

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

П р е п р и н т № 231

МЕТОД И РЕЗУЛЬТАТЫ ПОСТРОЕНИЯ РАДИСКАРТ НЕБА  
ПОСРЕДСТВОМ ИНТЕРПОЛЯЦИИ  
ПО ЧАСТОТЕ С КОРРЕКЦИЕЙ СПЕКТРАЛЬНЫХ ИНДЕКСОВ  
НА ОСНОВАНИИ ПРОВЕДЕННЫХ АБСОЛЮТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

М. Е. Миллер

Горький 1987

М и л л е р М. Е.

МЕТОД И РЕЗУЛЬТАТЫ ПОСТРОЕНИЯ РАДИОКАРТ НЕБА ПОСРЕДСТВОМ ИНТЕРПОЛЯЦИИ ПО ЧАСТОТЕ С КОРРЕКЦИЕЙ СПЕКТРАЛЬНЫХ ИНДЕКСОВ НА ОСНОВАНИИ ПРОВЕДЕННЫХ АБСОЛЮТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ. Горький, Препринт № 231 / НИРФИ, 1987. - с.

УДК 523.164.4

Предложен метод построения радиоизопот, сочетающий интерполяцию по частоте на основании двух оригинальных обзоров неба с коррекцией спектральных индексов. по результатам проведенных абсолютных измерений применительно к диапазону дециметровых-метровых длин волн. Исходя из известных радиокарт на 38 МГц и 404 МГц, построено пространственное распределение спектральных индексов  $\beta$  (38/404). Возможные частотные вариации спектральных индексов определяются из сопоставления пересчитанных на рабочие частоты 210, 290 и 350 МГц сканов  $T_{\text{ярк}}$  для склонения  $\delta = -6^{\circ},5$  с экспериментально измеренными профилями  $T_{\text{фц}}$  методом сравнения с "черным" диском на траектории  $\delta_{\text{д}} = -6^{\circ},5$  (угловое разрешение  $\sim 7^{\circ}$ ). Построены радиокарты неба на частотах 210, 290 и 350 МГц на основе скорректированного с учетом экспериментальных данных массива спектральных индексов. Метод позволяет за короткое время получить достаточно точные радиообзоры неба на любой частоте рассматриваемого диапазона, необходимые при проведении исследований космического радиоизлучения, а также при решении задач прикладного характера.

Длительное время в радиоастрономии и астрофизике исследуется распределенное космическое радиоизлучение. Особый интерес представляют такие его характеристики, как пространственное распределение яркостной температуры, спектр, поляризация. Знание этих характеристик важно как с точки зрения общих проблем строения и эволюции Галактики, так и при решении множества прикладных задач. К настоящему времени получены карты радиоизотоп (распределения по небесной сфере яркостной температуры космического радиоизлучения) на различных длинах волн. Некоторые радиокарты, относящиеся к диапазону сантиметровых-метровых длин волн приведены на рис. 1-8, а данные по ним представлены в табл. I. Такие радиокарты используются при измерениях интенсивности радиоизлучения дискретных источников, когда необходимо учитывать неравномерность фонового радиоизлучения в районе источников и опорных областей /14-17/ ; для расчетов дифракционных поправок, обусловленных влиянием распределенного космического радиоизлучения при абсолютных измерениях по методу "черного диска" в дециметровом-метровом диапазоне длин волн /18, 19/; при измерениях некоторых параметров антенн радиоастрономическими методами /20/. Кроме того, они используются в космической связи с наземными приемными устройствами, где распределенное космическое радиоизлучение является ограничивающим фактором и должно учитываться при определении предельной чувствительности земных систем /21/.

Из табл. I видно, что карты радиоизотоп имеют существенно различное угловое разрешение и значительные погрешности абсолютной шкалы яркостных температур; на некоторых длинах волн они охватывают лишь отдельные участки неба. Сравнение радиоизотоп на

различных частотах показывает существенную частотную зависимость яркостной температуры  $T_{\text{ярк}} \sim f^{-\beta}$ , где  $\beta$  может изменяться от 2,3 до 2,8 в зависимости от диапазона волн и области на небесной сфере. В целом ряде работ исследовались вариации спектрального индекса в диапазоне от сантиметровых до метровых длин волн /22-36/, которые свидетельствуют о значительных пространственных и частотных изменениях  $\beta$ .

Поскольку радиокарты неба построены по результатам абсолютных и относительных измерений для ограниченного числа фиксированных частот, возникает задача интерполяции распределения яркостных температур на рабочую частоту  $f_0$  (на которой проводятся вышеупомянутые антенные или радиоастрономические измерения) с исходного оригинального обзора неба на частоте  $f_1$  (как правило, выбирается карта на ближайшей к  $f_0$  частоте  $f_1$ ) и данных о спектральном индексе в этом диапазоне. При пересчете яркостных температур используется соотношение /37/:

$$T_{f_0} = T_{f_1} \left[ \frac{f_1}{f_0} \right]^{\beta} \quad (1)$$

где  $T_{f_0}$  и  $T_{f_1}$  - яркостные температуры соответственно на частотах  $f_0$  и  $f_1$ .

Имеющиеся к настоящему времени данные о пространственных и частотных вариациях спектрального индекса  $\beta$  неполны и, иногда, противоречивы, что обуславливает некоторый произвол при выборе среднего по небесной сфере значения спектрального индекса  $\beta$ . Очевидно, что при небольшом разnose частот  $f_0$  и  $f_1$ , погрешности в выборе  $\beta$  существенно не увеличат абсолютную погрешность интерполированного распределения яркостных температур  $T_{f_0}$  по сравнению с исходной радиояркостью  $T_{f_1}$ . Нетрудно убедиться, что

$$\delta(T_{f_0}) = \delta(T_{f_1}) + \ln\left(\frac{f_1}{f_0}\right) \Delta(\beta), \quad (2)$$

где  $\delta(T_{f_0}) = \frac{\Delta(T_{f_0})}{T_{f_0}}$ ,  $\delta(T_{f_1}) = \frac{\Delta(T_{f_1})}{T_{f_1}}$ ,  $\Delta(T_{f_0})$  и  $\Delta(T_{f_1})$  соответственно абсолютные погрешности яркостных температур  $T_{f_0}$  и  $T_{f_1}$ ;  $\Delta(\beta)$  - абсолютная погрешность спектрального индекса.

Однако, на практике такая возможность далеко не всегда реализуется, и пересчитанная таким образом радиокарта может оказаться существенно неточной. Например, если в качестве исходных радио-

обзоров в диапазоне дециметровых-метровых длин волн (см. табл. I) использовать радиокарты на  $f_1 = 150$  МГц /4/ (обзор неба на  $f_1 = 200$  МГц /6/ имеет значительные абсолютные погрешности и низкое угловое разрешение) или на  $f_1 = 408$  МГц /9-12/, при  $f_0 \sim 300$  МГц и  $\Delta(\beta) \sim 0,1-0,2$  /29, 34, 36, 38/ в соответствии с (2) интерполяция по частоте увеличивает относительную погрешность исходного радиообзора  $\delta(T_{f_1})$  в среднем на 5-10%.

В работе /21/ приводятся радиокарты неба на частотах 136 и 400 МГц (см. рис. 7 и 8), построенные с помощью ЭВМ на основании оригинальных радиообзоров /4, 6, 8/ посредством пересчета по формуле (1) с  $\beta = 2,4$ . Ввиду близости рабочих частот и частот используемых исходных радиокарт, даже при, по-видимому, заниженном значении спектрального индекса  $\beta$ , погрешность интерполяции незначительно увеличивает ошибки  $T_{f_1}$ .

Повысить достоверность пересчитанного радиоизображения можно, используя достаточно простой способ интерполяции с двух оригинальных радиокарт на частотах  $f_1$  и  $f_2$  ( $f_1 < f_0 < f_2$ ), имеющих одинаковое (или близкое) угловое разрешение /39/. Радиокарты оцифровываются и вводятся в память ЭВМ. Предварительно рассчитывается массив спектральных индексов в узлах координатной сетки с выбранным пространственным дискретом:

$$\beta_i = \lg \frac{T_{f_1}^i}{T_{f_2}^i} \lg^{-1} \frac{f_2}{f_1}, \quad (3)$$

где  $T_{f_1}^i$  и  $T_{f_2}^i$  - яркостные температуры на частотах  $f_1$  и  $f_2$  в точке с координатами  $(\alpha_i, \delta_i)$  в экваториальной системе координат. После этого вычисляются значения яркостной температуры:

$$T_{f_0}^i = T_{f_{1,2}}^i \left[ \frac{f_{1,2}}{f_0} \right]^{\beta_i} \quad (4)$$

По рассчитанному таким образом массиву  $T_{f_0}^i$  выбираются уровни постоянных значений яркостной температуры (изофоты), координаты которых вычисляются по стандартной программе на ЭВМ и выводятся на графопостроитель. Очевидно, при таком способе пересчета радиокарт неба значения яркостных температур рассчитываются для каждой точки выбранной координатной сетки  $(\alpha_i, \beta_i)$  по своим значениям спектрального индекса  $\beta$ , ошибки вычисления которых, определяемые, как

в этом нетрудно убедиться, выражением

$$\Delta(\beta) = \frac{0,434}{\lg(f_2/f_1)} \left[ \delta(T_{f_1}) + \delta(T_{f_2}) \right] \quad (5)$$

будут существенно меньше погрешности среднего значения  $\beta$ , достаточно произвольно выбираемого при пересчете по формуле (1). Это позволяет до некоторой степени учитывать угловые вариации спектрального индекса, что повышает точность построенного распределения яркостной температуры.

Можно, к примеру, использовать обзоры Северного неба на  $f_1 = 38$  МГц /1/ и  $f_2 = 404$  МГц /8/ (с учетом того, что в соответствии с выводами /40/, нулевой уровень обзора на 404 МГц /8/ завышен на 4 К). Они охватывают одинаковые участки небосвода и построены с одним и тем же угловым разрешением  $7^{\circ}5'$ . Для этих радиокарт значения яркостных температур  $T_{38}$  и  $T_{404}$  определялись методом линейной интерполяции в узлах координатной сетки с дискретом по  $\alpha$  и  $\delta$  равным  $5^{\circ}$  и вводились в память ЭМ БЭСМ-6 /39/ (следует заметить, что пространственный дискрет оцифровки радиобзоров должен быть не больше углового разрешения, с которым они получены). В табл. 2 и 3 приведены оцифровки используемых исходных радиокарт (значения  $T_{404}$  соответствуют изофотам /8/). На основе этих данных рассчитывался массив спектральных индексов  $\beta_i$  (соотношение (3)) с погрешностями  $\Delta(\beta_i) \approx 0,06$  (см. (5)). Проведенное таким образом сопоставление показало заметные пространственные вариации значений  $\beta_i$ , которые коррелируют с известными структурными образованиями Галактики. Так значения спектральных индексов вне галактической плоскости при пересчете  $T_{38}/T_{404}$  лежат в пределах 2,55-2,65, в то время, как в области центра плоскости Галактики их значения составляют 2,4-2,45 и антицентра 2,5-2,55. Карта распределения  $\beta_i$ , полученная на графопостроителе ЭМ БЭСМ-6 приведена на рис. 9. На основе рассчитанного массива спектральных индексов  $\beta_i$  вычислялись яркостные температуры, первоначально, для таких частот  $f_0$ , на которых имеются оригинальные радиокарты ( $f_0 = 150$  МГц /4/, 178 МГц /5/, 200 МГц /6/). Сопоставление интерполированных карт радиозофот с оригинальными с учетом различий в угловом разрешении и в абсолютных погрешностях показало их достаточно хорошее соответствие. На рис. 10 приведена оригинальная радиокарта

области неба на  $\nu_0 = 178 \text{ МГц} / 5/$ , а на рис. II - радиокарта, построенная на графопостроителе ЭВМ БЭСМ-6 выше описанным способом. Уровни яркостных температур, здесь, на высоких галактических широтах совпадают в среднем в пределах  $\pm 5\%$ , что значительно меньше абсолютной погрешности исходной радиокарты ( $\pm 10\%$ ). В районе галактической плоскости значения интерполированных яркостных температур  $T_{178}$  занижены по сравнению со значениями  $T_{178} / 5/$  в среднем на  $15\%$ , что объясняется существенно более высоким разрешением радиокарты /5/ (см. табл. I) и тем, что в работе /5/ приведены величины радиояркости, скорректированные с учетом рассеяния в боковые и задние лепестки диаграммы антенны (неучет этого фактора приводит к занижению яркостных температур в "горячих" областях неба и завышению в "холодных").

Как уже отмечалось выше, при двухчастотной интерполяции радио карт неба удается в определенной степени учесть пространственные изменения спектральных индексов фонового радиоизлучения, однако частотная зависимость радиояркости, при этом, предполагается постоянной во всем диапазоне  $\nu_1 - \nu_2$ , что, вообще говоря, может не соответствовать действительности. Так в работах /29, 32/ отмечается плавное увеличение крутизны спектра с увеличением частоты в диапазоне  $150-400 \text{ МГц}$  (в /29/ -  $17,5-408 \text{ МГц}$ ), хотя не исключено некоторое увеличение скорости роста в высокочастотной части диапазона (возможно, на частотах  $\nu > 200 \text{ МГц}$ ). Укрупнение спектра распределенного космического радиоизлучения с ростом частоты отмечается и в работе /36/, где проводились наблюдения в диапазоне  $200-350 \text{ МГц}$ .

Очевидно, при интерполяции радиокарты неба с двух оригинальных обзоров /39/, координаты радиоизотоп как линий постоянной интенсивности фонового радиоизлучения определяются с достаточно высокой точностью, что обусловлено более высокой точностью относительных измерений и отражает пространственное распределение спектральных индексов. Однако, сами абсолютные значения яркостных температур, представленные на изофотах нуждаются в уточнении, поскольку содержат в себе абсолютные погрешности шкалы исходных радиокарт и возможные дополнительные ошибки, как отмечено выше, связанные с неучетом вероятных частотных вариаций спектральных индексов. Такое уточнение может быть произведено на основании прямых абсолютных измерений интенсивности распределенного космического радиоизлучения на рабочей частоте  $\nu_0$  в различных областях небесной сферы, с привязкой шкалы

яркостных температур к какому-нибудь калибровочному эталону радиоизлучения. Возможно использование при таких измерениях метода замещения "черным" диском, выполняющим роль первичного эталона радиояркости, с которым сравнивается интенсивность радиоизлучения экранлируемых им областей космического фона /I8/. При этом, помимо эталонирования "нулевых" опорных областей (в которых приращение антенной температуры от радиоизлучения диска равно нулю) /I9/, проводятся измерения значений  $T_{\Phi Д}$  (яркостная температура фона, усредненная в пределах телесного угла занимаемого диском) для полного круга склонения  $\delta = \delta_{\text{диск}}$ . За счет суточного вращения Земли в направлении "черного" диска проходят области неба с различной интенсивностью радиоизлучения и, следовательно, на основании измеренного профиля  $T_{\Phi Д}$  могут быть уточнены абсолютные значения радиояркости на различных уровнях интенсивности (изофотах) интерполированного радиоизображения. Это, в сущности, и означает учет возможных частотных вариаций спектральных индексов. Таким образом, если интерполированное значение радиояркости рассчитывается по соотношению (4), то истинное значение (полученное из прямых абсолютных измерений) можно представить в виде:

$$T_{\Phi Д} = \tilde{T}_{f_0}^i = T_{f_0}^i K = T_{f_{1,2}}^i \left[ \frac{f_{1,2}}{f_0} \right]^{\beta_i + \Delta_{1,2}} \quad (6)$$

где  $K$  - коэффициент, выражающий различие между интерполированной  $T_{f_0}^i$  и измеренной  $\tilde{T}_{f_0}^i$  яркостной температурой, обусловленное, главным образом, возможной частотной вариацией  $\Delta_{1,2}$  спектрального индекса  $\beta_i$  на участках частот  $(f_1, f_0)$  и  $(f_0, f_2)$ . Очевидно, из (6):

$$\Delta_{1,2} = \lg K / \lg (f_{1,2} / f_0). \quad (7)$$

Следовательно, при  $K \neq 1$ , величина  $\Delta_{1,2}$  может принимать как положительные, так и отрицательные значения в зависимости от участка частот, на котором корректируется спектральный индекс. После внесения соответствующих поправок, на графопроекторе ЭМ выводится скорректированное пространственное распределение яркостных температур радиолона, содержащее минимально возможные в данном случае абсолютные погрешности. Подобные измерения могут быть проведены за



короткий срок (несколько дней) и позволяют получить достаточно точную радиокарту неба на используемой рабочей частоте  $f_0$  (известно, что построение оригинальных радиообзоров неба требует весьма сложных и длительных наблюдений и обработки результатов, занимающих, в ряде случаев, не один год /4, 6, 9-12/).

