

Государственного комитета Совета Министров СССР  
по радиоэлектронике

"УТВЕРЖДАЮ"

Главный конструктор

М. А. Рязанский /РЯЗАНСКИЙ/

"31" И. В. Рязанский 1958 г.

О Т Ч Е Т

О РАЗРАБОТКЕ БОРТОВОЙ РАДИОСТАНЦИИ ПЕРВОГО  
СОВЕТСКОГО ИСКУССТВЕННОГО СПУТНИКА ЗЕМЛИ  
/прибор Д-200/

Начальник отдела № I4

М. Борисенко

/БОРИСЕНКО/

Исполнители:

Начальник лаборатории I44  
кандидат технических наук

30.1.58

Грингауз

/ГРИНГАУЗ/

Начальник лаборатории

Лаппо

/ЛАППО/

Ведущий инженер

Зиньковский  
30.1.58.

/ЗИНЬКОВСКИЙ/

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение.....	3
1. Выбор рабочих частот.....	6
2. Мощность передатчиков.....	14
3. Выбор радиоламп.....	17
4. Модуляция.....	20
5. Антенны.....	22
6. Схема и конструкция.....	31
7. Конструкторские и сдаточные испытания прибора .....	46
8. Некоторые данные о работе радиостанции Д-200 на искусственных спутниках Земли.....	53

### ВВЕДЕНИЕ

Целью разработки являлось создание бортовой радиостанции первого простейшего искусственного спутника Земли, предназначенной для получения сведений о существовании спутника, для грубой радиопеленгации его, для организации массовых радиолюбительских наблюдений и для изучения распространения радиоволн в ионосфере.

Необходимость длительной работы подобной аппаратуры является очевидной. При ограниченных запасах энергии источников питания на спутнике, естественно, возникает мысль о возможности продления времени работы аппаратуры посредством включений и выключений радиоаппаратуры на спутнике по некоторой программе, обеспечивающей прием сигналов в определенных районах земного шара и отсутствие излучения и потребления энергии при прохождении спутника над океанами /занимающими, как известно, более 70% поверхности Земли/.

Однако отсутствие надежных данных о плотности верхних слоев атмосферы не позволяло заранее определить эволюцию орбиты спутника во время полета и создать программное устройство, решающее эту задачу.

Кроме того, коммутационные цепи понижают надежность работы прибора. В этом смысле гораздо более надежной является аппаратура, начинающая работать в момент выхода спутника на орбиту и работающая, не выключаясь, до истощения источников питания.

Указанные соображения, наряду с заданными ОКБ-1 МОП условиями работы аппаратуры и предельным весом /вместе с источниками пита-

ния/ определили основные конструктивные особенности разработанного устройства.

После предварительной проработки возможностей создания подобной аппаратуры, проведенной в лаборатории № 12 НИИ-885 в 1956 г., основные требования к радиостанции в январе 1957 г. были зафиксированы в совместном протоколе НИИ-885 и ОКБ-1 МОП /исх. НИИ-885 № 305 от 31/1-57 г./, который в дальнейшем заменял тактико-техническое задание и был положен в основу разработки аппаратуры. Некоторые основные положения этого протокола приводятся ниже:

- Время непрерывной работы передающего устройства - 14 суток,
- Передающее устройство должно быть рассчитано на работу в следующих условиях:

- температура окружающего газа в объекте - от -40 до +50°С,
- давление от 100 мм рт.ст. до 1,2 атм,
- влажность до 80%.

В выключенном состоянии устройство должно сохранять работоспособность при всех условиях, заданных для бортовой аппаратуры изделия 8К71, /кроме требований по влажности/.

В протоколе были зафиксированы предложенные НИИ-885 величины частот радиопередатчиков и излучаемых мощностей, /обоснования которых приводятся далее в настоящем отчете/.

Кроме того, по просьбе ОКБ-1 было решено использовать радиопередающее устройство для передачи показаний двух сигнальных датчиков типа "да-нет", позволяющих судить о температуре и давлении внутри объекта. В дальнейшем число таких датчиков было увеличено до трех /см. главу "Схема и конструкция"/.

В настоящем отчете освещен следующий круг вопросов: выбор рабочих длин волн и мощности радиостанции, выбор радиоламп и рода работы /вида радиосигналов/, выбор антенн. Кроме того, в



отчете приведены описания и обоснованы схемы и конструкция радиостанции, а также результаты конструкторских и сдаточных испытаний /включавших в себя, в частности, облеты радиопеленгационных станций в различных районах Советского Союза на самолетах типа ИЛ-14 и ТУ-16, организованных совместно с НИИ-4 МО/.

В отчете содержатся краткие сведения о работе радиостанций Д-200 во время полетов искусственных спутников; научные результаты наблюдений радиосигналов, в части новых данных о распространении радиоволн и о строении ионосферы, будут содержаться в отчетах, которые должны быть выпущены Институтом радиотехники и электроники АН СССР и НИИ-4 МО, возглавлявшими организацию наблюдений.

Разработка радиостанции проведена в НИИ-885 лабораторией № 12 в январе-марте 1957 г., конструирование и выпуск рабочих чертежей были выполнены КБ отдела № 15 в марте-апреле 1957 г.; начиная с этапа конструкторских и сдаточных испытаний, работа проводилась в составе отдела № 14 /после включения лаб. № 12 в отд. № 14/.

Рассмотрение вопросов распространения радиоволн и выбора основных параметров радиостанции проведено К.И.Грингаузом и В.И.Лаппо. Разработка прибора проведена В.И.Лаппо. Регулировка приборов, их конструкторские испытания и сдача заказчику проведены А.И.Зиньковским.

В разработке прибора принимал участие А.В.Капорский, который также проводил самолетные испытания приборов на самолете ИЛ-14. В конструкторских испытаниях, сдаче приборов заказчику и в самолетных испытаниях принимали участие техники В.Д. Зуйков и Е.Е.Коган.

Примененные в радиостанции антенны предложены доктором техн. наук. Г.Т.Марковым /МЭИ/; работа по антеннам проведена антенной лабораторией ОКБ-1 МОП /нач.лаборатории х/ М.В.Краюшкин/.

## I. ВЫБОР РАБОЧИХ ЧАСТОТ

Выбор частоты передатчика определяют следующие факторы:

1. Частота передатчика должна быть достаточно высокой для того, чтобы обеспечить прием радиосигналов спутника, независимо от положения его относительно ионизированных слоев ионосферы.

2. Частота передатчика должна быть выбрана в пределах диапазона частот существующей разветвленной сети пеленгационных станций.

3. Выбранная частота должна позволить организовать массовые наблюдения за сигналами спутника радиолюбителями.

4. Выбранная частота должна быть такой, чтобы результаты массовых радионаблюдений сигналов спутника было бы возможно использовать для получения некоторых новых данных о распространении радиоволн в ионосфере и ее структуре.

5. При выборе конкретной частоты следует учитывать загрузку данного участка диапазона.

Для дальнейшего рассмотрения целесообразно привести некоторые сведения о строении ионосферы.

Как обычно указывалось в литературе /см., например [2] /, ионосфера имеет слоистое строение, т.е. в ней наблюдаются несколько максимумов ионизации /рис. I/.

---

х/ Часть соображений, приведенных в настоящем разделе отчета, содержится в статье [I] .

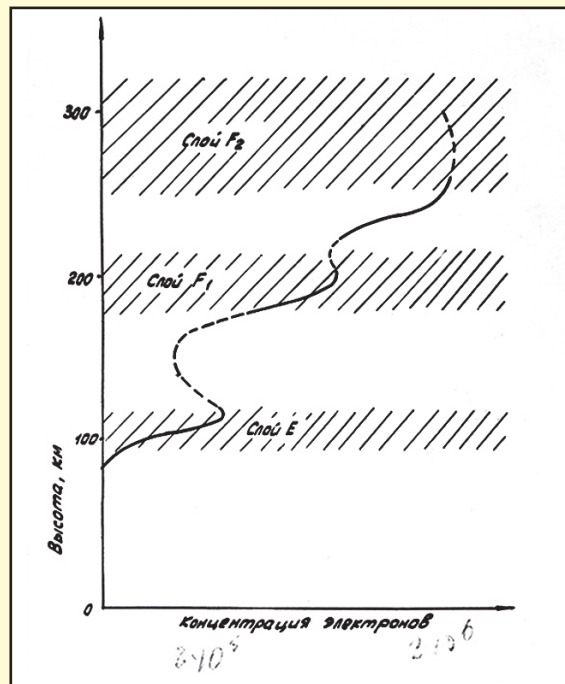


Рис. I

Основными слоями, влияющими на выбор частоты радиопередатчика спутника, являются слой E, максимум ионизации которого лежит на высоте 100–120 км, и слой F, который в дневные часы летних месяцев разделяется на два слоя F<sub>I</sub> и F<sub>2</sub>, имеющих высоты около 200 и 250–400 км соответственно.

Электронная концентрация ионизированных слоев зависит от времени суток, года и фазы одиннадцатилетнего периода солнечной деятельности.

Эффективная электронная концентрация слоя E в максимуме обычно находится в пределах  $10^5 \div 8 \cdot 10^5 \frac{\text{эл.}}{\text{см}^3}$ .

Для слоя F характерны следующие цифры:

$$\text{днем летом} \quad N_{\text{max}} \approx 4 \cdot 10^5 \frac{\text{эл.}}{\text{см}^3} \quad (F_2),$$

$$\text{днем зимой} \quad N_{\text{max}} \approx 2 \cdot 10^6 \frac{\text{эл.}}{\text{см}^3}$$

На высотах слоя E часто наблюдаются скопления ионизированных облаков с электронной концентрацией до  $10^6 \text{ эл./см}^3$  /так называемый спорадический слой E /.

Состояние ионосферы обычно характеризуют величиной критических частот — наибольших частот, при которых радиоволны отража-

ются от данного слоя при нормальном падении.

Критическая частота связана с максимальной электронной концентрацией соотношением

$$N = 1,24 \cdot 10^4 f_{\max}^2, \quad (I)$$

где  $N$  — в  $\frac{\text{эл.}}{\text{см}^3}$ ,

а  $f_{\max}$  — в мегагерцах.

Данные по высотам ионосферных слоев, приведенные выше, получены на основании измерения времени возврата отраженного импульса при вертикальном зондировании ионосферы.

Специальные исследования, проведенные в НИИ-885 при высотных пусках ракет АН СССР [3], а также аналогичные опыты американских ученых [4], показывают, что фактические высоты максимумов ионизации слоев лежат значительно /на 50 ÷ 150 км/ниже, а сама ионосфера /по крайней мере до максимума слоя  $F_2$  / имеет не ярко выраженную слоистую, а скорее монотонную структуру плавно возрастающей ионизации с относительно небольшими максимумами ионизации.

На рис. 2 показана обычная высотно-частотная характеристика ионосферы для утренних часов лета 1957 г., полученная методом вертикального зондирования. На этом же рисунке нанесена высотно-частотная характеристика, рассчитанная по данным, полученным в том же месте методом дисперсионного радиоинтерферометра при высотном пуске ракеты АН СССР типа 2РА 16 мая 1957 г. [3].

В дальнейшем используются данные об ионосфере, взятые из опубликованных в литературе материалов; при этом следует иметь в виду, что фактические высоты соответствующих областей ионосфе-



ры ниже указанных в литературе, и, следовательно, вероятность прохождения спутника над максимумом ионизации слоя F повышается.

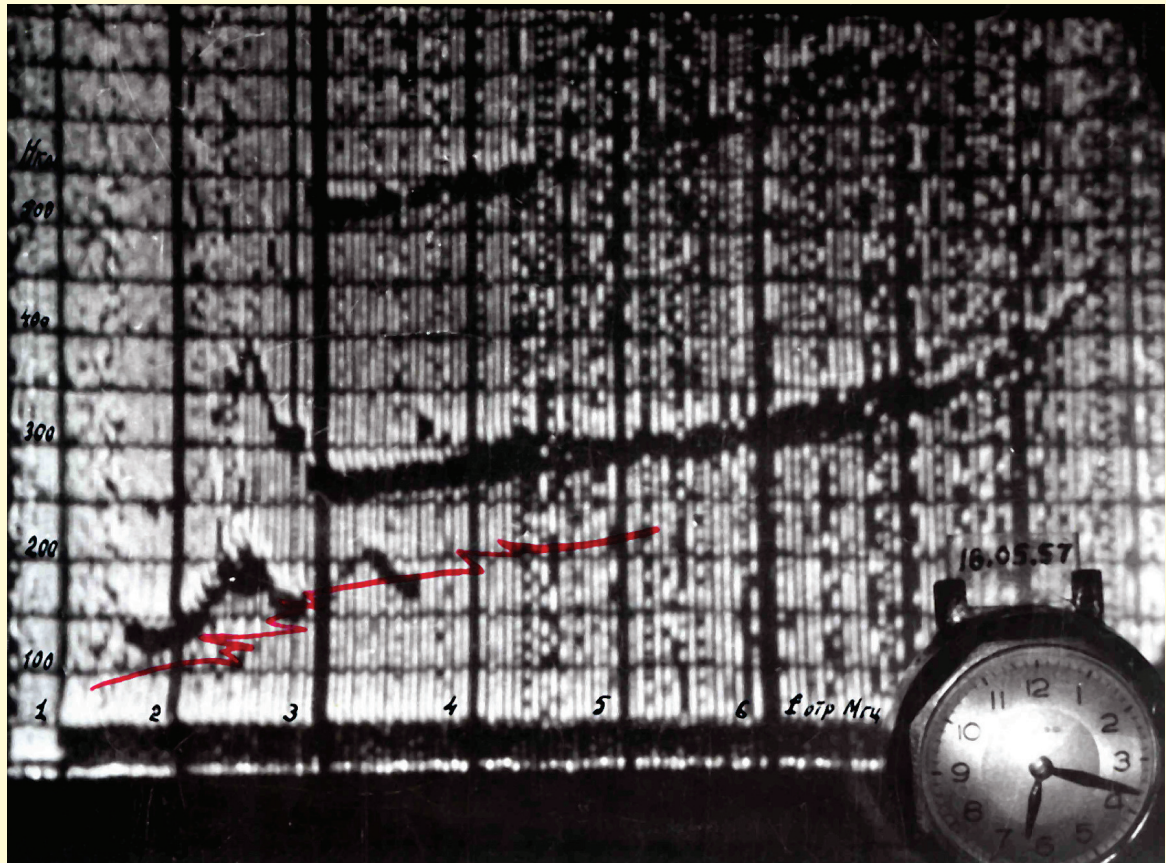


Рис. 2

Приведенные выше данные показывают, что при полете по расчетной орбите /перигей  $\sim 220$  км, апогей 700–1000 км/ спутник может находиться как ниже, так и выше максимума слоя F /или F<sub>2</sub> /.

Международный геофизический год 1957–58 гг. совпадает с максимумом солнечной деятельности, который, как обычно, будет сопровождаться повышенной ионизацией ионосферы. Годовой ход критических частот для максимума солнечной активности 1936–1937 гг., построенный по данным одной из японских ионосферных станций, приведен на рис. 3.

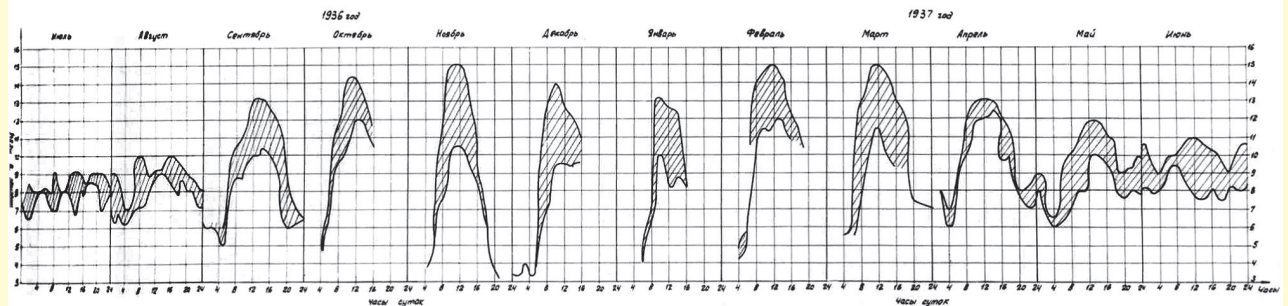


Рис. 3

Поскольку время запуска первого искусственного спутника Земли при разработке аппаратуры точно не было известно, то очевидно, что для выбора волн передатчика следовало исходить из наихудших условий, которые могут иметь место в зимний полдень, при полете спутника над максимумом слоя F.

