПИСОК НАУЧНЫХ ТРУДОВ _____
(фамилия, имя, отчество)

| №№ п/п | Наименование трудов | Рукописные или печатные | Название издательства, журнала (номер, год) или номер авторского свидетельства, номер диплома на открытие | Кол-во печатных листов или страниц | Фамилии соавторов работ |
|---|---|---|---|---|---|
| I30. | "Сравнение химического состава лунного вещества, определенного по радиоастрономическим наблюдениям, с данными химического анализа с борта "Сервейера" | печатн. | Астрон.вестник 3, I969 | 0,7 | Л.Н.Бондарь М.Р.Зелинская К.М.Стрежнева |
| I3I. | "On possibilities of the investigation of Mars matter properties from Mars radiation" | | Radio Sci., 5,2,48I,I970 | 0,7 | |
| I32. | "Chemical composition of lunar surface material determination by radio astronomical observations" | | Radio Sci., 5, 2, 247, I970 | 0,7 | Л.Н.Бондарь М.Р.Зелинская К.М.Стрежнева |
| I33. | "Тепловое излучение Луны и физические свойства её верхнего покрова" (обзор) | печатн. | Изв.ВУЗов, Радиофизика, № 9, I970 | 2 | Т.В.Тихонова |
| I34. | "О возможности исследования свойств вещества Марса по его радиоизлучению" | печатн. | Астрон.журн. 47, № 2, I970 | 0,7 | |
| I35. | "Некоторые вопросы построения радиоинтерферометров с автономными приёмами" | печатн. | Изв.ВУЗов, Радиофизика, т.I3, № I, I970 | 0,8 | В.А.Алексеев Э.Д.Гатэлик В.Д.Кротиков В.Н.Никонов А.И.Чикин |
| I36. | "Распределение радиоактивных элементов в лунной коре" | печатн. | Астрономич.вестник, № 5, I970 | 0,4 | |

| №№ п/п | Наименование труда | Рукописные или печатные | Название издательства, журнала (номер, год) или номер авторского свидетельства, номер диплома на открытие | Кол-во печатных листов или страниц | Фамилии соавторов работ |
|---|---|---|---|---|---|
| I37. | Отчет:"Исследование электрических свойств горных пород,отождествляемых с породами верхнего покрова Марса" | рукоп. | НИРФИ,I970 | 0,4 | Л.Н.Бондарь М.Р.Зелинская К.М.Стрижонева С.А.Шмулевич |
| I38. | "Спектр коэффициента отражения радиоволн от поверхности Луны при изменении свойств вещества в глубину" | печатн. | Астрон.журн. 46, 6, I969 | 0,5 | Т.В.Тихонова |
| I39. | "Эффективная толщина радиоактивного слоя Луны" | печатн. | Астрон.вестник, т.IУ, № 4,I970 | 0,3 | |
| I40. | "Абсолютные измерения потоков Кассиопеи А в диапазоне волн 3-I00 см" | печатн. | Астрон.журн. № I2, I97I | 0,5 | К.С.Станкевич Н.М.Цейтлин |
| I4I. | "Эталонирование потоков Кассиопеи А и Лебедя А в диапазоне 300-9375 МГц" | печатн. | Астрон.журн. № 6, I97I | 0,5 | К.С.Станкевич Н.М.Цейтлин |
| I42. | "Опыт поиска монохроматического радиоизлучения от звезд в окрестности Солнца на частоте 927 МГц" | печатн. | Астрон.журн. № 5, I97I | 0,3 | А.М.Стародубцев Л.И.Герштейн |
| I43. | "Радиоинтерферометр независимого приема на 86 Мгц" | печатн. | Известия ВУЗов, Радиофизика, I4, 9, I970 | 0,3 | В.А.Алексеев В.В.Виткевич и др. |
| I44. | "Диэлектрические свойства горных пород на частоте 500 МГц" | печатн. | Физика Земли,№ I2, I97I | 0,3 | М.Р.Зелинская С.А.Шмулевич Марков Суханов |
| I45. | Отчет по НИР "Вега" | рукоп. | НИРФИ,I97I | 5,0 | В.Н.Никонов В.Д.Кротиков В.Л.Рахлин |