Ниже приводятся результаты проведенных на нескольких частотах дециметрового-метрового диапазона абсолютных измерений интенсивности распределенного космического радиоизлучения и обработки полученных данных предложенным в настоящей работе методом.

Все измерения проводились на радиоастрономическом комплексе /4I/ в составе 12-метрового радиотелескопа РТВС-12, 5-метрового "черного" диска и комплекта автоматизированной на базе микро-ЭВМ радиометрической аппаратуры. Антенна устанавливалась неподвижно в направлении "черного" диска. Вначале проводилась запись уровня радиоизлучения фона. Диск при этом был опущен в укрытие, т.е. находился вне диаграммы направленности антенны. После этого диск поднимался и производилась запись уровня радиоизлучения эталона. Затем "черный" диск опускался и весь цикл повторялся. Регистрация уровней радиоизлучения диска и экранируемого им фона производилась с выхода гетеродиального фильтра радиометров как на ленту самописца КСП-4, так и через аналого-цифровой преобразователь после усреднения в микро-ЭВМ на ленту ЦПУ "Консул-260". Каждый час по программе с ЭВМ /42/ повторялась тепловая калибровка (использовался промышленный генератор шума типа Г2-32 и встроенные в тракт радиометров полупроводниковые генераторы шума типа ГШП-3В /4I/). Взаимное расположение радиотелескопа РТВС-12 и эталонного диска (азимут диска  $A_D = 40^{\circ}35'$ , высота над горизонтом  $h_D = 20^{\circ}35'$ ) обуславливало возможность круглосуточных измерений сканов  $T_{fd}$  в период август-сентябрь, когда области низких галактических широт проходили на луче зрения в ночное время, а влияние солнечного радиоизлучения в дневное время практически не сказывалось на результатах измерений (для сравнений, высокоширотные области неба наблюдались также в марте-мае, когда они проходили за диском ночью). С целью дополнительного контроля уровня записи в сеансе наблюдений производилось несколько кратковременных регистраций радиоизлучения области Полярной звезды ( $A = 180^{\circ}$ ,  $h = \varphi \approx 55^{\circ}40'$ ), имеющей однородный окружающий фон. Измерения проводились на рабочих частотах 210, 290 и 350 МГц за 3...5 сеансов суточных наблюдений.

Обработка результатов измерений производилась по методике, описанной в /18/. Значения яркостной температуры фона  $T_{\Phi Д}$ , соответствующие угловому разрешению  $\sim 7^\circ$  (телесный угол, занимаемый диском) определялись из соотношения /18/:

$$T_{\Phi Д} = T_0 + \Delta T_{\xi} - \frac{\Delta T_{\Phi Д}}{2(1 - \beta_A) \eta}, \quad (8)$$

где  $\Delta T_{\Phi Д}$  - приращение антенной температуры от радиоизлучения диска относительно экранируемого им фона;  $T_0$  - температура эталонного диска;  $(1 - \beta_A)$  - рассеяние относительно телесного угла, занимаемого диском;  $\eta$  - КПД антенны;

$$\Delta T_{\xi} = T_0 \left( \frac{\xi - 1}{2} \right) + T_{\Phi. ДИФР}^{\Omega_{ГЛ. ДИФР}} \left( \frac{1 - \beta_{ГЛ. ДИФР}}{2} \right) + T_{\Phi. ДИФР}^{\Omega_{\xi} - \Omega_{ГЛ. ДИФР}} \left( \frac{\beta_{ГЛ. ДИФР} \xi}{2} \right) \quad (9)$$

дифракционная поправка, учитывающая вклад в антенную температуру радиоизлучения Земли (коэффициент  $\xi$  /20/) и распределенного космического радиоизлучения ( $T_{\Phi. ДИФР}^{\Omega_{ГЛ. ДИФР}}$  и  $T_{\Phi. ДИФР}^{\Omega_{\xi} - \Omega_{ГЛ. ДИФР}}$ ), принимаемого дифракционной диаграммой системы антенна-диск. Расчет величин  $T_{\Phi. ДИФР}^{\Omega_{ГЛ. ДИФР}}$  и  $T_{\Phi. ДИФР}^{\Omega_{\xi} - \Omega_{ГЛ. ДИФР}}$  производился на ЭВМ БЭСМ-6 на основании обзоров неба на 150 МГц /4/ и 408 МГц /9-12/ по соотношению:

$$T_{\Phi. ДИФР}^{\Omega} = \int_{\Omega} T_{\Phi} F_{\Delta} d\Omega / \int_{\Omega} F_{\Delta} d\Omega. \quad (10)$$

Здесь дифракционная диаграмма аппроксимировалась функцией вида /20/:

$$F_{\Delta}(\vartheta) = \left( \frac{1 + \cos \vartheta}{2} \right)^2 \frac{1}{\left( b + \frac{1}{2} \right)^2} \left[ b \Lambda_1(\kappa \sin \vartheta) + \frac{1}{2} \Lambda_2(\kappa \sin \vartheta) \right], \quad (11)$$

где  $\kappa = 2\pi/\lambda$ ;  $a$  - радиус диска;  $b$  - параметр, определяющий уровень облучения края диска;  $\Lambda_i(x)$  - лямбда-функция. Измеренные таким образом сканы  $T_{\Phi Д}$  построены на рис. 12. Погрешность яркостных температур составляет по всему рабочему диапазону  $\sim 10 \dots 15\%$  на уровнях радиояркости  $T_{\Phi Д} \sim 150 \dots 1000$  К, в то время

как на уровнях  $T_{\text{фл}} \sim 30 \dots 130$  К погрешность несколько выше ( $\sim 15 \dots 20\%$ ). Из сопоставления результатов измерений на рабочих частотах 350, 290 и 210 МГц (рис. 12) с интерполированными значениями радиояркости (формулы (3), (4); табл. 2, 3) получаются параметры коррекции, приведенные в табл. 4. При расчетах коэффициента  $K$  использовались все данные за исключением участка Галактической плоскости ( $\alpha \sim 17.40-19.40$ ), где поправочный коэффициент отличается от среднего уровня (табл. 4) на 0,1-0,2. Это связано, главным образом, с невысокой точностью оцифровки исходных радиобзоров (особенно, на 38 МГц /1/) в области с резко неоднородным фоном. Поскольку, вне этой области значения коэффициента  $K$  имеют незначительный разброс (см. табл. 4), что свидетельствует в пользу достаточно точного учета пространственных вариаций спектрального индекса, коррекция  $\Delta_{1,2}$  применяется к всей рассматриваемой области радионеба. На рис. 13 представлена радиокарта неба, интерполированная на частоту 350 МГц с исходных радиобзоров /1, 8/, а на рис. 14 - скорректированная на основании проведенных абсолютных измерений. Аналогичным образом "исправленные" изофоты на частотах 290 и 210 МГц приведены соответственно на рис. 15 и 16. Погрешности полученных радиоизображений, состоящие из нескольких составляющих (ошибки исходных радиокарт, погрешности оцифровки, погрешности интерполяции по частоте, ошибки используемых для коррекции экспериментально измеренных сканов и т.д.) несколько различаются на разных частотах и различных уровнях радиояркости, однако не превышают по оценкам  $\pm 15\%$ , что существенно меньше погрешностей, к которым приводила бы интерполяция на основе выражения (1).

В заключение необходимо отметить, что построенные по описанной выше методике радиокарты области Северного неба на частотах 210, 290 и 350 МГц, отвечающие угловому разрешению  $\sim 7^\circ$ , в свою очередь могут использоваться в качестве исходных радиобзоров при интерполяции по частоте в пределах диапазона 200-350 МГц. Предложенный здесь метод безусловно не заменяет проблему построения оригинальных прецизионных обзоров неба на возможно большем количестве частот радиодиапазона, но может быть весьма полезен при необходимости быстрого получения достаточно точных радиокарт, используемых как в прикладных целях, так и при проведении фундаментальных исследований различных компонент космического радиоизлучения.

Автор благодарен Л.Р.Семенову за большую помощь в проведении расчетов на ЭМ и Н.М.Фейтлину за внимание к работе и полезные обсуждения.

Таблица I

$\lambda$ , МГц	Область неба	Угловое разрешение	Погрешность яркостной температуры	Источник
38	$-25^{\circ} < \delta < 70^{\circ}$ $0 < \alpha < 24$	$7,5^{\circ} \times 7,5^{\circ}$	абс. $\pm 5\%$	/1/
55	$-90^{\circ} < \delta < 20^{\circ}$ $0 < \alpha < 24$	$14^{\circ} \times 14^{\circ}$	абс. $\pm 15\%$	/2/
85	$-90^{\circ} < \delta'' < 90^{\circ}$ $0^{\circ} < l'' < 360^{\circ}$	$3,5^{\circ} \times 3,8^{\circ}$	отн. $\pm 10\%$	/3/
150	$-90^{\circ} < \delta'' < 90^{\circ}$ $0^{\circ} < l'' < 360^{\circ}$	$5^{\circ} \times 1^{\circ}$ $2,2^{\circ} \times 2,2^{\circ}$ $3,5^{\circ} \times 3,8^{\circ}$	абс. $\pm 7\%$ нул.ур. $\pm 40$ К	/4/
178	$-5^{\circ} < \delta < 90^{\circ}$ $0 < \alpha < 24$	$0,2^{\circ} \times 4,6^{\circ}$	абс. $\pm 10\%$ нул.ур. $\pm 15$ К	/5/
200	$-90^{\circ} < \delta'' < 90^{\circ}$ $0^{\circ} < l'' < 360^{\circ}$	$17^{\circ} \times 17^{\circ}$	абс. $\pm 10\%$ нул.ур. $\pm 40$ К	/6/
400	$-32^{\circ} < \delta < 90^{\circ}$ $0 < \alpha < 24$	$2,2^{\circ} \times 1,7^{\circ}$	абс. $\pm 15\%$ отн. $\pm 5\%$ нул.ур. $\pm 6$ К	/7/
404	$-20^{\circ} < \delta < 90^{\circ}$ $0 < \alpha < 24$	$7,5^{\circ} \times 7,5^{\circ}$	абс. $\pm 2,2$ К нул.ур. $\pm 0,8$ К	/8/
408	$-90^{\circ} < \delta < 90^{\circ}$ $0 < \alpha < 24$	$1^{\circ} \times 1^{\circ}$	абс. $\pm 10\%$ нул.ур. $\pm 3$ К	/9-12/
820	$-7^{\circ} < \delta < 85^{\circ}$ $0 < \alpha < 24$	$1,2^{\circ} \times 1,2^{\circ}$	абс. $\pm 6\%$ нул.ур. $\pm 0,6$ К	/13/

Табл. 2

Обзор неба на 36 МГц /I/, 9K-102

<del>α</del> <del>δ</del>	0.00	0.20	0.40	1.00	1.20	1.40	2.00	2.20	2.40	3.00	3.20
-20.0	100.0	98.0	99.0	94.0	92.0	87.0	84.0	81.0	76.0	71.0	75.0
-19.0	102.0	102.0	102.0	102.0	100.0	98.0	91.0	85.0	80.0	76.0	74.0
-18.0	93.0	94.0	98.0	100.0	99.0	96.0	90.0	84.0	78.0	74.0	71.0
-17.0	86.0	92.0	94.0	96.0	95.0	96.0	94.0	88.0	79.0	78.0	74.0
-16.0	78.0	89.0	93.0	93.0	83.0	84.0	84.0	90.0	86.0	84.0	78.0
-15.0	88.0	88.0	84.0	88.0	86.0	92.0	96.0	97.0	97.0	94.0	89.0
-14.0	88.0	88.0	88.0	86.0	88.0	93.0	96.0	98.0	95.0	93.0	90.0
-13.0	88.0	88.0	89.0	89.0	88.0	92.0	98.0	101.0	101.0	100.0	99.0
-12.0	82.0	83.0	86.0	86.0	84.0	88.0	91.0	100.0	101.0	100.0	94.0
-11.0	88.0	87.0	87.0	86.0	87.0	90.0	94.0	98.0	101.0	98.0	94.0
-10.0	94.0	92.0	91.0	90.0	91.0	95.0	100.0	102.0	102.0	102.0	99.0
-9.0	96.0	96.0	96.0	96.0	96.0	102.0	108.0	108.0	107.0	106.0	109.0
-8.0	108.0	110.0	116.0	112.0	106.0	102.0	108.0	108.0	107.0	106.0	109.0
-7.0	96.0	100.0	104.0	108.0	113.0	110.0	114.0	119.0	120.0	122.0	128.0
-6.0	120.0	120.0	116.0	116.0	116.0	115.0	120.0	123.0	128.0	134.0	144.0
-5.0	150.0	150.0	150.0	144.0	144.0	146.0	120.0	124.0	134.0	140.0	152.0
-4.0	210.0	210.0	178.0	178.0	144.0	144.0	144.0	144.0	161.0	164.0	170.0
-3.0	198.0	196.0	191.0	168.0	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0	175.0	171.0
-2.0	198.0	196.0	191.0	168.0	181.0	181.0	181.0	176.0	173.0	165.0	156.0

Табл.2 (продолж.)

	3.40	4.00	4.20	4.40	5.00	5.20	5.40	6.00	6.20	6.40	7.00
-20.0	72.0	70.5	77.0	80.0	75.0	68.0	74.0	67.0	92.0	98.0	108.0
-15.0	72.0	67.7	69.0	64.0	64.0	69.0	76.0	84.0	98.0	105.0	116.0
-10.0	70.0	67.0	67.0	66.0	69.0	74.0	84.0	94.0	106.0	113.0	117.0
-5.0	71.0	71.0	72.0	64.0	68.0	81.0	88.0	100.0	109.0	117.0	113.0
0.0	73.0	74.0	75.0	78.0	86.0	94.0	104.0	108.0	115.0	121.0	108.0
5.0	85.0	82.0	84.0	85.0	88.0	95.0	98.0	112.0	128.0	124.0	108.0
10.0	88.0	88.0	93.0	98.0	104.0	104.0	108.0	126.0	132.0	118.0	102.0
15.0	96.0	102.0	106.0	110.0	113.0	119.0	140.0	144.0	142.0	108.0	104.0
20.0	91.0	96.0	102.0	107.0	116.0	135.0	148.0	148.0	140.0	120.0	107.0
25.0	90.0	91.0	101.0	112.0	128.0	145.0	150.0	156.0	132.0	116.0	104.0
30.0	94.0	102.0	113.0	128.0	141.0	146.0	141.0	124.0	124.0	117.0	107.0
35.0	111.0	112.0	124.0	136.0	146.0	147.0	134.0	122.0	118.0	113.0	104.0
40.0	132.0	140.0	144.0	152.0	146.0	148.0	137.0	129.0	119.0	114.0	98.0
45.0	152.0	160.0	141.0	141.0	158.0	148.0	134.0	127.0	116.0	112.0	98.0
50.0	160.0	165.0	141.0	159.0	152.0	146.0	124.0	118.0	111.0	106.0	102.0
55.0	165.0	160.0	176.0	154.0	141.0	136.0	123.0	118.0	111.0	106.0	102.0
60.0	164.0	150.0	148.0	144.0	144.0	128.0	118.0	117.0	112.0	106.0	101.0
65.0	152.0	138.0	174.0	142.0	128.0	122.0	116.0	113.0	108.0	104.0	98.0

Табл.2 (продолж.)

	7.20	7.40	8.00	8.20	8.40	9.00	9.20	9.40	10.00	10.20	10.40
-20.0	112.0	102.0	92.0	78.0	71.0	65.0	64.0	64.0	66.0	66.0	69.0
-19.0	116.0	108.0	91.0	78.0	70.0	68.0	68.0	68.0	69.0	69.0	70.0
-10.0	110.0	108.0	92.0	68.0	60.0	59.0	64.0	64.0	66.0	67.0	68.0
-9.0	104.0	92.0	78.0	72.0	60.0	55.0	60.0	64.0	65.0	66.0	68.0
0.0	90.0	78.0	72.0	68.0	61.0	53.0	54.0	58.0	56.0	59.0	62.0
5.0	83.0	74.0	68.0	66.0	63.0	55.0	57.0	58.0	57.0	59.0	61.0
10.0	88.0	78.0	71.0	66.0	62.0	58.0	59.0	58.0	62.0	64.0	69.0
19.0	96.0	88.0	80.0	71.0	66.0	63.0	61.0	62.0	66.0	76.0	74.0
20.0	96.0	89.0	82.0	71.0	64.0	61.0	61.0	60.0	69.0	73.0	74.0
29.0	96.0	89.0	82.0	68.0	51.0	56.0	57.0	51.0	66.0	73.0	73.0
30.0	108.0	92.0	84.0	66.0	54.0	48.0	48.0	50.0	60.0	63.0	69.0
39.0	98.0	92.0	84.0	72.0	60.0	53.0	41.0	51.0	54.0	60.0	66.0
40.0	98.0	90.0	84.0	74.0	70.0	64.0	56.0	52.0	53.0	60.0	59.0
49.0	94.0	92.0	86.0	76.0	71.0	66.0	56.0	61.0	54.0	60.0	59.0
50.0	97.0	92.0	86.0	82.0	76.0	72.0	68.0	74.0	68.0	68.0	69.0
59.0	98.0	94.0	92.0	88.0	84.0	80.0	75.0	80.0	72.0	73.0	73.0
60.0	97.0	95.0	93.0	91.0	89.0	86.0	84.0	83.0	78.0	73.0	76.0
69.0	94.0	90.0	91.0	92.0	80.0	80.0	80.0	85.0	82.0	81.0	81.0

Табл. 2 (продолж.)