Прогнозы на 1957 г. давали рост критических частот летом до 10 МГц, а осенью и зимой /полдень/ до 15 МГц. Отсюда следовало, что частота радиопередатчика спутника не могла быть выбрана ниже 15 МГц.

Наибольшая частота, при которой радиоволны отражаются от ионосферы, зависит не только от электронной концентрации слоя, но и от угла падения волны на слой. При переходе от вертикального падения волны к наклонному, частота, при которой возможно отражение от данного слоя, возрастает.

На рис. 4 показана схема возможного хода радиолучей от спутника, находящегося над ионизированным слоем.

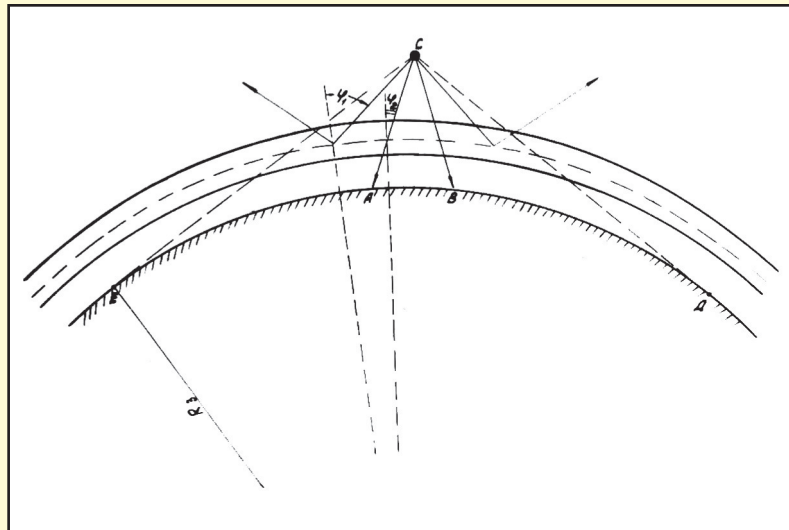


Рис. 4

Частота отражения при вертикальном зондировании  $f_{кр}$  приближенно связана с частотой отражения при наклонном падении  $f'$  так называемым "законом косинуса":

$$f' = \frac{f_{кр}}{\cos \varphi} \quad (2)$$

При некотором значении угла падения волны  $\varphi / \varphi_1$  на рис. 4/:

$$f_I \leq \frac{f_{кр}}{\cos \varphi}, \quad (3)$$

и радиоволна, отразившись от слоя, уходит в мировое пространство. Земной поверхности достигнут только лучи внутри некоторого конуса ABC. Угол при вершине этого конуса будет тем больше, чем выше частота радиосигнала.

Кроме простейшей схемы распространения, показанной на рис. 4, могут наблюдаться более сложные траектории луча, при которых



возможен прием сигнала даже за пределами конуса оптической видимости /ЕСД/, например, путем многократных отражений между ионосферным слоем и землей /рис. 5/, между слоями  $F_2$  и  $F_1$ ,  $E_{sp}$  и т.п.

Однако такие виды распространения являются аномальными и на них нельзя ориентироваться.

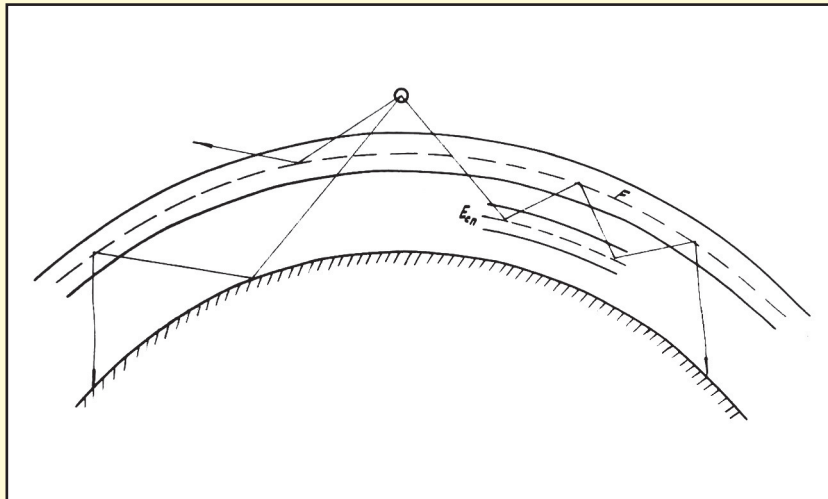


Рис. 5

Для пеленгования радиосигналов спутника предполагалось использовать существующую разветвленную пеленгационную сеть, оборудованную радиопеленгаторами типа "Круг". Верхние частоты пеленгаторов этого типа лежат несколько выше 20 Мгц. Число пеленгаторов /"Лето"/, способных работать в более высоком диапазоне /до 60 Мгц/, невелико и точность их значительно ниже. Это обстоятельство является основным ограничением в выборе рабочей частоты передатчика спутника.

Для организации массовых наблюдений сигналов спутника радиолюбителями необходимо учитывать поддиапазоны частот, отведенные для радиолобительских связей.

Трудно было ожидать, что широкие массы радиолюбителей сумеют создать и освоить новую радиоприемную аппаратуру в короткие

сроки. Следовательно, с этой точки зрения желательно было выбрать частоту радиопередатчика спутника где-то вблизи отведенных радиолобителям диапазонов.

Исходя из изложенных выше соображений, из которых определяющими являются наихудшие ионосферные условия /  $f_{кр} \approx 15$  мгц / и наивысшая частота пеленгаторов типа "Круг", нами после предварительного выяснения насыщенности диапазона радиопередающими средствами и согласования с радиоинспекцией Министерства связи СССР была выбрана частота 20,005 Мгц.

Выбранная частота лежит довольно близко от ожидаемой в 1957-58 гг. наивысшей критической частоты слоя F / в зимний полдень  $f_{кр} \approx 15$  Мгц / . Поэтому при полете спутника можно было ожидать таких условий, когда конус слышимости сигнала / АСВ на рис. 4 / будет значительно меньше конуса, определяемого оптической видимостью. Кроме того, радиоволны в конусе слышимости должны претерпевать значительное затухание в слое F / около 10 дб / .

Длительность сеанса приема радиосигнала в этих условиях, которая вообще мала и составляет единицы минут, еще более сокращается, что должно затруднить наблюдения за радиосигналами спутника.

С этой точки зрения желательно было бы выбрать рабочую частоту передатчика спутника по крайней мере в 2÷3 раза выше, чем ожидаемая в 1957-58 гг. наивысшая критическая частота слоя F. Однако на такой частоте невозможно было организовать надежную и широкую сеть пеленгации, основанную на существующих радиосредствах.

Требования надежности работы передатчика могли бы быть удовлетворены путем полного приборного дублирования. Поэтому в

связи с изложенными выше соображениями возникла мысль об одновременном использовании второго радиопередатчика с другой, достаточно высокой частотой (для которой условия распространения в ионосфере были бы всегда благоприятны) и который уменьшил бы вероятность полного выхода из строя бортовых радиопередающих средств.

Эти соображения привели к решению применить дублирующий комплект передатчика спутника с частотой, выбранной в пределах  $/2\div 3/ f_{кр.мах}$ .

Номинал второй частоты был выбран на границе любительского семиметрового диапазона, а именно 40,002 Мгц. При полете спутника выше слоя F конус слышимости на частоте 40,002 Мгц должен был быть шире, чем на частоте 20,005.

Разница времени появления и исчезновения радиосигналов на этих частотах при полете спутника над данной местностью будет зависеть от состояния ионосферы и высоты полета спутника на данном участке орбиты. Регистрация этой разницы времени, относительного уровня сигнала на 2 частотах, частот Доплера для обеих радиоволн должна позволить получить новые сведения о структуре ионосферы. При этом важно, чтобы эти наблюдения имели массовый характер. Это можно было достигнуть путем привлечения к радионаблюдениям, кроме специальных радиостанций, широкого круга советских и зарубежных радиолюбителей.

## 2. МОЩНОСТЬ ПЕРЕДАТЧИКОВ

Мощность передатчиков должна быть такой, чтобы обеспечить уверенный прием радиосигналов с помощью приемных устройств, обладающих относительно невысокой чувствительностью  $/3\div 5$  мкв/.

Приемниками такой чувствительности обладает большинство радиолюбителей.

В то же время при заданном весе батареи питания должна быть обеспечена непрерывная работа передатчика в течение I4÷I5 суток.

При оценке необходимой мощности излучения необходимо иметь в виду наихудшие условия связи, т.е. максимально возможную даль-

ность и наихудшие ионосферные условия /зимний полдень/.

Максимальная дальность связи соответствует положению спутника на оптическом горизонте по отношению к приемному пункту, причем спутник находится на апогее орбиты /рис. 6/. При высоте апогея  $H_a \approx 700$  км максимальная дальность связи прямым лучом около  $S \approx 3000$  км.

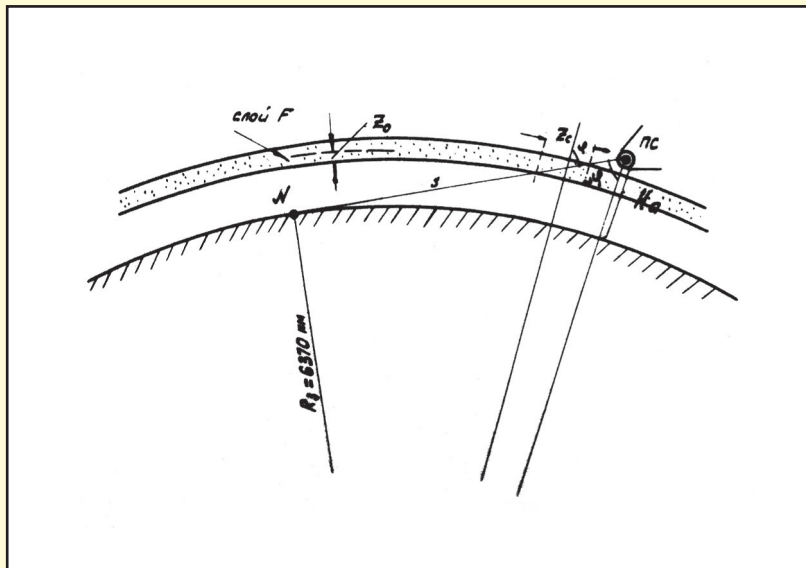


Рис. 6

Наихудшие ионосферные условия, очевидно, имеют место при полете спутника над максимумом слоя F в зимний полдень.

Были приняты следующие исходные данные, характерные для слоя F в зимний полдень в 1957–58 гг.

Максимальная концентрация электронов  $N_{\max} \approx 2 \cdot 10^6 \text{ см}^{-3}$ .

Число соударений  $\nu = 10^3 \div 10^4 \text{ сек}^{-1}$

Полутолщина слоя F  $z_0 = 100 \div 300 \text{ км}$ .

Для приближенной оценки поглощения считалось, что радиоволны, не преломляясь, проходят через некоторый эквивалентный однородный слой толщиной  $z_c$  и электронной концентрацией  $N_{\text{ср}}$ .

$$z_c \approx \frac{2z_0}{\cos \varphi}, \quad (4)$$

где  $\varphi$  - угол падения волны на реальный слой,

$$\varphi_{\max} = \arcsin \frac{R_z}{R_z + H_a} \approx 65^\circ .$$

$R_z$  - радиус земли.

Удельное затухание на 1 км пути

$$B \cdot \left( \frac{dB}{\text{км}} \right) \approx 46 \cdot 10^3 \frac{N_{\text{ср}} \nu}{\omega^2} . \quad (5)$$

Полное затухание  $B(q\delta) = z_c B'$ . Считая, как это обычно делается при расчетах поглощения радиоволн, что в реальном слое F распределение электронной концентрации близко к параболическому

$$N = N_{\max} \left( 1 - \frac{z^2}{z_0^2} \right) \quad (6)$$

для эквивалентного однородного слоя той же толщины:

$$N_{\text{ср}} = \frac{2}{3} N_{\max} . \quad (7)$$

Приняв для всей толщины слоя среднее значение числа соударений  $\nu = 5 \cdot 10^3$ , получили:

$$\begin{aligned} \text{для } f_1 = 40 \text{ МГц,} & \quad B_1 \approx 1,75 \text{ дБ,} \\ f_2 = 20 \text{ МГц,} & \quad B_2 \approx 7 \text{ дБ.} \end{aligned}$$

Для свободного пространства напряженность поля в точке приема оценивается формулой

$$E_{\text{эф}} \left( \frac{\text{мВ}}{\text{м}} \right) \approx \frac{222 \sqrt{P_{\text{квт}}}}{r_{\text{км}}} . \quad (8)$$

При чувствительности приемников  $E_0 \approx 5$  мкв и действующих высотах приемных антенн 5 и 2,5 м /полуволновые вибраторы для частот 20 и 40 Мгц/ с учетом затухания в слое F по формуле /8/ необходима мощность излучения около 1 вт на каждой из частот.

Если бы прием радиосигналов спутника рассчитывался только на профессиональную сеть, где чувствительность радиоприемников в телеграфном режиме при полосе 1 кгц составляет не менее 0,5 мкв, то было бы достаточно иметь мощность излучения порядка 10 мвт.

### 3. ВЫБОР РАДИОЛАМП

Вследствие небольших размеров спутника, очень желательным было бы построение передатчиков на кристаллических триодах. Ожидаемое значительное сокращение объема и веса источника питания позволило бы, вероятно, установить дополнительно аппаратуру для выполнения научных наблюдений. Однако одним из основных условий применения германиевых кристаллических триодов является гарантированное сохранение температуры в спутнике ниже  $+50^\circ\text{C}$ . Поскольку температурный режим внутри спутника во время разработки радиостанции был довольно неопределенен, требования надежности исключали даже частичное применение полупроводниковых элементов в схеме передатчика.

При выборе типа ламп учитывались следующие критерии:

1. Способность генерировать около 1 вт на частотах до 40 Мгц.
2. Способность выдерживать в холодном состоянии вибрационные и линейные перегрузки, свойственные ракете-носителю на активном участке траектории.
3. Долговечность не менее 500 час.
4. Минимальные габариты.
5. Наибольшая экономичность.



Требованиям I-4 удовлетворяют стандартные приемно-усилительные лампы сверхминиатюрной серии "Дробь", "Пальма" и миниатюрной /пальчиковой серии/.

Поскольку генератор, спроектированный на любой из этих ламп, обладает приблизительно одинаковым потреблением по анодным цепям, то при выборе ламп по признаку экономичности прежде всего следовало обратить внимание на экономичность цепи накала. Относительное потребление энергии по цепи накала пентодных радиоламп, работающих в генераторном или усилительном режимах, составляет: для ламп пальчиковой серии 50 - 60%, для ламп серии "Дробь" 30-40%, для ламп серии "Пальма" 10-12%.

Наиболее экономичными являются лампы серии "Пальма". Однако реальные схемы передатчиков, спроектированные на упомянутых типах ламп, могут отличаться как по количеству использованных ламп, так и другими схемными особенностями, влияющими на экономичность прибора в целом. Поэтому были проработаны схемы на всех трех типах ламп.

Основным техническим требованиям могут удовлетворить двухкаскадные передатчики со стабилизированным кварцем возбуждателем и двухтактным усилителем высокой частоты, собранными на лампах типа 6Ж1Б /"Дробь"/ или 2П19Б /"Пальма"/, или одноламповый передатчик, собранный на пальчиковой лампе типа 6Ж5П по схеме с электронной связью и кварцевым возбуждателем в цепи экранной сетки. В табл. I приведены основные энергетические соотношения для этих схем.



Таблица I

Вид схемы	Задающий генератор с кварцевой стабилизацией и двухтактный УВЧ на лампах:		Одноламповая схема с электронной связью на лампе:
	2ПЭ9Б	6Ж1Б	6Ж5П
Мощность, потребл. цепями накала /вт/	1,44	7,5	5,7
Мощность, потребл. цепями анода и экр. сеток /вт/	5÷6	5÷6	4,0
Общее потребл. /вт/	7	13	9,7
Мощность в ант. /вт/	1	1	1
Полный КПД /%/	14	7÷8	9÷10
Относит. мощн. потребл. на накал /%/	21	57	60

Как видно из таблицы, схема с использованием трех ламп типа 2ПЭ9Б является наиболее экономичной, даже несмотря на то, что в третьей схеме /на 6Ж5П/ используется только одна лампа.