| №№ п/п | Наименование труда | Рукописные или печатные | Название издательства, журнала (номер, год) или номер авторского свидетельства, номер диплома на открытие | Кол-во печатных листов или страниц | Фамилии соавторов работ |
|---|---|---|---|---|---|
| I46. | "О зависимости диэлектрических свойств горных пород от их объёмного веса" | печатн. | ДАН СССР, 20I, № 3, I97I | 0,3 | С.А.Шмулевич |
| I47. | "Предв.отчет,ч.I "Исследование спорадического радиоизлучения из космоса на сантиметровых и дециметровых волнах" | рукоп. | НИРФИ, I972 | 5,0 | Л.Н.Бондарь М.Р.Зелинская А.М.Стародубцев К.М.Стрежнева |
| I48. | "Поиск спорадического радиоизлучения из космоса на сантиметровых и дециметровых волнах" | печатн. | Изв.ВУЗов, Радиофизика, № 3, I973 | I,0 | А.М.Стародубцев М.Р.Зелинская Л.Н.Бондарь К.М.Стрежнева |
| I49. | "On the dependence of dielectric properties of rocks on their volume weight" | печатн. | J.Geophys.Res., v.78,n.29,I973 | | S.A.Shmulevich |
| I50. | "Измерения угловых размеров дискретных источников интерферометром независимого приёма на частоте 25 МГц на базе Граково-Зименки" | печатн. | Известия ВУЗов, Радиофизика, I6,9, I973 | 0,5 | В.А.Алексеев А.Е.Браудэ и др. |
| I5I. | "Измерение угловых размеров радиоисточников Кассиопея А на частоте 9 МГц радиоинтерферометром независимого приёма на базах I,5 км и 7 км" | печатн. | Известия ВУЗов, Радиофизика, I6, 9, I973 | 0,4 | В.А.Алексеев С.Водохов Э.Д.Гатэлюк и др. |
| I52. | "Измерения угловых размеров дискретных радиоисточников интерферометром независимого приёма на частоте 408 МГц с разрешением 0,I. | печатн. | Известия ВУЗов, Радиофизика, I6, 9, I973 | 0,4 | В.А.Алексеев М.А.Антонец Э.Д.Гатэлюк В.А.Санамян А.И.Чикин |

| №№ п/п | Наименование труда | Рукописные или печатные | Название издательства, журнала (номер, год) или номер авторского свидетельства, номер диплома на открытие | Кол-во печатных листов или страниц | Фамилии соавторов работ |
|---|---|---|---|---|---|
| 153. | "Вариационные диаграммы диэлектрико-химических свойств силикатных пород" | печатн. | ДАН, 208, 4 837, 1973 | 0,5 | Л.Н.Бондарь К.М.Стрежнева |
| 154. | "Радиоастрономические наблюдения с помощью интерферометров с независимым приёмом (со сверхбольшими базами) в СССР" (Тезисы доклада на сессии отделения общей физики и астрономии)" | печатн. | УФН, 109, 4, 1973 | 0,2 | |
| 155. | "Microwave radiometry of Mars from the Mars-2 and 3 orbiters (preliminary results)" | | Icarus, 17, 2, 1972 | 0,8 | А.Е.Башаринов В.Д.Кротиков А.Д.Кудьмин и др. |
| 156. | "Результаты наблюдений планеты Марс по данным АМС-Марс-3" | печатн. | Космические исследования XI, № 5, 1973 | 0,8 | А.Е.Башаринов Ю.Н.Ветухновская и др. |
| 157. | Отчет, ч.II, "Исследование спорадического радиоизлучения из космоса на сантиметровых и дециметровых волнах" | рукоп. | НИРФИ, 1973 | 5,0 | А.М.Стародубцев Л.Н.Бондарь К.М.Стрежнева |
| 158. | Отчет о НИР "Континент" | рукоп. | НИРФИ, 1972 | 5 | В.А.Алексеев В.Н.Никонов А.Д.Гатэлюк |
| 159. | Новый тип радиошумов спорадического радиоизлучения околоземной среды на сантиметровых и дециметровых волнах" | печатн. | ДАН, 212, № 3, 1973 | 0,3 | |

