

Министерство высшего и среднего специального образования  
РСФСР

Ордена Трудового Красного Знамени  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РАДИОФИЗИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ

Препринт № 27



В.С.Троицкий, А.М.Стародубцев, Л.Н.Бондарь,  
М.Р.Зелинская, К.М.Стрежнева, М.С.Китай,  
А.И.Сергеева

ПОИСК СПОРАДИЧЕСКОГО РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ  
ИЗ КОСМОСА НА САНТИМЕТРОВЫХ  
И ДЕЦИМЕТРОВЫХ ВОЛНАХ

г. Горький  
1 9 7 2

## А н н о т а ц и я

В течение 1970–1971 годов проведено синхронное наблюдение всплесков радиоизлучения в диапазоне от 3 см до 50 см в пунктах разнесенных по широте и долготе (Мурманская обл., Горьковская обл., Уссурийский край, Крым).

Показано, что большинство всплесков, наблюдаемых в данном месте, не является следствием местных радиопомех, а исходит из иономагнитосферы Земли, в результате возбуждения в ней колебаний корпускулярными потоками, связанными с различными проявлениями геомагнитной и солнечной активности.

Обнаружено существование всплесков глобального характера, происходящих одновременно в различных пунктах.

Изучены статистические характеристики всплесков (распределение по длительности, интенсивности, суточный ход и т.д.).

Показано, что средняя длительность всплесков составляет 0,5–4,5 мс, зависит в основном от эпохи наблюдений и не зависит от длины волны и места наблюдения.

Средняя интенсивность всплесков на волне 50 см не зависит от эпохи и места наблюдения и эквивалентна излучению небесной полусферы, имеющей, яркостную температуру около  $50^{\circ}$ . На более коротких волнах эффективная температура всплесков убывает примерно пропорционально квадрату длины волны. Излучение всплесков не поляризовано, ширина их спектра составляет около 0,2–1 гигагерц.

Плотность всплесков (число/час) пропорциональна длине волны и зависит от эпохи наблюдения, коррелируя с изменением индексов солнечной активности.

Обнаружен утренний и вечерний максимумы плотности глобальных всплесков радиоизлучения иономагнитосферы.

## 1. Постановка задачи и эксперимент

Настоящая работа была начата в 1969 г. Ее задачей был поиск импульсов спорадического радиоизлучения из космического пространства. Основанием для постановки такой работы были предположения, что спорадическое радиоизлучение могло быть следствием взрывных процессов в Галактике, результатом деятельности внеземных цивилизаций или других причин. Кроме того, в процессе длительного накопления данных при радиоастрономических исследованиях на волнах дециметрового и сантиметрового диапазонов нами неоднократно отмечались, необъяснимые обычными причинами, отдельные кратковременные всплески радиоизлучения или существенное довольно длительное увеличение шумовой дорожки записи. Естественно возникло предположение о возможном космическом происхождении наблюдаемых явлений.

Чтобы искать сигналы, приходящие из космоса, необходимо было создать методику измерений, позволяющую выделить их на фоне местных индустриальных и аппаратурных помех. Для этой цели использовался одновременный прием в разнесенных пунктах. Исследуя сигналы, совпадающие по времени в разных пунктах, можно исключить явления местного характера, в том числе вызванные технической деятельностью человека. Поскольку направление прихода ожидаемых спорадических сигналов из космоса заранее неизвестно, требовалось обеспечить прием излучения, идущего со всей небесной полусферы. Это достигалось путем приема на диполь с рефлектором, ориентированным так, что его диаграмма была направлена в зенит. Одновременно с нашими исследованиями аналогичные работы были поставлены в Англии на волнах метрового диапазона с целью обнаружения корреляции с импульсами гравитационных волн, отмеченных Вебером [1].

## 1. Методика исследования.

Для исследования спорадических излучений были выбраны волны 50, 30, 16, 8, 3 см. Измерения проводились на серийные радиометры при постоянной времени  $4^{\circ}$  сек, которой соответствовала чувствительность около  $0,5^{\circ}$ . Антенной служил диполь с рефлектором, коэффициент передачи антенны с кабелем был около  $0,7 \pm 0,1$ . Запись велась на самописец со скоростью движения ленты 10 мм в минуту, на которой делались отметки времени через 60 сек, позволявшие фиксировать одновременность событий с точностью до 10 сек. Радиометры были в состоянии регистрировать сигналы не более  $200^{\circ}$  и не менее  $3^{\circ}$  (шумовая дорожка). Перед началом наблюдений и через каждые 6 часов проводилась калибровка радиометров по эталонным шумам газоразрядной трубки и через каждый час проверялась установка нулевого уровня (выключение модуляции). В виду применения в радиометрах модуляции сигнала с частотой 25 гц фиксировались сигналы с длительностью более 0,1 сек, а полное использование чувствительности радиометра, как очевидно, начинало иметь место при длительности сигнала более постоянной времени радиометра, т.е. 4 сек.

Измерения проводились, начиная с марта по август 1970 г., на волне 50 см одновременно в двух пунктах: Пустынь (Горьковская обл.) и Карадаг (Крым). Затем с 1 сентября по 12 ноября того же года одновременно в четырех пунктах: Пустынь, Карадаг, Тулома (Мурманская обл.), Уссурийск по режиму: двое суток измерений, двое - перерыв. Расположение осей вибраторов было везде по направлению восток-запад. Оси антенн были наклонены (по отношению к зениту) в первых трех пунктах на восток на  $45^{\circ}$ , а в Уссурийске на тот же угол - на запад. Это обеспечивало одинаковое направление диаграмм антенн в пространстве звезд. В январе-феврале 1971 г. велись одновременно наблюдения в трех пунктах Горьковской области: Пуреше, Пустыни, Васильсурске на волнах 50 и 32 см. В каждом из этих пунктов прием велся на обеих поляризациях.

Затем в этом же году одновременно продолжались наблюдения в июне и октябре на волнах 52, 28, 8, 3 см в Зименках (Горький) и на Карадаге с поляризацией восток-запад.

## 2. Характер наблюдаемых явлений и метод обработки.

Первые же измерения показали, что наблюдаются различные изменения уровня радиоизлучения, происходящее одновременно в разных, даже сильно разнесенных пунктах.

Все наблюдаемые в каждом пункте явления можно, несколько условно, разбить на три типа. Первый тип — это одиночные всплески радиоизлучения длительностью порядка десятков и сотен секунд на фоне естественных шумов аппаратуры. Вторым типом явлений — шумовая буря различной силы, начиная от небольшого повышения флуктуаций на выходе до серии беспорядочно, а иногда и почти периодически, возникающих импульсов при общем значительном повышении флуктуаций. Наконец, третий тип — это сравнительно длительные изменения среднего уровня излучения, не сопровождаемые изменением флуктуаций на выходе. Почти все наблюдаемые явления относились к первому типу (всплески), существенно реже наблюдается шумовая буря и еще реже третий тип. Заметим, что наблюдавшиеся нами всплески и шумовые бури с интенсивностью  $10-200^{\circ}\text{K}$  не могут быть объяснены солнечным спорадическим радиоизлучением. Для этого его интенсивность должна превышать интенсивность спокойного Солнца в 2-40 раз (излучение "спокойного" Солнца могло создавать антенную температуру на  $\lambda = 50\text{ см}$  не более  $5^{\circ}$ ). По данным Службы Солнца за весь цикл работы 70-71 г. имела место в дневное время только одна вспышка 6 октября 1970 г., превосходящая интенсивность спокойного Солнца в несколько раз. Эта вспышка была зарегистрирована и в наших наблюдениях.

Обработка результатов измерений включала в себя определение статистических характеристик всплесков в каждом пункте, поиск явлений, происходящих одновременно в различных пунктах и определение их статистических параметров. К одновременным (совпадающим) всплескам нами относились всплески, перекрывающиеся хотя бы частично во времени, причем они могли иметь различную длительность. Примеры всплесков и характера их совпадения даны на рис. 1, 2, 3, 4. На рис. 5 приведен пример совпадающей в двух пунктах шумовой бури. На рис. 6 дан пример четверного совпадения всплесков.

## II. Основные экспериментальные результаты.

---

### 1. Распределение всплесков по длительности и интенсивности.

На рис. 7,8,9 представлены кривые распределения всплесков по длительности и интенсивности на различных волнах и в различных пунктах соответственно за периоды наблюдений сентябрь-ноябрь 1970 г., июнь 1971 и октябрь 1971 года. С хорошим приближением, по крайней мере для наблюдений за сентябрь-ноябрь 1970 г., распределение описывается законом Пуассона

$$p(\tau) \sim \frac{N_1}{\bar{\tau}} e^{-\frac{\tau}{\bar{\tau}}}, \quad (1)$$

где  $\bar{\tau}$  - средняя длительность всплесков,  $N_1$  - общее число всплесков,  $p(\tau)$  - плотность вероятности всплесков длительности  $\tau$ . Это выражение справедливо при  $\tau \geq 0,2$  минуты, т.к. более короткие импульсы, как уже говорилось, через приемную систему практически не проходят. Этим, возможно, объясняется завал в кривых распределения на малых длительностях. Как видно из кривых, за данный период наблюдений величина  $\bar{\tau}$  оказывается практически одинаковой. Так, во всех четырех пунктах - Крыму, Туломе, Горьком, Уссурийске осенью 1970 г. средняя длительность -

ность всплесков на волне 50 см составляла 2-3 минуты (см.рис. 7). При наблюдениях в июне и октябре 1971 г. в Крыму и Горьком на этой же волне средняя длительность  $\bar{\tau}$  составляла около одной минуты (см рис. 8,9). Далее произошли некоторые изменения и в самом характере кривых. Так, если в сентябре-ноябре второй максимум в кривой распределения только намечается, то в июне и октябре 1971 г. он заметен на всех волнах. Сравнение распределений на разных волнах 50 см, 35 см, 20 см для наблюдений в июне 1971 г. (рис.8) и на волнах 52, 28, 8, 3 см для наблюдения в октябре 1971 г. (рис.9), показывает, что для данного периода наблюдений распределение практически не зависит от длины волны и места наблюдения. Из приведенного материала видно, что закон распределения и средняя длительность всплеска меняется существенно лишь от периода к периоду и слабо от места наблюдения и длины волны. Оказалось также, что величина  $\bar{\tau}$  не зависит от времени суток.

Интенсивность всплеска характеризовалась нами эффективной температурой антенны  $T_a$ . Средняя по всей небесной полусфере яркостная температура всплеска будет больше в  $1/\eta = 1,4$  раза, где  $\eta$  - КПД антенны. Плотность распределения по интенсивности лишь довольно приблизительно описывается смещенной экспонентой

$$P(T) \sim \frac{N_1}{T_0'} e^{-\frac{|T-T_0|}{T_0'}} \quad (2)$$

Здесь  $T_0$  - наиболее часто встречающаяся интенсивность всплеска<sup>0</sup> (аргумент максимума распределения),  $T_0'$  - средняя интенсивность всплесков,  $N_1$  - общее число всплесков. Как видно из кривых распределения рис. 7,8,9, наиболее часто встречающаяся интенсивность на всех волнах и во всех пунктах одинакова и составляет около 25-30° по температуре небесной полусферы. Средние значения интенсивности всплесков в разных пунктах  $T_0'$ , как это видно из ширины кривой распределения, также весьма близки между собой и во многих случаях близки к  $T_0$ . Сильное

превышение  $T_0^i$  над  $T_0$  (в 1,5–2 раза) имело лишь для Уссурийска осенью 1970 г. Как и для распределения по длительности отмечается большое подобие кривых распределения по интенсивности в разных пунктах в одно и то же время наблюдения и появление второго максимума в распределении для наблюдений в июне и октябре 1971 г. Это последнее приводит к увеличению  $T_0^i$  по сравнению с  $T_0$ . Зависимость распределения по интенсивности от времени суток не обнаруживается.

## 2. Суточное распределение плотности всплесков.

Представляет интерес распределение числа всплесков радиоизлучения по времени суток. На рис.10,11 даны средние кривые изменения плотности всплесков (числа всплесков за час) в течение суток. Они находились путем усреднения суточных кривых за весь период соответствующих наблюдений. Приведенные графики показывают существенное увеличение плотности всплесков в дневное время. Так, для наблюдений на  $\lambda = 50$  см в Горьком и Крыму плотность днем в среднем в 2–3 раза больше, чем ночью. Для Уссурийска и Мурманска это увеличение достигает 3–4 раз. Как видно из рис.11, кривая суточного хода для Уссурийска, естественно, оказалась сдвинутой по отношению кривой для Мурманска на величину разности солнечного времени (около 7 часов). С укорочением волны дневной максимум становится все менее выраженным, например, на  $\lambda = 16$  см на Карадаге (рис.10) он практически отсутствует.

## 3. Сводка характеристик всплесков.

В таблице 1 систематизированы различные характеристики всплесков радиоизлучения фона за три периода наблюдений. В первых трех строках таблицы указаны период, место и волна одновременных наблюдений. Далее идут  $L$  – общая длительность наблюдений (в сутках),  $N_1$  – общее количество наблюдавшихся в данном месте и на данной волне всплесков радиоизлучения,  $\bar{T}$  – средняя по всем всплескам интенсивность в градусах температуры антенны,  $\bar{t}$  – средняя длительность всплесков,  $\bar{n}_1$  – среднее число всплесков



в час. Далее идут практически те же характеристики, но для явлений, находящихся в главном, первом лепестке закона распределения по  $\tau$  и  $T$ , т.е. отброшены слишком большие  $\tau$  и  $T$ , образующие хвост распределения или вторые и последующие лепестки кривых распределения. Главный лепесток определялся на уровне  $e^{-1}$  распределения. Это представляется целесообразным, т.к. возможно, что последующие максимумы образованы явлениями, имеющими другую природу, нежели явления, образующие первый лепесток. Соответственно этому в таблице приведены:  $N_g$  - число явлений, находящихся в главном лепестке распределений одновременно по  $\tau$  и  $T$ ,  $N_g/N_1$  - доля явлений в главном лепестке к их общему числу, характеризующая характер распределения,  $\bar{T}_g$  - средняя интенсивность всплесков в главном лепестке,  $\bar{\tau}_g$  - средняя длительность всплесков в главном лепестке,  $\xi = \frac{1}{N_1} \sum T_g \tau_g$  - величина, пропорциональная средней энергии всплеска,  $\bar{n}_{1g}$  - среднее число всплесков в час, попадающих в главный лепесток распределения. Из таблицы видно, что параметры, найденные по главному лепестку, более равномерны между пунктами для одного и того же периода наблюдений. Данные для  $N_g/N_1$  показывают, что в главном лепестке, как правило, заключено около 70-80% всех явлений, что примерно соответствует экспоненциальному закону. Заметное отклонение возникает в октябре 1971 г. и особенно для волны 3 см в Крыму. Следует отметить некоторое отличие данных для Крыма, особенно выделяющееся на общем равномерном фоне данных для других пунктов (см. период сентябрь-ноябрь 1970 г.). Это может объясняться широтным эффектом, но, по нашему мнению, скорее всего связано с условиями рельефа местности. В Крыму приемник находился между грядками близких холмов, загораживающих горизонт с северной стороны до высоты  $20^\circ$  в секторе углов  $\pm[50^\circ-60^\circ]$  от севера. С востока и юго-востока горы занимали высоту 3-7°.