Схема на лампах 2ПЭ9Б и была принята к осуществлению.

Для обеспечения питания передатчика применена аккумуляторная батарея, состоящая из двух групп новых, ранее не выпускавшихся промышленностью серебряно-цинковых аккумуляторов, разработанных Научно-исследовательским элементарно-электроугольным институтом МЭП.

Накальная батарея имеет напряжение 7,5 в  $\begin{matrix} +20\% \\ -6\% \end{matrix}$  и состоит из 5 элементов СЦД-70 емкостью 140а-ч. Анодная имеет 130в  $\begin{matrix} +20\% \\ -6\% \end{matrix}$  состоит из 86 элементов СЦД-18 /емкостью 30а-ч/ и имеет отводы для питания экранных и пентодных сеток передатчика и манипулято-

ра: 90 в, 20 в и 10 в. Вес батареи около 50 кг.

Более подробно с конструкцией и характеристиками источников питания можно ознакомиться в "Техническом проекте по разработке источников питания для об"екта Д". НИЭЭИ /инв. № 701/.

#### 4. МОДУЛЯЦИЯ

##### Род работы, выбор способа манипуляции и типа реле

Сигнал в виде непрерывного излучения трудно выделить при большом уровне помех, создаваемых радиостанциями, промышленными электроустановками, интерференционными свистами. Поэтому при разработке было решено каким-то образом "окрасить" радиосигналы. При выборе вида "окраски", то есть вида модуляции или манипуляции необходимо принять во внимание следующее:

1. Прием сигналов на Земле должен производиться стандартными связными радиоприемными устройствами.

2. Сигналы должны иметь четыре вида окраски, ясноразличимые на слух, один из которых должен соответствовать нормальным внешним условиям работы передатчика / $0 \leq t \leq +50^\circ\text{C}$ ;  $p > 250$  мм рт.ст./, а три других должны отвечать нарушению нормальных внешних условий, соответственно с замыканием или размыканием контактных групп сигнализаторов изменения температуры или давления внутри спутника.

3. Сигналы должны иметь вид, удобный для специальных пеленгаторных установок.

4. Способ "окраски" должен отвечать наиболее экономичному режиму питания передатчиков.

Совокупность всех требований обусловила выбор "окраски" сигналов в виде кратковременных посылок, поочередно излучаемых каждым из двух передатчиков /на частотах 20 и 40 Мгц/. Для получения кратковременных, управляемых по длительности посылок, применен способ отпирания и запираания ламп УВЧ по цепям экранных сеток, осуществляемый специальным манипулятором.

Длительность посылок, соответствующих номинальным условиям работы, около 400 мсек. При срабатывании сигнализаторов температур и давлений резко изменяется длительность посылок соответствующих передатчиков. Излучение на одной частоте соответствует паузе на другой частоте.

При выборе схемы и элементов манипулятора основным соображением являлось достижение наибольшей экономичности по потреблению от источника питания при малых габаритах и малом весе. Подлежащий коммутации ток /удвоенный экранный ток УВЧ/ составляет при напряжении 90в около 12 ма.

Электронная схема манипулятора была отклонена, так как общее электропитание ламп манипулятора /анодный ток которых составит не менее 12 ма/ значительно снижает общий к.п.д. передатчика.

Другим вариантом схемы манипулятора могла бы явиться схема с газоразрядными приборами, включенными последовательно в цепь обмоток реле. Но все подходящие неоновые лампы и стабилизаторы напряжения не являются вибропрочными.

По этим причинам была применена релейная схема, работающая по принципу пульс-реле. Из всех типов, выдерживающих необходимое число срабатываний, было выбрано наиболее чувствительное поляризованное реле типа РИС-4, з-да "Красная Заря". Согласно ТУ РС04520I4, оно работает при окружающей температуре  $-60 \div +70^\circ$  при относительной влажности  $30 \div 80\%$ . Оно выдерживает постоянное

ускорение до 20 g и вибрацию мест крепления до 4 g при частотах 20-100 гц. За заводом гарантируется 4 миллиона срабатываний.

В номинальном режиме число срабатываний за 14 суток должно составить около 3 миллионов. Релейная схема при сравнительно небольших габаритах потребляет сравнительно мало энергии - около 20 мвт. На рис. 7 приведена принципиальная схема манипулятора.

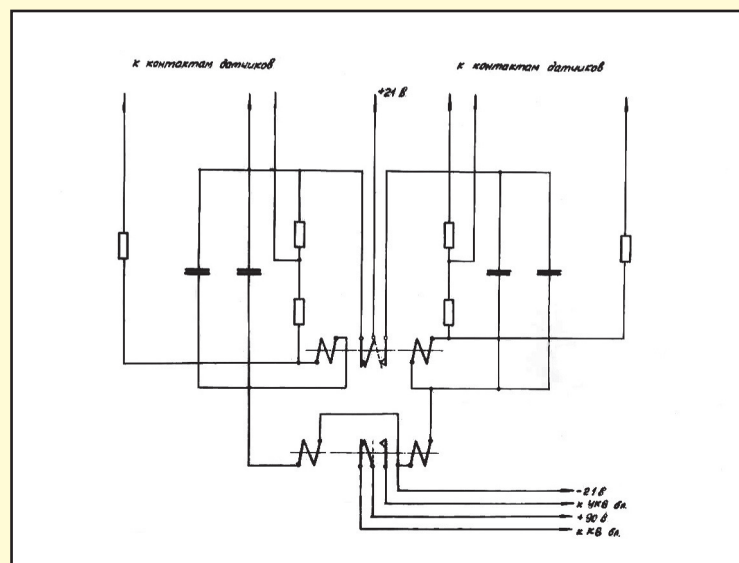
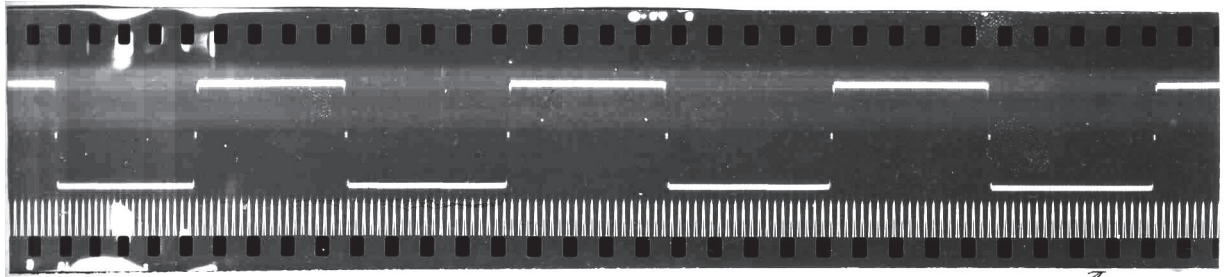


рис. 7

На рис. 8 изображены посылки самого манипулятора. Верхние посылки соответствуют отпиранию коротковолнового передатчика, нижние - отпиранию ультракоротковолнового передатчика. В такт с этими посылками будут следовать высокочастотные посылки передатчиков.

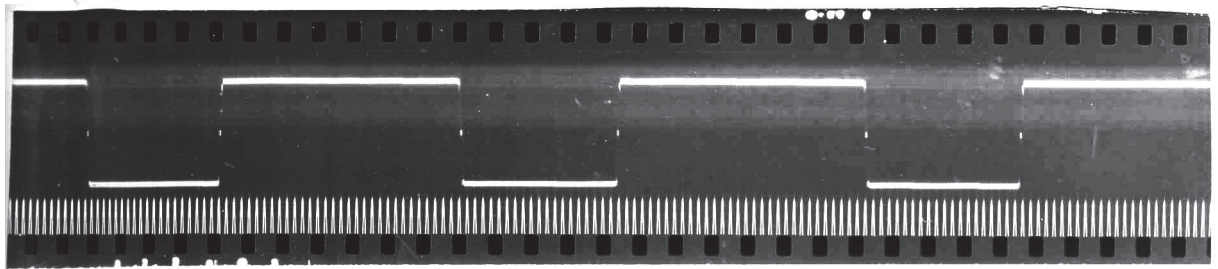
## 5. АНТЕННЫ

В связи с тем, что оба передатчика работают поочередно, наилучшим вариантом было бы использование одной общей антенны. Однако предварительная проработка этого варианта показала, что фильтры, необходимые для нормальной работы антенны с одновременно подключенными к ней выходами двух передатчиков, при выполнении на длинных линиях получаются громоздкими. Если же сделать фильтры

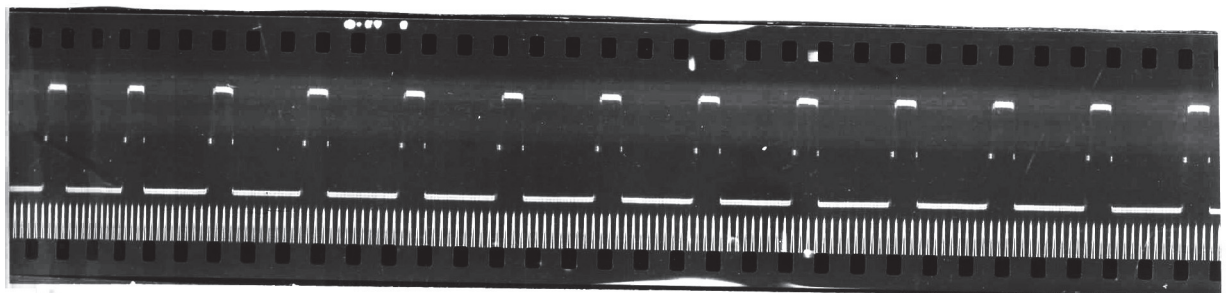


$0 < t < + 50^{\circ}\text{C}$  ;  $p > 250 \text{ мм. рт. ст.}$

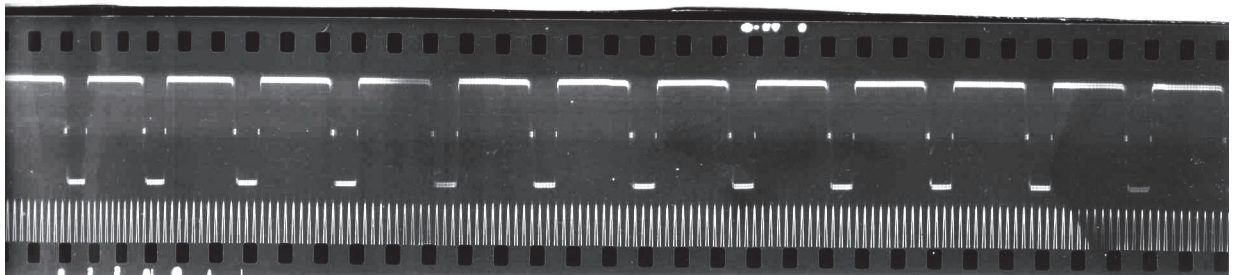
50 ч



$t < 0^{\circ}\text{C}$  ;  $p > 250 \text{ мм. рт. ст.}$



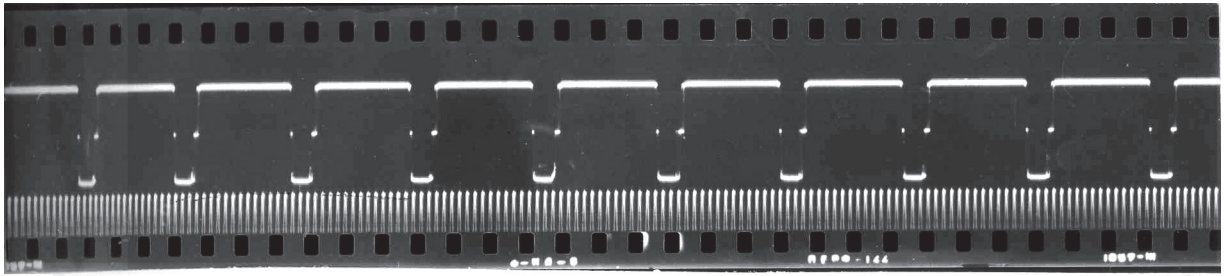
$t > + 50^{\circ}\text{C}$  ;  $p > 250 \text{ мм. рт. ст.}$



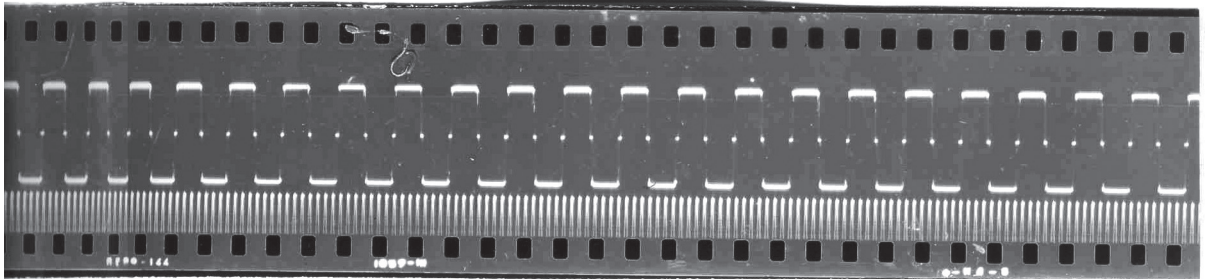
$p < 250 \text{ мм. рт. ст.}$

Рис.8

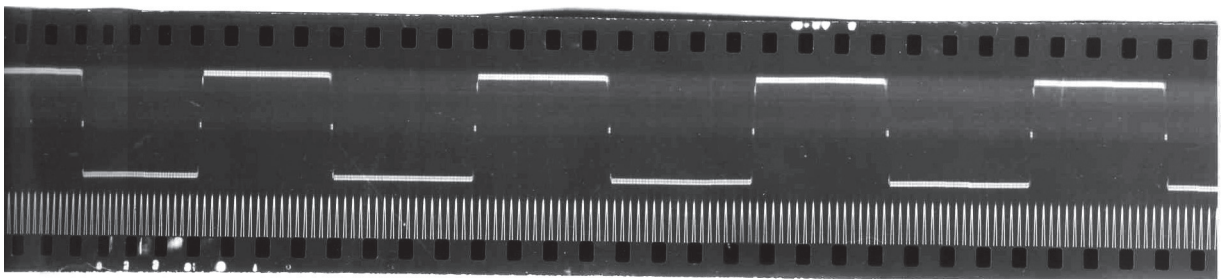




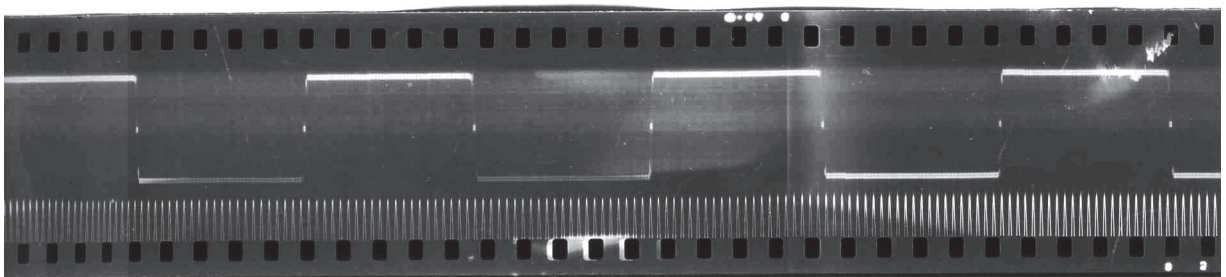
$t < 0^{\circ}\text{C}$  ;      $p < 250 \text{ мм. рш. см.}$



$t > +50^{\circ}\text{C}$  ;      $p < 250 \text{ мм. рш. см.}$



$E = E_{\text{НОМ}} + 10\%$  ;      $0 < t < +50^{\circ}\text{C}$  ;      $p > 250 \text{ мм. рш. см.}$



$E = E_{\text{НОМ}} - 6\%$  ;      $0 < t < +50^{\circ}\text{C}$  ;      $p > 250 \text{ мм. рш. см.}$

Рис. 8

на сосредоточенных постоянных, то они вносят большие потери и имеют весьма критичную настройку.

От различных вариантов мягких антенн пришлось отказаться, так как невозможно было бы обеспечить определенность их формы в условиях невесомости.