	11.00	11.20	11.40	12.00	12.20	12.40	13.00	13.20	13.40	14.00	14.20
20.0	68.0	64.0	70.0	78.0	83.0	88.0	94.0	101.0	102.0	106.0	112.0
15.0	70.0	74.0	80.0	88.0	90.0	93.0	94.0	94.0	92.0	98.0	112.0
10.0	69.0	71.0	76.0	81.0	91.0	95.0	90.0	89.0	86.0	94.0	100.0
5.0	65.0	70.0	75.0	79.0	97.0	98.0	90.0	90.0	90.0	90.0	94.0
0.0	66.0	70.0	72.0	78.0	90.0	101.0	97.0	91.0	86.0	88.0	94.0
1.0	74.0	77.0	77.0	78.0	92.0	106.0	102.0	102.0	98.0	98.0	99.0
2.0	74.0	78.0	80.0	80.0	94.0	88.0	94.0	103.0	110.0	116.0	122.0
3.0	73.0	78.0	82.0	88.0	94.0	88.0	86.0	93.0	112.0	126.0	141.0
4.0	74.0	79.0	84.0	86.0	76.0	78.0	87.0	85.0	92.0	108.0	118.0
5.0	67.0	72.0	78.0	80.0	82.0	85.0	86.0	88.0	93.0	97.0	102.0
6.0	69.0	72.0	76.0	78.0	77.0	80.0	80.0	85.0	86.0	90.0	96.0
7.0	62.0	64.0	64.0	68.0	74.0	75.0	74.0	74.0	78.0	84.0	86.0
8.0	62.0	63.0	68.0	70.0	71.0	72.0	74.0	74.0	75.0	78.0	81.0
9.0	69.0	70.0	71.0	73.0	74.0	77.0	77.0	75.0	76.0	78.0	81.0
10.0	73.0	73.0	74.0	75.0	75.0	77.0	78.0	77.0	76.0	78.0	81.0
11.0	77.0	77.0	77.0	77.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	82.0
12.0	62.0	61.0	60.0	70.0	80.0	81.0	80.0	81.0	81.0	82.0	83.0



Табл.2 (продолж.)

	14.40	15.00	15.20	15.40	16.00	16.20	16.40	17.00	17.20	17.40	18.00
20.0	114.0	126.0	126.0	128.0	136.0	149.0	160.0	220.0	310.0	430.0	545.0
19.0	113.0	125.0	126.0	127.0	132.0	136.0	137.0	181.0	230.0	340.0	420.0
18.0	108.0	119.0	118.0	118.0	118.0	124.0	134.0	162.0	210.0	280.0	380.0
17.0	96.0	109.0	104.0	107.0	104.0	123.0	136.0	156.0	190.0	265.0	360.0
16.0	106.0	109.0	107.0	107.0	124.0	136.0	141.0	176.0	210.0	247.0	320.0
15.0	100.0	120.0	125.0	128.0	140.0	150.0	173.0	190.0	210.0	230.0	250.0
14.0	110.0	120.0	134.0	137.0	135.0	170.0	184.0	200.0	210.0	220.0	220.0
13.0	126.0	132.0	145.0	140.0	165.0	175.0	180.0	180.0	175.0	172.0	185.0
12.0	142.0	150.0	157.0	156.0	150.0	156.0	150.0	148.0	148.0	154.0	172.0
11.0	126.0	133.0	137.0	140.0	145.0	136.0	134.0	134.0	136.0	138.0	150.0
10.0	103.0	108.0	110.0	117.0	120.0	116.0	122.0	124.0	124.0	124.0	138.0
9.0	98.0	100.0	102.0	104.0	106.0	107.0	108.0	108.0	112.0	111.0	126.0
8.0	90.0	93.0	94.0	96.0	100.0	101.0	102.0	100.0	111.0	118.0	125.0
7.0	84.0	87.0	80.0	88.0	90.0	92.0	93.0	100.0	106.0	110.0	115.0
6.0	82.0	83.0	84.0	82.0	82.0	85.0	88.0	89.0	89.0	96.0	97.0
5.0	82.0	83.0	84.0	86.0	88.0	89.0	88.0	90.0	96.0	99.0	104.0
4.0	83.0	86.0	80.0	90.0	91.0	94.0	92.0	92.0	95.0	102.0	107.0
3.0	88.0	92.0	94.0	90.0	97.0	100.0	94.0	98.0	101.0	104.0	112.0

Табл. 2 (продолж.)

	16.70	18.40	19.00	19.70	19.40	20.00	20.20	20.40	21.00	21.20	21.40
-10.0	460.0	305.0	220.0	160.0	145.0	125.0	111.0	105.0	104.0	102.0	96.0
-15.0	440.0	355.0	260.0	210.0	160.0	168.0	125.0	113.0	112.0	108.0	106.0
-18.0	440.0	420.0	340.0	230.0	176.0	148.0	128.0	120.0	117.0	116.0	114.0
-20.0	460.0	460.0	430.0	280.0	210.0	160.0	138.0	127.0	119.0	118.0	113.0
0.0	400.0	460.0	470.0	310.0	220.0	169.0	138.0	124.0	116.0	111.0	100.0
1.0	319.0	370.0	400.0	340.0	240.0	180.0	143.0	128.0	110.0	108.0	91.0
1.0	260.0	320.0	390.0	360.0	265.0	190.0	144.0	126.0	117.0	109.0	102.0
1.0	220.0	260.0	300.0	320.0	242.0	175.0	130.0	122.0	116.0	111.0	115.0
2.0	198.0	218.0	240.0	250.0	230.0	167.0	135.0	134.0	134.0	128.0	122.0
3.0	189.0	185.0	200.0	212.0	225.0	220.0	186.0	158.0	146.0	134.0	125.0
3.0	154.0	170.0	175.0	145.0	210.0	230.0	204.0	172.0	149.0	133.0	136.0
3.0	143.0	150.0	158.0	167.0	207.0	250.0	250.0	200.0	163.0	144.0	139.0
4.0	150.0	138.0	144.0	160.0	265.0	280.0	260.0	215.0	180.0	156.0	150.0
4.0	170.0	124.0	144.0	160.0	230.0	270.0	260.0	230.0	200.0	174.0	165.0
5.0	90.0	117.0	126.0	139.0	156.0	165.0	145.0	225.0	208.0	195.0	185.0
5.0	104.0	116.0	126.0	132.0	136.0	142.0	150.0	172.0	190.0	195.0	190.0
6.0	108.0	119.0	122.0	120.0	116.0	118.0	123.0	138.0	150.0	160.0	168.0
6.0	112.0	111.0	111.0	114.0	118.0	120.0	125.0	127.0	137.0	140.0	150.0

Table 2 (cont.)

	22.00	22.20	22.40	23.00	23.30	23.40	24.00
20.0	90.0	86.0	86.0	87.0	86.0	98.0	100.0
15.0	104.0	101.0	98.0	97.0	99.0	100.0	107.0
10.0	106.0	106.0	94.0	94.0	95.0	92.0	93.0
5.0	100.0	91.0	90.0	94.0	93.5	87.0	86.0
0.0	87.0	85.0	89.0	81.0	81.0	81.0	78.0
5.0	80.0	80.0	93.0	84.0	82.8	80.0	88.0
10.0	94.0	97.0	95.0	87.0	84.0	82.0	86.0
15.0	112.0	108.0	104.0	98.0	84.0	80.0	88.0
20.0	129.0	118.0	105.0	97.0	82.0	85.0	82.0
25.0	114.0	101.0	98.0	81.0	81.0	92.0	88.0
30.0	170.0	114.0	103.0	100.0	102.0	94.0	84.0
35.0	134.0	123.0	110.0	108.0	109.0	101.0	98.0
40.0	140.0	126.0	117.0	110.0	106.0	105.0	108.0
45.0	146.0	128.0	112.0	108.0	104.0	100.0	98.0
50.0	156.0	140.0	145.0	140.0	132.0	128.0	120.0
55.0	174.0	200.0	190.0	198.0	184.0	168.0	150.0
60.0	178.0	220.0	240.0	240.0	250.0	240.0	220.0
65.0	160.0	164.0	168.0	168.0	168.0	150.0	190.0

Табл. 3  
Объем неба на 404 МГц /8/, 0К

$\frac{\delta}{\alpha}$	0.00	0.20	0.40	1.00	1.70	1.40	2.00	2.20	2.40	3.00	3.20
-20.0	25.0	24.0	24.0	23.0	23.0	22.0	21.0	20.5	19.5	19.0	19.5
-15.0	25.0	25.0	25.0	25.0	24.5	23.0	22.0	21.0	20.0	19.5	19.5
-10.0	24.0	24.0	25.0	25.0	25.0	24.0	23.0	22.5	20.5	20.0	19.0
-5.0	23.0	23.0	24.0	25.0	25.5	25.0	24.0	23.0	21.5	20.0	19.5
0.0	21.0	23.0	23.0	24.0	25.0	25.5	25.0	24.0	23.0	22.0	20.5
5.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.5	26.0	26.0	26.0	26.0	23.5	23.0
10.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	25.0
15.0	24.0	24.0	25.0	25.5	26.0	27.0	26.0	31.0	31.0	29.0	28.0
20.0	22.0	22.5	24.0	25.0	26.0	27.0	26.0	31.0	32.0	31.0	30.0
25.0	24.0	24.0	24.0	25.0	26.0	27.0	26.5	30.0	30.5	30.0	28.5
30.0	27.0	25.5	24.5	24.0	26.0	27.5	28.5	30.0	30.0	29.0	28.0
35.0	28.0	27.5	27.0	26.0	26.0	28.0	29.0	30.5	31.0	31.0	31.0
40.0	20.5	20.5	20.5	20.0	29.0	30.0	32.0	33.0	33.5	34.0	34.0
45.0	31.0	31.0	31.0	32.0	32.5	34.0	35.0	36.0	36.5	37.0	38.0
50.0	35.0	35.0	35.0	35.5	36.0	37.0	38.0	38.5	40.0	41.0	44.0
55.0	45.0	44.5	43.0	42.5	42.0	43.0	44.0	45.0	50.0	50.0	50.0
60.0	60.0	60.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0
65.0	55.0	55.0	53.0	47.0	50.0	50.0	50.0	49.0	48.0	46.0	45.0

Табл. 3 (продолж.)

	3.40	4.00	4.20	4.40	4.00	5.20	5.40	6.00	6.20	6.40	7.00
-20.0	16.0	17.0	16.0	17.0	17.0	19.0	21.0	23.0	25.5	28.5	31.0
-15.0	16.0	17.0	16.0	17.0	18.0	19.0	21.0	24.0	26.0	30.0	32.0
-10.0	16.5	18.0	17.0	17.0	18.0	20.0	23.5	26.0	29.0	31.5	33.0
-5.0	16.5	18.0	18.0	18.5	20.0	22.0	25.0	28.0	30.0	33.5	33.0
0.0	19.0	19.0	19.0	20.0	22.0	24.0	27.0	29.0	32.0	34.0	30.0
5.0	22.0	21.0	22.0	23.0	25.0	27.0	30.0	34.0	36.0	39.0	29.0
10.0	24.5	24.5	25.0	27.0	29.0	32.0	35.0	39.0	37.0	35.0	31.0
15.0	26.5	26.5	27.0	29.0	32.0	36.0	36.0	30.0	38.0	36.0	32.0
20.0	28.0	28.0	28.5	31.0	37.0	37.0	43.0	45.0	38.0	35.0	33.0
25.0	28.0	28.0	29.0	33.0	39.0	39.0	45.0	37.0	36.0	33.0	30.0
30.0	28.0	29.0	33.0	36.0	38.5	38.0	36.0	34.0	32.0	30.5	29.0
35.0	31.0	33.0	36.0	38.5	40.0	38.0	34.0	32.0	31.0	29.0	28.0
40.0	33.0	37.0	40.0	42.0	41.5	30.0	37.0	32.0	31.0	29.0	28.0
45.0	40.0	41.0	43.0	43.0	42.0	30.0	34.0	32.0	31.0	29.0	28.0
50.0	45.0	45.0	45.0	45.0	42.0	30.0	35.0	33.0	31.5	30.0	28.5
55.0	49.0	48.0	48.0	44.5	41.5	30.5	35.5	34.0	32.0	30.0	29.0
60.0	50.0	46.0	44.0	42.0	40.0	37.5	35.0	33.5	32.0	30.5	29.5
65.0	43.0	41.0	39.0	38.0	37.0	35.0	33.0	32.0	31.0	30.0	29.0

Табл. 3 (продолж.)

	7.20	7.40	8.00	8.20	8.40	9.00	9.20	9.40	10.00	10.20	10.40
-20.0	33.5	33.0	29.0	25.5	22.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
-15.0	31.0	30.0	26.0	23.0	20.5	19.5	19.0	19.0	19.0	19.5	19.5
-10.0	29.0	27.0	23.0	21.0	19.0	18.0	18.0	18.0	16.5	19.0	19.5
-5.0	29.5	23.5	21.0	19.0	18.5	16.0	15.0	15.0	17.0	18.0	18.5
0.0	29.5	21.0	19.0	18.0	16.5	16.0	15.0	15.0	16.5	17.5	18.0
5.0	29.0	20.5	19.0	18.0	16.5	16.5	16.0	16.0	16.5	17.0	18.0
10.0	27.0	22.0	20.0	18.5	18.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.5	18.0
15.0	29.0	24.5	22.0	20.5	18.5	18.0	18.0	18.0	18.0	18.5	19.0
20.0	29.0	26.0	24.0	22.0	19.5	18.0	18.0	18.0	20.0	20.0	20.0
25.0	28.0	25.0	23.0	21.0	19.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.5	19.0
30.0	27.0	24.0	22.0	20.5	18.5	17.5	17.0	17.0	17.0	17.5	18.0
35.0	26.5	24.0	22.0	20.5	18.5	17.5	16.0	15.0	16.0	17.5	18.0
40.0	26.5	25.0	23.0	21.0	19.0	18.0	17.0	17.0	17.0	16.5	17.5
45.0	27.0	25.0	23.5	22.0	20.0	19.0	18.0	18.0	17.5	17.5	17.5
50.0	27.5	26.0	24.0	23.0	22.0	20.5	20.0	19.0	18.5	18.5	18.5
55.0	28.0	26.5	25.0	25.0	23.5	22.0	21.0	20.5	20.0	20.0	20.0
60.0	28.5	26.0	27.0	26.5	26.0	25.0	24.5	24.0	22.5	22.0	21.5
65.0	27.5	26.0	25.5	25.0	24.0	24.0	23.5	23.0	22.0	22.0	22.0

Табл. 3 (продолж.)

	11.00	11.20	11.40	12.00	12.20	12.40	13.00	13.20	13.40	14.00	14.20
-20.0	20.0	20.0	21.0	23.0	24.0	26.0	27.0	27.5	28.0	30.0	33.0
-19.0	20.0	20.5	22.0	23.0	24.5	26.0	26.0	27.0	27.5	28.0	31.0
-10.0	20.5	21.0	22.0	23.0	25.0	26.0	25.0	25.0	26.0	27.0	29.0
-5.0	19.5	20.5	21.5	23.0	24.5	26.5	25.0	24.0	24.5	26.0	27.5
0.0	18.0	19.0	20.0	21.5	21.0	27.0	26.0	24.0	24.0	24.0	26.0
5.0	18.5	19.0	20.0	21.0	23.0	26.0	26.0	25.0	24.0	24.0	25.0
10.0	18.5	19.5	20.5	21.0	24.5	27.0	27.5	27.0	27.0	27.0	28.0
15.0	19.5	20.0	20.5	21.0	20.5	25.0	27.0	26.5	30.0	31.0	32.0
20.0	20.0	20.0	20.5	20.5	20.5	21.0	27.0	25.0	29.0	33.0	34.0
25.0	19.5	19.5	20.0	20.5	20.0	20.0	20.0	22.0	24.0	25.0	27.0
30.0	18.5	19.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.5	22.0	23.0	24.0
35.0	18.5	19.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.5	21.0	22.0
40.0	18.0	19.0	19.5	19.5	20.0	20.0	20.0	20.5	20.5	20.5	21.0
45.0	18.0	19.0	19.5	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.5	20.5	20.5
50.0	18.5	19.0	20.0	20.5	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.5	20.5
55.0	20.0	20.0	20.0	20.5	20.5	20.5	20.0	20.0	20.5	20.5	20.5
60.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
65.0	23.5	23.0	23.0	23.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0

Табл.3 (продолж.)