Из таблицы видно довольно монотонное изменение параметров  $\bar{T}_g$ ,  $\bar{n}_{1g}$ ,  $\xi$  в течение всего года наблюдений

с 1970 по 1971 год. Из полученных данных можно сделать вполне определенный вывод: СРЕДНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВСПЛЕСКОВ ДЛЯ ОДНОГО И ТОГО ЖЕ ПЕРИОДА ПРАКТИЧЕСКИ НЕ ЗАВИСЯТ ОТ МЕСТА НАБЛЮДЕНИЯ, НЕСМОТРИ НА ВЕСЬМА СИЛЬНОЕ РАЗЛИЧИЕ ЭТИХ МЕСТ ПО ИХ ГЕОГРАФИЧЕСКОМУ ПОЛОЖЕНИЮ И УСЛОВИЯМ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ПОМЕХ. Этот результат является совершенно неожиданным.

Перейдем теперь к рассмотрению одновременных всплесков. Рассмотрим основные характеристики всплесков, образующих двойные, тройные совпадения, т.е. всплесков, одновременных в двух или трех пунктах на одной волне или в одном пункте на двух или трех волнах. Для краткости в дальнейшем эти всплески будем называть соответственно двойным, тройным и т.д.

#### 4. Статистические характеристики всплесков, одновременных в разных пунктах.

В таблице I приведены также данные о всплесках, совпадающих по времени в двух пунктах наблюдений. В первой строке приведено общее число всплесков в данном пункте, которые совпадают по времени с всплесками в каком-либо из других пунктов, участвующих в одновременном наблюдении, причем тройные совпадения при этом подсчете не учитывались. Так, за период сентябрь-ноябрь 1970 г. число двойных совпадений для каждого пункта складывается из суммы совпадений между всплесками в нем и в каждом из трех других пунктов. Например, число совпадений для Горького равно 270 складывается из суммы совпадений в паре Горький-Крым, Горький-Уссурийск, Горький-Мурманск. Среднее число совпадений на одну пару будет  $270/3$ . В следующей строке указан процент двойных совпадений  $N_2/N_1$ , приходящихся на три пары пунктов. В среднем эта величина составляет 17% от числа всплесков в данном пункте, т.е. на одну пару в среднем 5,6%. Следовательно, если имеется более 18 пунктов наблюдений, то уже любой всплеск в одном пункте будет совпадать с всплеском какого-либо другого пункта. Далее приведены средние значения интенсивности  $\bar{T}_2$ , дли-

тельности  $\bar{\tau}_2$  и плотности  $\bar{n}_2$  явл/час парных совпадений. Величина  $\bar{n}_2$  для периода сентябрь–ноябрь 1970 г. включает в себя совпадения всплесков данного пункта с всплеском какого-либо из трех других пунктов. Поэтому, для получения средней плотности совпадений между парой пунктов нужно брать  $\frac{1}{3}\bar{n}_2$ . В остальные периоды было два пункта наблюдений, поэтому данные за июнь и октябрь 1971 г. относятся к одной паре. В следующих строках таблицы приведены те же характеристики, но для явлений, находящихся в главном лепестке распределения одиночных всплесков по  $\tau$  и  $T$ , отмеченных значком  $g$ .

Можно отметить следующие основные характеристики всплесков, образующих двойные совпадения. Процент двойных совпадений довольно стабилен по всему годовому интервалу наблюдений и, насколько можно судить по небольшой статистике за периоды июнь и октябрь, не зависит от длины волны, составляя в среднем 5–6% на одну пару. Для явлений в главном лепестке соответственно имеем около 4%. Средняя длительность всех совпадающих явлений в два раза больше средней длительности всех явлений в каждом пункте, хотя для явлений в главном лепестке  $\bar{\tau}_g \approx \bar{\tau}_{2g}$ . Средняя интенсивность двойных всплесков практически совпадает со средней интенсивностью одиночных. Как и для одиночных всплесков наблюдаются довольно монотонные изменения параметров двойных всплесков в течение 1970–71 годов наблюдений и независимость характеристик двойных всплесков от места наблюдения.

В таблице II приведены тройные совпадения за период сентябрь–ноябрь 1970 г. на  $\lambda = 50$  см. В первой строке дано  $N_3$  – общее число наблюдававшихся в данном пункте тройных совпадений, т.е. совпадений со всплесками в каких-либо других двух пунктах. Всего таких комбинаций могло быть 3. Во второй строке дан процент общего числа тройных совпадений к общему числу всплесков  $N_1$  в данном пункте. Далее приводятся средние значения интенсивности  $\bar{I}_3$  и длительности  $\bar{\tau}_3$  тройных всплесков. Эти величины практически не отличаются от соответствующих для

двойных всплесков. Как легко видеть из таблицы, число всплесков, совпадающих в трех пунктах, в среднем составляет около 3% от числа всплесков в одном пункте  $N_1$ . Таким образом, если имеется три пункта наблюдений, то общее число двойных и тройных совпадений в каждом пункте будет составлять  $2 \times 5,6 + 3 = 14\%$  от общего числа всплесков в пункте. Наблюдалось также 2 четверных совпадения за 10 дней измерений с 15 октября по 6 ноября 1970 г. Это составляет около 0,5% от среднего числа всплесков на пункт. Следует отметить, что одновременные всплески радиоизлучения в разных пунктах, как правило, по своей форме и детальной структуре не повторяют друг друга.

### 5. Спектральные характеристики всплесков.

Рассмотрим сначала частотную зависимость характеристик для всех всплесков в данном пункте. Как видно из таблицы 1, величины  $\bar{\tau}$ ,  $\bar{\tau}_g$  и  $\bar{T}$ ,  $\bar{T}_g$  не обнаруживают явной зависимости от длины волны в диапазоне 50 см - 3 см во всех пунктах наблюдений. Довольно определенная зависимость от волны наблюдается для среднемесячной плотности всплесков  $\bar{n}_1$ . На рис. 12, по данным таблицы 1, построены соответствующие кривые для пунктов Горький и Крым. Приблизительно можно считать, что плотность всплесков возрастает пропорционально длине волны, т.е.

$$\bar{n}_1 \approx a \cdot \lambda^\alpha,$$

где  $a$  зависит от периода и места наблюдений и  $\alpha \approx 1$ . Заметно отклоняется от общей прямой значение  $\bar{n}_1$  на  $\lambda = 3$  см как в Крыму, так и в Горьком. Это может быть объяснено, в частности, заселенностью этого диапазона техническими средствами.

Для оценки ширины спектра всплесков воспользуемся данными для числа всплесков, совпадающих на разных частотах в одном месте приема. В таблице III приведено общее число совпадений на различных парах волн, указанных в первой строке. В последующих строках дается соответствующая каждой волне средняя интенсивность всплесков и средняя продолжительность. Как видно из таблицы, всплески

довольно однородны по длительности. Тот факт, что наибольшее число совпадений приходится на пары волн 50-35 см и резко падает на парах 52-28 см и 52-8 см, говорит о сравнительно небольшой ширине спектра всплесков, заключенной, по-видимому, где-то в пределах 0,2-1,0 гигагерц.

В июне 1971 года в Горьком наблюдалось два тройных совпадения на волнах 50,35 и 20 см. Первое дает спектр  $T \sim \lambda$  или  $\lambda^{3/2}$ , а второе соответствует удару молнии и имеет спектр  $T \sim \lambda^2$ . Довольно значительное уменьшение числа всплесков с укорочением длины волны, отмеченное выше, может быть объяснено сильной зависимостью интенсивности от длины волны вида  $T \sim \lambda^2$ . При этом, если всплеск имеет широкий спектр, коротковолновая его часть может оказаться под шумами. Очевидно, что в коротковолновой части будут видны лишь всплески, имеющие на более длинной волне значительную интенсивность, т.е. находящиеся в "хвосте" распределения для более длинной волны.

Поляризация всплесков исследовалась на волне 50 см в январе-феврале 1971 года путем приема на два вибратора, расположенных взаимно перпендикулярно по направлениям север-юг и восток-запад. К сожалению, данных о совпадающих на разных поляризациях всплесках недостаточно и можно провести анализ только для одного пункта, располагавшегося в Пустыни. На рис.13 построено график, где по оси ординат отложено значение  $\sqrt{T_{СЮ}}$ , а по оси абсцисс  $\sqrt{T_{ВЗ}}$ , причем  $T_{СЮ}$  и  $T_{ВЗ}$  - соответственно температура всплесков принятых на вибраторы, расположенные вдоль направления север-юг и восток-запад. Если излучение неполяризовано или поляризовано строго под углом  $45^\circ$  к выбранным направлениям, то все точки группировались бы около прямой, составляющей  $45^\circ$  с осями координат. Из рис. 13 видно, что примерно имеет мест этот случай, т.е. излучение всплеска на волне 50 см практически неполяризовано, т.к. вероятность второго случая ничтожна.

#### 6. Суточное распределение всплесков, совпадающих в разных пунктах на одинаковой волне

Как уже указывалось выше, только совпадающие всплески могут рассматриваться с большой степенью вероятности

Ш. Основные свойства всплесков по  
наблюдениям 1970-71 г.г.

1. Средняя яркостная температура всплесков составляет 40-45°K в дециметровом и сантиметровом диапазонах волн независимо от места и периода наблюдений.

2. Средняя продолжительность всплесков равна 0,5-4,5 минут в дециметровом и сантиметровом диапазонах, независимо от места наблюдений.

3. Продолжительность всплесков монотонно уменьшается в течение периода наблюдений.

4. Законы распределения всплесков по  $\tau$  и  $T$  близки к экспоненциальным (по  $T$  - смещенная экспонента) и в данный период наблюдений практически одинаковы в различных пунктах наблюдения.

5. Законы распределения всплесков обнаруживают систематическое изменение в течение 1970-71 годов (постепенное появление вторых и третьих максимумов, повышение уровня "хвостов" и т.п.). Изменения идентичны в диапазоне волн от 3 см до 50 см.

6. Спектр яркостной температуры всплесков определяется не очень уверенно линейной или квадратичной зависимостью от длины волны.

7. Ширина спектра всплесков, по-видимому, бывает различной, составляя в среднем  $(0,2-1) \cdot 10^9$  герц.

8. Излучение не поляризовано.

9. Плотность всплесков зависит в среднем от времени суток, резко увеличиваясь в дневное время.

10. Обнаруживается определенная зависимость среднесуточной плотности всплесков от длины волны. Наблюдается примерно поропорциональное длине волны увеличение среднесуточной плотности во всем интервале длин волн от 3 до 50 см.

11. Число двойных совпадающих всплесков на  $\lambda = 50$  см составляет около 6% общего числа всплесков в каждом пункте, а число тройных - около 3%.

12. Форма всплесков совпадающих во времени в разных пунктах, как правило, неодинакова.

### 1У. Связь спорадического радиоизлучения фона с солнечными явлениями

#### 1. Статистическое сравнение с солнечной активностью

Для выявления возможной связи всплесков с проявлениями солнечной активности проведено сравнение вариаций характеристик всплесков с вариациями различных показателей солнечной активности. На рис. 18а,б,в представлены кривые сравнения вариаций двухсуточной интегральной длительности всех всплесков и шумовых бурь в Пустыни с вариациями чисел Вольфа и числа солнечных хромосферных вспышек за период наблюдений сентябрь-ноябрь 1970 г. На графиках видно, что имеет место довольно сильная корреляция между всплесками радиоизлучения и указанными показателями солнечной активности. Коэффициент корреляции в обоих случаях составляет около 0,35 (отмечен на рисунках). На рис.18г,д,е приведены аналогичные сравнения и даны коэффициенты корреляции для всплесков в Пустыни, совпадающих со всплесками в любом другом пункте из участвовавших в одновременных наблюдениях (Уссурийск, Карадаг). На рис. 19 приведены аналогичные сравнения для всплесков, наблюдавшихся на Карадаге. Здесь данные корреляции не сколько отличаются, особенно по связи всплесков с хромосферными вспышками. В таблице 1У дана сводка соответствующих результатов для всех трех пунктов наблюдения осенью 1970 г.

Весьма показателен тот факт, что корреляция практически одинакова как для всех всплесков в данном пункте, так и для их небольшой части (около 15%), совпадающих со всплесками либо Уссурийска, либо Карадага. Это говорит о том, что ПОДАВЛЯЮЩЕЕ БОЛЬШИНСТВО НАБЛЮДАВШИХСЯ ВСПЛЕСКОВ СВЯЗАНЫ С СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТЬЮ, А НЕ С ПРЯМЫМИ ПОМЕХАМИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЗЕМНОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ.

При оценке степени корреляции всплесков с суммой всех проявлений солнечной активности следует иметь в виду сильную коррелятивную связь самих проявлений солнечной активности между собой. Так, для периода осени 1970 г., взятого для графика рис. 18, корреляция между числом Вольфа и числом вспышек составляла 0,5.

На рис.20 приведены аналогичные кривые связи двухсуточной длительности совпадающих между двумя пунктами всплесков и длительности хромосферных вспышек за те же двое суток. В этом случае коэффициент корреляции несколько больше, чем с числом хромосферных вспышек. Из кривых можно сделать ориентировочный вывод, что совпадения всплесков между пунктами, разнесенными по долготе, лучше коррелируют с хромосферными вспышками, чем совпадений между пунктами, разнесенными по широте. Возможно, однако, что это связано с тем, что север на Карадаге огражден горами с угловой высотой от места наблюдения около  $20^\circ$  в довольно широком азимуте  $\sim 120^\circ$ .