Для получения диаграмм направленности антенн, не имеющих резких минимумов, выбраны угловые антенны. Такие антенны хорошо конструктивно сопрягаются с головной частью ракеты-носителя, причем обеспечивается сохранность штырей при запуске и не ухудшаются аэродинамические свойства ракеты.

Из этих соображений были применены две жестких дипольных угловых антенны, диполи которых расположены в двух взаимноперпендикулярных плоскостях. Антенные штыри через стеклотекстолитовые изоляторы крепятся к корпусу контейнера спутника. Штыри запитываются ленточными проводниками, которые через герметизированные вводы соединяются со средними жилами высокочастотных коаксиальных кабелей; оплетка кабелей соединяется с корпусом контейнера.

Длина штырей ультракоротковолновой антенны  $2,4 \text{ м} / 0,132 \lambda /$ , а коротковолновой  $2,9 \text{ м} / 0,13 \lambda /$ . Меньшая по сравнению с  $0,25 \lambda$  длина этих штырей была обусловлена длиной образующей головной части ракеты-носителя.

На рис. 10, 11, 12 и 13 приведены диаграммы направленности антенн. Они были сняты для двух углов раствора антенн при выбранной системе координат, изображенной на рис. 9.

На рис. 10 изображена диаграмма направленности ультракоротковолновой антенны  $E_{\theta} = \Psi(\theta)$  при  $\varphi = 0$  с углом раствора  $2\alpha = 48^{\circ}$ ; на рис. 11 - коротковолновой при  $\varphi = 0$ ;  $2\alpha = 48^{\circ}$  на рис. 12 - ультракоротковолновой при  $\varphi = 0$ ;  $2\alpha = 70^{\circ}$  на рис. 13 - коротковолновой при  $\varphi = 0$ ;  $2\alpha = 70^{\circ}$

Диаграммы направленности  $E_{\theta} = f(\theta)$  при  $\varphi = 90^{\circ}$  для каждой из антенн представляют собой круг.



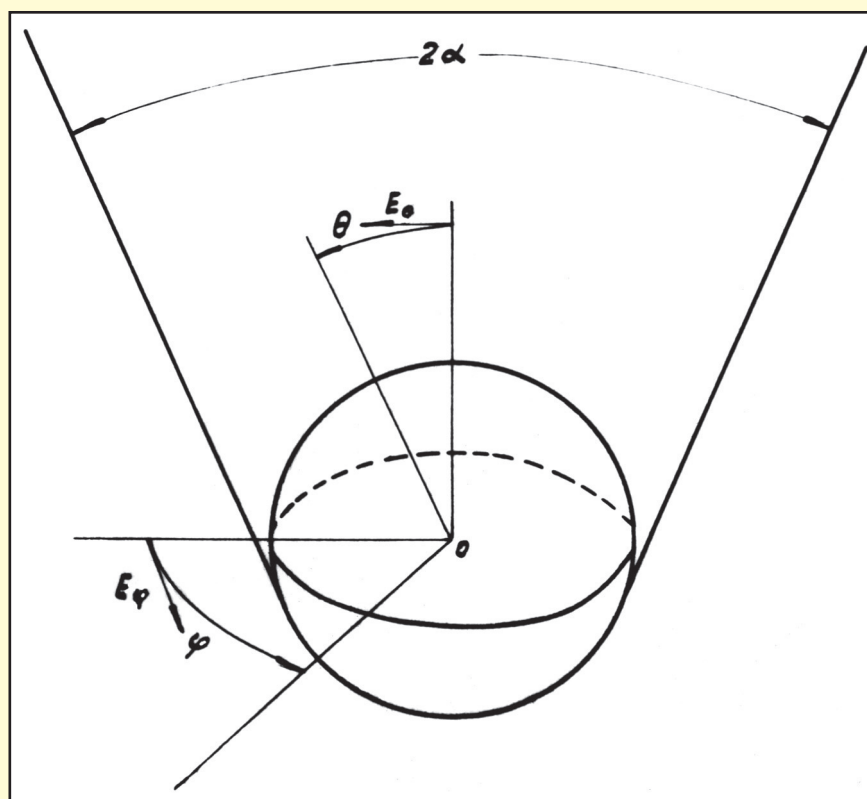


Рис.9

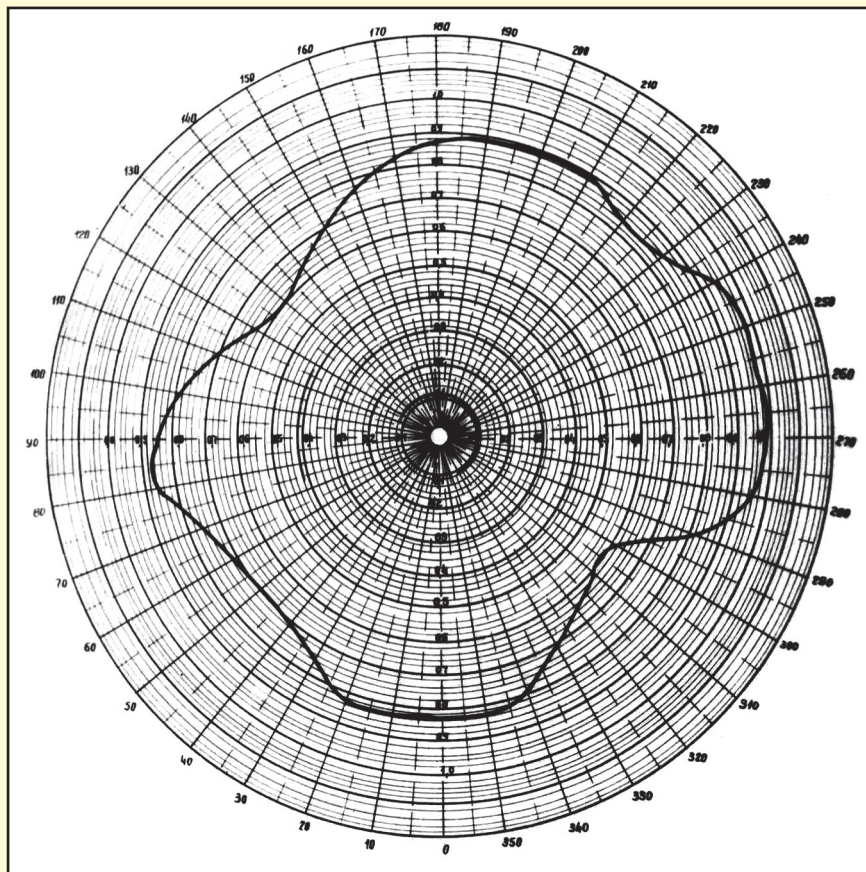


Рис. 10

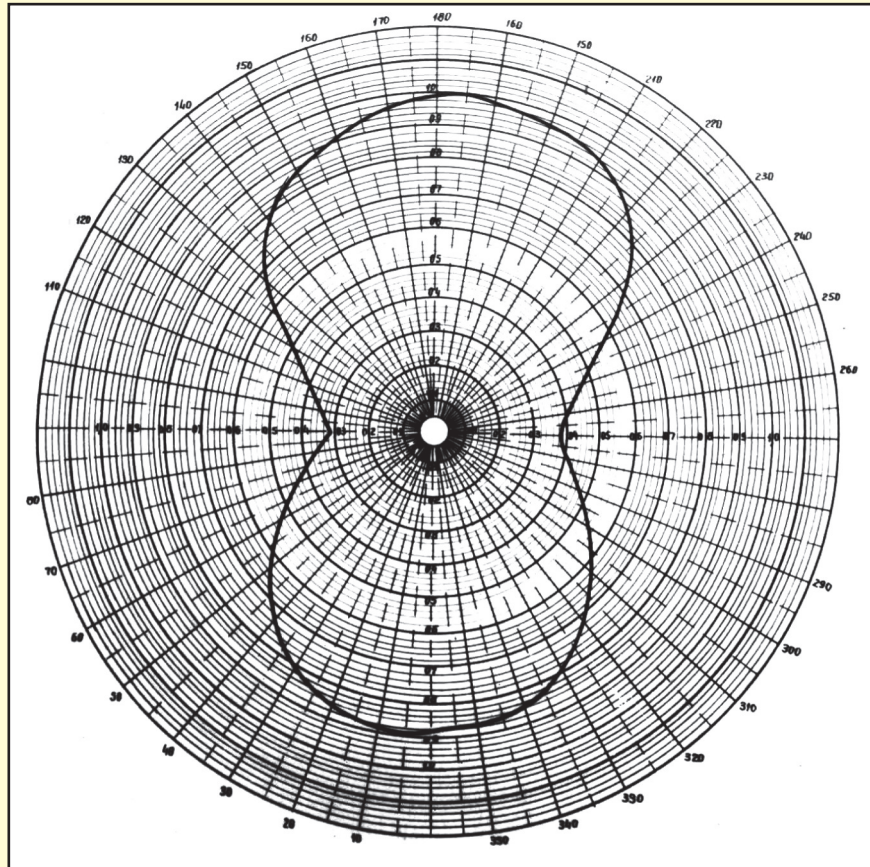


Рис. II

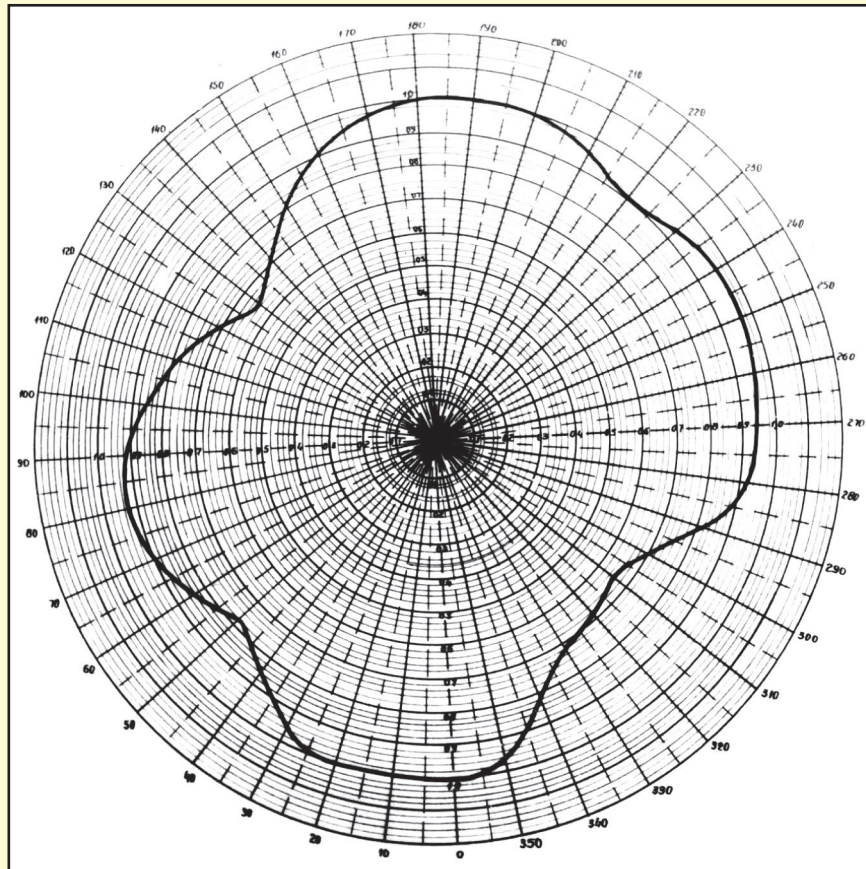


Рис. 12



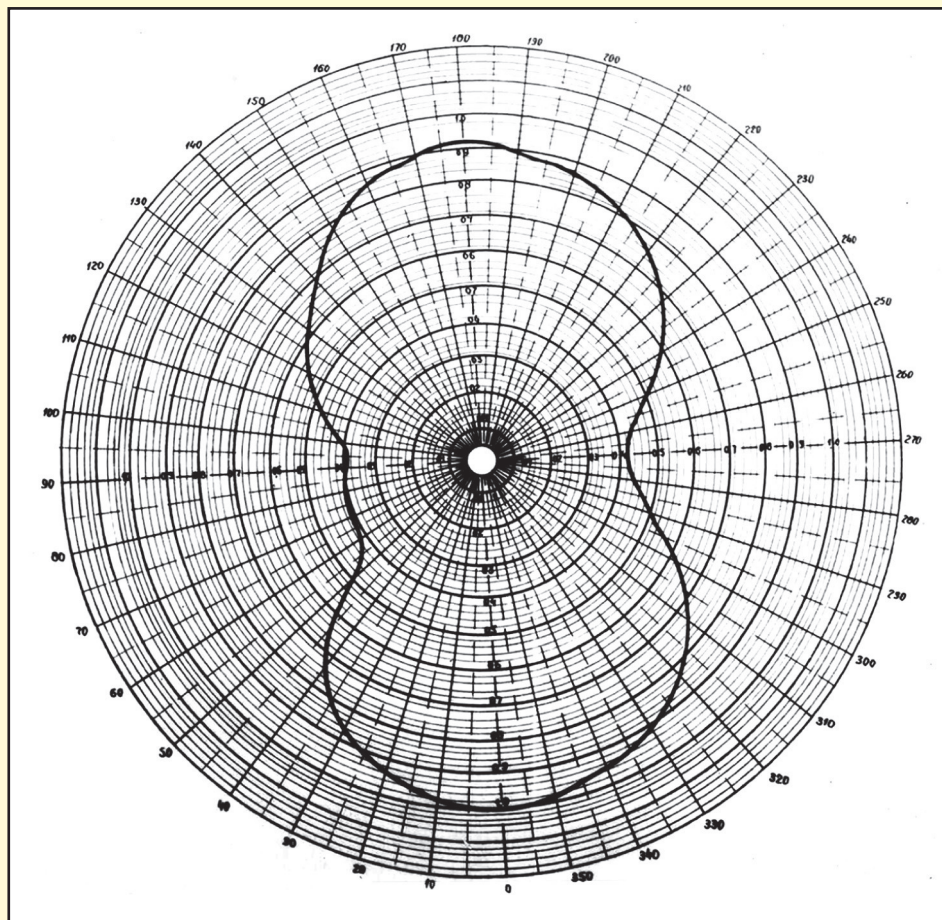


Рис. 13

## 6. СХЕМА И КОНСТРУКЦИЯ

Принципиальная схема прибора приведена на рис. I4. Сверху расположена схема ультракоротковолнового передатчика /  $\lambda = 7,5$  м/, внизу - коротковолнового /  $\lambda = 15$  м/ передатчика, схема манипулятора дана слева, внизу. Схема задающих генераторов тритетная, генератор собран по схеме Пирса с кварцем, включенным между сеткой и анодом триодной части лампы /роль анода триодной части лампы играет экранирующая сетка/. В анодную цепь лампы включен контур, настроенный на 20 мгц в коротковолновом и на 40 мгц в ультракоротковолновом передатчике. Так как оба кварца работают на частоте 20 мгц, то в ультракоротковолновом передатчике по анодной части осуществляется удвоение частоты.

В цепях катодов ламп  $L_1$ ,  $L_4$  включены колебательные контуры, образованные соединенными в параллель катушками  $L_1L_2$ /или  $L_5L_6$  /, конденсатором  $C_6$  /или  $C_27$ /, междуэлектродными емкостями лампы / $L1$  или  $L4$ / и паразитными емкостями.

Анодный контур образуется катушкой  $L_3$ /или  $L_7$ / конденсатором  $C11$  /или  $C32$ ,  $C34$ / и вносимыми емкостями. Конденсатор  $C12$  /или  $C33$ / служит для симметрирования анодного контура по отношению к земле, что необходимо для перехода к двухтактной схеме питания сеток УВЧ. Связь с УВЧ - емкостная, осуществляемая через переходные конденсаторы  $C14$ ,  $C15$  /или  $C36$ ,  $C37$ /.

Автоматическое смещение на сетки ламп УВЧ вырабатывается за счет сеточных токов на сопротивлениях  $R_8$ ,  $R_9$  /или  $R11$ ,  $R12$ /.

Анодный контур УВЧ образован катушкой  $L_4$  /или  $L_8$ /, конденсаторами  $C21$ ,  $C22$ ,  $C23$ ,  $C24$ ,  $C25$  /или  $C44$ ,  $C45$ ,  $C46$ / и всеми вносимыми емкостями.

Связь ультракоротковолнового передатчика с антенной - емкостная.