| №№ п/п | Наименование труда | Рукописные или печатные | Название издательства, журнала (номер, год) или номер авторского свидетельства, номер диплома на открытие | Кол-во печатных листов или страниц | Фамилии соавторов работ |
|---|---|---|---|---|---|
| I60. | "Радиошумы околоземного пространства" | печатн. | Наука и человечество, I973 | 0,5 | |
| I6I. | Отчет о НИР "Алгоритм" | рукоп. | НИРФИ, I973 | 4 | С.А.Жевакин<br>А.П.Наумов<br>В.А.Разин<br>Ю.А.Рыков |
| I62. | "Поиски внеземных цивилизаций" | печатн. | "Будущее науки" I974 | 0,2 | |
| I63. | Отчет "КНТ-I2" | рукоп. | НИРФИ, I973 | 5 | В.Н.Никонов<br>В.А.Алексеев |
| I64. | Поиск спорадического радиоизлучения из космоса. | печатн. | УФН II3, № 4, I974 | 0,5 | Л.Н.Бондарь<br>А.М.Стародубцев |
| I65. | Отчет о НИР "Импульс" | рукоп. | НИРФИ, I974 | 6 | А.М.Стародубцев,<br>Л.Н.Бондарь<br>и др. |
| I66. | Радиоастрономические измерения с борта АМС, "Марс-5" | печатн. | Космические исследования т.XIУ, № I, I976 | 0,2 | А.Е.Батарин<br>Ю.Н.Ветухновская<br>В.Н.Галактионов |
| I67. | Расчеты тепловой истории Луны при наиболее вероятных концентрациях радиоактивных элементов | печатн. | ДАН, 230, № 6, I976 | 0,3 | О.И.Орнатская<br>Н.М.Цейтлин |
| I68. | Новые возможности решения задач астрометрии геодинамики и геодезии методами радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой" | печатн. | УФН II7, № 2 I975 | 0,2 | В.А.Алексеев<br>В.Н.Никонов |
| I69. | Радиоинтерферометрия в астрометрии и геодезии | печатн. | Земля и вселенная № 6, I976 | 0,5 | |
| I70. | Some results of investigation of the Earth atmosphere by radio thermal location | печатн. | Comptes Rendus Proceedings URSI comission F La Boul (France) I977 | 0,3 | В.И.Алешин<br>А.П.Наумов<br>А.В.Троицкий<br>В.М.Плечков<br>и др. |

| №№ п/п | Наименование труда | Рукописные или печатные | Название издательства, журнала (номер, год) или номер авторского свидетельства, номер диплома на открытке | Кол-во печатных листов или страниц | Фамилии соавторов работ |
|---|---|---|---|---|---|
| I7I. | Влияние эффектов теории относительности на синхронизацию часов с помощью РСДБ | печатн. | Радиофизика, XIX, № I0, I976 | 0,3 | В.И.Максимов |
| I72. | Отчет о НИР "900-2" | рукоп. | НИРФИ, I976 | 7 | К.С.Станкевич<br>В.Д.Кротиков<br>В.П.Дукучаев |
| I73. | Отчет о НИР "Интерферометр" | рукоп. | НИРФИ, I975 | 4 | В.Н.Никонов<br>В.А.Алексеев |
| I74. | Отчет о НИР "Газель"(I этап) | рукоп. | НИРФИ, I978 | 4 | В.А.Алексеев<br>Э.Д.Гатэлюк |
| I75. | Прогноз "Гиацинт" | рукоп. | НИРФИ, I977 | 8 | К.С.Станкевич<br>В.А.Алексеев<br>и др. |
| I76. | Прогноз "Глициния" | рукоп. | НИРФИ, I978 | I0 | В.Н.Никонов<br>В.В.Тимашев |
| I77. | Отчет о НИР "Природа" | рукоп. | НИРФИ, I978 | 6 | А.П.Наумов<br>А.В.Троицкий<br>С.А.Кевакин |
| I78. | "Поиск радиоизлучения внеземных цивилизаций" | печатн. | Сборник трудов XXIУ международной астронавтической конференции I978 | 0,3 | А.М.Стародубцев<br>Л.Н.Бондарь |
| I79. | Sporadic radio emission of magnetosphere at centimeter and decimeter wavelenght | в печати. | Geophysical Research, I978 | I | А.М.Стародубцев<br>Л.Н.Бондарь<br>М.Р.Зелинская<br>К.М.Стрежнева |

Печать

20 декабря 1978 г.

СОИСКАТЕЛЬ В.С.Троицкий

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ А.Моругина

Зак. 1257 НИРФИ. Тир.1000. (Заверяет список научных трудов соискателя)

Горьковский государственный университет

Горьковский научно-исследовательский радиофизический институт

# ЛИЧНОСТЬ В НАУКЕ

# Всеволод Сергеевич Троицкий

## Документы жизни

Составители Н.В. Горская, М.Б. Локтева

Компьютерное исполнение О.И. Гайкович

Формат 70x108 1/16. Печать офсетная.
Усл. печ. 23,7. Тираж 300 экз. Заказ 135.

Типография Нижегородского госуниверситета
им. Н.И. Лобачевского.
Лиц. ПД № 18-0099 от 04.052001.
603000, Н.Новгород, ул. Б. Покровская, 37.