	14.40	15.00	15.20	15.40	16.00	16.20	16.40	17.00	17.20	17.40	18.00
-20.0	35.0	36.0	36.5	37.5	39.0	43.0	49.0	60.0	75.0	145.0	205.0
-15.0	34.0	35.0	36.0	37.0	38.0	40.0	47.0	55.0	68.0	65.0	165.0
-10.0	31.0	33.0	35.0	35.5	36.0	39.0	42.0	60.0	63.0	72.0	105.0
-5.0	29.0	30.0	31.0	32.0	33.0	36.0	41.0	47.0	54.0	67.0	85.0
0.0	26.0	28.5	29.0	30.0	32.0	36.0	40.0	45.0	52.0	63.0	85.0
5.0	29.0	31.0	33.0	34.0	38.0	42.0	47.0	50.0	55.0	66.0	78.0
10.0	30.0	33.0	36.5	39.0	43.0	47.0	50.0	55.0	60.0	68.0	69.0
15.0	34.5	36.0	38.0	41.0	45.0	48.0	50.0	50.0	50.0	58.0	52.0
20.0	35.5	36.0	37.5	41.0	45.0	45.0	43.0	41.0	40.0	31.0	45.0
25.0	29.0	31.0	33.0	35.0	35.0	36.0	36.0	36.0	36.0	37.0	41.0
30.0	25.0	26.0	27.0	27.5	29.0	30.0	31.0	31.0	32.0	33.0	35.0
35.0	21.5	24.0	25.0	26.0	26.0	27.0	28.0	28.0	29.0	30.0	30.0
40.0	21.0	23.0	24.0	24.0	24.5	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0	29.0
45.0	21.0	21.0	22.0	23.0	24.0	24.5	24.5	25.0	26.0	26.5	27.5
50.0	20.5	21.0	21.0	22.5	23.5	24.0	24.5	25.0	26.0	26.5	27.5
55.0	21.0	21.0	21.5	22.5	23.5	24.5	24.0	25.0	27.0	28.0	29.0
60.0	21.5	22.0	23.0	24.0	25.0	25.5	26.0	27.0	28.0	28.0	31.0
65.0	23.0	23.0	24.0	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0	28.0	28.0	29.5



Табл.3 (продолж.)

	16.20	16.40	17.00	16.20	16.40	20.00	20.20	20.40	21.00	21.20	21.40
-20.0	190.0	110.0	60.0	48.0	39.0	33.0	30.5	29.5	26.5	26.0	26.0
-15.0	205.0	155.0	75.0	47.0	43.0	35.0	32.0	31.5	31.0	29.5	28.0
-10.0	205.0	205.0	85.0	58.0	48.0	39.0	34.0	32.5	37.0	30.5	29.5
-5.0	150.0	185.0	145.0	44.0	50.0	41.0	36.0	34.0	31.0	30.0	28.5
0.0	125.0	155.0	145.0	66.0	52.0	42.0	38.0	35.0	32.0	27.0	24.0
5.0	105.0	135.0	135.0	100.0	47.0	43.0	38.5	35.0	31.0	27.0	25.0
10.0	68.0	105.0	110.0	106.0	67.0	45.0	39.0	34.0	31.0	26.5	26.0
15.0	60.0	66.0	85.0	107.0	70.0	50.0	38.5	34.5	33.0	31.0	30.0
20.0	51.0	56.0	65.0	77.0	76.0	53.0	40.5	36.0	35.0	33.5	32.0
25.0	45.0	50.0	55.0	65.0	75.0	65.0	47.0	39.0	36.0	34.0	32.0
30.0	39.0	43.0	45.0	53.0	64.0	70.0	64.0	50.0	43.0	36.5	32.5
35.0	32.0	34.0	39.0	40.0	65.0	72.0	70.0	65.0	50.0	44.0	36.0
40.0	30.0	32.0	35.0	43.0	66.0	80.0	80.0	65.0	65.0	50.0	43.5
45.0	29.5	31.5	35.0	41.0	65.0	80.0	74.0	65.0	68.0	58.0	50.0
50.0	29.5	32.0	35.0	39.0	46.0	55.0	61.0	65.0	68.0	66.0	56.0
55.0	32.0	33.5	34.5	17.0	40.0	42.0	45.0	50.0	55.0	60.0	50.0
60.0	31.0	33.5	34.0	34.0	34.5	35.0	34.0	38.5	41.0	43.0	50.0
65.0	31.0	31.5	32.0	32.0	32.5	33.0	34.0	34.5	36.0	38.0	40.5

**Табл. 3 (продолж.)**

	22.00	22.20	22.40	23.00	23.20	23.40	24.00
-20.0	75.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
-15.0	27.0	26.0	25.5	26.0	26.0	26.0	25.0
-10.0	76.0	27.0	25.0	24.0	24.5	25.0	24.0
-5.0	29.0	22.0	21.5	21.5	22.0	22.5	21.0
0.0	22.0	22.0	22.5	23.0	23.0	22.0	21.0
5.0	25.0	24.0	24.0	24.5	24.0	24.0	24.0
10.0	27.5	26.5	26.0	26.0	25.5	25.0	25.0
15.0	79.0	28.0	27.0	26.0	25.0	24.0	24.0
20.0	31.0	29.5	27.0	26.0	24.5	23.0	22.0
25.0	31.0	29.0	26.0	25.0	24.0	25.0	24.0
30.0	30.0	27.0	25.0	25.0	23.5	26.0	27.0
35.0	32.0	29.0	26.0	27.0	27.5	27.5	26.0
40.0	36.0	33.0	31.0	29.0	28.5	26.5	28.5
45.0	45.0	39.0	35.0	31.0	32.0	31.0	31.0
50.0	50.0	45.0	41.0	38.0	36.0	35.0	35.0
55.0	52.0	55.0	52.0	53.0	50.0	45.0	45.0
60.0	55.0	60.0	65.0	70.0	65.0	60.0	60.0
65.0	45.0	45.0	50.0	55.0	55.0	55.0	55.0

**Табл. 4**

$\beta_{\text{МВ}}$	K	$\Delta_1$	$\Delta_2$
350	1,04+0,03	0,27	-0,018
280	1,09+0,03	0,18	-0,03
210	1,07+0,04	0,1	-0,04

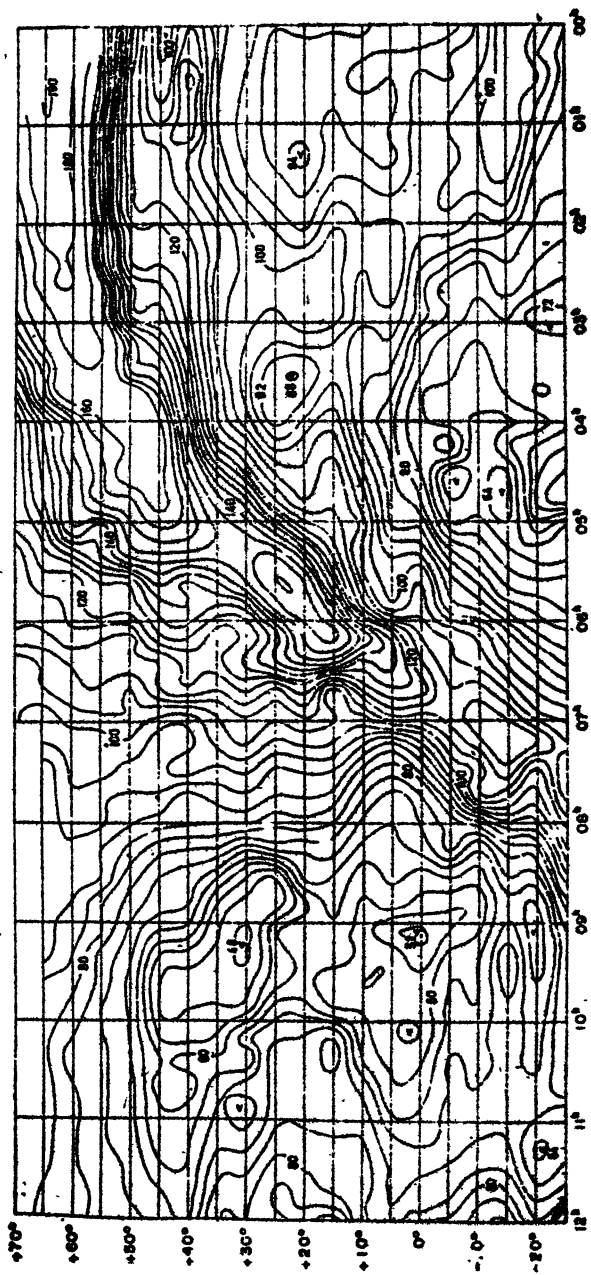


Рис. 1а. Радиокарта неба на 38 МГц /1/,  $\Omega_k \times 10^2$ ; угловое разрешение  $7^{\circ}, 5$

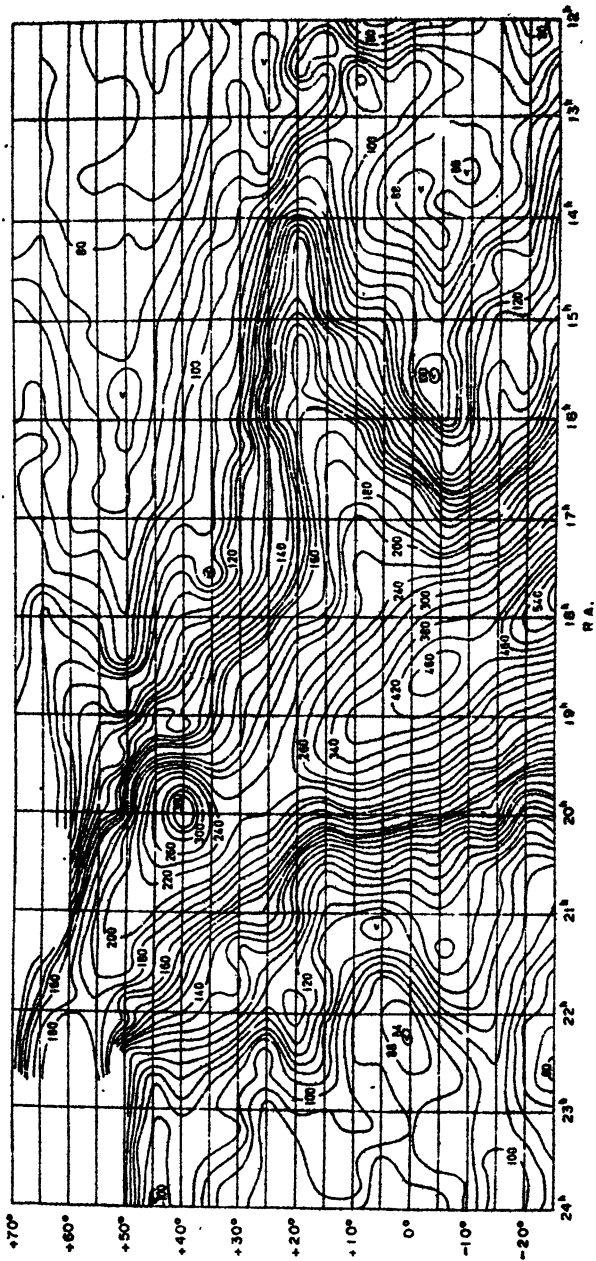


Рис. 16. Радиокарта неба на 38 МГц / Г.,  $^{\circ} \text{K} \times 10^2$ , угловое разрешение  $7^{\circ}, 5$

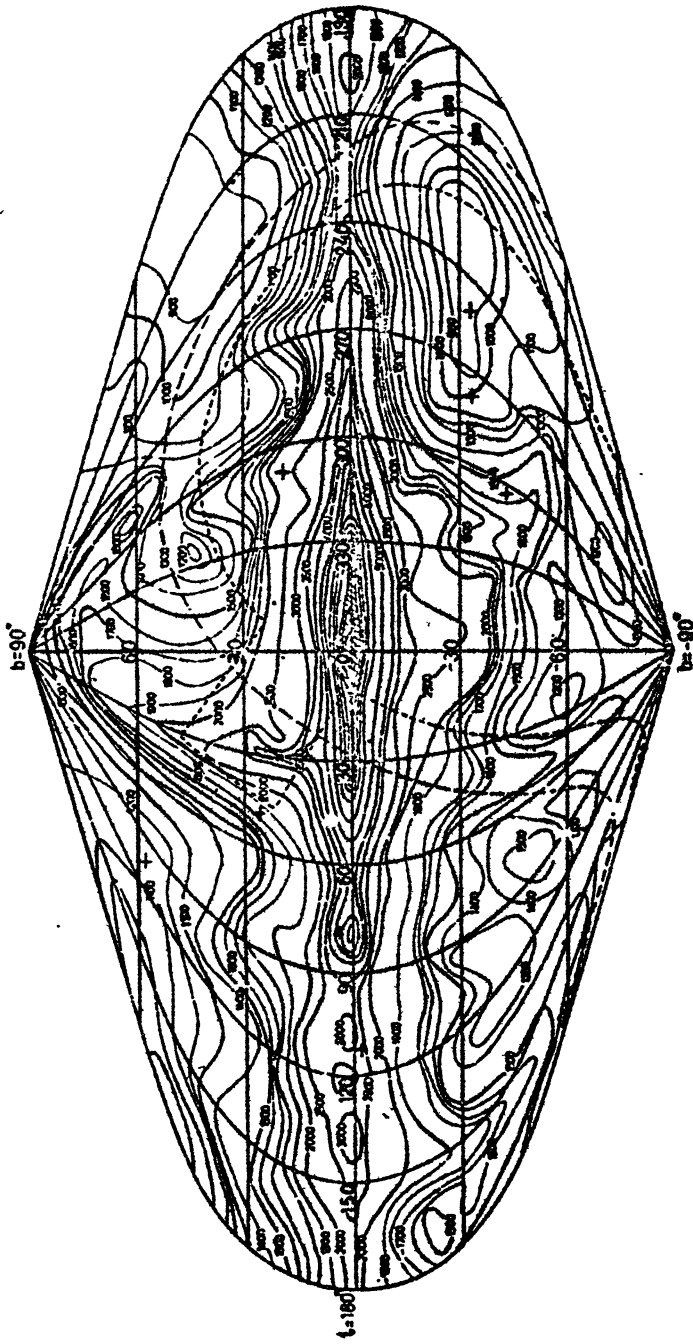


Рис. 2. Радиокарта неба на 85 МГц /3/,  
 ОК, угловое разрешение  $3^{\circ}5 \times 3^{\circ}8$