На рис.21 приведены кривые сравнения вариаций числа всплесков с интенсивностью рентгеновского излучения. Здесь тоже отмечается определенная корреляционная связь. На рис. 22, 23 приведены сопоставления площади хромосферных вспышек  $S_F$  с числом всплесков. При этом учитывались шумовые бури (около 12), которые приводились к эквивалентному числу всплесков  $N_3 = t_f / \bar{\tau}$ , где  $t_f$  - длительность шумовой бури, а  $\bar{\tau}$  - средняя длительность всплесков. На рис. 22 дано сравнение хода площади  $S_F$  всех хромосферных вспышек с общим числом всплесков  $N_1$  в трех пунктах периода сентябрь-ноябрь 1970 г., а также с общим числом двойных и тройных совпадений. Данные по Туломе исключены, т.к. они были получены всего за 10 дней в конце периода наблюдений. Из рис.22 видна хорошая корреляция как полного числа, так и совпадающих всплесков с площадью хромосферных вспышек. На рис. 23 приведено сопоставление числа тройных совпадающих всплесков с яркими хромосферными вспышками за сентябрь-ноябрь 1970 г., показывающее особенно четкую связь обоих явлений.



Были проведены сравнения также со скоростью солнечного ветра и с магнитными возмущениями, однако, значительных коррелятивных связей они не показали.

Представляют интерес изменения средних характеристик всплесков по всем периодам наблюдений, начиная с марта 1970 г. по октябрь 1971 г. Этот интервал охватывает существенную часть одиннадцатилетнего цикла, когда показатели солнечной активности заметно меняются. На рис.24 дан временной ход площади пятен средней за месяц и среднемесячного числа всплесков  $\bar{n}_1$  в Крыму и Горьком на  $\lambda = 50$  см. На рис. 25 из обеих кривых построен график зависимости плотности всплесков  $\bar{n}_1$  от площади пятен  $S_p$ . Небольшой интервал изменений  $S_p$  не позволяет уверенно говорить о виде функциональной зависимости  $\bar{n}_1$  от  $S_p$ . Однако очевидно, что прямо пропорциональная зависимость не удовлетворяет требованию  $\bar{n}_1 = 0$  при  $S_p = 0$ . Такому требованию и экспериментальным данным удовлетворяет, например, зависимость  $\bar{n}_1 \sim S_p^{3/2}$ , что физически довольно очевидно, т.к.  $S_p^{3/2}$  может быть пропорциональна объему области пятна. На рис.26 дана зависимость среднемесячной плотности совпадающих всплесков  $\bar{n}_2$  от площади пятна. На рис. 27 приведена зависимость среднемесячной плотности всех всплесков  $\bar{n}_1$  от площади хромосферных вспышек. На рис. 28 зависимость  $\bar{n}_2$  от площади хромосферных вспышек. На основании кривых, приведенных на рис.22-28, составлена таблица № 5 корреляционных зависимостей всех всплесков, двойных и тройных с площадью солнечных пятен, площадью вспышек в дни наблюдений, а также с площадью ярких вспышек типа "В".

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Однородность свойств всплесков радиоизлучения по территории и зависимость их характеристик от проявлений солнечной активности приводят к выводам, что:

1. Подавляющее большинство наблюдавшихся нами всплесков радиоизлучения на дециметровых волнах и шумо-

вые бури вызываются спорадическим радиоизлучением иономагнитосферы, а не индустриальными помехами.

2. Всплески спорадического радиоизлучения иономагнитосферы и шумовые бури вызываются проявлениями различных видов солнечной активности (пятна, вспышки, рентген и др.).

3. Существуют всплески дециметрового и сантиметрового радиоизлучения, носящие глобальный характер и проявляющиеся одновременно на больших пространствах. Глобальные явления спорадического радиоизлучения имеют место в основном в светлое время суток.

4. Существование одновременных всплесков радиоизлучения в пунктах, разнесенных на большие расстояния, показывает, что явления генерации могут протекать или на больших высотах порядка нескольких тысяч километров (высота одновременной видимости Горького и Уссурийска) или на высотах десятков или сотен километров, когда область генерации захватывает большие пространства. Форма совпадающих всплесков и детальная их структура не одинаковы, что также говорит о больших масштабах и угловых размерах области, ответственной за радиоизлучение.

5. Глобальные всплески, совпадающие в нескольких пунктах, связаны, по-видимому, преимущественно с яркими хромосферными вспышками.

Таблица № 1

Параметр	Сентябрь-октябрь 1970 г. (1.1.1.1-14.11)				Июль 1971 г. (9.11-6.11)				Октябрь 1971 г. (5.1-2.11)										
	Крутизна Точка- раздел	Горь- кал	Крыш	Горь- кал	Крыш	Горь- кал	Крыш	Горь- кал	Крыш	Горь- кал	Крыш	Горь- кал	Крыш						
$A$ (см)	50	50	50	32	16	50	35	20	50	20	52	28	8	3	52	28	8	3	
$L_1$ (см)	10	36	34	20	10	15	11	14	16	16	27	27	27	19	26	26	26	25	
$A_1$ (мм)	504	1020	1782	453	28	395	254	43	124	15	138	98	25	17	121	145	30	96	
$T_1$ (°C)	37	73	56	23	38	32	26	37	22	17	35	42	33	36	22	30	30	17	96
$T_2$ (°C)	1.9	2.1	4.5	2	1.2	0.9	1.4	0.6	1.8	1	1	0.8	0.4	2.1	2.1	0.9	1.4	3.4	
$T_3$ (°C)	2.1	1.2	2.2	0.5	0.3	1.1	0.55	0.13	0.32	0.04	0.21	0.15	0.04	0.04	0.2	0.23	0.05	0.16	
$A_2$ (мм)	422	535	538	395	127	20	300	218	34	109	11	90	62	18	8	65	90	21	26
$A_3$ (мм)	84	53	53	88	83	71	76	86	80	88	73	65	64	72	47	54	62	70	27
$T_4$ (°C)	21	23	19	14	19	16	30	22	13	20	18	20	19	10	15	20	18	19	
$T_5$ (°C)	1.4	1.3	2.2	1.4	0.6	0.5	0.6	0.5	0.8	0.5	0.7	0.3	0.3	0.5	0.4	0.4	0.5	0.6	
$T_6$ (°C)	30	30	3	19	10	9	15	17	6	14	6	6	6	5	6	8	9	12	
$T_7$ (°C)	1.8	0.6	1.2	0.5	0.28	0.08	0.8	0.8	0.1,	0.28	0.03	0.14	0.065	0.03	0.02	0.1	0.14	0.03	0.04

Таблица № 1

(продолжение)

Данные совмещены между пунктами на одинаковых высотах

Период	Сентябрь-октябрь 1970 г. (1.IX-14.XI)				Июль 1971 г. (9.VI-8.VII)				Октябрь 1971 г. (5.X-2.XI)				
	Изу- мство манска	Усу- рская	Гора- кш	Крым	Гора- кш	Крым	Горькня	Крым	Горькня	Крым	Горькня	Крым	
$\frac{H}{H_0}$ 1,07	174	270	67	-	-	11	7	2	1	1	7	2	1
$\frac{H}{H_0}$ 21	17	15	15	-	-	9	5	2	4	6	6	1	3
$\frac{H}{H_0}$ 43	73	67	25	-	-	14	90	51	18	11	63	28	24
$\frac{H}{H_0}$ 3,5	4,7	7,5	4,5	-	-	3,8	3	0,4	0,5	8	4	0,3	3,2
$\frac{H}{H_0}$ 0,45	0,2	0,33	0,08	-	-	0,03	0,01	0,003	0,0002	0,0002	0,011	0,0032	0,002
$\frac{H}{H_0}$ 77	77	83	30	-	-	6	3	1	1	0	2	2	0
$\frac{H}{H_0}$ 18	14	9	8	-	-	2	3	1,6	5,5	-	3	2,2	-
$\frac{H}{H_0}$ 24	27	19	12	-	-	27	39	28	18	-	10	28	-
$\frac{H}{H_0}$ 1,5	1,8	2,9	1,1	-	-	1,1	0,4	0,5	0,5	-	0,6	0,3	-

Т а б л и ц а П

	Мурманск	Уссурийск	Горький	Крым
$N_3$ (явл)	80	83	87	32
$N_3/N_1$ (%)	16	8	5	7
$\bar{T}_3$ (°К)	46	90	68	34
$\bar{\tau}_3$ (мин)	4	5,6	9,6	5,4

Таблица Ш

		О к т я б р ь 1971 г.												
		Г о р ь к и й						К р ы м						
		Г о р ь к и й						К р ы м						
Июнь 1971 г.		Г о р ь к и й						К р ы м						
		Г о р ь к и й						К р ы м						
Пары воды	50-35	35-20	52-28	52-8	52-3	28-8	52-28	52-8	28-8	28-8	28-8	28-8	28-8	8-3
	50	35	35	28	52	8	28	52	8	28	8	28	8	3
$\lambda$ (см)	50	35	35	28	52	8	28	52	8	28	8	28	8	3
	19	6	7	1	1	2	7	1	1	1	1	1	2	
$M_2$ (ядв)	24	58	62	42	15	24	80	12	44	65	20	35	25	10
	7	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$T_0$ (°K)	12	0,8	1,4	1	2	2,1	1	0,4	0,5	0,2	0,2	0,4	1,8	1,1
	12	0,8	1,4	1	2	2,1	1	0,4	0,5	0,2	0,2	0,4	1,8	1,1
$\tau$ (мин)	12	0,8	1,4	1	2	2,1	1	0,4	0,5	0,2	0,2	0,4	1,8	1,1
	12	0,8	1,4	1	2	2,1	1	0,4	0,5	0,2	0,2	0,4	1,8	1,1

Т а б л и ц а 1У

Наименование	Полная длительность всплесков						Среднее значение	
	Пустынь		Усурийск		Карадаг			
	$R_1$	$R_2$	$R_1$	$R_2$	$R_1$	$R_2$	$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$
Числа Вольфа по центр. зоне	0,33	0,38	0,17	0,15	0,24	0,24	0,25	0,26
Числа Вольфа по всему диску	0,21	0,22	0,35	0,43	0,3	0,55	0,28	0,4
Число хромосферных вспышек	0,39	0,41	-0,28	-0,12	-0,14	0,06	0,01	0,12

$R_1$  - коэффициент корреляции между длительностью всех явлений в данном пункте и индексами солнечной активности ;

$R_2$  - то же для длительности явлений данного пункта, совпадающих с явлениями в других пунктах.

Т а б л и ц а У

Обознач.	Наименование	Колич. всплеск.	Двойных совпад.	Тройных совпад.	Двойные + тройн.
$S_f$	Площадь всплеск в дни наблюдений	0,7	0,7	0,5	0,5
$S_F (8)$	Площадь ярких всплеск	0,77	0,82	0,87	0,83
$S_p$	Площадь солнечных пятен	0,75	0,78	0,8	0,8



## ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

- Рис. 1. Совпадение всплесков в Пустыни и Уссурийске 22.IX.1970 г.,  $\lambda = 50$  см. Поляризация В-3.
- Рис. 2. Совпадение всплесков в Пустыни и Пурехе 19.I.1971 г.,  $\lambda = 50$  см. Поляризация В-3.
- Рис. 3. Совпадение всплесков в Пустыни, Уссурийске и Туломе 15.X.1970 г.,  $\lambda = 50$  см. Постоянная времени радиометров в Уссурийске и Туломе - 1 сек., в Пустыни - 4 сек. Поляризация В-3.
- Рис. 4. Совпадение всплесков в Пустыни, Уссурийске и Туломе 16.X.1970 г.,  $\lambda = 50$  см. Постоянная времени радиометров в Уссурийске и Туломе - 1 сек., в Пустыни - 4 сек. Поляризация В-3.
- Рис. 5. Одновременные "буры" в двух пунктах (в Пустыни и Уссурийске) 2.IX.1970 г.,  $\lambda = 50$  см. 0; ОН; ГШ - уровни нуля, опорной нагрузки и генератора шумов соответственно. Поляризация В-3.
- Рис. 6. Совпадение всплесков в Пустыни, Крыму, Уссурийске и Туломе 16.X.1970 г.,  $\lambda = 50$  см. Постоянная времени радиометров в Уссурийске и Туломе - 1 сек., в Крыму и Пустыни - 4 сек.
- Рис. 7. Распределение по длительности и интенсивности общего числа всплесков в различных пунктах. Сентябрь-октябрь 1970 г.,  $\lambda = 50$  см.
- Рис. 8. Распределение по длительности и интенсивности общего числа всплесков в разных пунктах. Июнь 1971 г. Волны: 20 см., 35 см., 50 см.
- Рис. 9. Распределение по длительности и интенсивности общего числа всплесков в разных пунктах. Октябрь 1971 г. Волны: 3 см., 8 см., 28 см., и 52 см.

Рис. 10. Суточный ход плотности всплесков (число в час), усредненный за период 1.1X - 2.XI.1970 г. для Горького и Крыма.

————  $\lambda = 50$  см. Пустынь,  
- - - -  $\lambda = 32$  см. Пустынь,  
- · - · -  $\lambda = 50$  см. Крым,  
- - - - -  $\lambda = 16$  см. Крым.

Рис. 11. Суточный ход плотности всплесков (число в час), усредненный за период 1.1X - 2.XI.1970 г. для Уссурийска и Туломы.

———— Уссурийск, — — — Тулома,  $\lambda = 50$  см.

Рис. 12. Зависимость плотности всплесков от длины волны. Июнь и октябрь 1971 г.

Рис. 13. Поляризационная диаграмма для Пустыни, январь 1971 г.,  $\lambda = 50$  см. Крестиками отмечены усредненные по углу поляризации значения сигнала.

Рис. 14. Вероятное и фактическое распределение числа двойных и тройных совпадений. Сентябрь-октябрь 1970 г.,  $\lambda = 50$  см.

□ случайное число совпадений за цикл,  
■ фактическое число совпадений за цикл.

Цикл - 2 дня наблюдений, 2 дня - пауза.

Рис. 15. Суточный ход фактического и вероятного числа двойных совпадений для Пустыни и Крыма, усредненный за период с 1.1X по 2.XI.1970 г.,  $\lambda = 50$  см.

---- случайное число совпадений,  
---- фактическое число совпадений.

Рис. 16. Суточный ход фактического и вероятного числа двойных совпадений для Пустыни и Уссурийска, усредненный за период с 1.1X по 2.XI.1970 г.,  $\lambda = 50$  см.

———— случайное число совпадений,  
---- фактическое число совпадений.

Рис. 17. Суточный ход фактического и вероятного числа тройных совпадений для Пустыни, Крыма и Уссурийска за период с 1.IX. по 2.XI.1970 г.,  $\lambda = 50$  см.  
 ————— - число случайных совпадений,  
 --- --- - число фактических совпадений.