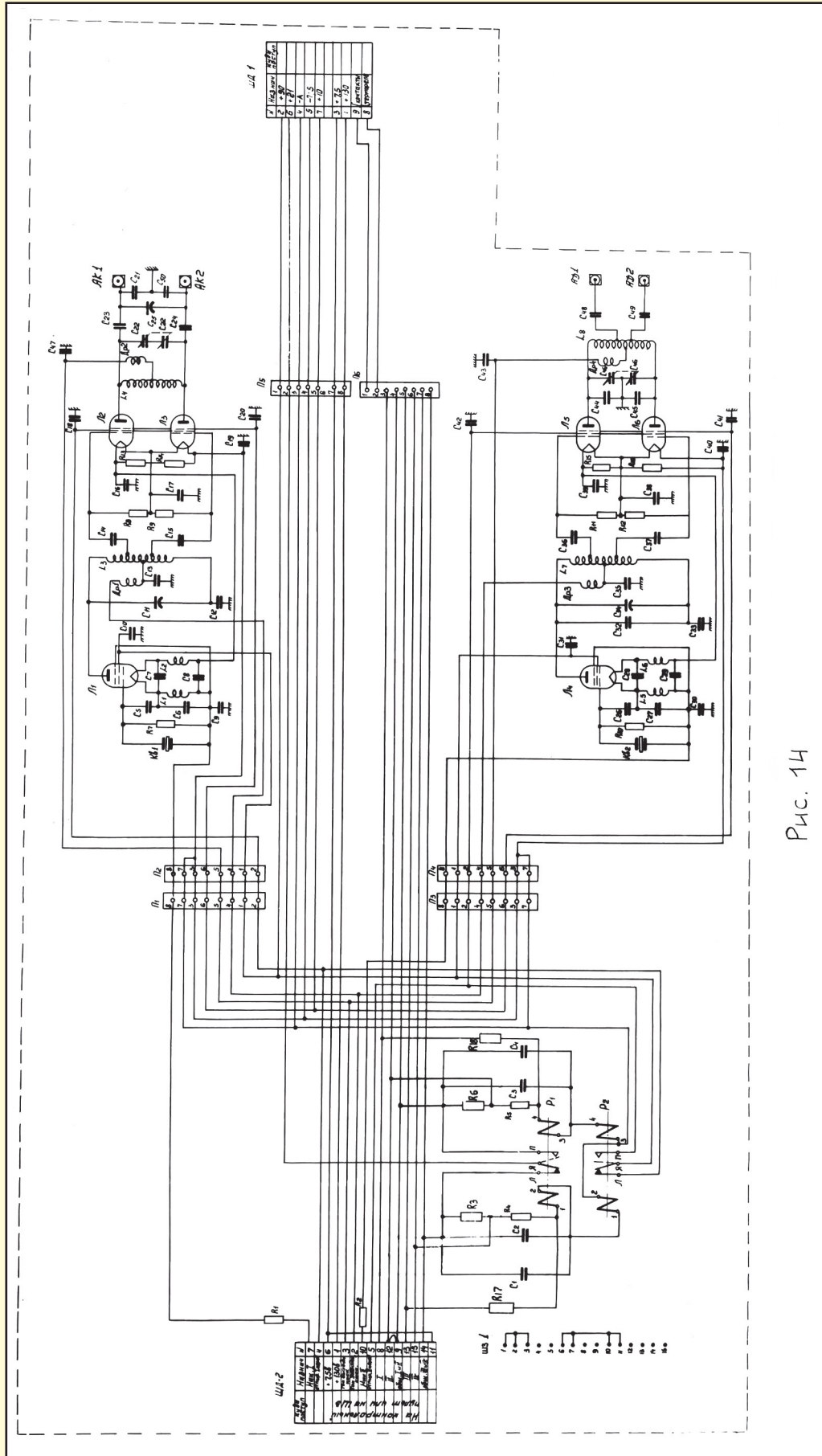


Рис. 14



ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ

Полные обозначения	ГОСТ, ВТУ, журнал, чертеж	Наименование и тип	Основные данные, номинал	К-во	Примеч.	Исполн.
R1	ИГО.5.634.109	Сопротивление		1		
R2	ИГО.5.634.109	Сопротивление		1		
R3	ОЖСД.467.007ТХ	Сопротив. ОМЛТ-0,5-16000-П-Б		1	100 прн рез. 10000 ± 24000	
R4	ОЖСД.467.007ТХ	Сопротив. ОМЛТ-0,5-75000-П-Б		1	100 прн рез. 43000 ± 8000	
R5	ОЖСД.467.007ТХ	Сопротив. ОМЛТ-0,5-75000-П-Б		1	100 прн рез. 43000 ± 8000	
R6	ОЖСД.467.007ТХ	Сопротив. ОМЛТ-0,5-16000-П-Б		1	100 прн рез. 10000 ± 24000	
R7	ОЖСД.467.007ТХ	Сопротив. ОМЛТ-0,5-0,13-П-Б		1		
R8	ОЖСД.467.007ТХ	Сопротив. ОМЛТ-0,5-22000-П-Б		1	100 прн рез. 20000 ± 24000	
R9	ОЖСД.467.007ТХ	Сопротив. ОМЛТ-0,5-22000-П-Б		1	100 прн рез. 20000 ± 24000	
R10	ОЖСД.467.007ТХ	Сопротив. ОМЛТ-0,5-0,13-П-Б		1		
R11	ОЖСД.467.007ТХ	Сопротив. ОМЛТ-0,5-22000-П-Б		1	100 прн рез. 20000 ± 24000	
R12	ОЖСД.467.007ТХ	Сопротив. ОМЛТ-0,5-22000-П-Б		1	100 прн рез. 20000 ± 24000	
R13	ОЖСД.467.007ТХ	Сопротив. ОМЛТ-0,5-240-П		1	100 прн рез. 220 ± 270	
R14	ОЖСД.467.006ВУ	Сопротив. ОВС-0,25-1-91-П		1	100 прн рез. 82 ± 110	
R15	ОЖСД.467.007ТХ	Сопротив. ОМЛТ-0,5-240-П		1	100 прн рез. 220 ± 270	
R16	ОЖСД.467.006ВУ	Сопротив. ОВС-0,25-1-91-П		1	100 прн рез. 82 ± 110	
R17	ОЖСД.467.007ТХ	Сопротив. ОМЛТ-0,5-18000-П-Б		1	100 прн рез. 10000 ± 30000	
R18	ОЖСД.467.007ТХ	Сопротив. ОМЛТ-0,5-18000-П-Б		1	100 прн рез. 10000 ± 30000	
C1	ОЖСД.462.015ТУ	Конденс. ОМБГ-1-160-4-(25мм)-П		1		
C2	ОЖСД.462.015ТУ	Конденс. ОМБГ-1-160-4-(25мм)-П		1		
C3	ОЖСД.462.015ТУ	Конденс. ОМБГ-1-160-4-(25мм)-П		1		
C4	ОЖСД.462.015ТУ	Конденс. ОМБГ-1-160-4-(25мм)-П		1		
C5	ОЖСД.460.009ТУ	Конденс. ОКТК-1-М-4-П		1		
C6	ОЖСД.460.009ТУ	Конденс. ОКТК-1-М-20-П		1		
C7	ГОСТ 711-54	Конденс. СГМ-2-250-Г-1200-П		1		
		Составил	Майко	14.4.54		
		Проверил	Майко	9.5.54		
		И.контр.	Кузнецов	14.4.54	ИГО.2.019.001 с.х.9	
Лит.	Кол.	№ проекта	Подп.	Дата	Лист	Всего листов
					2	5

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ

Позиционные обозначения	ГОСТ, ВТУ, журнал, чертёж	Наименование и тип	Основное количество, единица	К-во	Примеч.	замеч. пр.
C8	Гост 7111-54	Конденсат. СГМ-2-250-Г-1200-II		1		
C9	450.460.014ТУ	Конденсат. КТПС-1		1		
C10	450.460.014ТУ	Конденсат. КТПС-1		1		
C11	855504.023Сп	Конденсат. подстроечный		1		
C12	ажс.460.009ту	Конденсат. ОКДК-1-М-6-II		1	подобрать 8+7	
C13	Гост 7111-54	Конденсат. СГМ-1-250-Г-560-II		1		
C14	ажс.460.009ту	Конденсат. ОКТК-1-Д-100-II		1		
C15	ажс.460.009ту	Конденсат. ОКТК-1-Д-100-II		1		
C16	450.460.015ТУ	Конденсат. КО-2-СК-3600		1		
C17	Гост 7111-54	Конденсат. СГМ-4-250-Г-1000-II		1		
C18	450.460.015ТУ	Конденсат. КО-2-СК-3600		1		
C19	450.460.015ТУ	Конденсат. КО-2-СК-3600		1		
C20	450.460.015ТУ	Конденсат. КО-2-СК-3600		1		
C21	ажс.460.009ту	Конденсат. ОКТК-1-М-99-II		1	подобрать 33+38	
C22	ИИ 46.52.011Сп	Конденсат. переменный		1		
C23	ажс.460.009ту	Конденсат. ОКТК-2-М-47-II		1	подобрать 36+51	
C24	ажс.460.009ту	Конденсат. ОКТК-2-М-47-II		1	подобрать 36+51	
C25	ажс.460.010ту	Конденсат. ОКПК-1-9/25		1		
C26	ажс.460.009ту	Конденсат. ОКТК-1-М-8-II		1		
C27	ажс.460.009ту	Конденсат. ОКТК-1-М-20-II		1		
C28	Гост 7111-54	Конденсат. СГМ-2-250-Г-1200-II		1		
C29	Гост 7111-54	Конденсат. СГМ-2-250-Г-1200-II		1		
C30	450.460.014ТУ	Конденсат. КТПС-1		1		
C31	450.460.014ТУ	Конденсат. КТПС-1		1		
C32	ажс.460.009ту	Конденсат. ОКТК-1-М-36-II		1	подобрать 20+39	
C33	ажс.460.009ту	Конденсат. ОКДК-1-М-6-II		1	подобрать 3+7	
C34	855504.023Сп	Конденсат. подстроечный		1		
C35	Гост 7111-54	Конденсат. СГМ-2-250-Г-1200-II		1		
C36	ажс.460.009ту	Конденсат. ОКТК-1-Д-100-II		1		
C37	ажс.460.009ту	Конденсат. ОКТК-1-Д-100-II		1		
C38	Гост 7111-54	Конденсат. СГМ-4-250-Г-1000-II		1		
C39	450.460.015ТУ	Конденсат. КО-2-СК-3600		1		
C40	450.460.015ТУ	Конденсат. КО-2-СК-3600		1		
C41	450.460.015ТУ	Конденсат. КО-2-СК-3600		1		
C42	450.460.015ТУ	Конденсат. КО-2-СК-3600		1		
C43	450.460.014ТУ	Конденсат. КТПС-1		1		
		Составил	Шапо	12.9.54		
		Проверил	Шапо	12.9.54		
		И. номер	Сидоров	Робин	ИИ02.019.0010.3	
Лит. Код	№ приказа	Штаб	Дата	Лист	3	Всего листов 5

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ

Полная обозначения	ГОСТ, ВТУ, нормаль, чертеж	Наименование и тип	Основные данные, количество	Кол-во	Примеч.
С44	ОЖС.460.009тз	Конденс. ОЖК-2-М-56-П		1	под при рез. 51+52
С45	ОЖС.460.009тз	Конденс. ОЖК-2-М-56-П		1	под при рез. 51+52
С46	ИМЧ.652.011сп	Конденсатор переменный		1	
С47	ЧВР.460.014тз	Конденс. КТЭС-1		1	
С48	Гаст7111-54	Конденс. СГМ-2-250-Г-1200-П		1	
С49	Гаст 7111-54	Конденс. СГМ-2-250-Г-1200-П		1	
С50	ОЖС.460.009тз	Конденс. ОЖК-1-М-39-П		1	под при рез. 33+38
К1-К2	ИИОУ.077.184сп	Катушки индуктивности		1	
К3	ИИО5.062.151	Контур		1	
К4	ИИО2.062.079са	Контур		1	
К5-К6	ИИОУ.777.184са	Катушки индуктивности		1	
К7	ИИО5.062.151	Контур		1	
К8	ИИО2.062.080са	Контур		1	
Л1	т.з. 30800 п.л. 4106	Лампа 2П196 "Пальма"		1	
Л2	т.з. 30800 п.л. 4106	Лампа 2П196 "Пальма"		1	
Л3	т.з. 30800 п.л. 4106	Лампа 2П196 "Пальма"		1	
Л4	т.з. 30800 п.л. 4106	Лампа 2П196 "Пальма"		1	
Л5	т.з. 30800 п.л. 4106	Лампа 2П196 "Пальма"		1	
Л6	т.з. 30800 п.л. 4106	Лампа 2П196 "Пальма"		1	
Др1	ИИО5.775.258	Дроссель		1	
Др2	ИИО5.775.258	Дроссель		1	
Др3	ИИО5.775.259	Дроссель		1	
Др4	ИИО5.775.259	Дроссель		1	
		Составил Лалло II контр Кидерев	ИИО2.019.001схэ	4	5



ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ

Позици- онное обозна- чение	ГОСТ, ВТУ, нормаль, чертеж	Наименование и тип	Основное деление, шрифт	К-во	Примеч	Размер
P1	РС0.452.014ТУ	Реле РПС-4 пост. РСЧ.520.350Д1		1		
P2	РС0.452.014ТУ	Реле РПС-4 пост. РСЧ.520.350Д1		1		
KВ1	ИЮ0.329.023ТУ	Кварц. резонатор Д-200-1		1		
KВ2	ИЮ0.329.023ТУ	Кварц. резонатор Д-200-1		1		
П1	В.65691.071сп	Колодка с лепестками		1		
П2	В.65691.071сп	Колодка с лепестками		1		
П3	В.65691.071сп	Колодка с лепестками		1		
П4	В.65691.071сп	Колодка с лепестками		1		
П5	В.65691.071сп	Колодка с лепестками		1		
П6	В.65691.071сп	Колодка с лепестками		1		
Ш1	ВЛ0.364.005ТУ	Штепсельный разъем с шир. 32 П.1091ГЧ - вышка		1		
Ш2	ВЛ0.364.002ТУ	Штепсельный разъем с шир. 36 П.15 П.14 - розетка		1		
Ш3	АУ3.647.002сп	Гнездо приборное В/Ч тип 1-19		1		
Ш4	АУ3.647.002сп	Гнездо приборное В/Ч тип 1-19		1		
Ш5	АУ3.647.002сп	Гнездо приборное В/Ч тип 1-19		1		
Ш6	АУ3.647.002сп	Гнездо приборное В/Ч тип 1-19		1		
Ш7	ИЮ3.647.001сп	Штеккер с заземлкой		1		
		Составил	Ляппо	1/2000	ИЮ2.019.001 СССЗ	
		Проверил	Ляппо	1/2000		
		Н. номер	Кудряв	1/2000		
Лист	Кол	№ проекта	Подп	Дата	Лист	Кол
					5	5

Конденсатор С25 позволяет её регулировать. Связь коротковолнового передатчика с антенной – автотрансформаторная. Сопротивления R13, R14 /или R15, R16/ служат для выравнивания напряжений накала ламп.

Питание анодов – последовательное, осуществляемое через высокочастотные дроссели Др1, Др2 /или Др3, Др4/. Конденсаторы С13, С47 /или С35, С43/ – блокировочные.

Оба передатчика питаются от общей аккумуляторной батареи. В связи с этим применено последовательное питание накалов радиоламп в каждом передатчике. При таком включении перегорание одной из ламп не приводит к бесполезной и повышенной /в случае перегорания лампы в задающем генераторе/ нагрузке батареи анодными и экранными цепями остальных 2 ламп передатчика, и второй, дублирующий передатчик будет продолжать нормально функционировать. Кроме того, корпус прибора по постоянному току изолирован от цепей питания. Это уменьшает вероятность выхода из строя всего прибора в случае замыканий цепей питания на корпус. Разобщенность по высокой частоте устраняется блокировочными конденсаторами С9, С16 /или С30, С39/.

В манипуляторе работают два поляризованных реле /R1 и R2/ типа РПС-4. Каждое реле имеет две обмотки, включенные попарно таким образом, что при срабатывании реле напряжение питания +2Г в подается на другую пару обмоток.