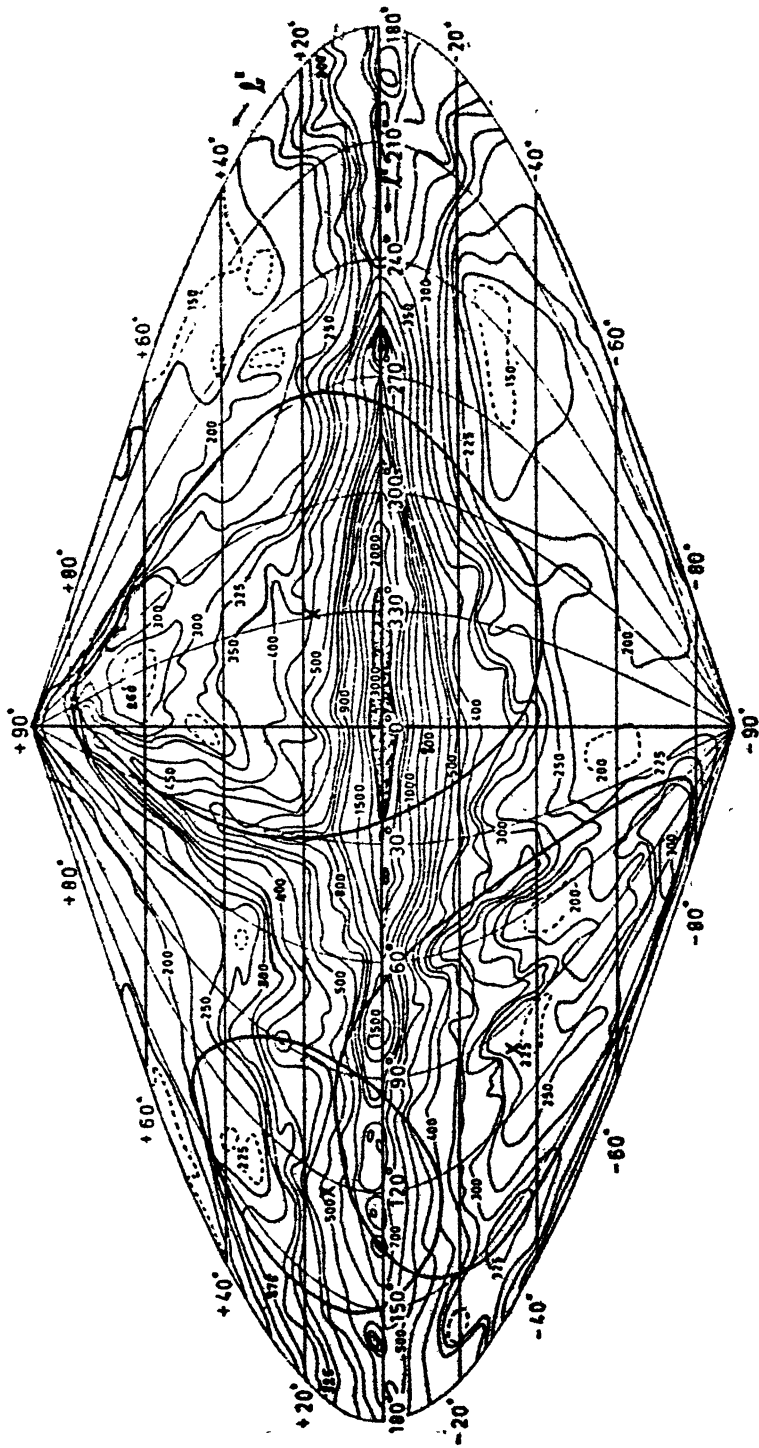


Рис. 3 Радиокарта неба на 150 МГц /4/,  
 ОК, угловое разрешение 30

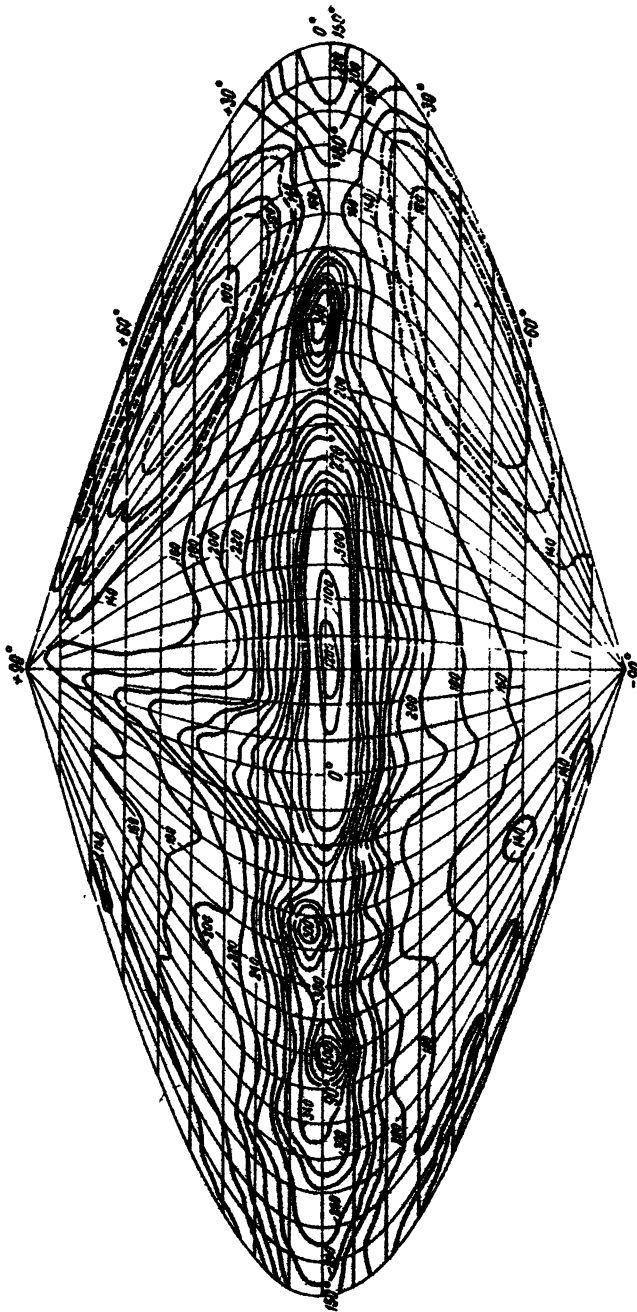


Рис. 4. Радиокарта неба на 200 МГц /6/, ОК, угловая разрешенне 17°

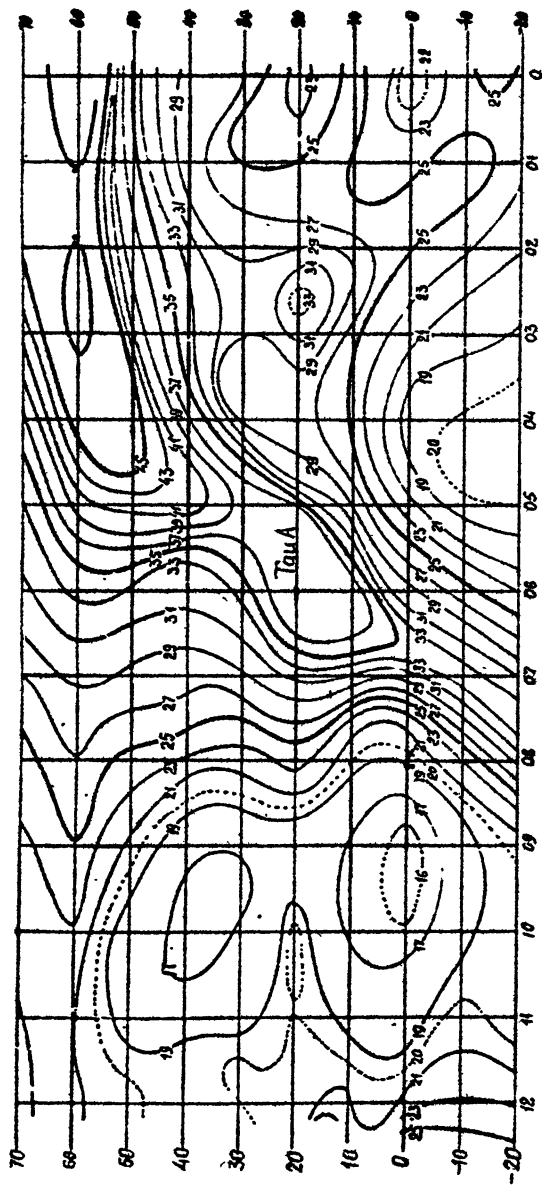


Рис. 5а. Радиокарта шума на 404 МГц /8/,  
 ОК + угловое разрешение 7°, 5



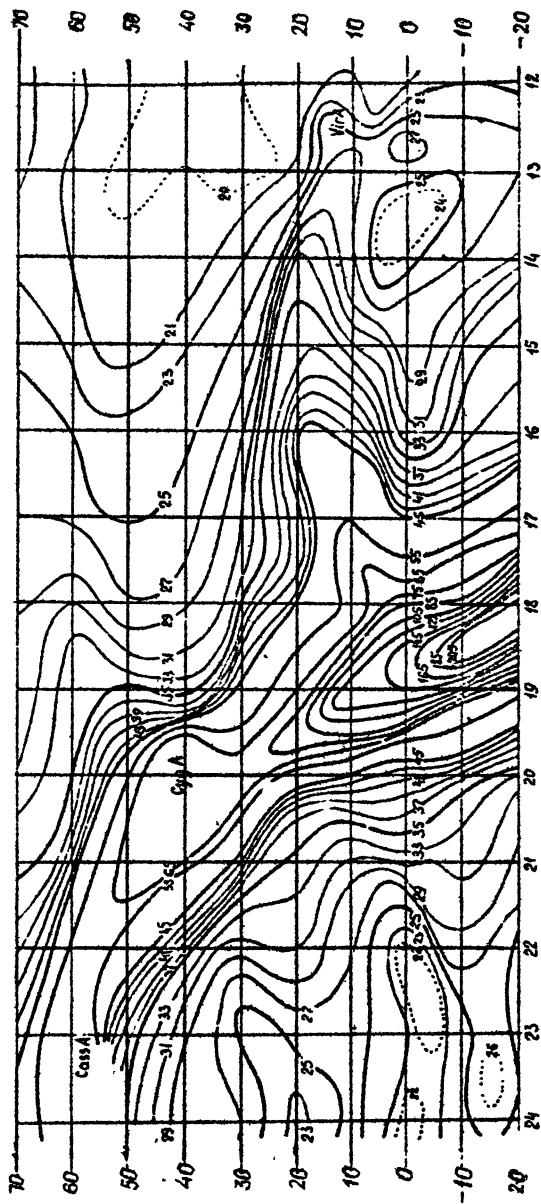


Рис. 56. Радиокарта неба на 404 МГц /8/,  
 $\sigma_K$ , угловое разрешение  $7^{\circ},5$