Рис. 18. Интегральная длительность явлений в Пустыни и солнечная активность. Осень 1970 г.,  $\lambda = 50$  см.  
 а,б,в - длительность всех явлений в Пустыни (в минутах) и солнечная активность,  
 г,д,е - длительность явлений в Пустыни, совпадающих с явлениями в других пунктах и солнечная активность.  
 — — —  $M_1$  - числа Вольфа по центральной зоне,  
 -.-.-  $M_2$  - числа Вольфа по всему диску,  
 -x-x-  $M_3$  - число вспышек,  
 $R$  - коэффициент корреляции.

Рис. 19. Интегральная длительность явлений в Крыму и солнечная активность. Осень 1970 г.,  $\lambda = 50$  см.  
 а,б,в - длительность всех явлений в Крыму (в минутах) и солнечная активность,  
 г,д,е - длительность явлений в Крыму, совпадающих с явлениями в других пунктах и солнечная активность  
 — — —  $M_1$  - числа Вольфа по центральной зоне,  
 -.-.-  $M_2$  - числа Вольфа по всему диску,  
 -x-x-  $M_3$  - число вспышек.

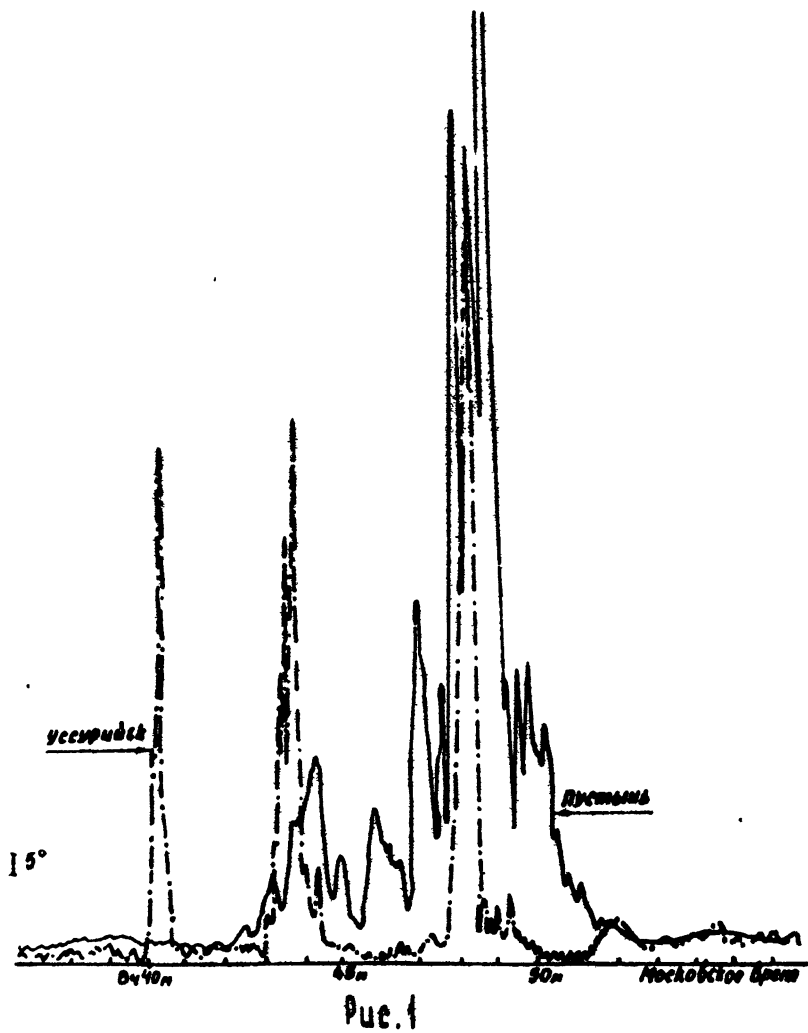
Рис. 20. Суммарная длительность совпадающих всплесков и суммарная длительность хромосферных вспышек (в минутах),  $R$  - коэффициент корреляции.

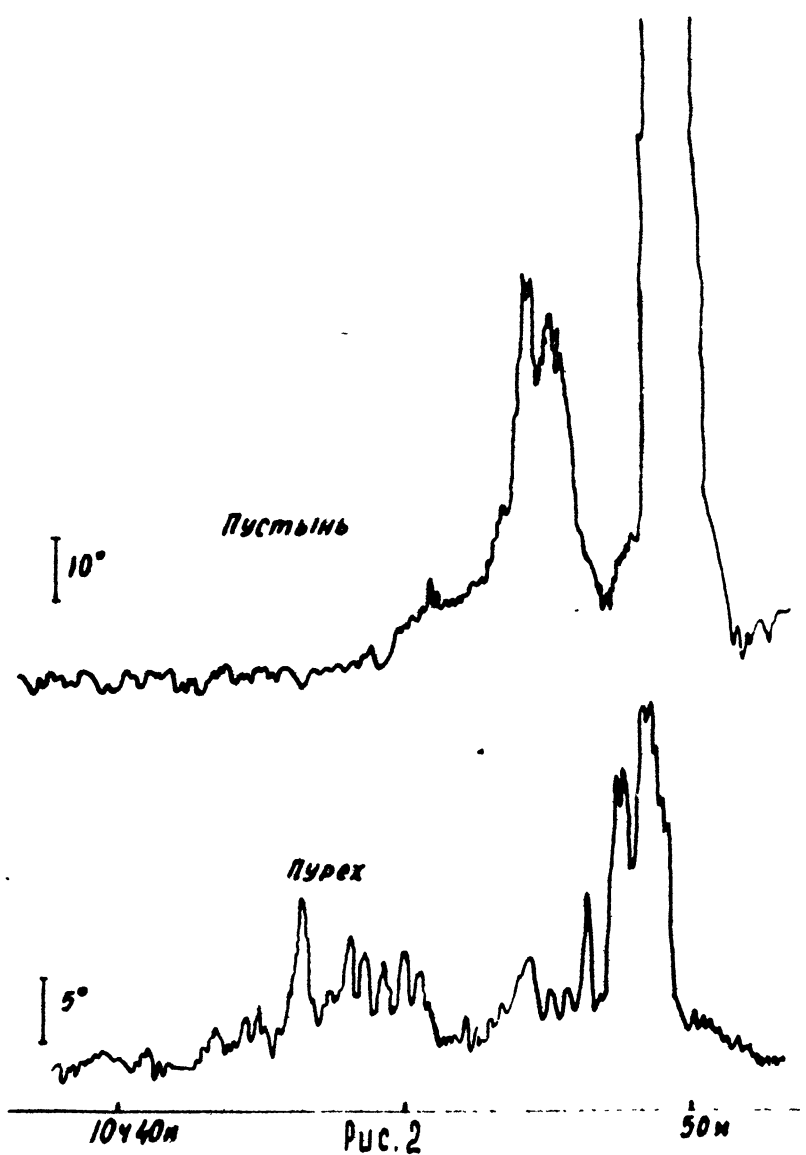
Рис. 21. Связь вариаций числа всплесков с интенсивностью рентгеновского излучения и яркими хромосферными вспышками за январь-февраль 1971 г. для Пустыни.  
 ————— - средний ход числа явлений для Пустыни ( $N_1$ )  
 --- --- - средний ход рентгеновского излучения Солнца ( $\gamma$ ) .  
 —x—x— - средний ход числа ярких хромосферных вспышек ( $N_3$ ) .

- Рис. 22. Временной ход общего числа всплесков, совпадающих всплесков на волне 50 см, и площади хромосферных вспышек за период сентябрь-ноябрь 1970 г.  $S_f$  в миллионных долях солнечного диска.
- Рис. 23. Временной ход числа всплесков и ярких хромосферных вспышек за период сентябрь-ноябрь 1970 г.  
 $\lambda = 50$  см.  
 $N_3$  - [REDACTED] числ. тройных совпадающих всплесков,  
 [REDACTED]
- Рис. 24. Временной ход среднемесячной площади солнечных пятен  $S_p$  и среднемесячной плотности всплесков в Крыму и Горьком на волне 50 см. за интервал времени с марта 1970 г. по октябрь 1971 г.  $S_p$  в миллионных долях солнечной полусферы
- Рис. 25. Зависимость плотности всех всплесков от площади пятен за 1970-1971 г.г.
- Рис. 26. Зависимость среднемесячной плотности двойных совпадающих всплесков от площади пятен для Крыма и Горького за 1970-1971 гг.,  $\lambda = 50$  см.
- Рис. 27. Зависимость среднемесячной плотности всплесков от площади хромосферных вспышек для Крыма и Горького за 1970-1971 г.г.
- Рис. 28. Зависимость среднемесячной плотности двойных совпадающих всплесков от площади хромосферных вспышек для Крыма и Горького за 1970-1971 г.г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Charman W.N., Jelley J.V., Frum J.H.  
"Spaced receiver Observations of Radio Pulses".  
Nature (G.Brut), 1970, 228, n.5269,  
p.346-348.