Период срабатывания реле зависит от величины сопротивлений, включенных последовательно с обмотками реле R1. Изменение этой величины происходит при срабатывании сигнализаторов давления или температур. Контакты реле R2 подают напряжение +90 в на экранные сетки выходного каскада одного из передатчиков, тем самым осуществляя манипуляцию.

В табл. 2 приведены положения контактов сигнализаторов в за-



висимости от условий внутри контейнера. Контакты сигнализаторов соединяются с соответствующими лепестками колодки П6.

Таблица 2

№ ш	Номер коман- ды	Наименование сигнали- затора	Но- мера на П6	Условия	
				Номи- нальные	При сраба- тывании
1	IV	Сигнализ.отриц. темп. $t < 0^{\circ} \text{C}$	7,8	замкнут	разомкн.
2	III	Сигнализ.положит.темп: $t > +50^{\circ} \text{C}$	6,8	разомкн.	замкнут
3	I	Сигнализ. давления $P < 250 \text{ мм рт.ст.}$	3,5	разомкн.	замкнут

На схеме указано два штеккерных раз'ема - ШД-1, через который подводится питание, и ШД-2, обеспечивавший в процессе регулировки и всевозможных проверок включение испытательного пульта ПКД-200. ПКД-200 позволял контролировать режимы ламп и имитировать работу сигнализаторов.

В боевом положении раз'ем ШД-2 соединяется с раз'емом ШЗ-1, закорачивающим соответствующие контакты ШД-2.

В конструктивном отношении прибор Д-200 представляет собой жесткую раму, подвешенную на двух амортизаторах /1/ типа "Лорд" /рис. I5/, которые смягчают вибрации в осевом направлении. Поперечные вибрации амортизируются плоскими пружинами /2/ /рис. I5/.

Рама прибора разделена на три отсека. В верхнем отсеке /рис. I6/ размещены реле /1/ и другие детали манипулятора. В двух боковых отсеках помещаются блоки передатчиков /рис. I5/. Каждый передатчик монтируется в своем экранированном блоке, который в свою очередь крепится в раме. Прибор Д-200 устанавливается внутри контейнера таким образом, что его верхняя часть - обтекатель /3/ /рис. I5/ с пружинами /2/ попадает в окно, сделанное в акку-

муляторной батарее. Пружины /2/ упруаются в стенки окна. В зазоры между стенками окна батареи и корпусом передатчика направляется поток азота от вентилятора системы терморегулирования.



Рис. 15

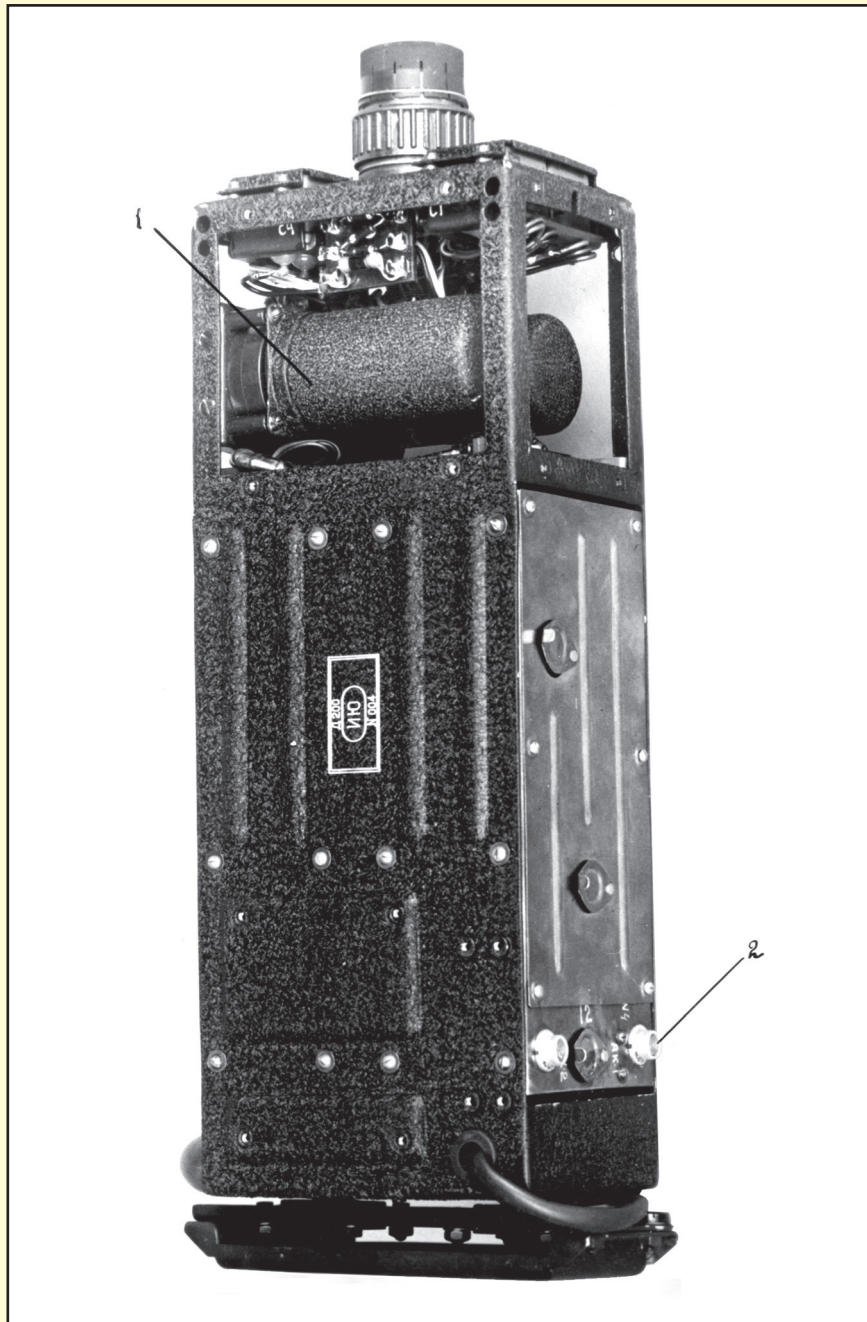


Рис. 16

Блок передатчика разбит на два отсека. В верхнем смонтирован задающий генератор, в нижнем - УВЧ /рис. 17 и 18/. Все контурные элементы собраны на керамике /рис. 17, 18, 19 и 20/. Контурные подстроечные конденсаторы после регулировки конtringся цангами /1/ /рис. 17 и 18/. Доступ к ним открывается через отверстия, закрываемые крышками /4/ /рис. 15 и 16/. Лампы крепятся пружинными держателями /2/ /рис. 17/, через которые тепло

с баллонов отводится на корпус. Гибкие выводы ламп непосредственно подпаиваются к соответствующим деталям схемы.