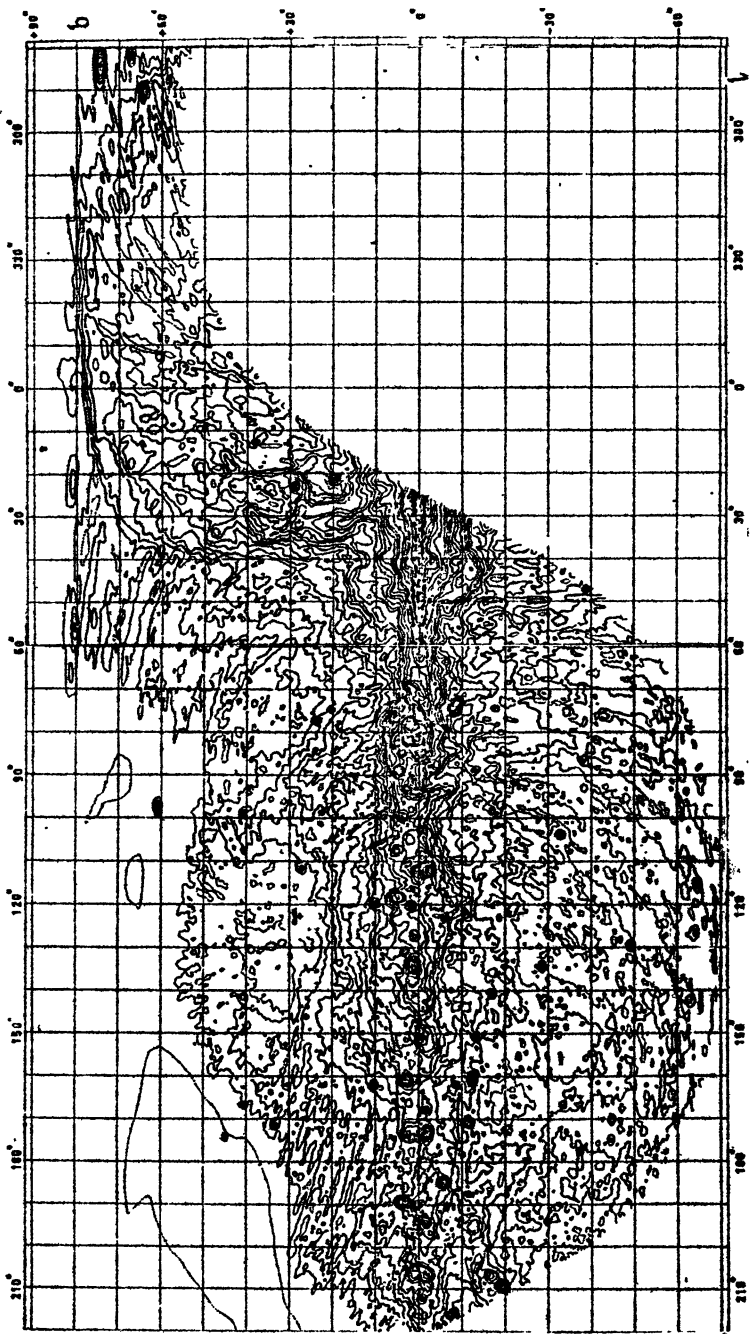


Рис. 6. Радиокарта неба на 820 МГц /13/,  $\sigma_K$ , угловое разрешение 1',2

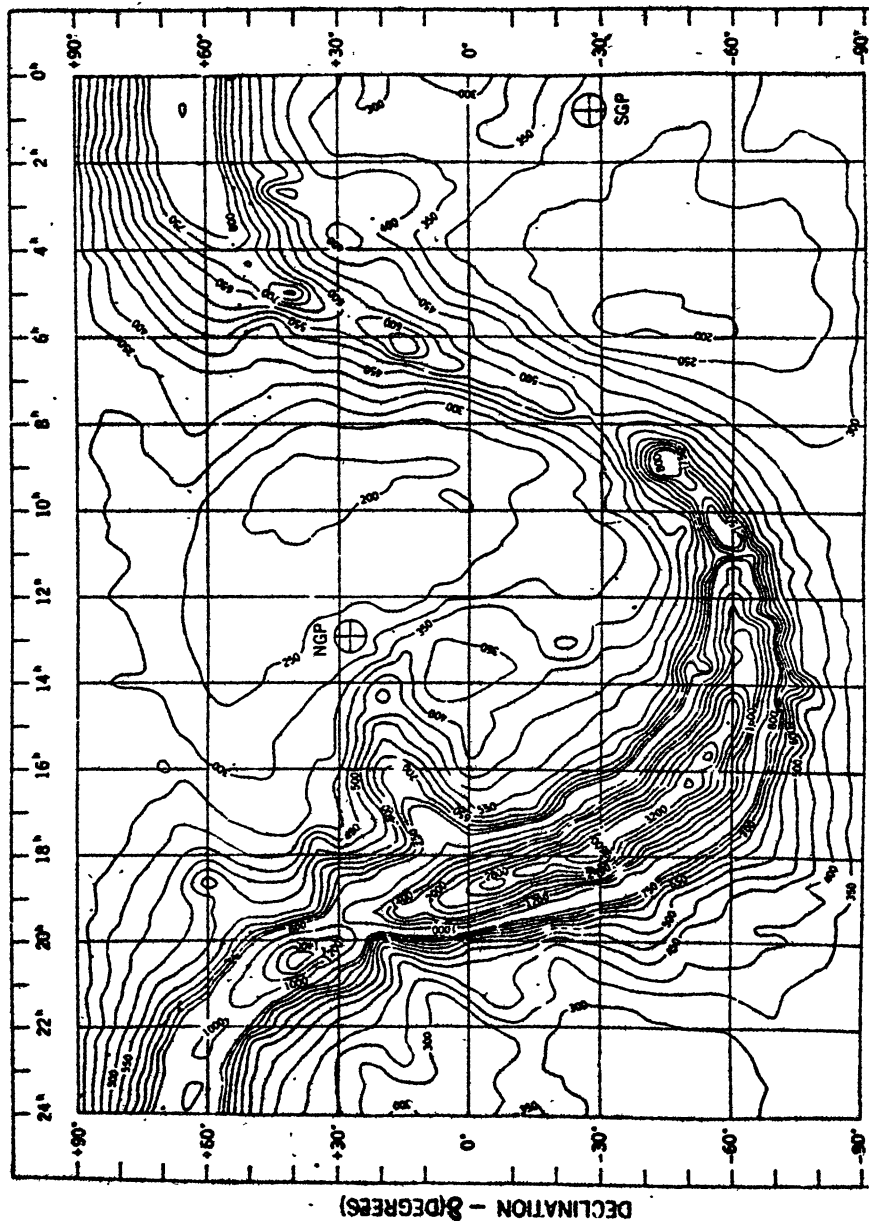


Рис. 7. Радиокарта неба на 136 МГц /21/,  $\sigma_k$

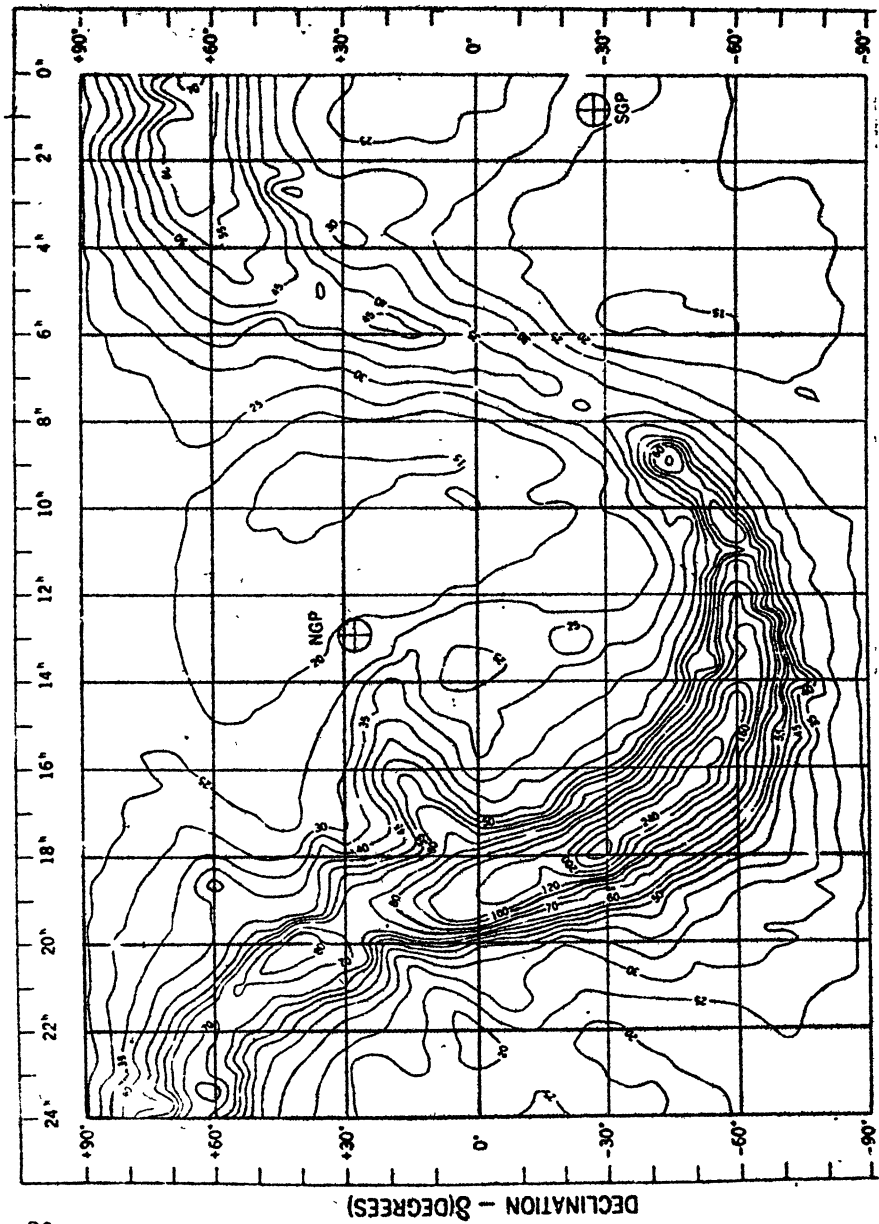


Рис. 8. Радиокарта неба на 400 МГц /21/, °К

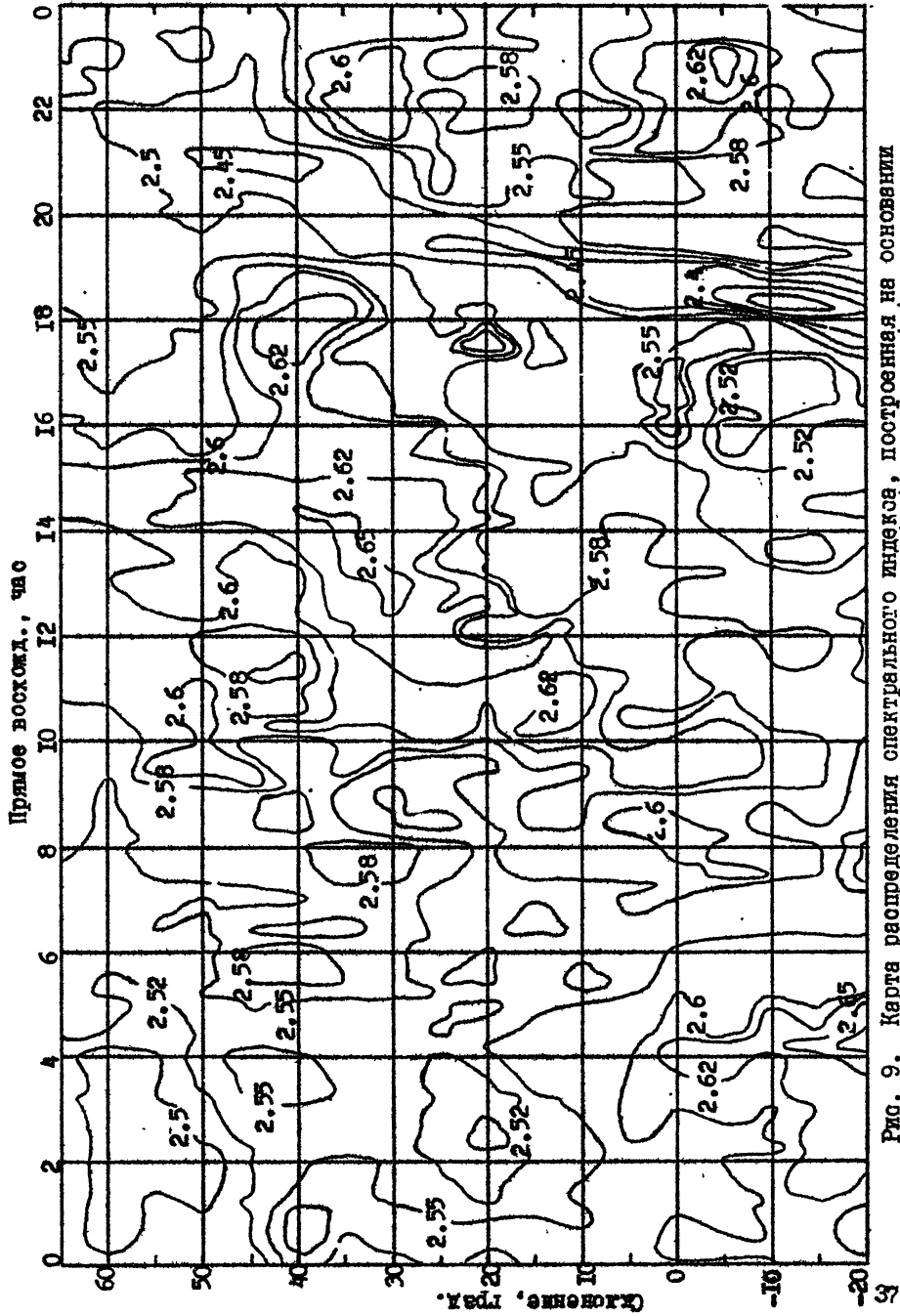


Рис. 9. Карта распределения спектрального индекса, построенная на основании опорных радиозоноров на 38 МГц / I / и 404 МГц / 8 /

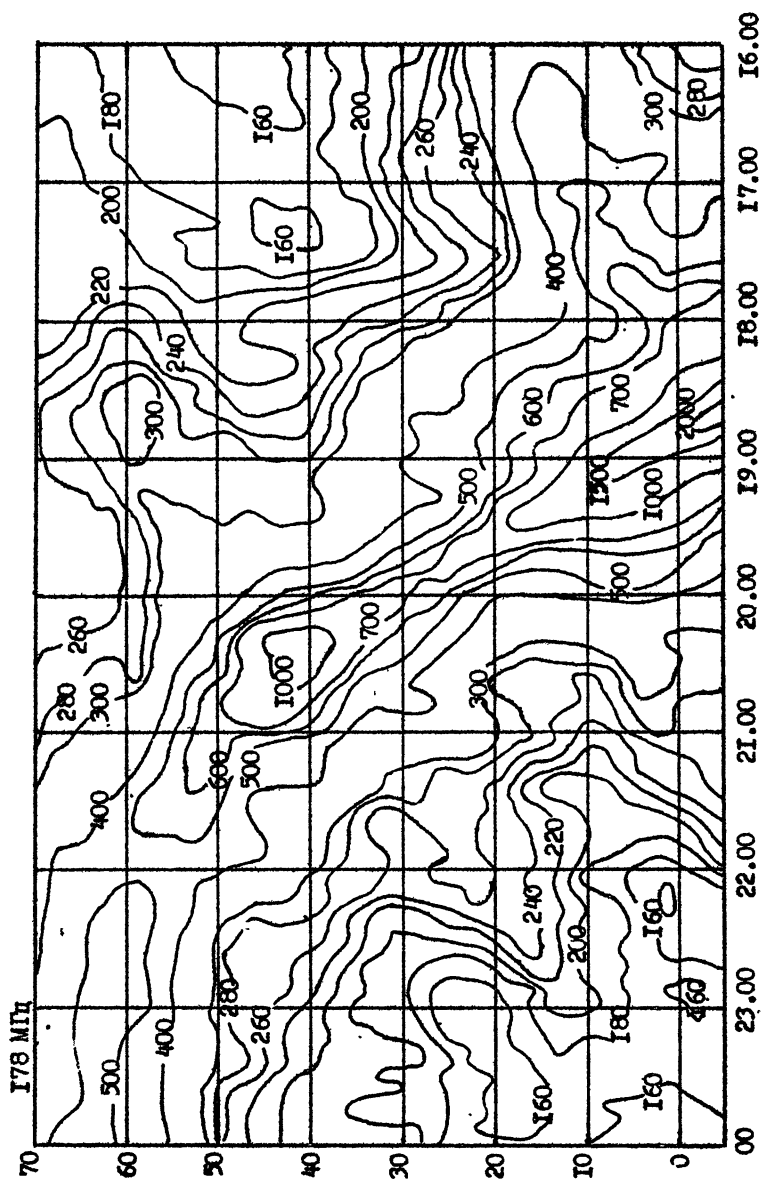


Рис. 10а. Радиокарта неба на 178 МГц /5/,  $\alpha$ ,  $\delta$ , угловое разрешение  $0,2 \times 4,6$

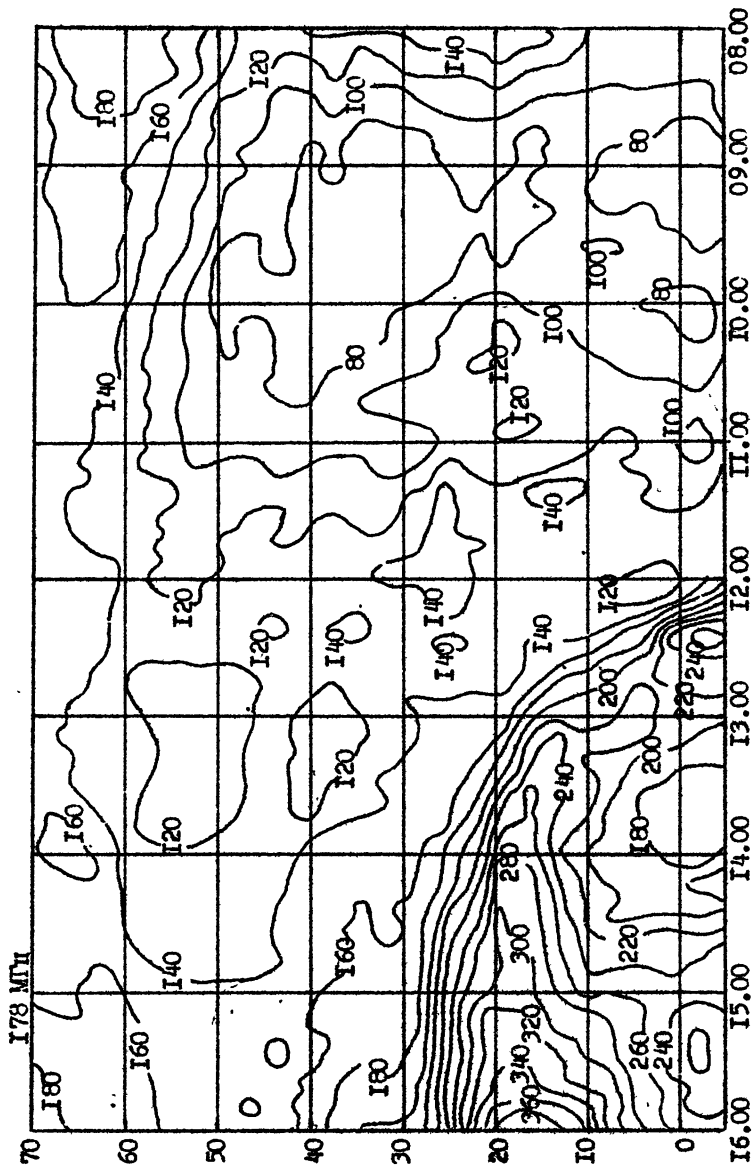


Рис. 106. Радиокарта неба на 178 МГц /5/,  $\Theta$ к, угловое разрешение  $0^{\circ},2 \times 4^{\circ}6$ .

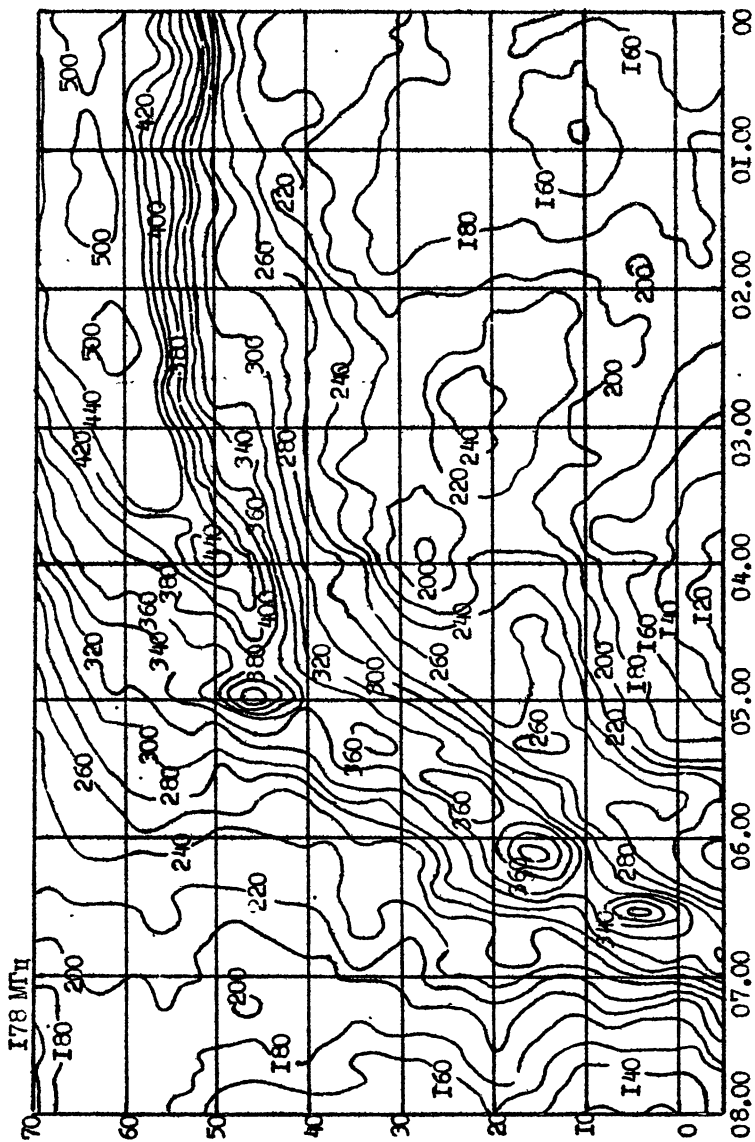


Рис. Юв. Радиокарта неба на 178 МГц /5/, °К, угловое разрешение  $0^{\circ},2 \times 4^{\circ}6$