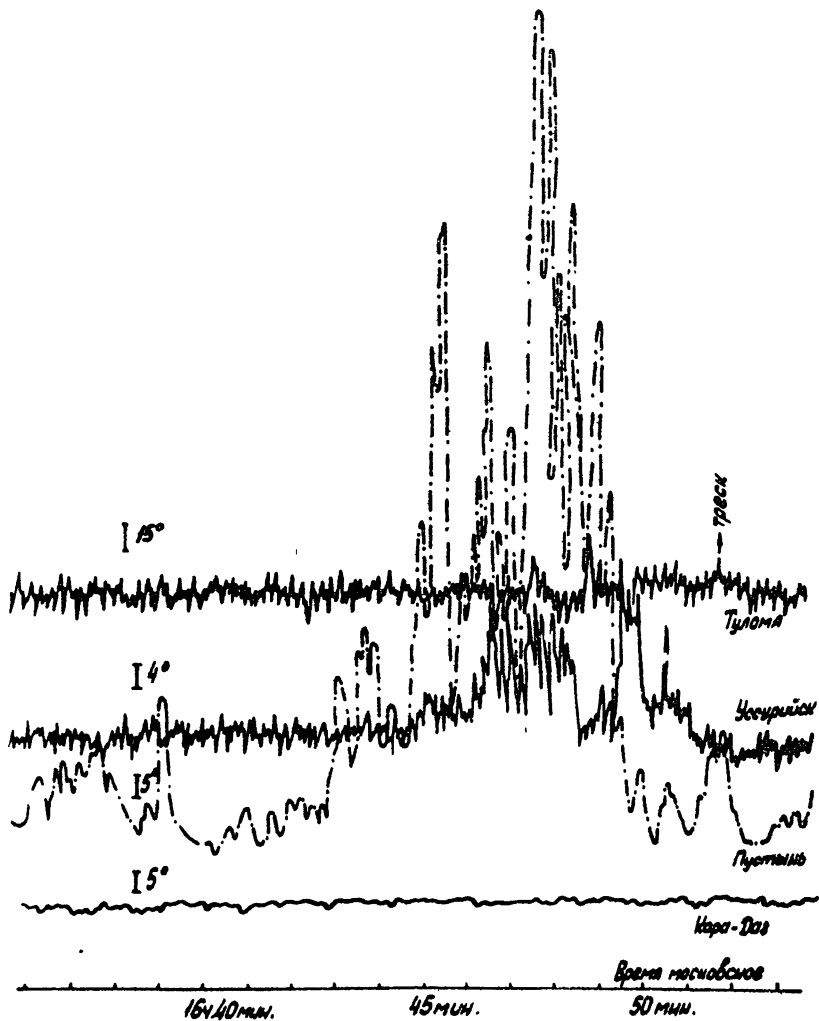


Рис. 3



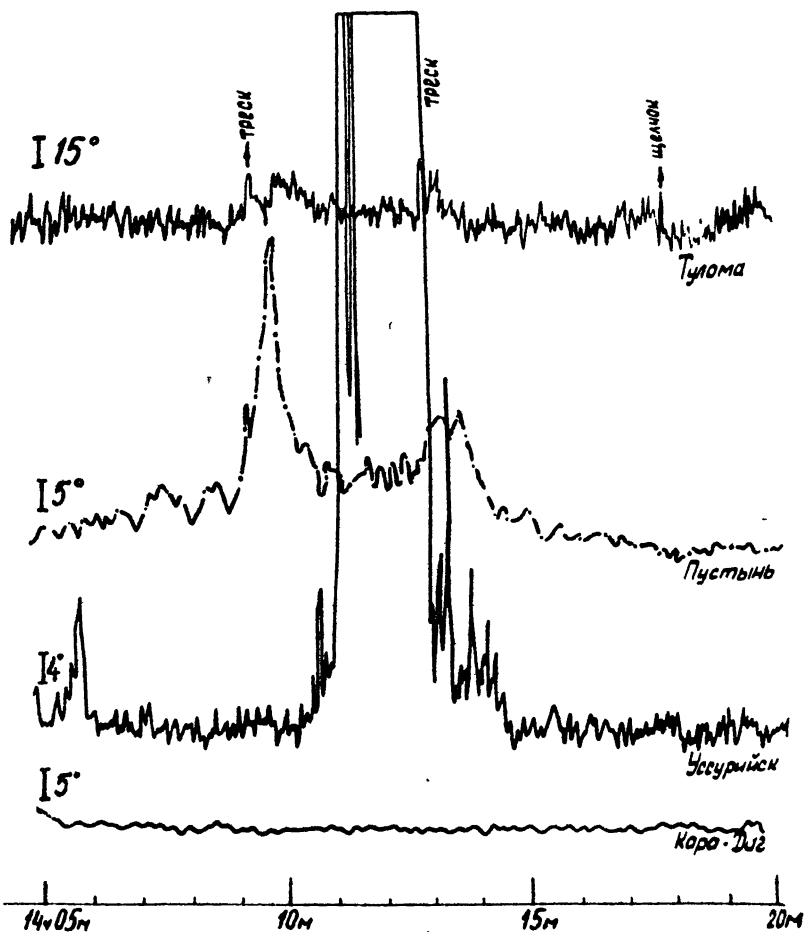


Рис. 4 -

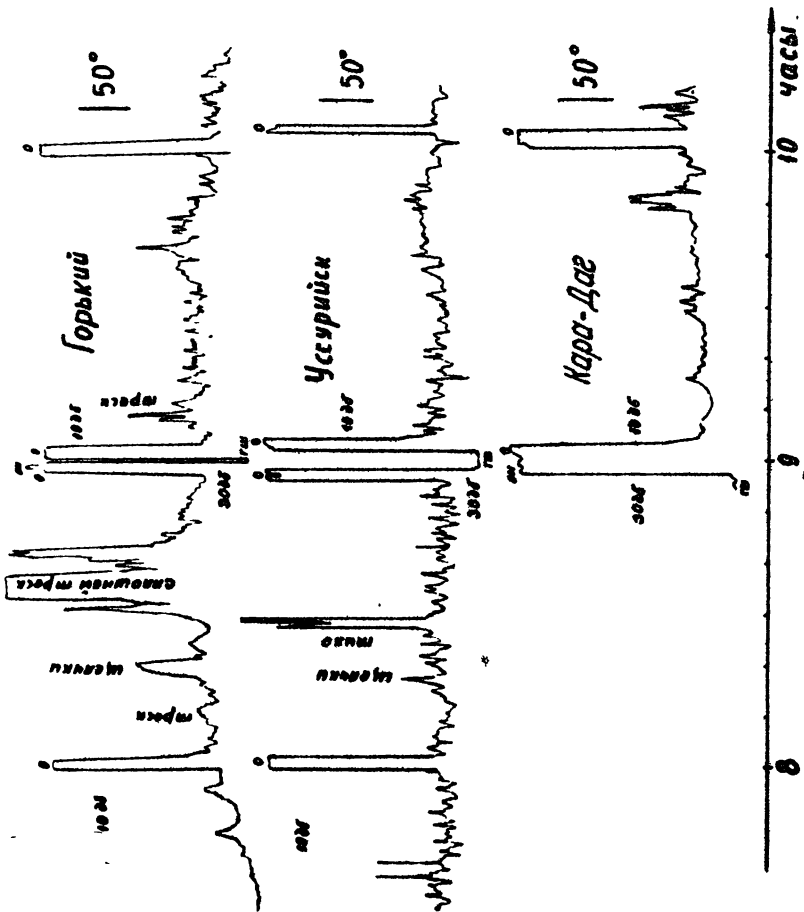


Рис. 5

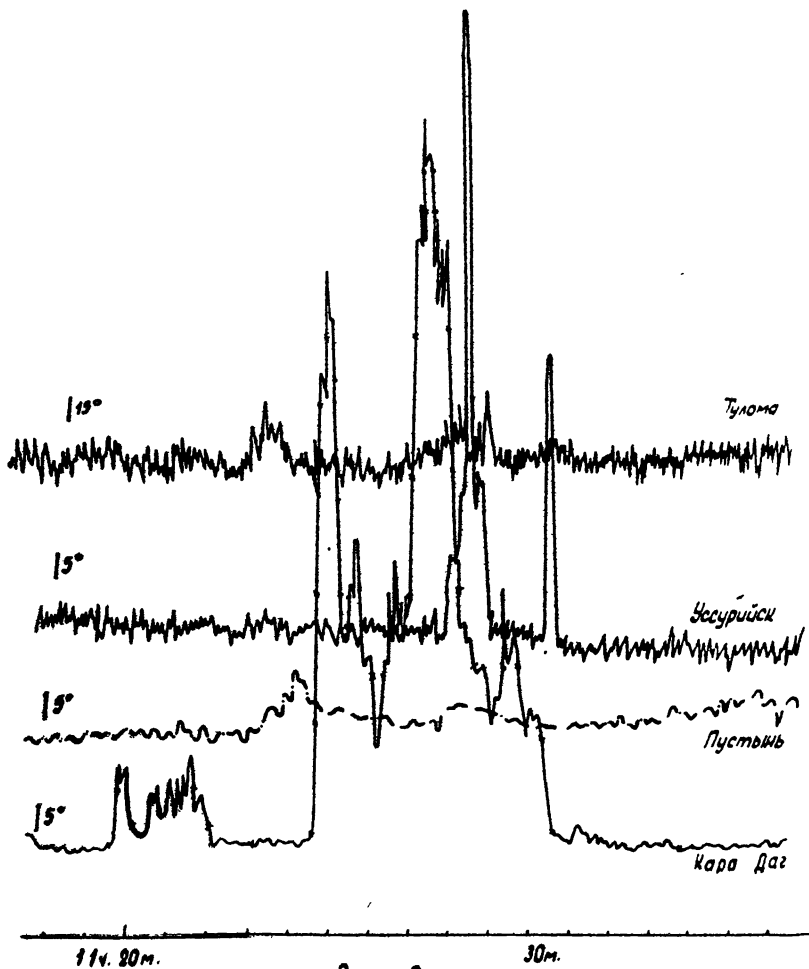


Рис. 6

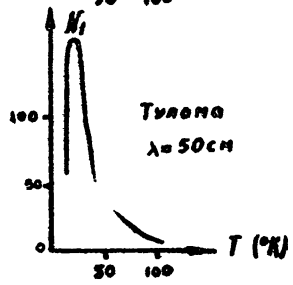
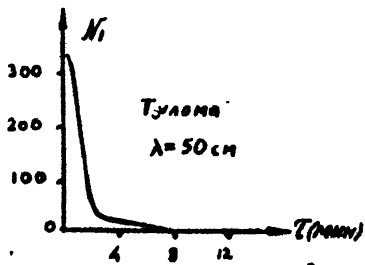
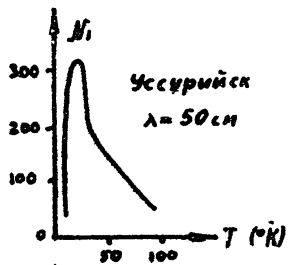
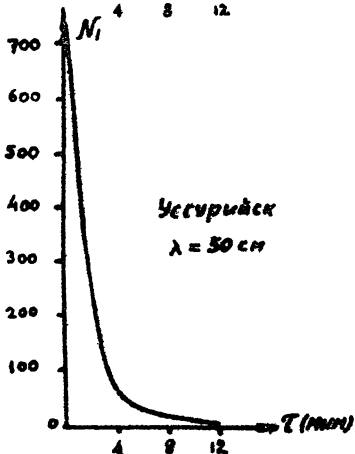
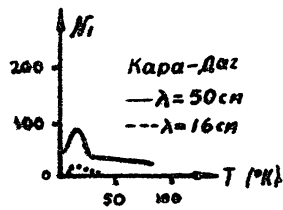
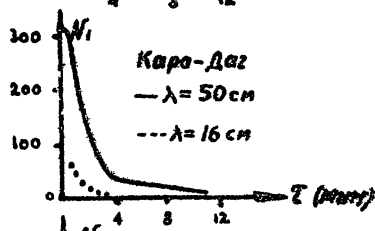
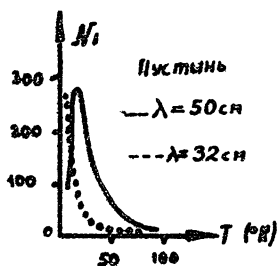
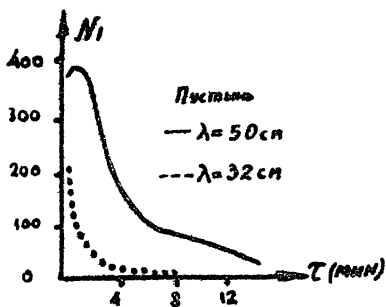
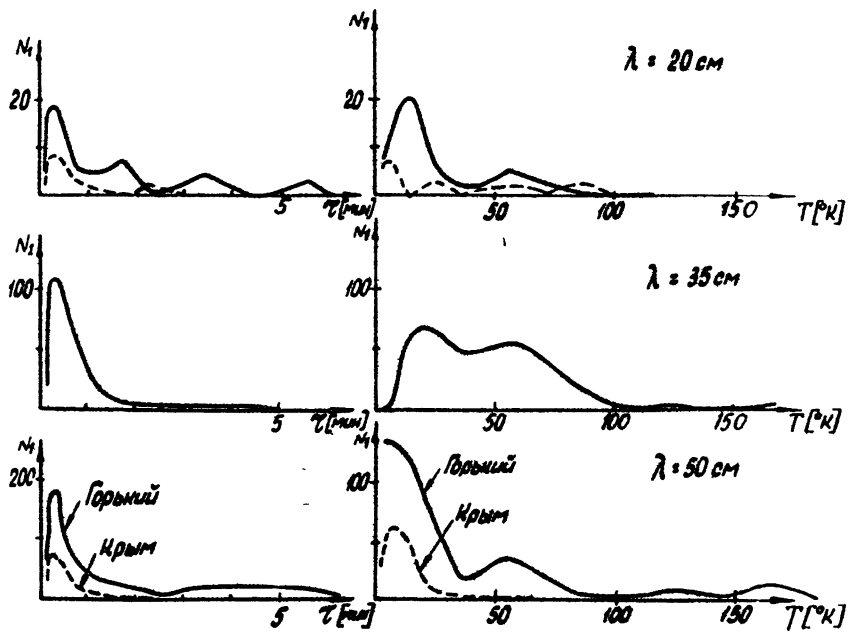
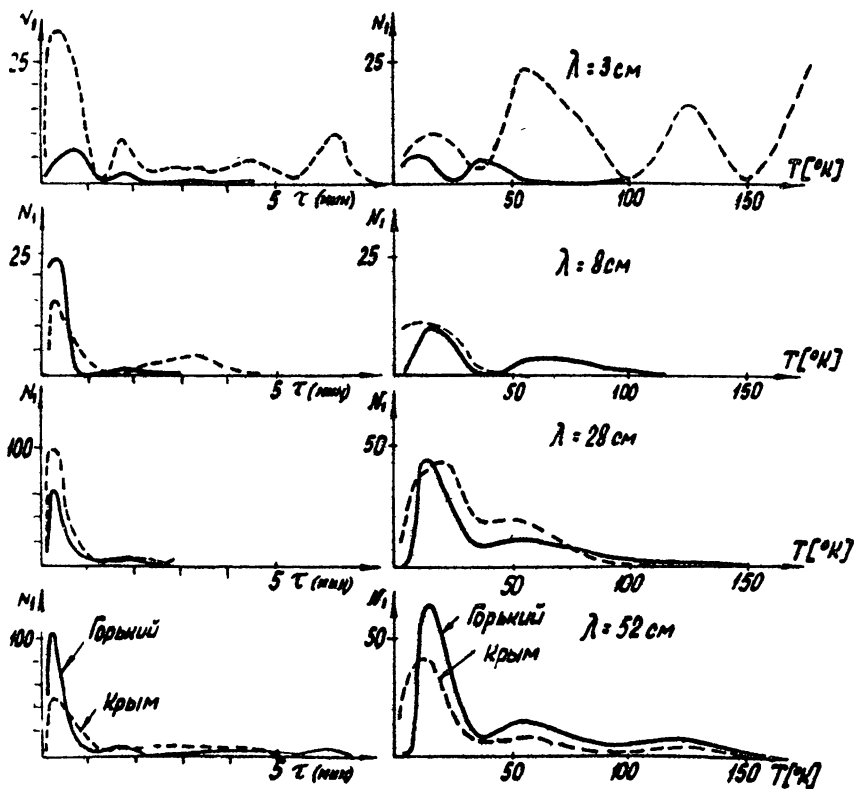