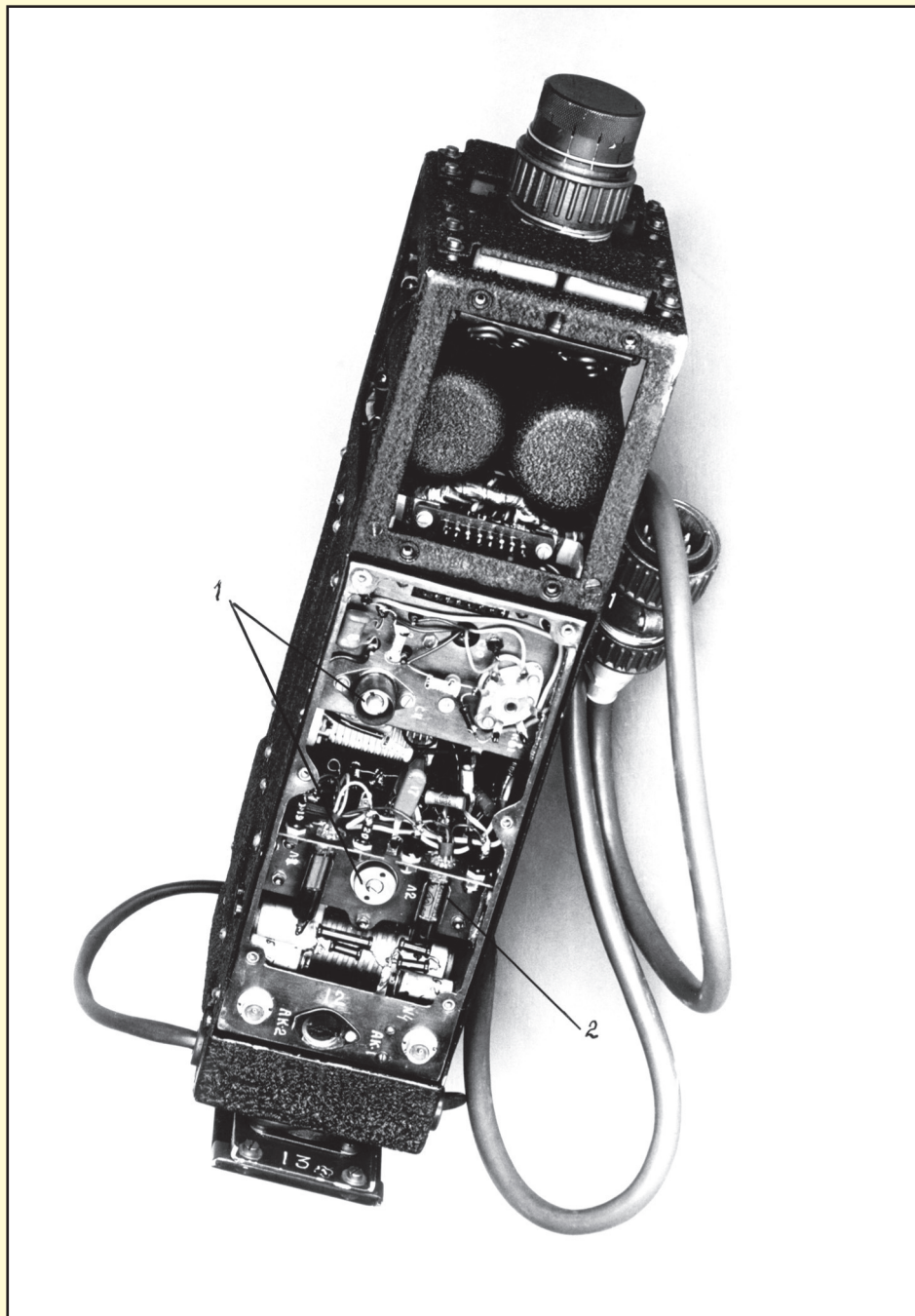


Рис. 17



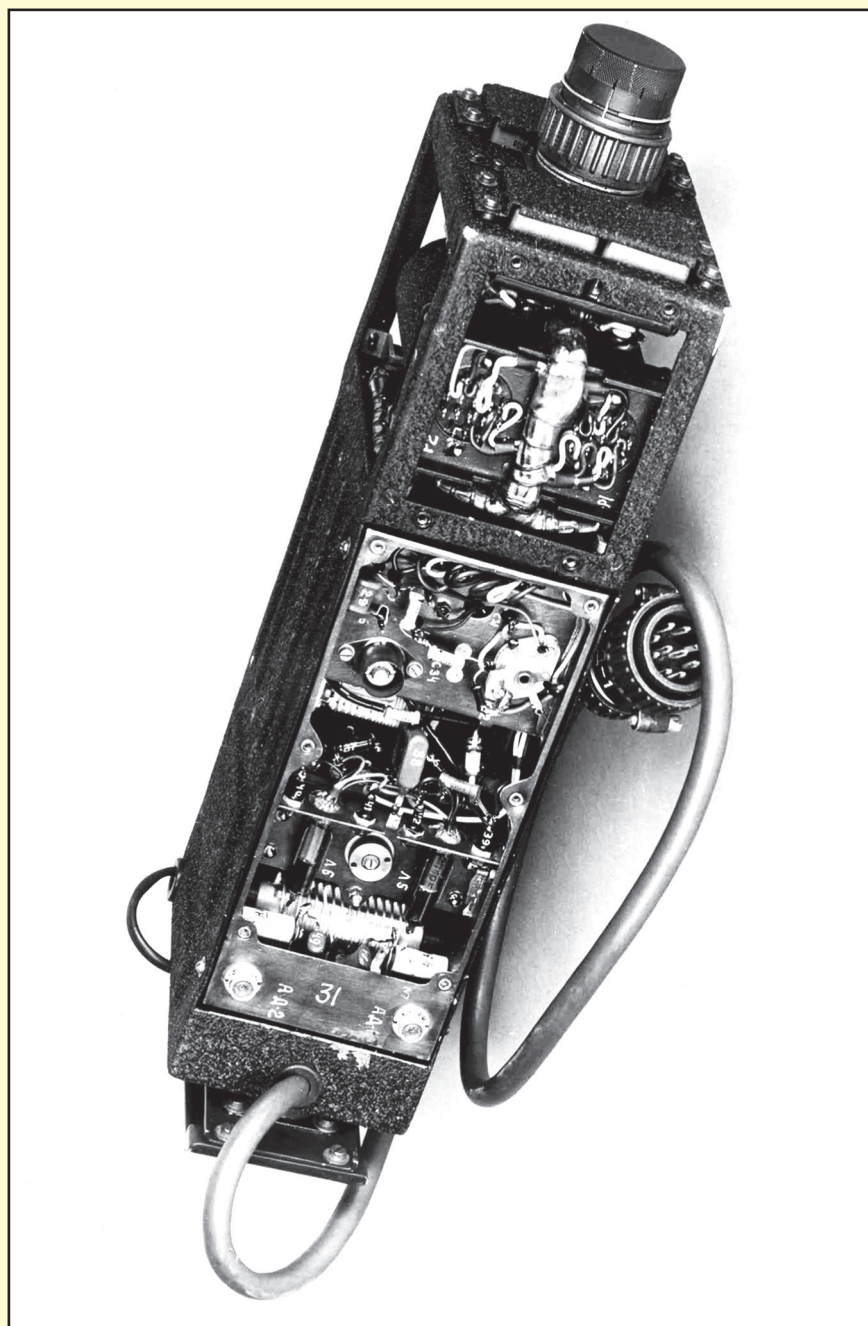


Рис. 18



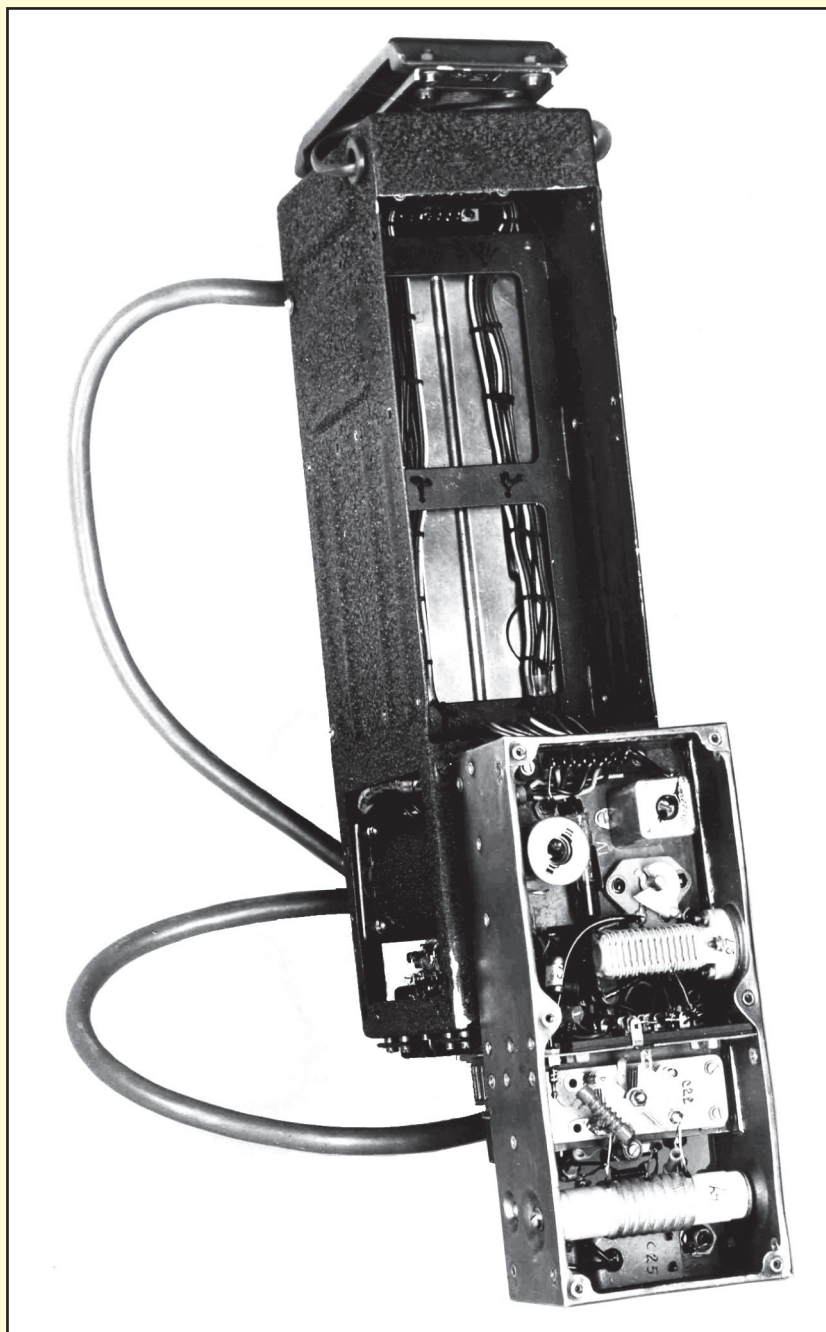


Рис. 19

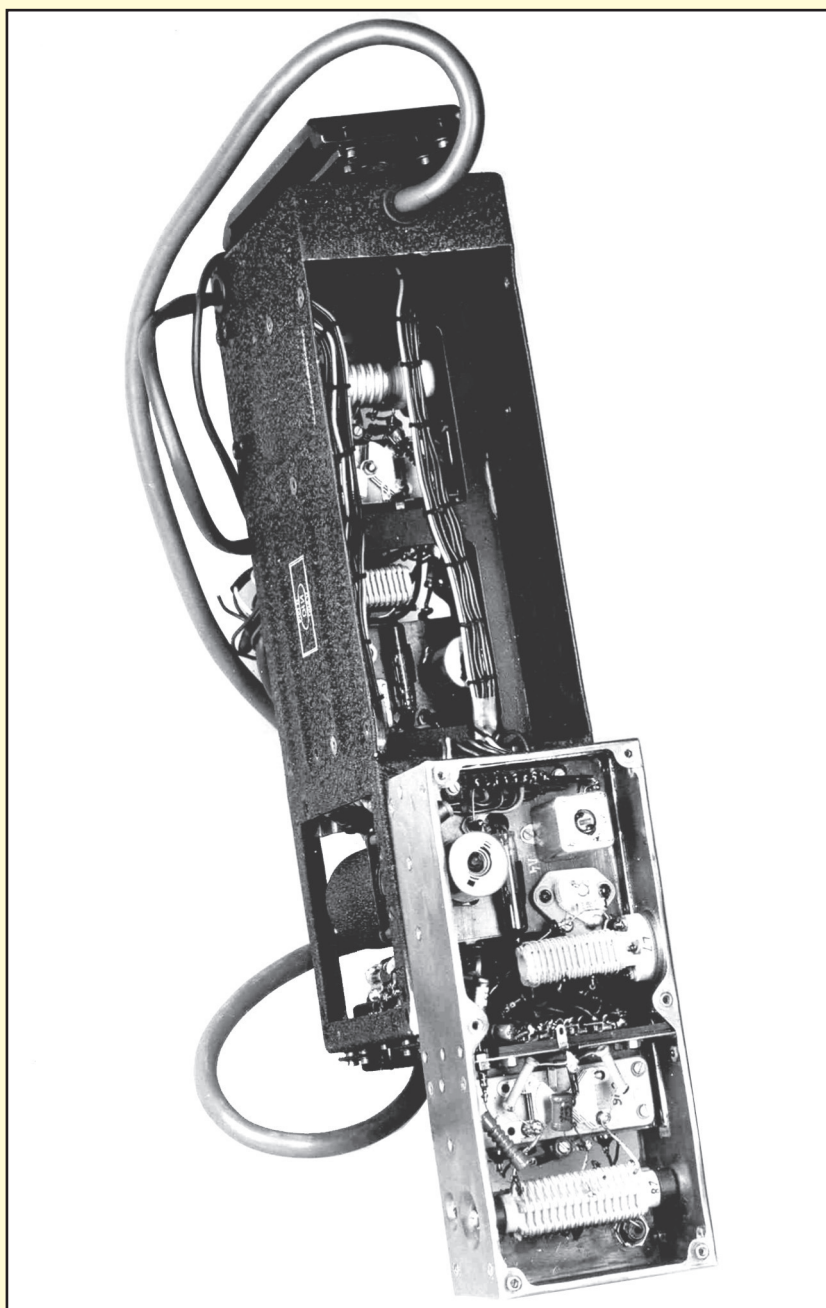


Рис. 20

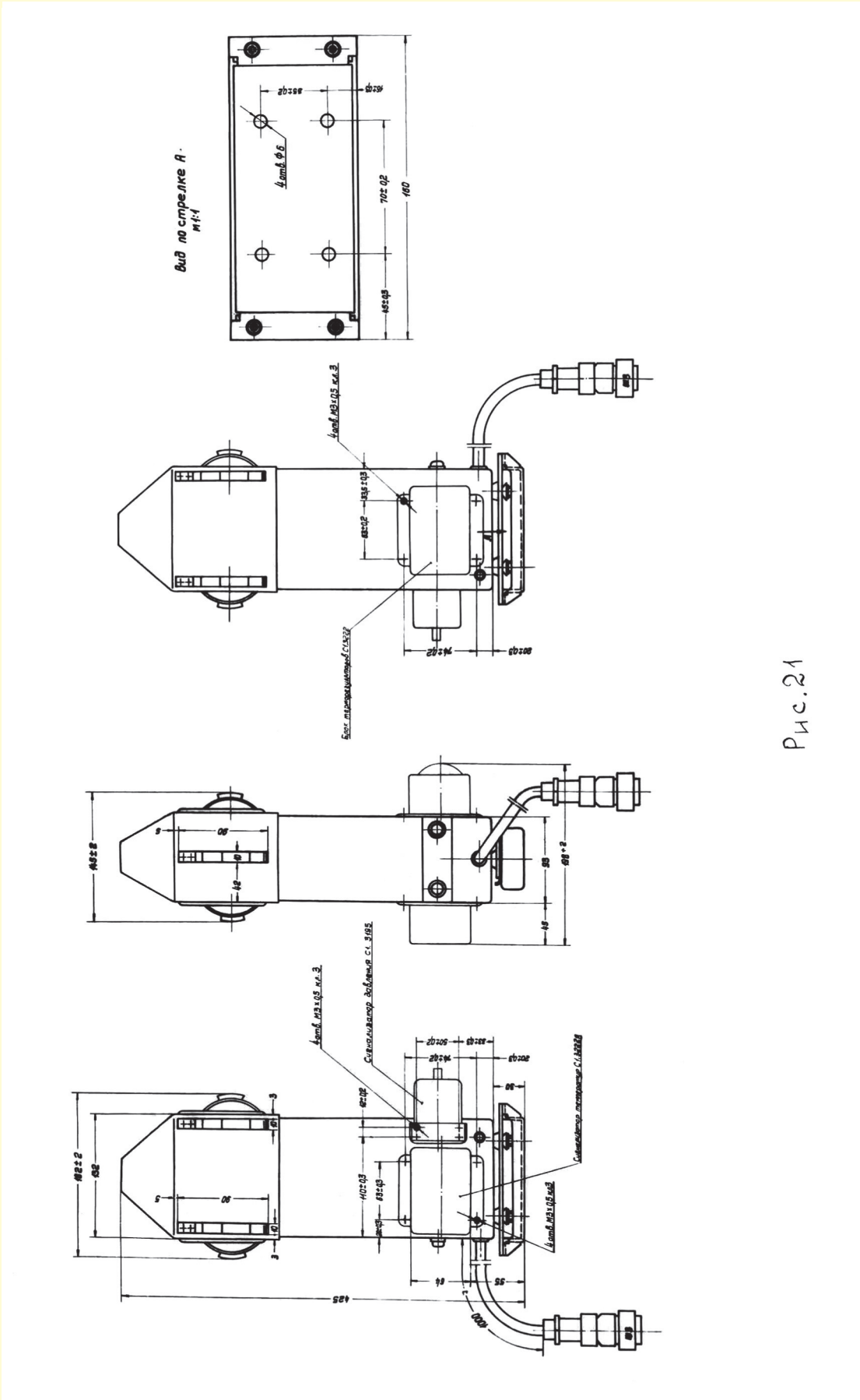


Рис. 21

Соединение каждого передатчика с антеннами осуществляется с помощью высокочастотных фторопластовых кабелей РКТФ, присоединяемых к высокочастотным раз'емам /2/ /рис. I5 и I6/. Соединение прибора с источником питания осуществляется кабелем /5/ /рис. I5 и 2I/. На последнем рисунке показано размещение сигнализаторов давления, температур и терморегулятора, включенного в цепь вентилятора. Вентилятор, предназначенный для охлаждения передатчика, монтируется над обтекателем прибора Д-200. Вентилятор включается при температуре  $+30^{\circ}\text{C}$ .

## 7. КОНСТРУКТОРСКИЕ И СТАТОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПРИБОРА

### Конструкторские испытания

Основной задачей конструкторских испытаний было определение возможности непрерывной работы прибора Д-200 вместе со свежезаряженной аккумуляторной батареей в течение I4 суток.

Во время испытаний проводилась проверка на функционирование путем прослушивания сигналов на контрольном приемнике. Определялся также период манипуляции передатчиков и мощность, выделяемая в эквивалентах антенн. За все время испытаний период манипуляции изменялся от 0,56 до 0,7I сек. В табл. 3 и на рис. 2I показано изменение мощности передатчиков.

Таблица 3

### Изменение мощности передатчика

Время	В начале испытания	Через 6 суток	Через 9 су- ток	Через I4 суток
Мощность ультракоротко- волнов. перед. /вт/	I,6	0,82	0	0
Мощность коротковолнов. передат. /вт/	2,5	0,7	0,53	0,43

На девятые сутки конструкторских испытаний вышел из строя коротковолновый передатчик. Причиной выхода явилась лампа задающего генератора. В связи с перекалом, длившимся первые пять-шесть суток /см. кривую измен. во времени напряжения батареи накала /рис. 23//, упала эмиссия катода и сорвались колебания. После двухнедельного прогона эта лампа была заменена, передатчик снова начал функционировать, причем мощность оказалась равной 0,7 Вт.

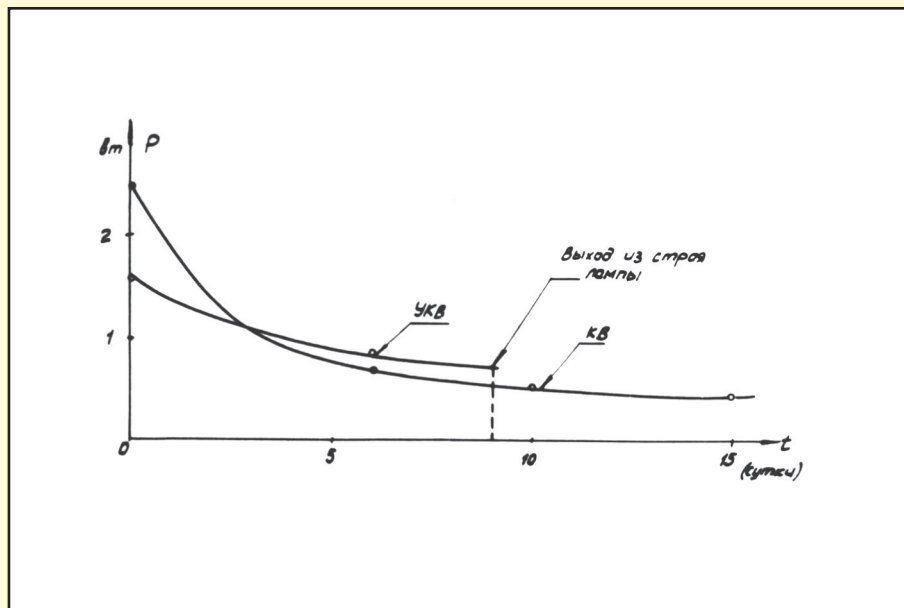


Рис. 22

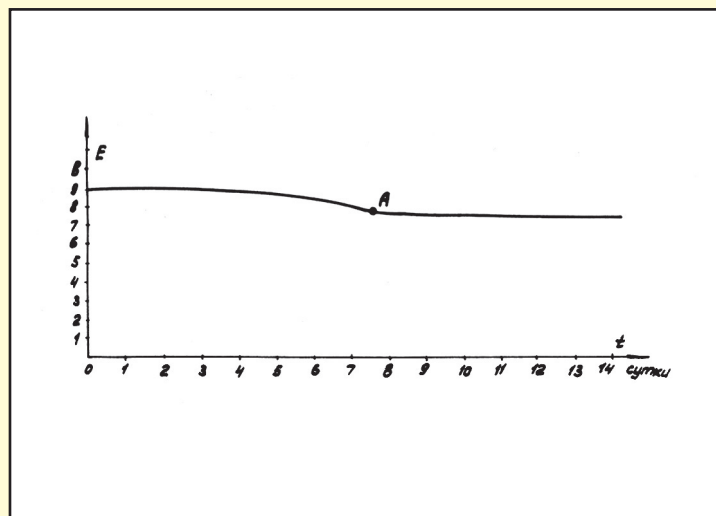


Рис. 23



Испытания показали, что аккумулятор накала имеет большой запас, поэтому с целью уменьшения перегала ламп и, следовательно, повышения надежности длительной работы прибора Д-200, накальный аккумулятор следует до начала работы разряжать до 8,2-8,3 в, начиная работу с точки А. (рис.23).

#### Контрольные испытания

В процессе сдачи приборов Д-200 представителю заказчика в соответствии с ЧТУ ИЮ2.0190.014 они подвергались различным испытаниям, а также производились измерения их основных параметров.

Приборы испытывались (без подачи напряжений) на прочность на центрифуге в течение 10 мин. при линейном ускорении 10 g и в течение 5 мин. на вибростенде при частоте 50 гц и амплитуде 1 мм, т.е. при переменном ускорении 10 g.

Во время испытаний при нормальной, пониженной и повышенной температуре контролировались частота, мощность, отдаваемая в эквиваленты антенн, длительность посылок передатчиков в номинальном режиме и при замыканиях цепей сигнализаторов давления и температур.

Результаты испытаний сведены в табл. 4 и 5.

Таблица 4

#### Частота колебаний и мощность

Номер прибора	Температура	Частота колебаний /в Мгц/		Мощность /в вт/	
		ультракоротковолн.	коротковолн.	ультракоротков.	коротковолн.
1	2	3	4	5	6
001	-40°	40,00205	20,0052	0,52	0,9
002		40,0026	20,0044	0,44	1,0
003		40,0032	20,0042	0,57	0,9

1	2	3	4	5	6
001		40,0026	20,0054	0,82	1,2
002	+20	40,0018	20,0051	0,74	0,93
003		40,0021	20,0056	0,75	0,9
001		40,0028	20,0049	0,62	0,93
002	+50	40,0028	20,0053	0,67	0,97
003		40,004	20,0053	0,73	0,97

Таблица 5

Длительность посылок передатчиков в мсек.

Номер прибора	Температура	Ультракоротковолн.				Коротковолн.			
		Но-мин. реж.	1 сиг-нал	3 сиг-нал	4 сиг-нал	Но-мин. реж.	1 сиг-нал	3 сиг-нал	4 сиг-нал
001		390	67	193	350	420	225	67	680
002	-40	385	67	193	390	480	225	67	710
003		485	65	235	500	390	200	67	655
001		430	60	210	340	420	240	60	745
002	+20	440	52	240	425	490	206	52	675
003		400	60	210	420	390	210	60	720
001		390	67	235	400	420	235	67	670
002	+50	400	65	225	400	435	225	65	570
003		450	65	193	355	330	193	65	580

#### Самолетные испытания приборов Д-200

Наблюдение за радиосигналами спутника и радиопеленгация его должны были проводиться сетью радиопеленгационных пунктов, размещенных по всей территории Советского Союза. Надо было провести тренировку операторов с тем, чтобы они привыкли на

фоне помех распознавать характерные сигналы передатчиков спутника и научились бы оперативно брать и сообщать пеленги спутника.

Облеты наземных пунктов были использованы также для изучения эксплуатационных качеств прибора Д-200 и оценки его радиуса действия.