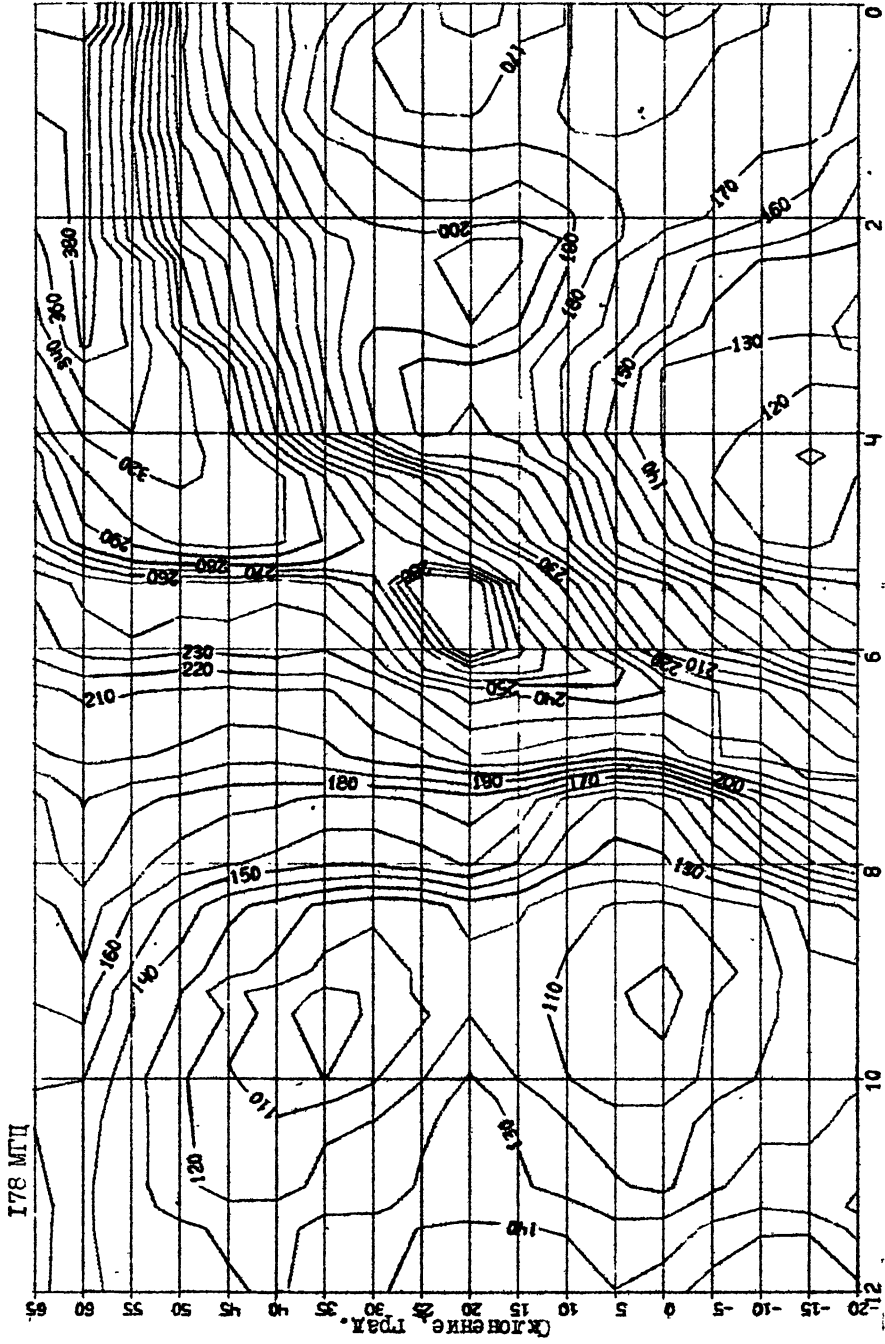


Рис. 11а. Радиокривая неба, интерполированная на частоту 178 МГц на основании опорных радиоспоров на 38 МГц / Г / и 404 МГц / 8 /

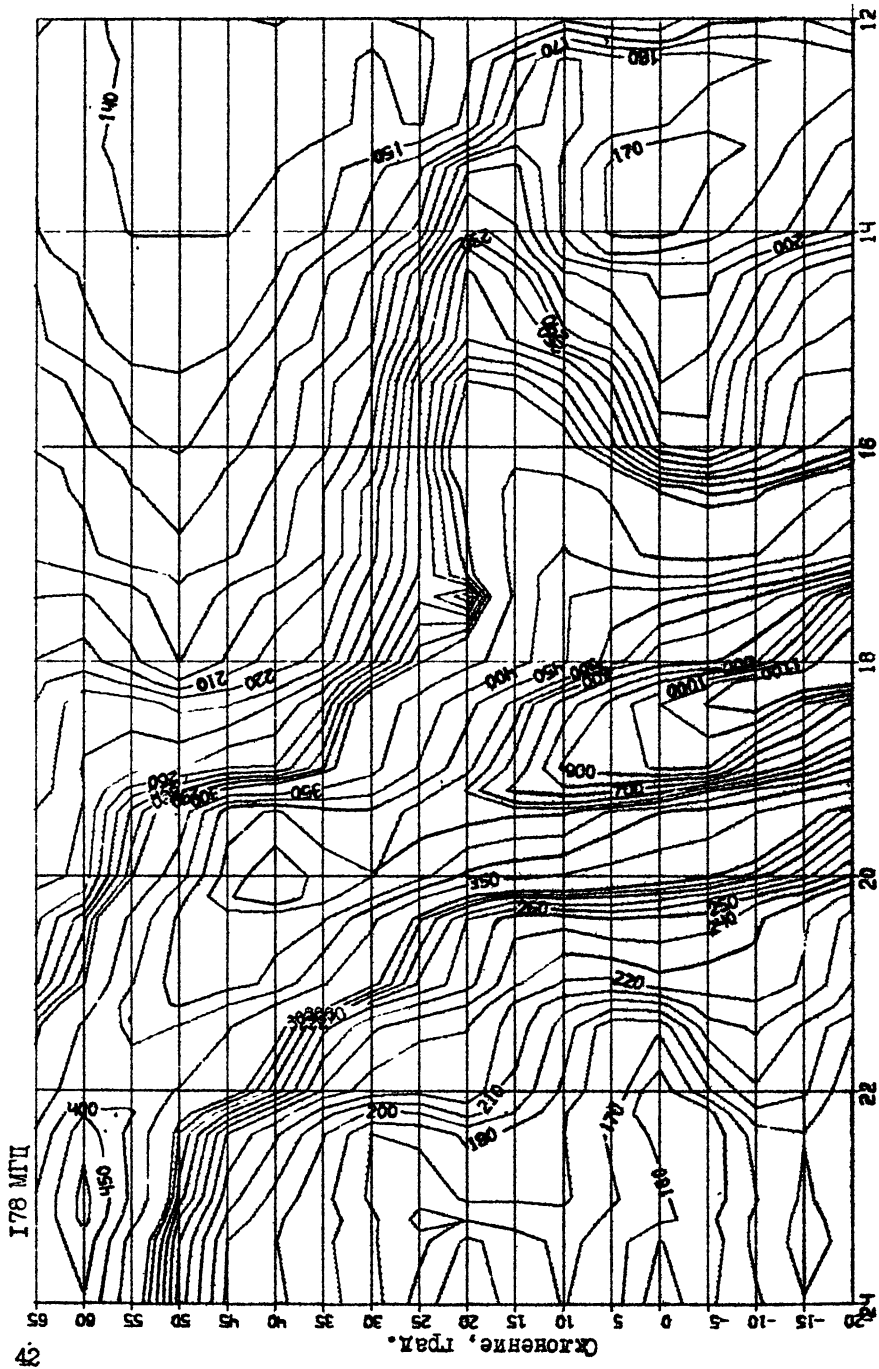


Рис. 116. Радиокarta нeбe, интeрполирoванная на частoтy 178 МГц на oснoвннх oпoрных радиooбзoрoв на 38 МГц /I/ и 404 /B/

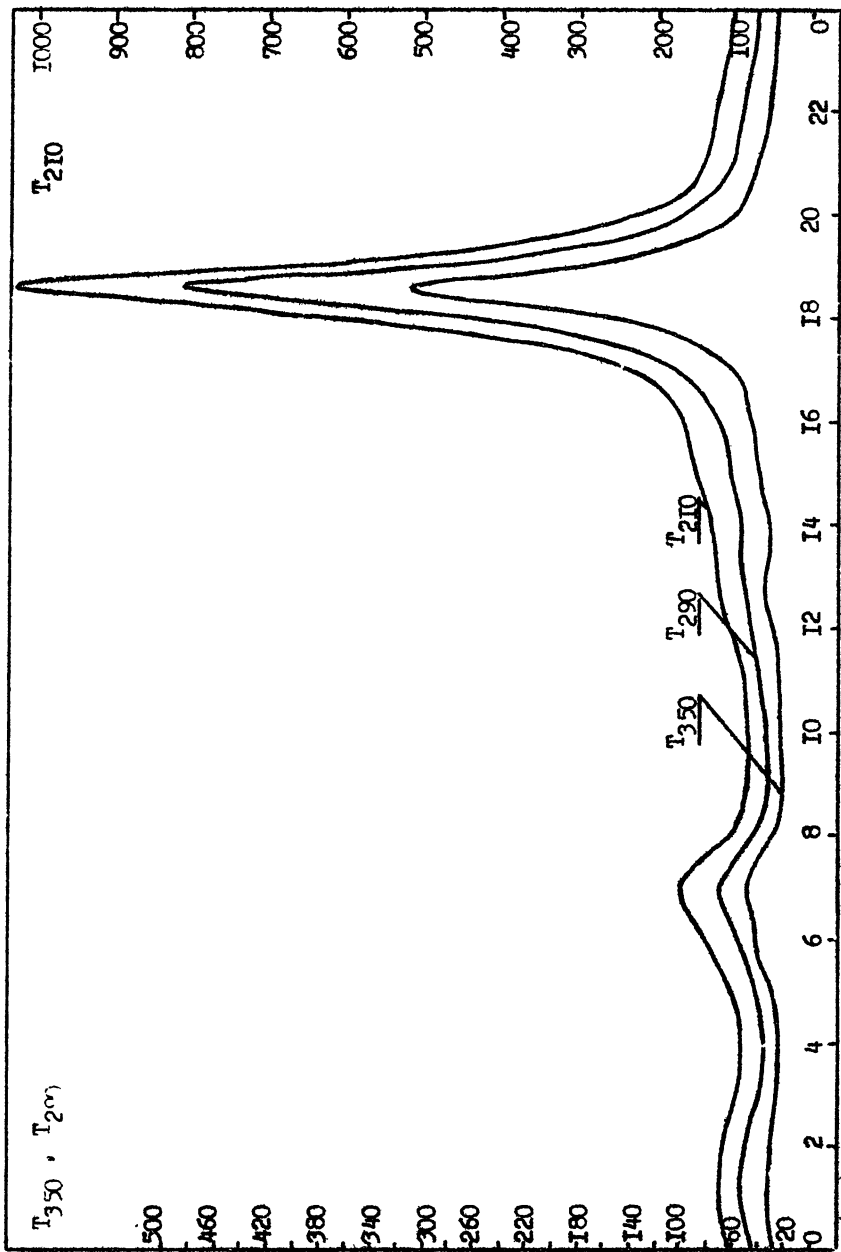


Рис. 12. Экспериментально измеренные на рабочих частотах 210, 290 и 350 МГц. сканы  $T_{ФД}$  для склонения  $\delta = -6^{\circ},5$ .

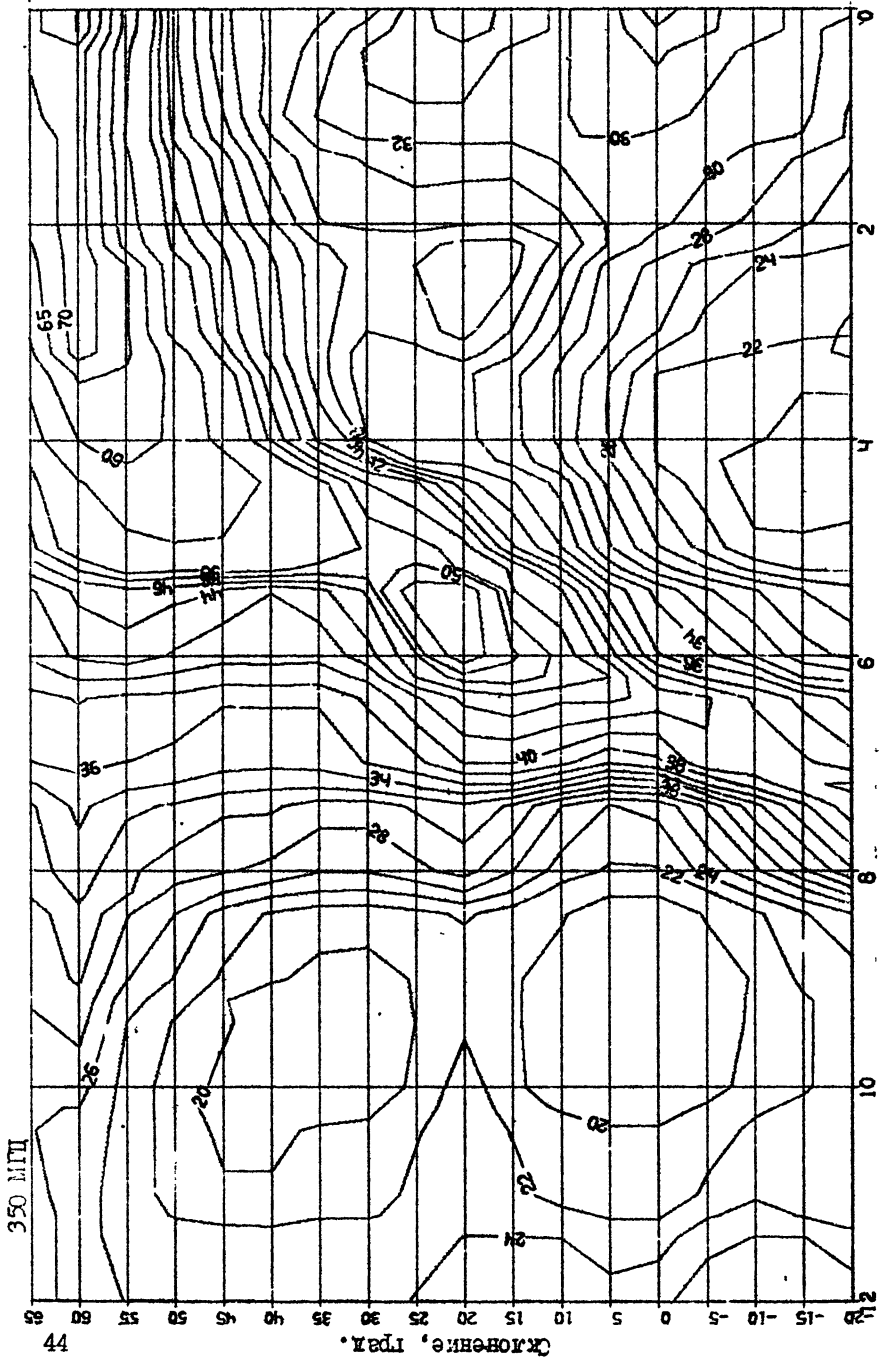


Рис. 13а. Радиокарта неба, интерполированная на частоту 350 МГц на основании опорных радиобезоров на 38 МГц /1/ и 404 /8/

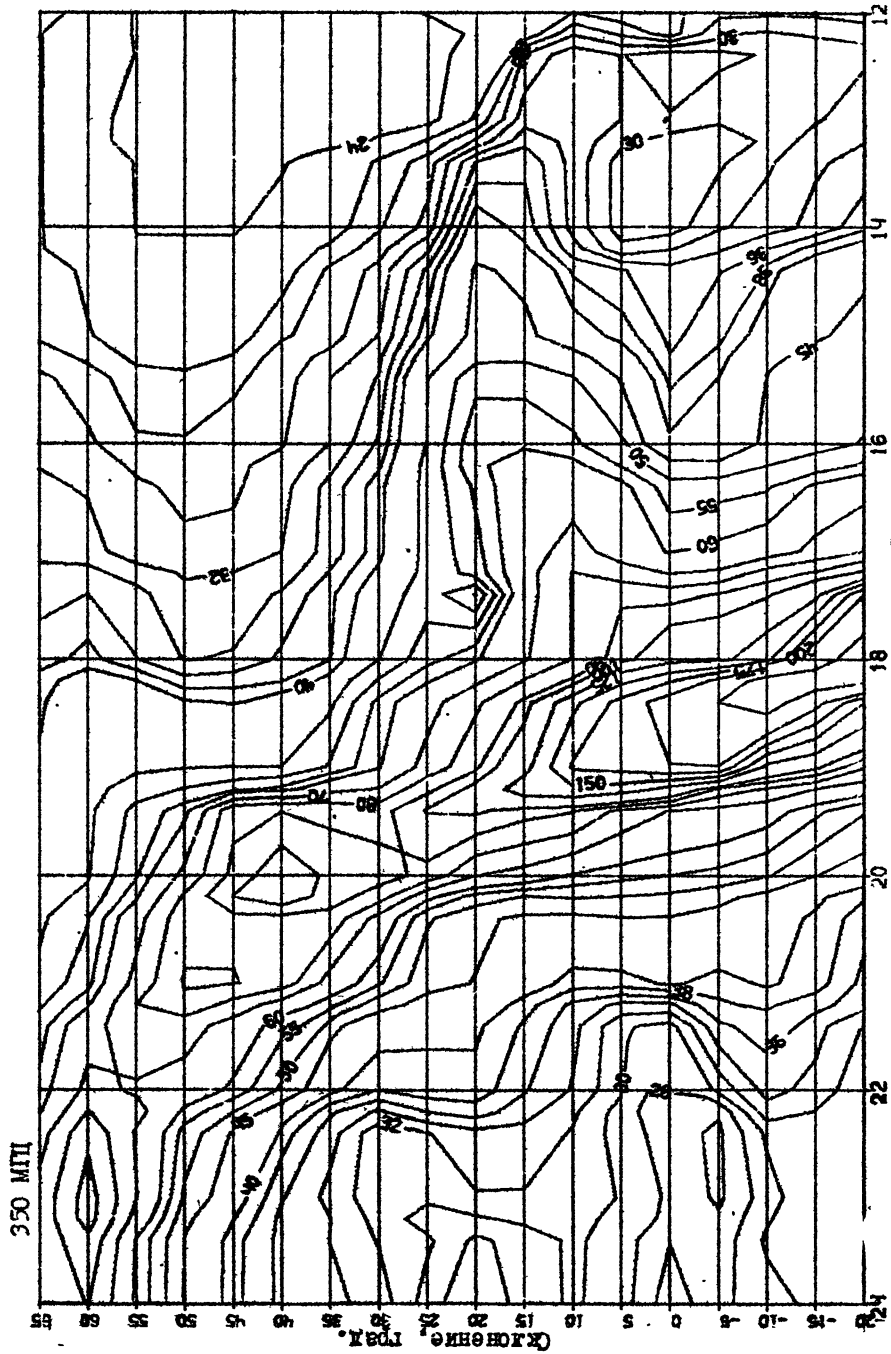


Рис. 136. Радиокарта неба, интерполированная на частоту 350 МГц на основании опорных радиобзоров на 38 МГц / I / и 404 / 8 /