Рис. 7

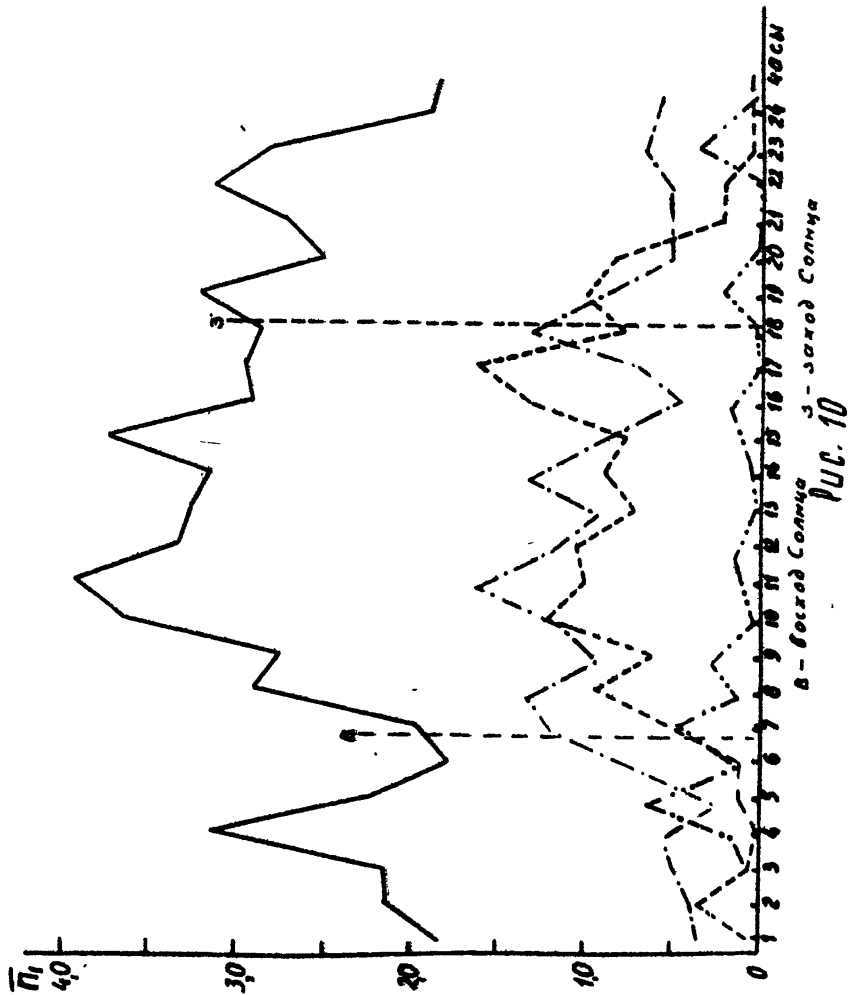


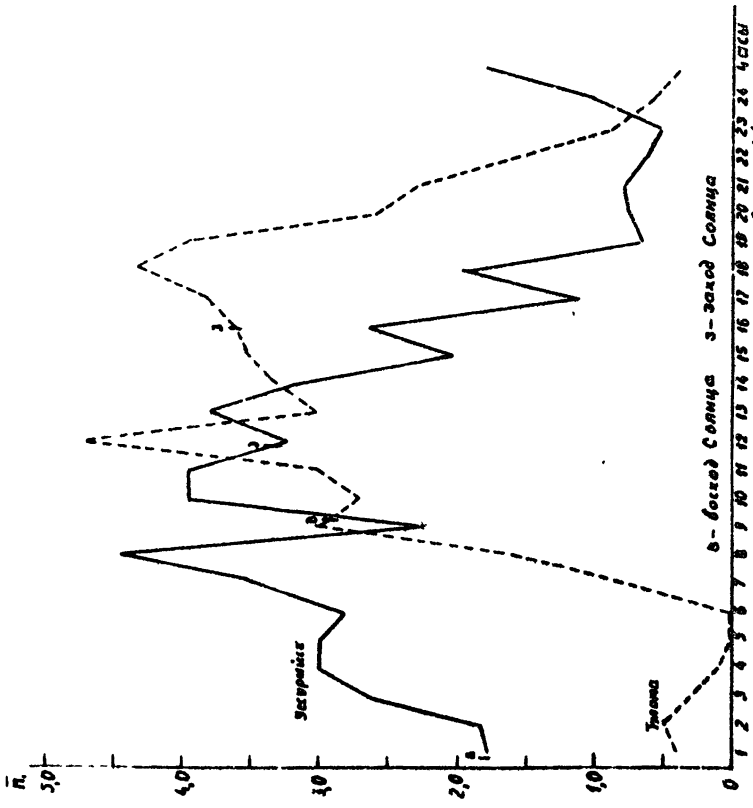
ИЮНЬ 1971 ГОД

РИС. 8



октябрь 1971 год.  
Рис. 9





0 - восход Солнца 3 - заход Солнца

ПЛС. 11

ВРЕМЯ МОСКОВСКОЕ



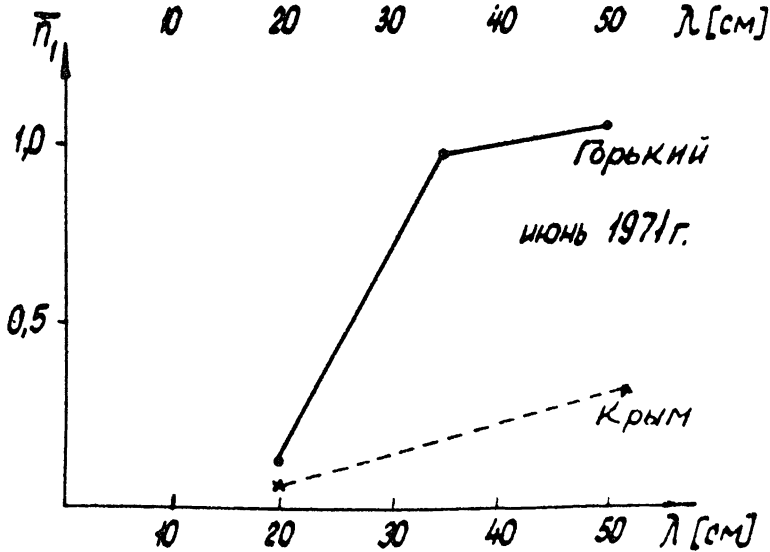
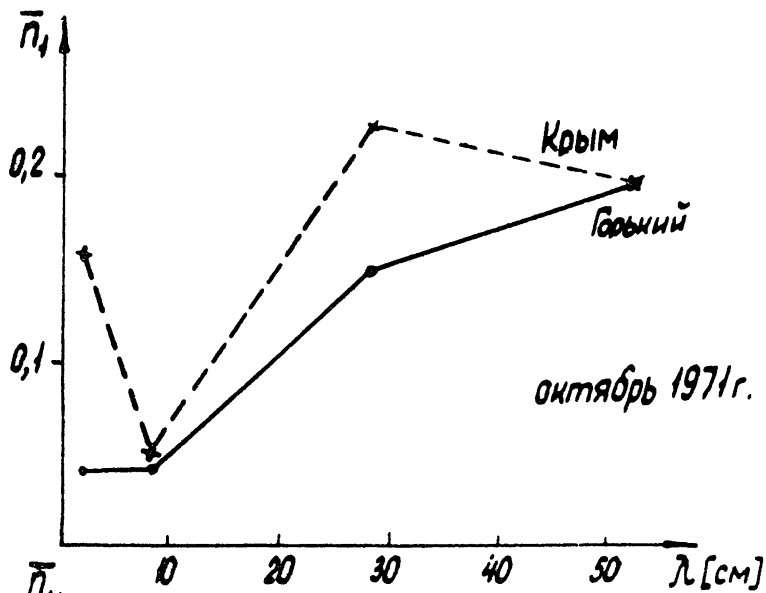


Рис. 12

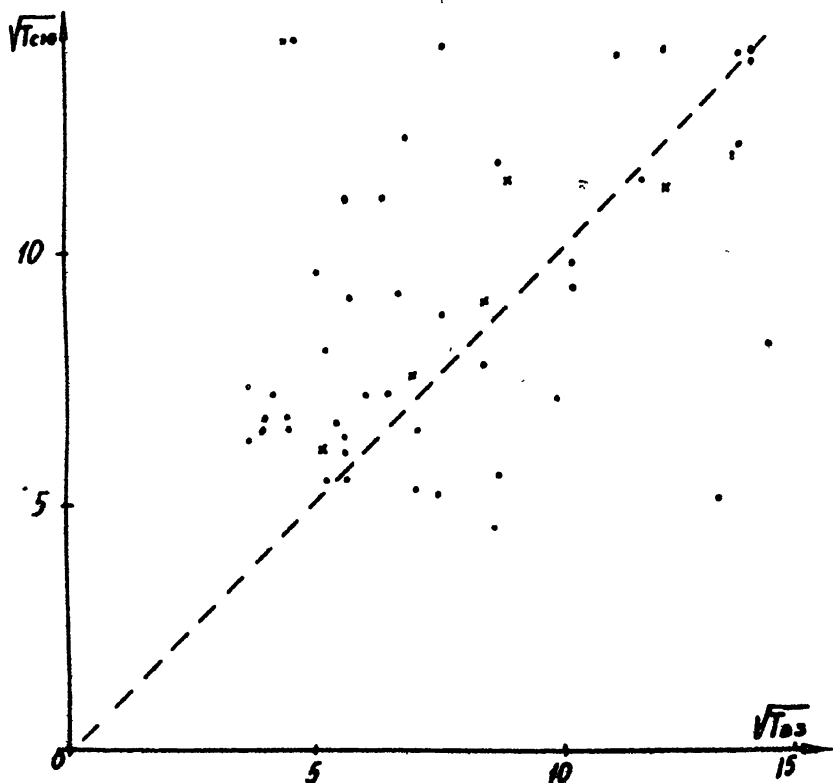


Рис. 13

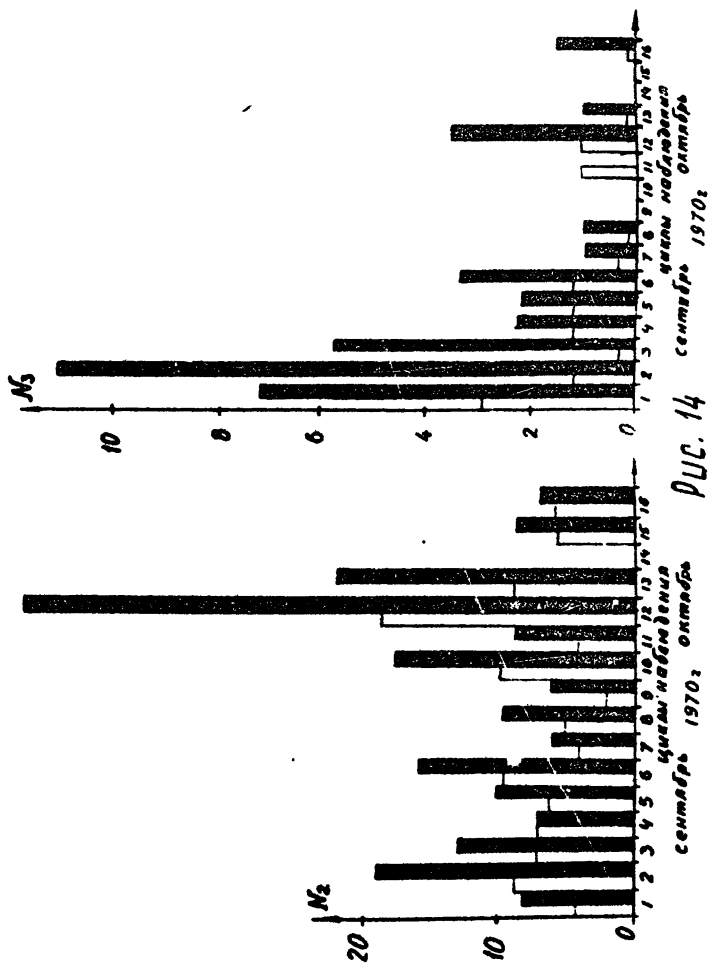
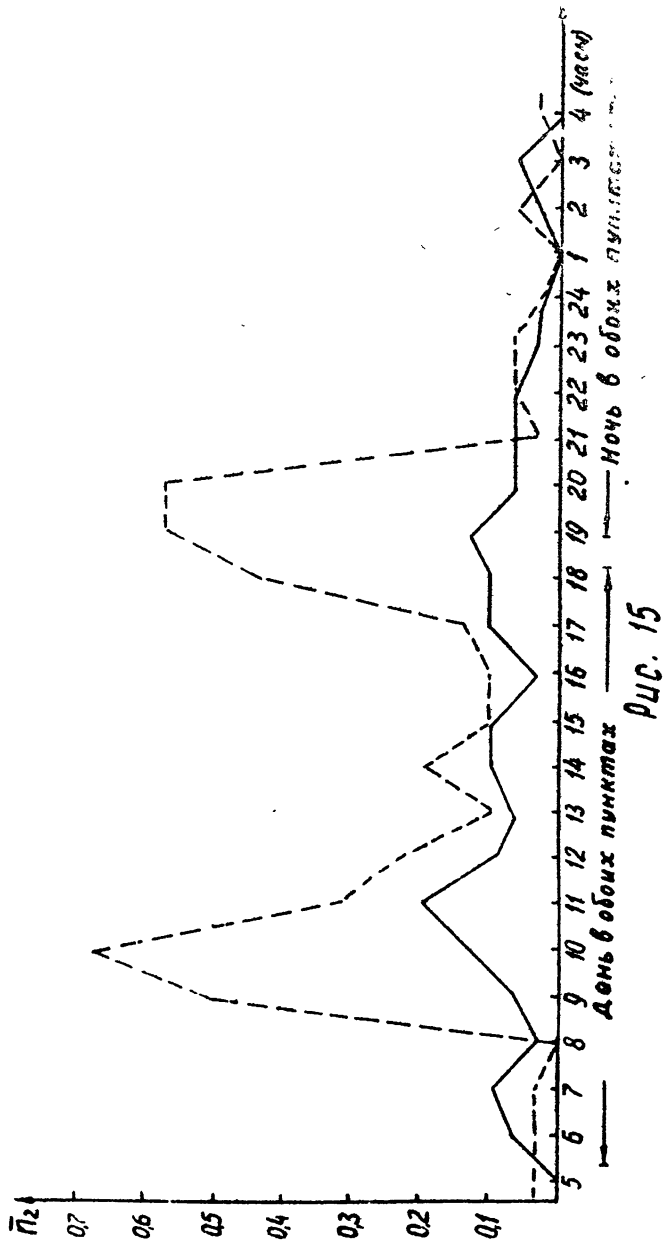
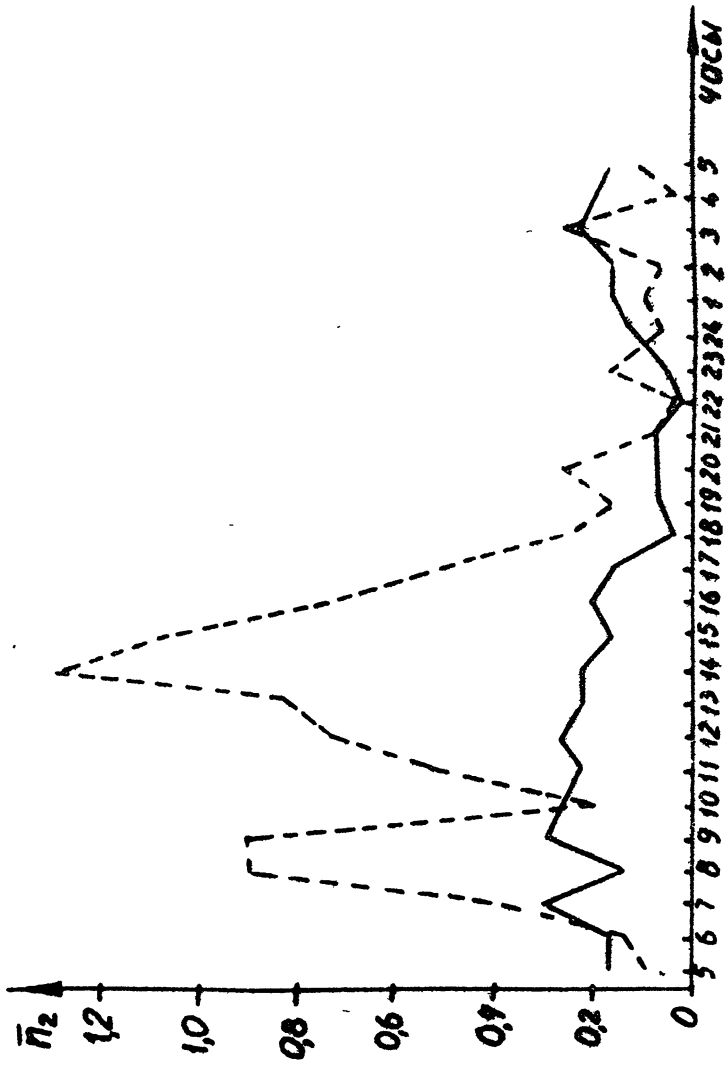