Учитывая очень малые расчетные продолжительности приема прямых сигналов, которые оценивались несколькими минутами, важно было тренировки произвести при тех же угловых скоростях движения передатчиков относительно радиопеленгационных пунктов, какие будут у спутника.

С этой целью в период с 24 мая по 11 июля 1957 г. НИИ-885 совместно с НИИ-4 МО были организованы две серии облетов пеленгаторных пунктов Советского Союза на самолетах с установленными на них приборами Д-200.

Первая серия облетов производилась на самолете ИЛ-14. Полеты совершались, как правило, на высоте 3-4 тыс. по следующим маршрутам:

1. Москва-Ленинград-Петрозаводск-Мурманск-Москва.
2. Москва-Киев-Одесса-Ростов-Баку-Алма-Ата-Москва.
3. Москва-Свердловск-Новосибирск-Чита-Хабаровск-Владивосток-Москва.

Передатчики прибора Д-200 работали на жесткие несимметричные антенны /см. рис. 24 и 25/.

Эксплуатацию прибора в полете вели представители НИИ-885.

Первая серия облетов обеспечила длительную тренировку операторов наблюдательных пунктов.

Вторая серия облетов выполнялась на самолете ТУ-16. Высота полета поддерживалась равной 10-11 тыс. м. Скорость поддерживалась такой, при которой угловое перемещение самолета имитировало расчетное, вычисленное для спутника. Таким образом, операторы пелен-

гаторов работали в условиях, близких к реальным, в которых им впоследствии пришлось работать.

Маршруты облетов на самолете ТУ-16 были аналогичными маршрутам самолета ИЛ-14.

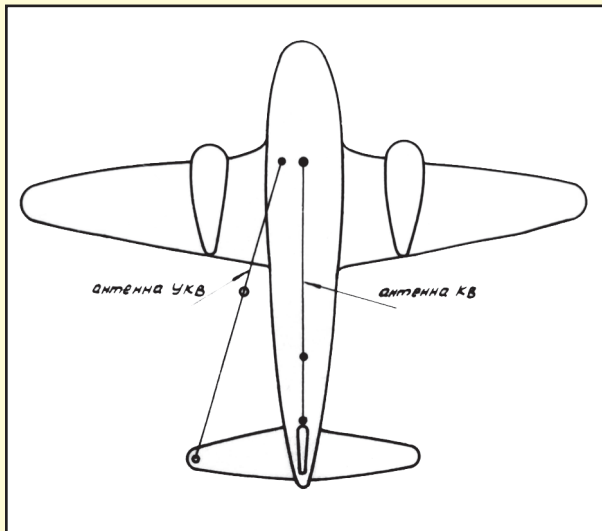


Рис. 24

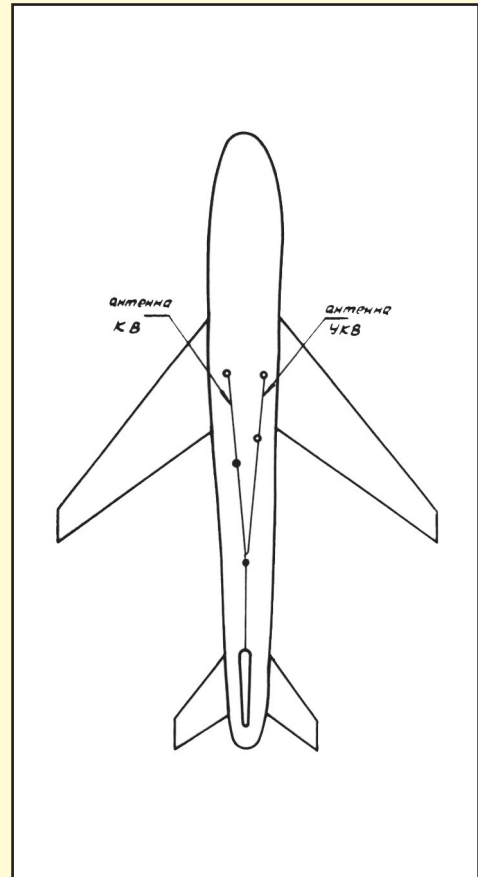


Рис. 25

Из-за отсутствия места для размещения людей, кроме членов экипажа, включение и выключение прибора Д-200 в полете производилось экипажем.

Самолетные испытания, помимо основной цели — тренировки операторов, дали еще один положительный результат — позволили оценить, достаточно ли выбранная мощность излучения передатчиков или нет.

Многочисленные случаи приема на больших расстояниях подтвердили достаточность выбранной мощности передатчиков.

Ниже приводится таблица 6, характеризующая некоторые случаи приема радиосигналов на частоте 20 мгц на различных расстояниях от самолета.

Таблица 6

№ пп	Дата	Время		Место приема	Расстояние до самолета /в км/	Напряженность поля /в мкв/м/
1	4/VI-	14-00	15-40	Москва	7000	3
2	"-	08-46	09-20	Хабаровск	150	до 18,3
3	21/VI-	10-00	13-37	Москва	200-500	1
4	10/VII-	03-30	06-50	"-	5700-3200	-
5	"-	04-28		Иркутск	330	2-3
6	"-	02-50	05-05	Хабаровск	800-2250	-
7	"-	05-57	07-05	"-	2900-3500	-
8	11/VII-	06-46		Москва	3200	1
9	"-	08-30		"-	1280	-
10	"-	10-32	10-50	Иркутск	4000	-

Часто наблюдавшиеся случаи приема на частоте 20 мгц на расстоянии 3-5 тыс.км, объясняющиеся распространением сигналов за счет многократных отражений от ионосферы, позволили предположить, что мощность передатчиков вполне достаточна. При полете спутника над ионосферой /Ф/, очевидно, возможно аналогичное дальнейшее распространение за счет многократных отражений от поверхности земли и ионосферы /см. рис. 5/.



Вертолетные испытания прибора Д-200, установленного  
в технологическом образце спутника

Испытания, проведенные на самолете, не могли дать полного представления об излучаемой мощности, так как при самолетных испытаниях передатчики нагружались на совершенно отличную от реальной излучающую систему.

Включение аппаратуры в технологическом образце спутника в наземных условиях приводило к изменению импеданцев антенн из-за влияния Земли и окружающих предметов.

В связи с этим было принято решение поднять технологический образец спутника на вертолете. Контейнер был подвешен к вертолету на капроновом шнуре длиной 50 м и поднят на высоту около километра в районе Тушино.

В НИИ-885 был получен чрезвычайно сильный громкоговорящий прием, сигналы были записаны на магнитофон.

8. Некоторые данные о работе радиостанций  
Д-200 на искусственных спутниках Земли

Радиостанция Д-200 была установлена на первом искусственном спутнике Земли, успешный запуск которого был осуществлен 4 октября 1957 г., а также на втором искусственном спутнике Земли, запущенном 3 ноября 1957 г.

На первом спутнике серебряно-цинковая аккумуляторная батарея, питавшая передатчики, имела запас энергии, рассчитанный на нормальное питание в течение 15 суток. /  $\Delta E = +20\% \div - 6\%$ /. Гарантийный запас, учитывающий возможную безвозвратную потерю емкости, вследствие работы при низких / $\sim 0^\circ\text{C}$ / температурах, и саморазряд, составлял около 2-3 суток. Кроме того, имелся еще некоторый неучтенный резерв энергии за счет уменьшения токов анодных и экранных

цепей в процессе падения напряжения батареи.

Цепи питания передатчиков были включены после выхода ракеты-носителя на орбиту в момент отделения спутника от ракеты-носителя. После этого передатчики работали непрерывно в течение 21 суток. Таким образом, предусмотренное техническим заданием требование о длительности работы было безусловно выполнено. Многочисленные сообщения о радионаблюдениях за полетом спутника подтвердили возможность уверенного приема его сигналов с помощью обычной радиоловительской аппаратуры на расстояниях 2-3 тыс. км. Зафиксированы случаи сверхдальнего приема на расстояниях до 10 тыс. км.

Это дало возможность пеленгационной сети выполнить задачу регулярного обеспечения необходимыми данными координационно-вычислительного центра для вычисления параметров орбиты и прогнозирования трассы полета.

В табл. 7 приведены некоторые данные по компарированию радиосигналов спутника, полученные на Московском и Хабаровском пунктах технического радиоконтроля Министерства связи.

Таблица 7

Московский компараторный пункт 55° 47' с.ш.

37° 40' в.д.

№ пп	Дата	Время моск.	Координаты спутника			Дальность прямой видимости /км/	Дальность приема /по Земле/ /км/	Напряженность поля в мкв/м
			шир.	долг.	выс. /км/			
1	5/X-57г	03ч-28м	+64,5°	+28°	275	1820	1670	1,8
2	6/X-57г	01ч.49м	+53,6	+17,5	228	1680	1335	4
3	"-	05ч-13м	+60,2	+57,5	376	2100	1405	6
4	"-	05ч.15м	+55,5	+65,5	392	2150	2040	4
5	7/X-57г	08ч.30м	+55	+12	393	2145	1700	1,4
6	"-	01ч.56м	+65	+48	272	1810	1160	2,5

Хабаровский компараторный пункт 48° 30' с.ш.135° 05' в.д.

№ пп	Дата	Время моск.	Координаты спутника			Даль- ность прямой видимо- сти/км/	Даль- ность приема /по Земле/ /км/	Напряж. поля в мкв/м
			шир.	долг.	выс. /км/			
1	7/X-57 г	02ч.01м	+57,8	+112,5	374	2100	1980	1,9
2	"-	02ч.02м	+55,2	+117	392	2140	1500	3,5
3	"-	03ч.42м	+45	+105	460	2330	2335	0,4

Цифры, приведенные в таблице, показывают, что при использовании для приема радиосигналов спутника профессиональных приемных устройств с чувствительностью в телеграфном режиме 0,25÷0,5 мкв мощность передатчика может быть уменьшена по крайней мере в 10 раз.

Собственные наблюдения, проведенные в НИИ-885, а также многочисленные сообщения и магнитофонные записи сигналов спутника, полученные от советских и зарубежных наблюдателей, свидетельствуют о том, что за все время работы передатчиков в режиме манипуляции не были зафиксированы сигналы срабатывания сигнализаторов давления и температуры, т.е. режим внутри спутника соответствовал нормальному / $0^{\circ} \text{C} < t < +50^{\circ} \text{C}$ ,  $p > 250$  мм рт.ст./

В процессе наблюдения за радиосигналами спутника были замечены явления нарушений нормальной работы манипулятора передатчика, заключавшиеся в плавном прогрессирующем повышении частоты коммутации передатчиков, закончившемся переходами одного или одновременно обоих передатчиков в режим непрерывной посылки. Повышение частоты коммутации началось с момента выхода спутника на орбиту и за первые 4,5 суток полета достигло 30-40%. Совокупность

указанных явлений не может быть объяснена какими-либо повреждениями элементов манипулятора радиостанции и до сих пор не нашла достоверного объяснения.

На втором искусственном спутнике Земли, в отличие от первого спутника, запас электропитания передатчиков был рассчитан только на 5 суток.<sup>х)</sup> Передатчик был размещен в неотделяющемся от ракеты-носителя контейнере, по конструкции аналогичном контейнеру первого спутника. Так как контейнер не отделялся от носителя, то была изменена конструкция антенны. Были использованы симметричные дугообразные шлейфовые антенны, расположенные вдоль конуса головной части ракеты. Длина антенн /по хорде/  $\sim 0,25 \lambda$  для УКВ и  $\sim 0,12 \lambda$  для кв передатчика. Диаграммы излучения в плоскости  $E_0$  имели форму восьмерки, вытянутой вдоль продольной оси ракеты /см. рис. 26/.

Передатчики второго спутника обеспечили заданное время излучения и работу пеленгационной сети. Так же, как и во время полета первого спутника, наблюдались явления нарушения нормальной работы схемы коммутации посылок передатчиков, по характеру аналогичные явлениям, отмеченным во время полета первого спутника.

Результаты радионаблюдений за сигналами радиостанций Д-200 первого и второго искусственных спутников Земли и, в частности, данные, полученные на компараторных пунктах Министерства связи, показывают, что мощность излучения передатчиков может быть снижена по крайней мере в 10 раз, т.е. до величины порядка 0,1 вт.

Так как такие мощности на частотах 20 мгц и 40 мгц могут генерироваться с помощью полупроводниковых приборов и так как наблюдения показали, что на искусственных спутниках может быть обеспечен благоприятный для полупроводников температурный режим, то можно сделать вывод о целесообразности создания радиостанций для искусственных спутников на полупроводниках. Это может позволить при тех же источниках питания значительно увеличить время работы радиостанции искусственного спутника Земли.

*х) Кроме того, передатчик, работавший на  $f=40,002$  мгц, для удобства регистрации доплеровских частот был переведен в режим непрерывного излучения.*

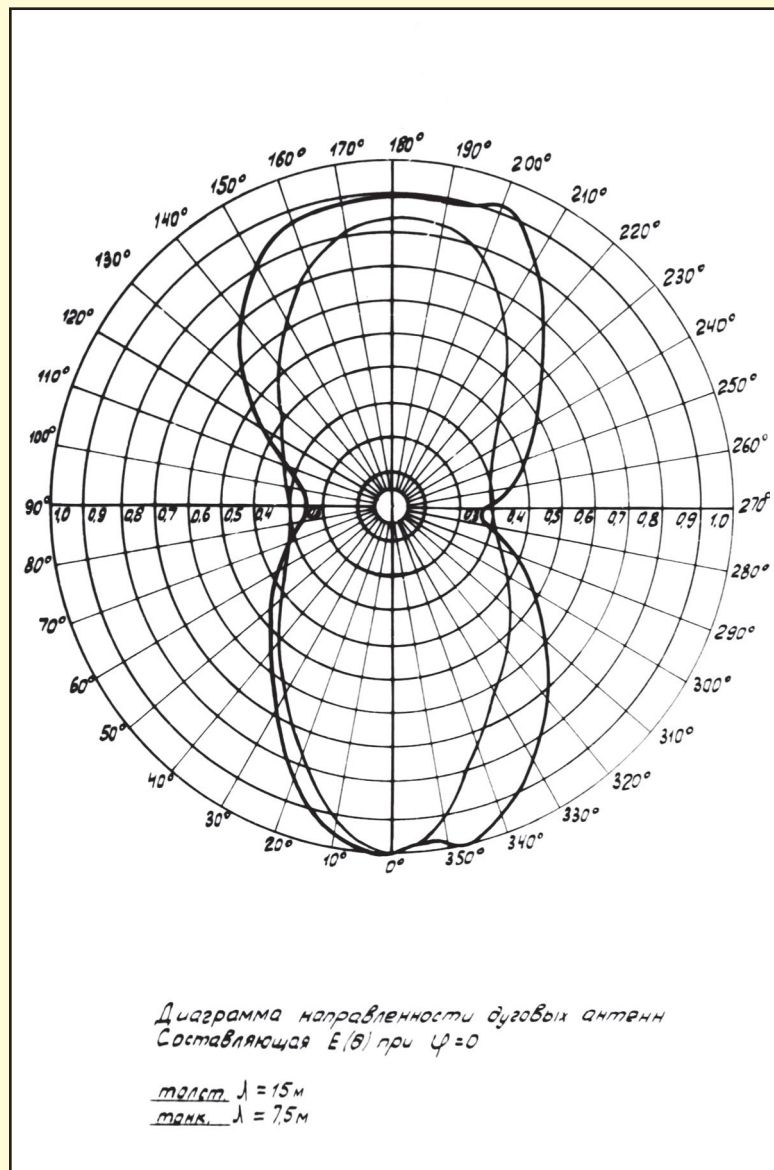


Рис. 26



## ЛИТЕРАТУРА

1. Грингауз К.И., Казанцев А.Н., Лаппо В.И. Наблюдения за радиосигналами с искусственного спутника Земли и их научное значение. Радио № 6, 1957. /Опубликовано за подписью Казанцева А.Н./
2. Альперт Я.Л., Гинзбург В.Л., Фейнберг Е.Л. Распространение радиоволн ГИТТЛ 1953 г.
3. Отчет о работе, выполненной в 1957 г. по теме "Исследование с помощью ракет распределения по высоте электронной концентрации в ионосфере". НИИ-885.
4. "Rocket Exploration of the Upper Atmosphere" edited by R.L.F. Boyd and M.J. Seaton, Pergamon Press, London / 1954.