Рис. 14 сентябрь 1970; октябрь

сентябрь 1970; октябрь





День в вобих пунктах  
 ночь в вобих пунктах  
 ночь в вобих пунктах  
 АРС. 16

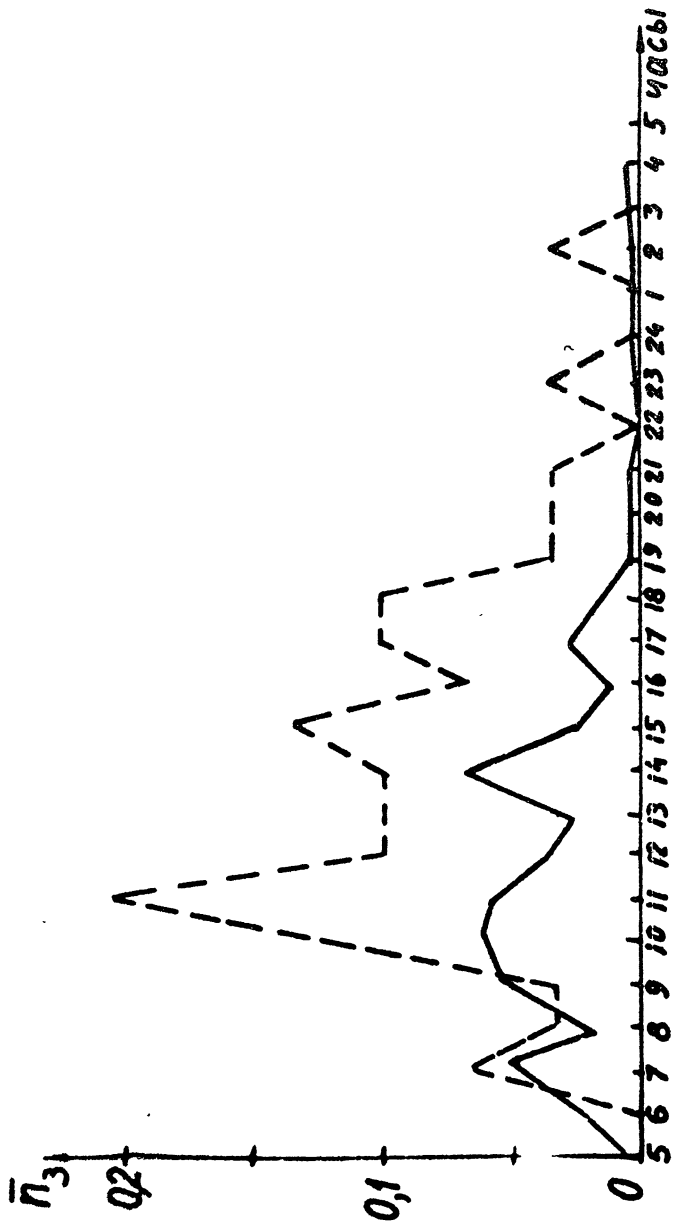


Рис. 17

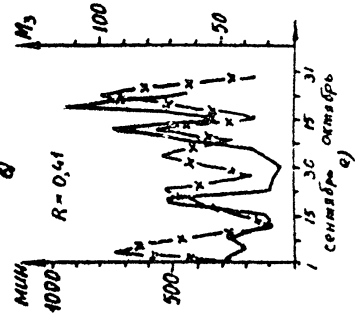
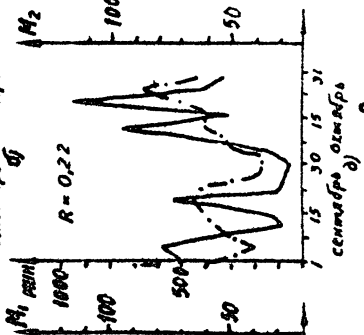
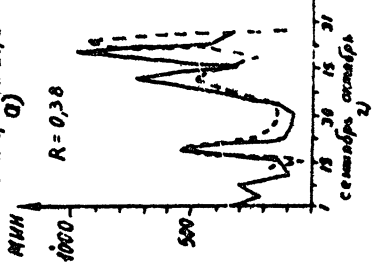
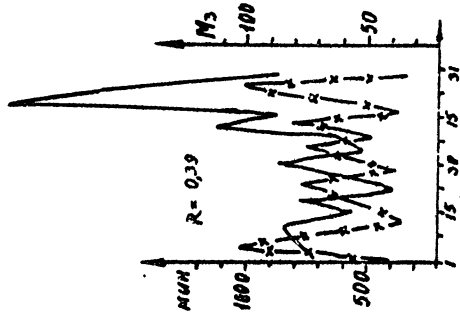
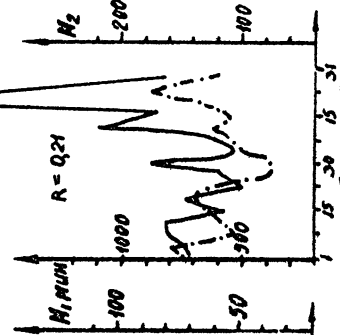
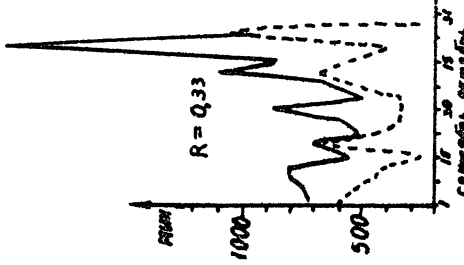
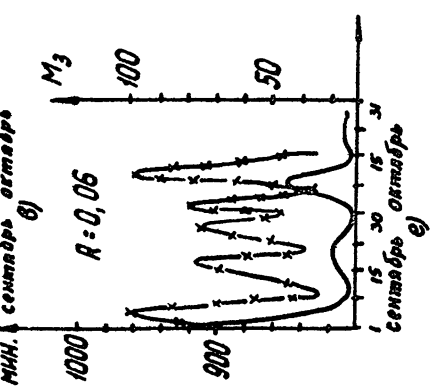
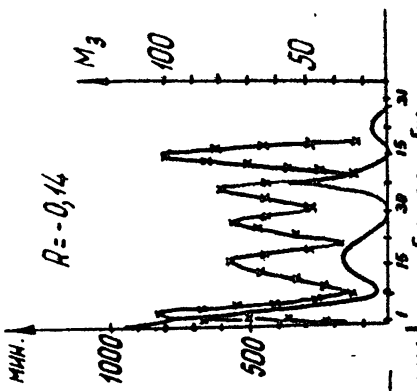
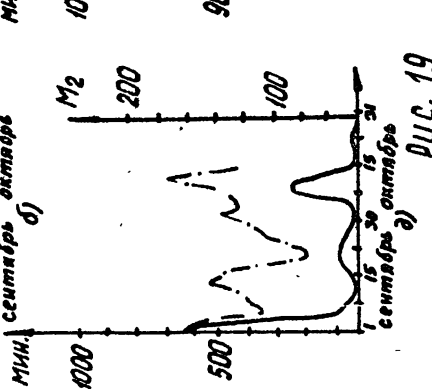
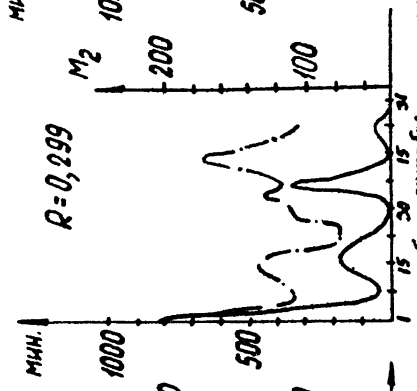
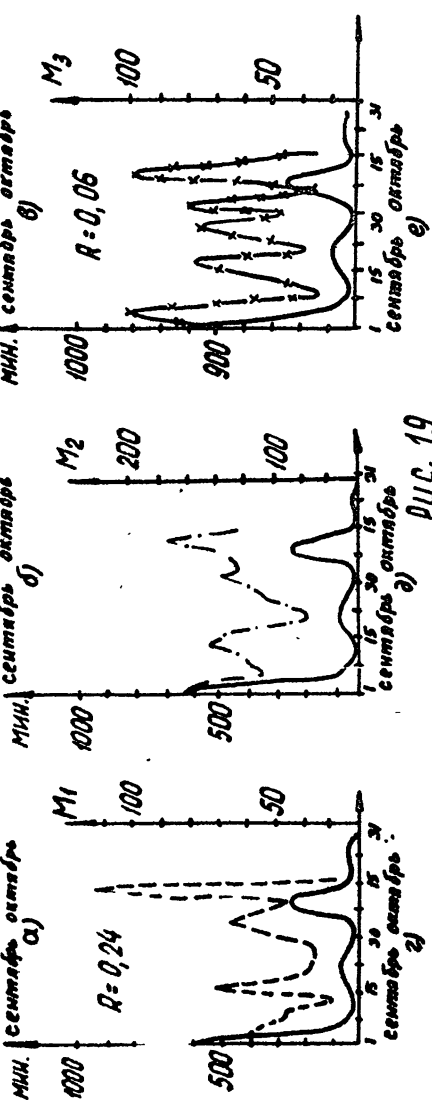
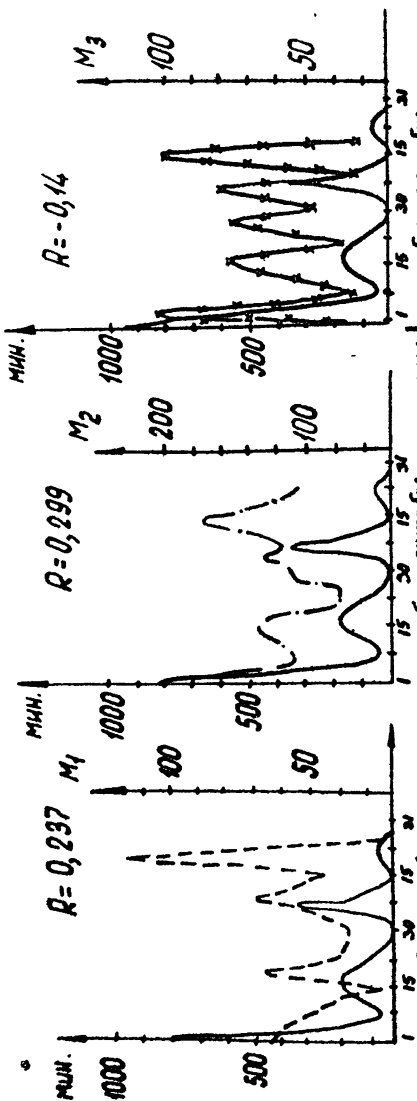


Рис. 18





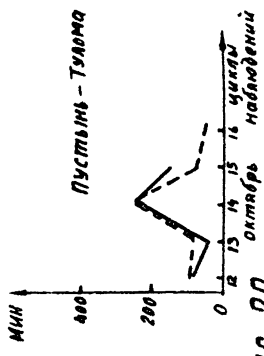
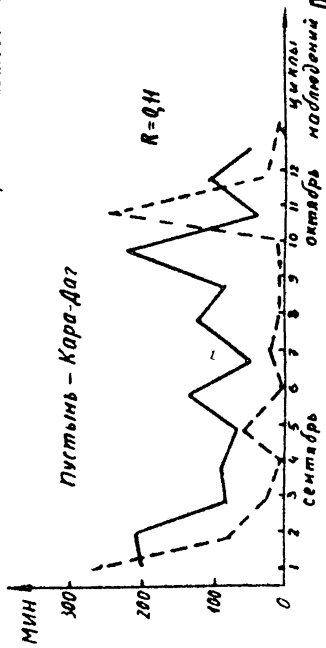
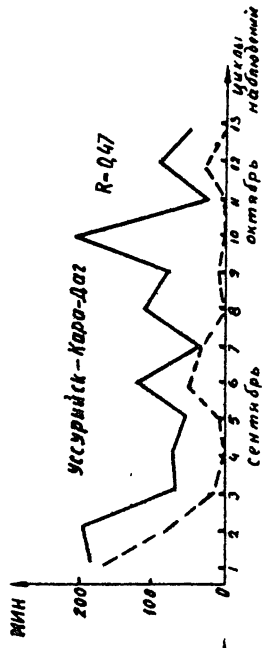
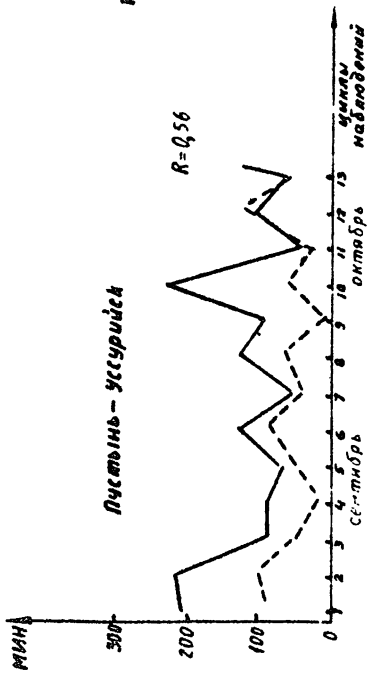


рис. 20

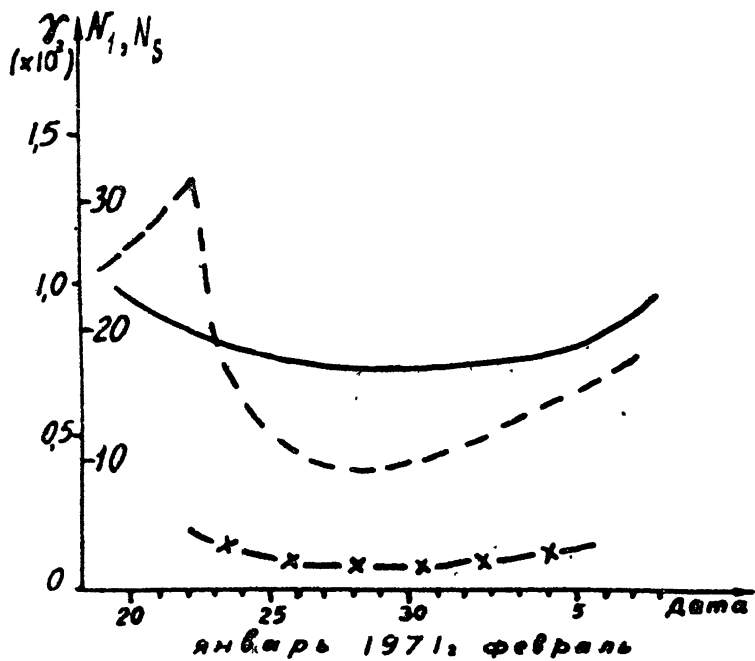
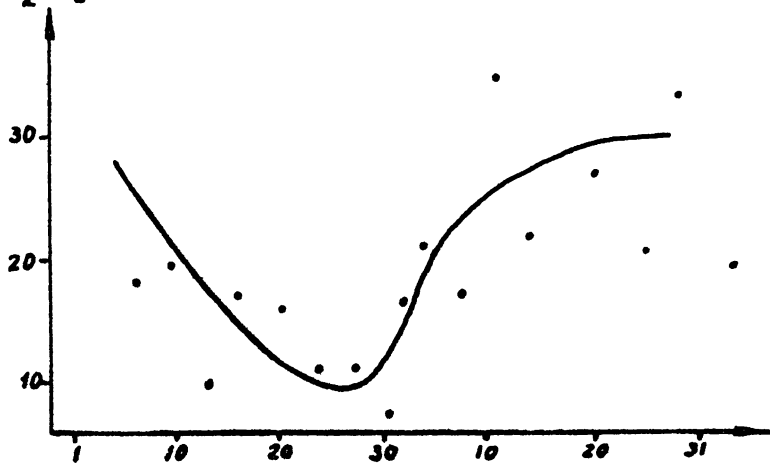


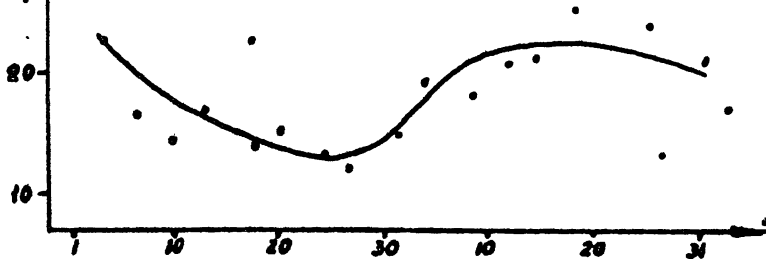
Рис. 21

$N_2 + N_3$



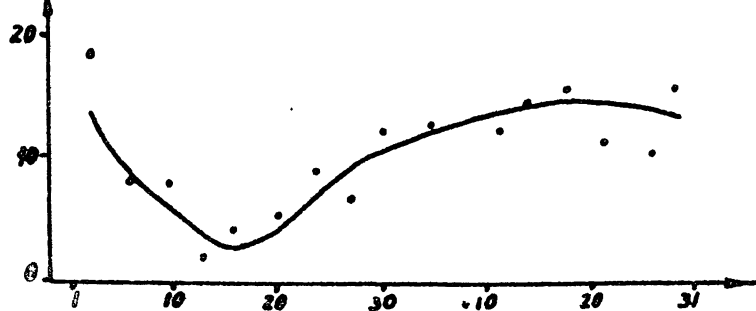
сентябрь 1970г. октябрь

$N_1$



сентябрь 1970г. октябрь

$\Sigma F$



сентябрь 1970г. октябрь

Рис. 22

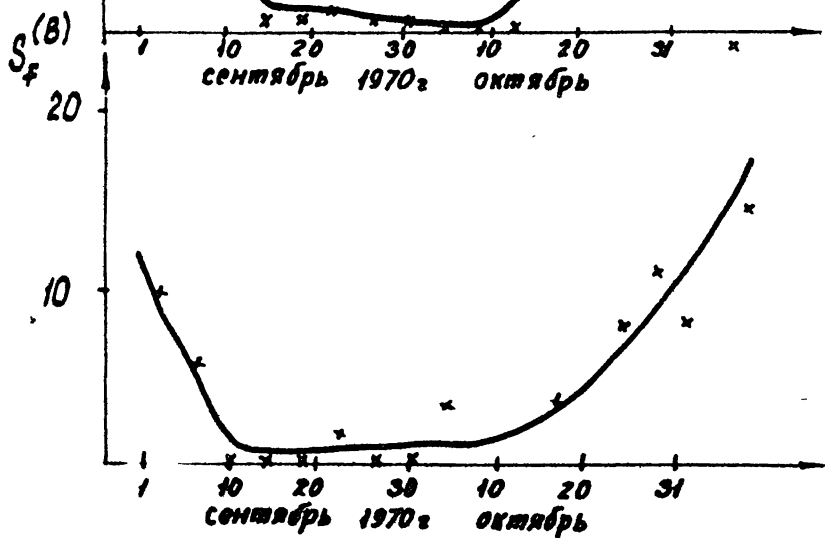
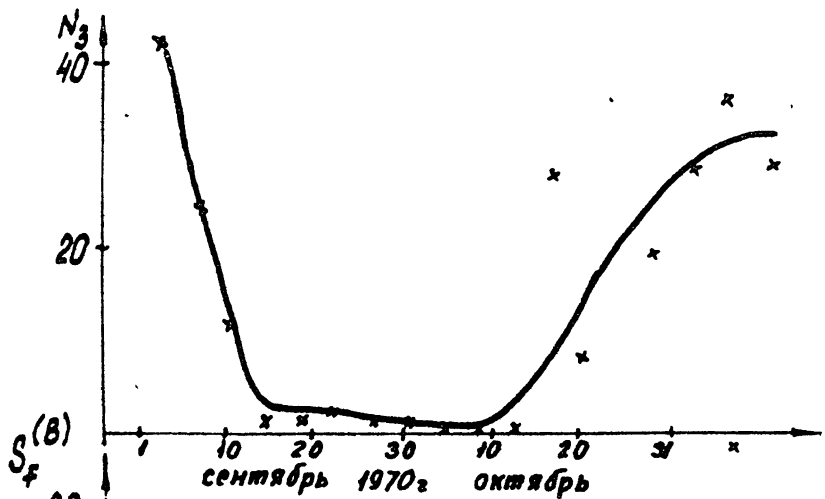
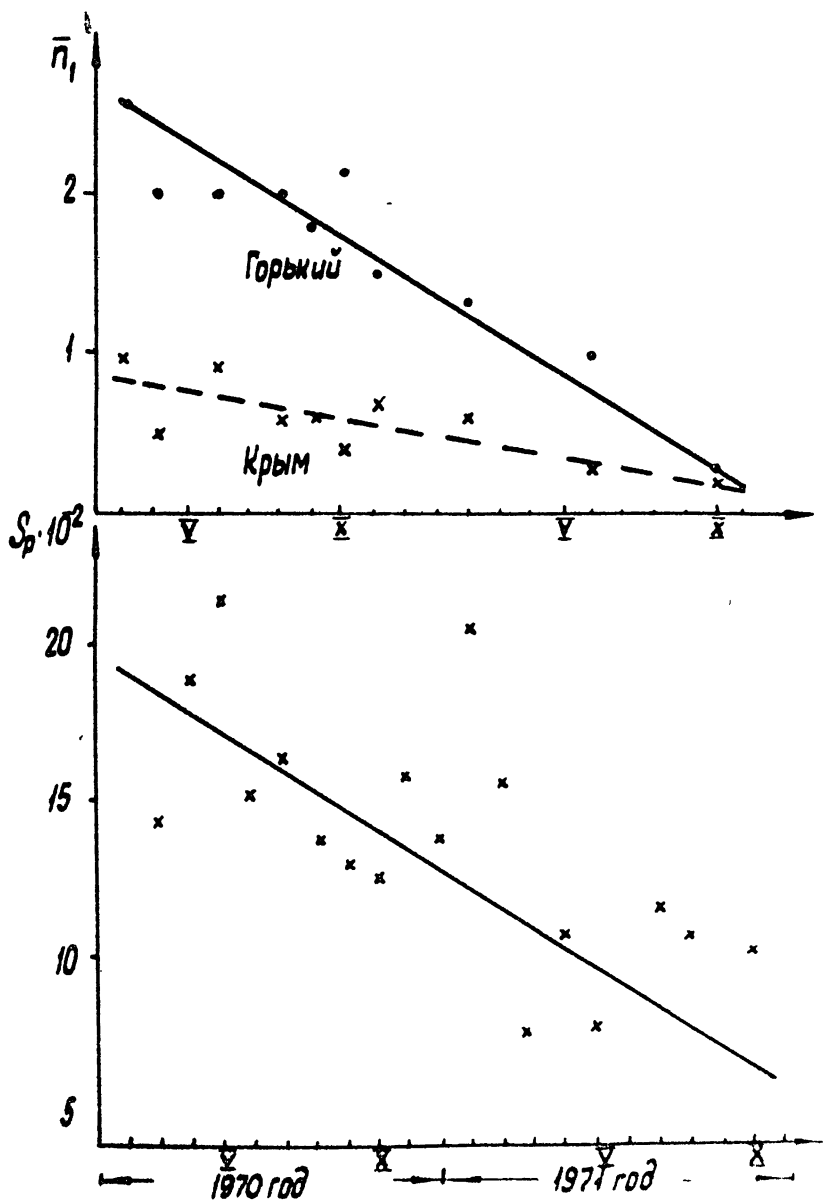


Рис. 23



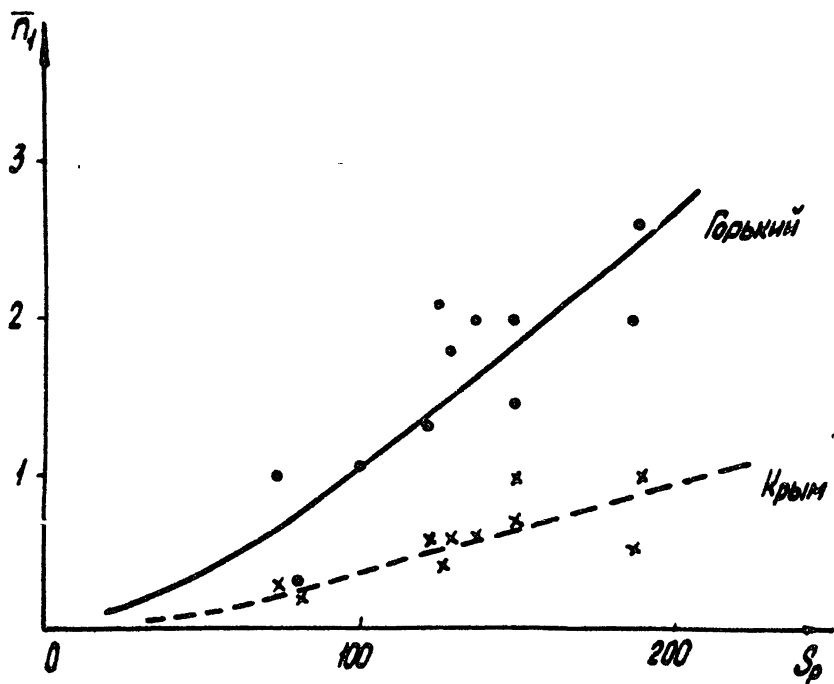


Рис. 25

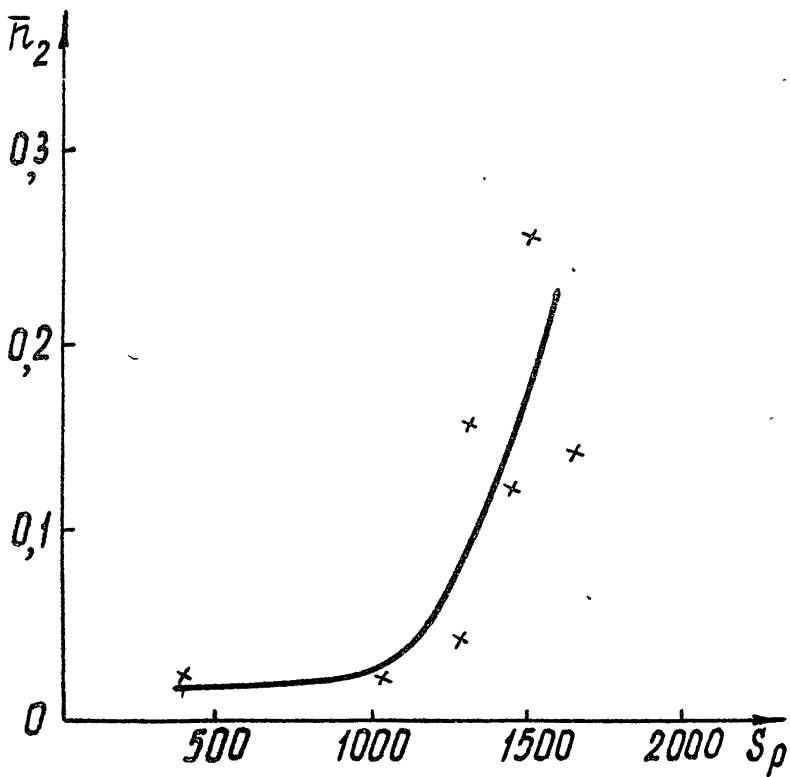


Рис. 26

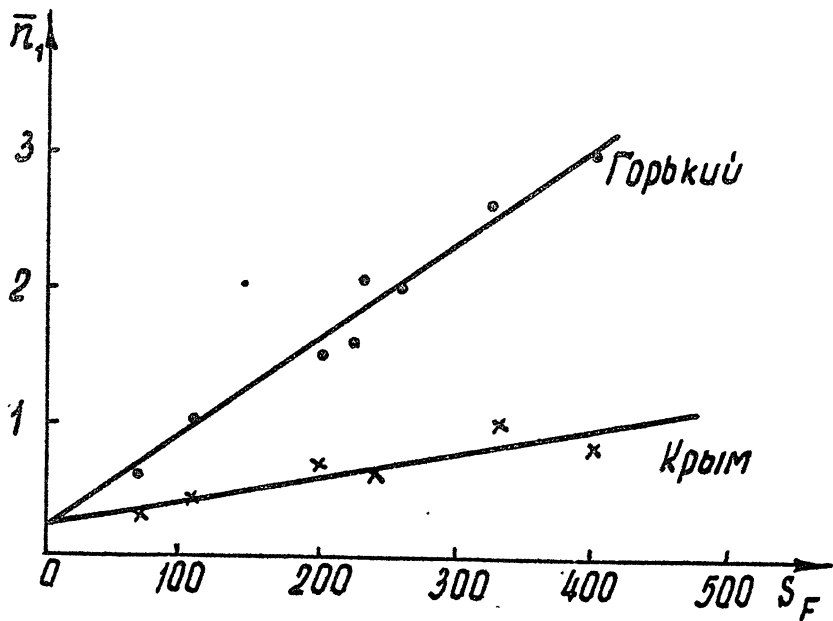


Рис. 27



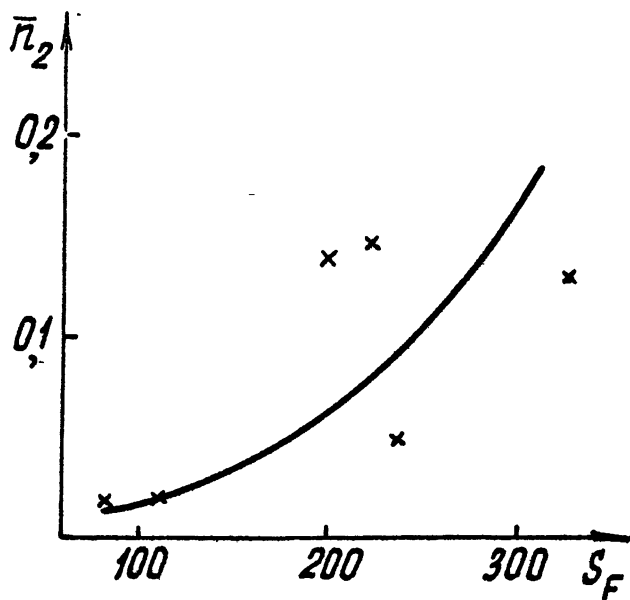


Рис. 28