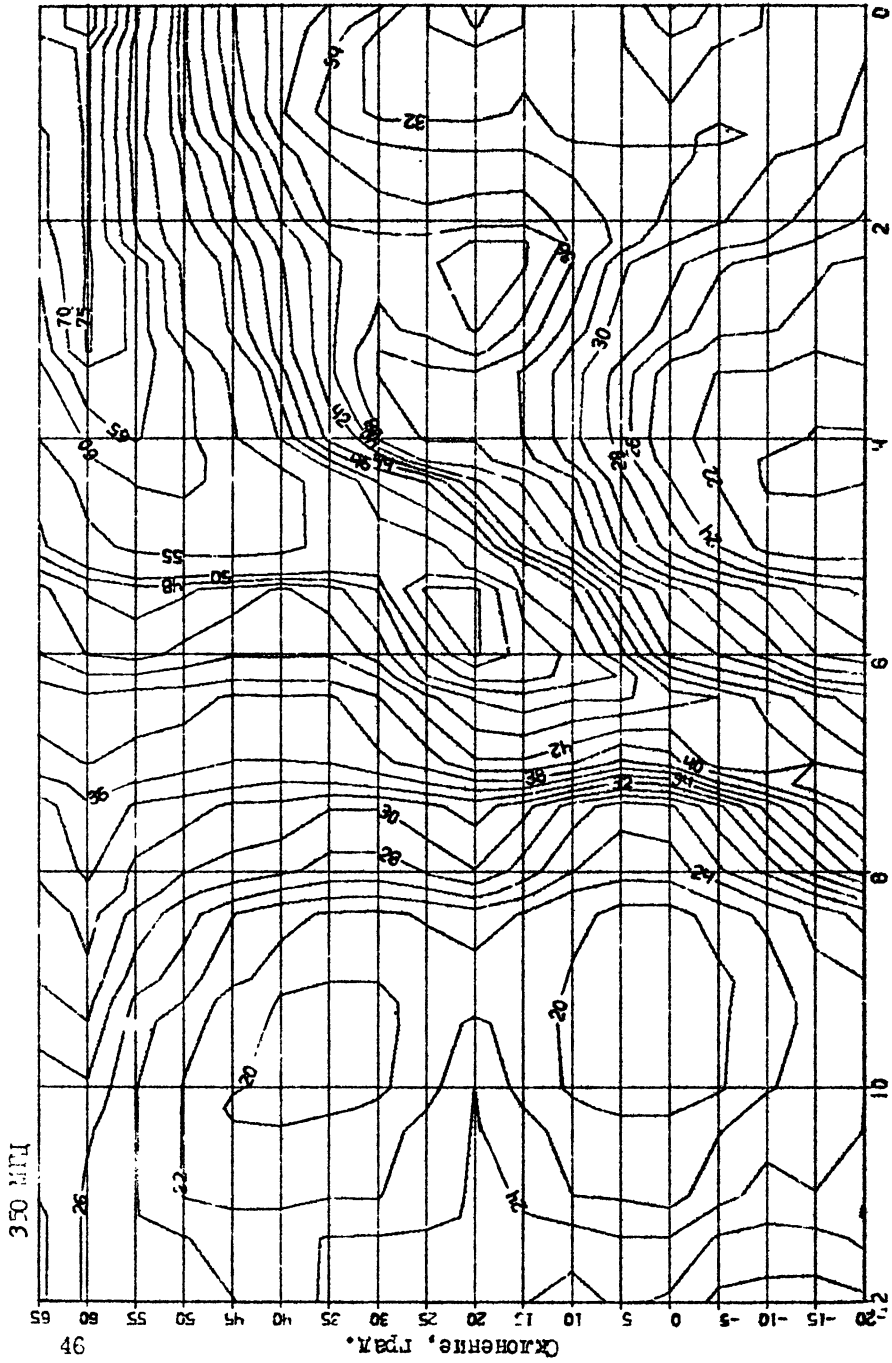


Рис. 14а. Радиокарта неба, построенная на частоте 350 МГц на основании распределения спектрального индекса рис. 9, скорректированного по данным измерений рис. 12

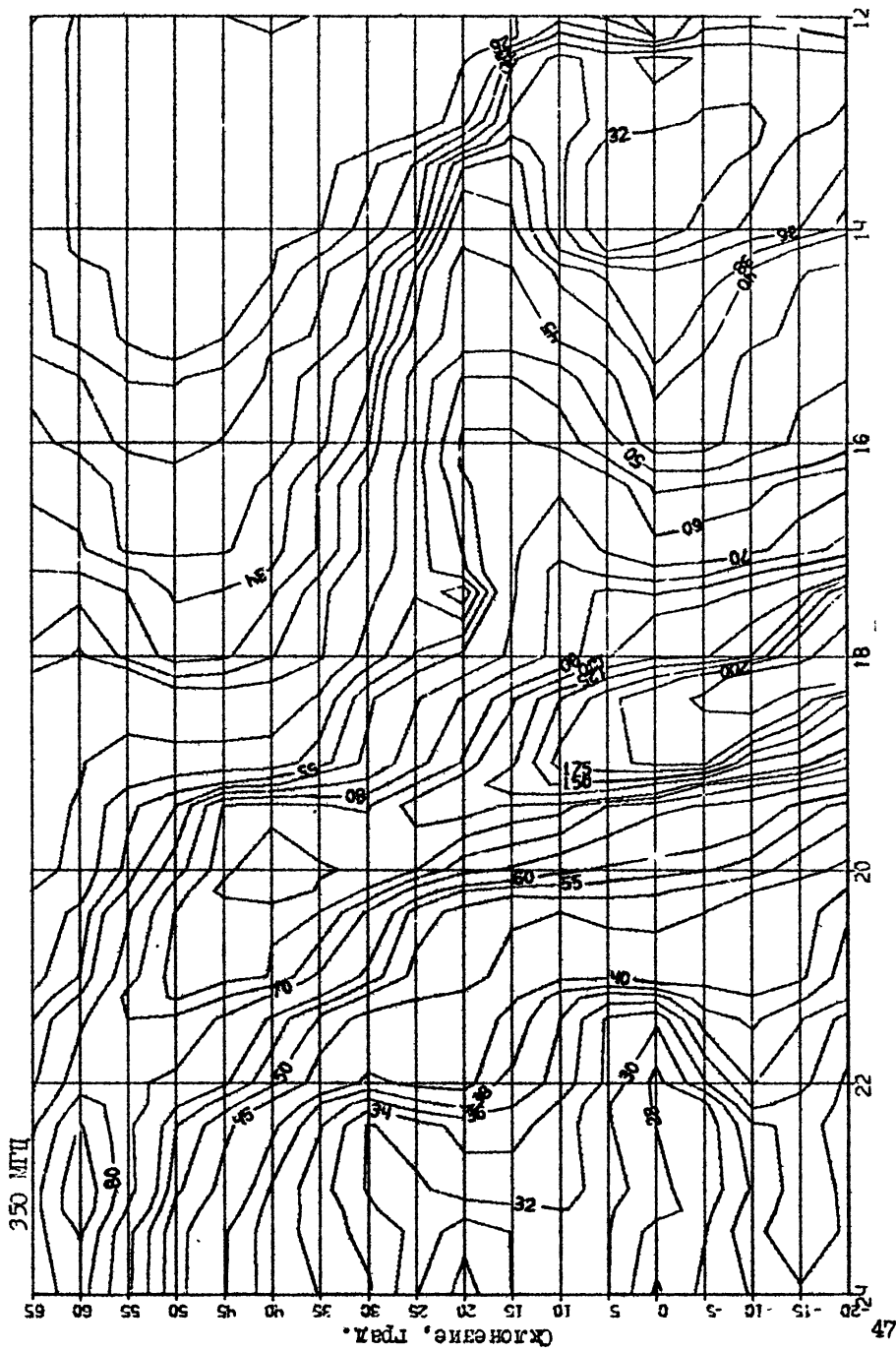


Рис. 146. Радиокарта неба, построенная на частоте 350 МГц на основании распределения спектрального индекса рис.9, скорректированного по данным измерений рис. 12

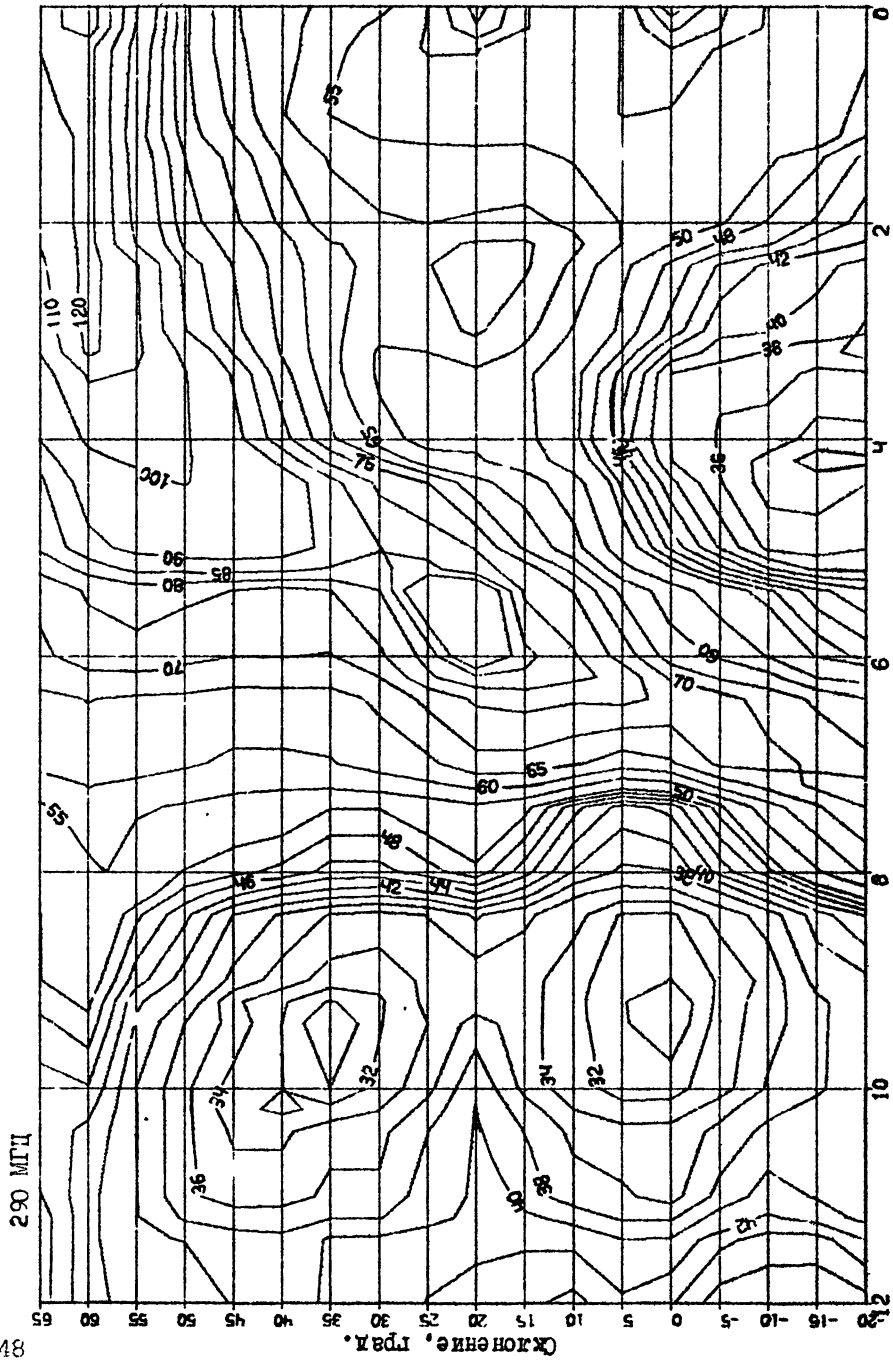
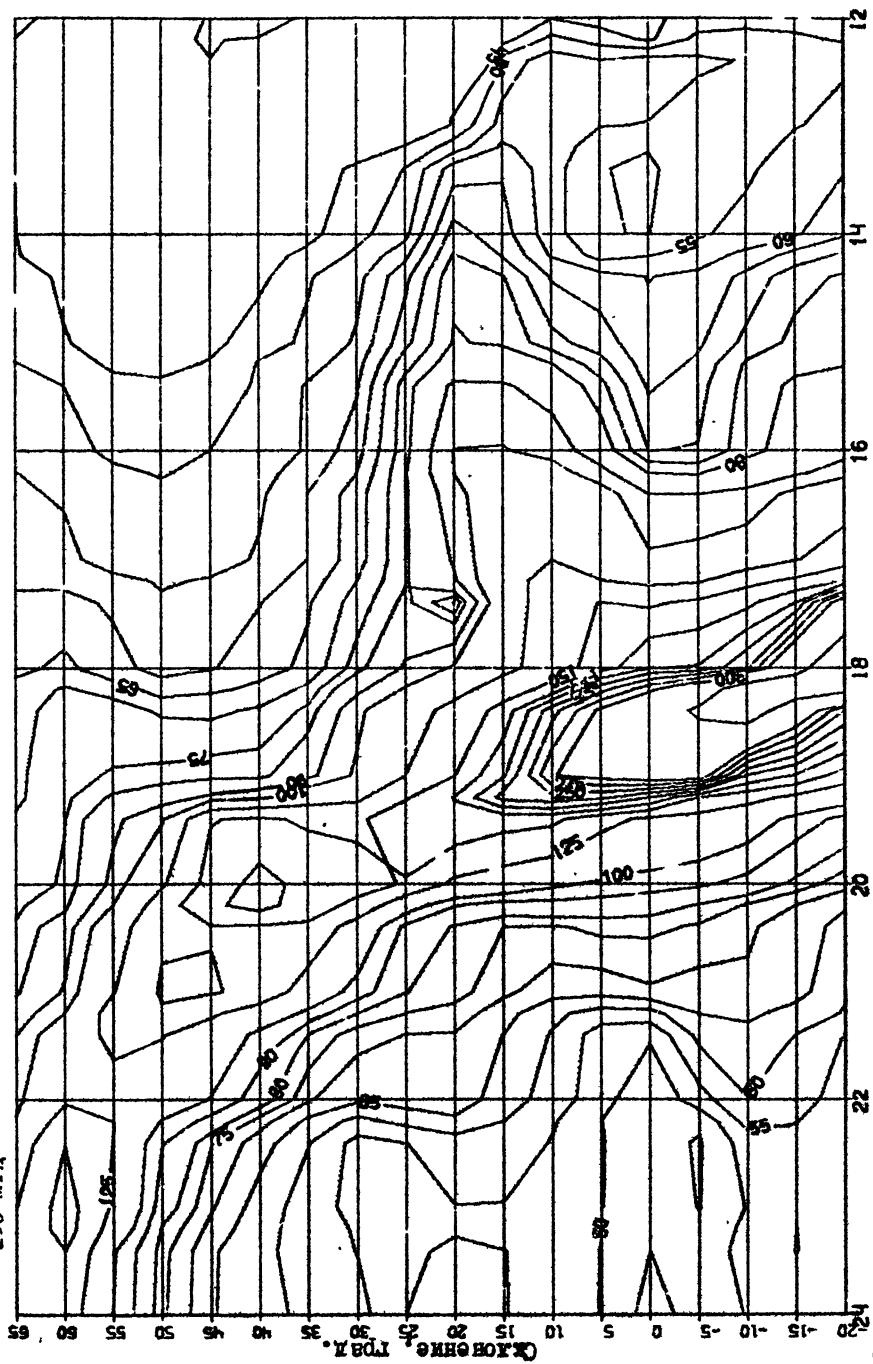


Рис. 15а. Радиокарта шума, построенная на частоте 290 МГц на основании распределения спектрального индекса рис.9, скорректированного по данным измерений рис. 12



290 МГц



Фиг. 156. Радиокарта неба, построенная на частоте 290 МГц на основании распределения спектрального индекса рис.9, скорректированного по данным измерений рис. 12

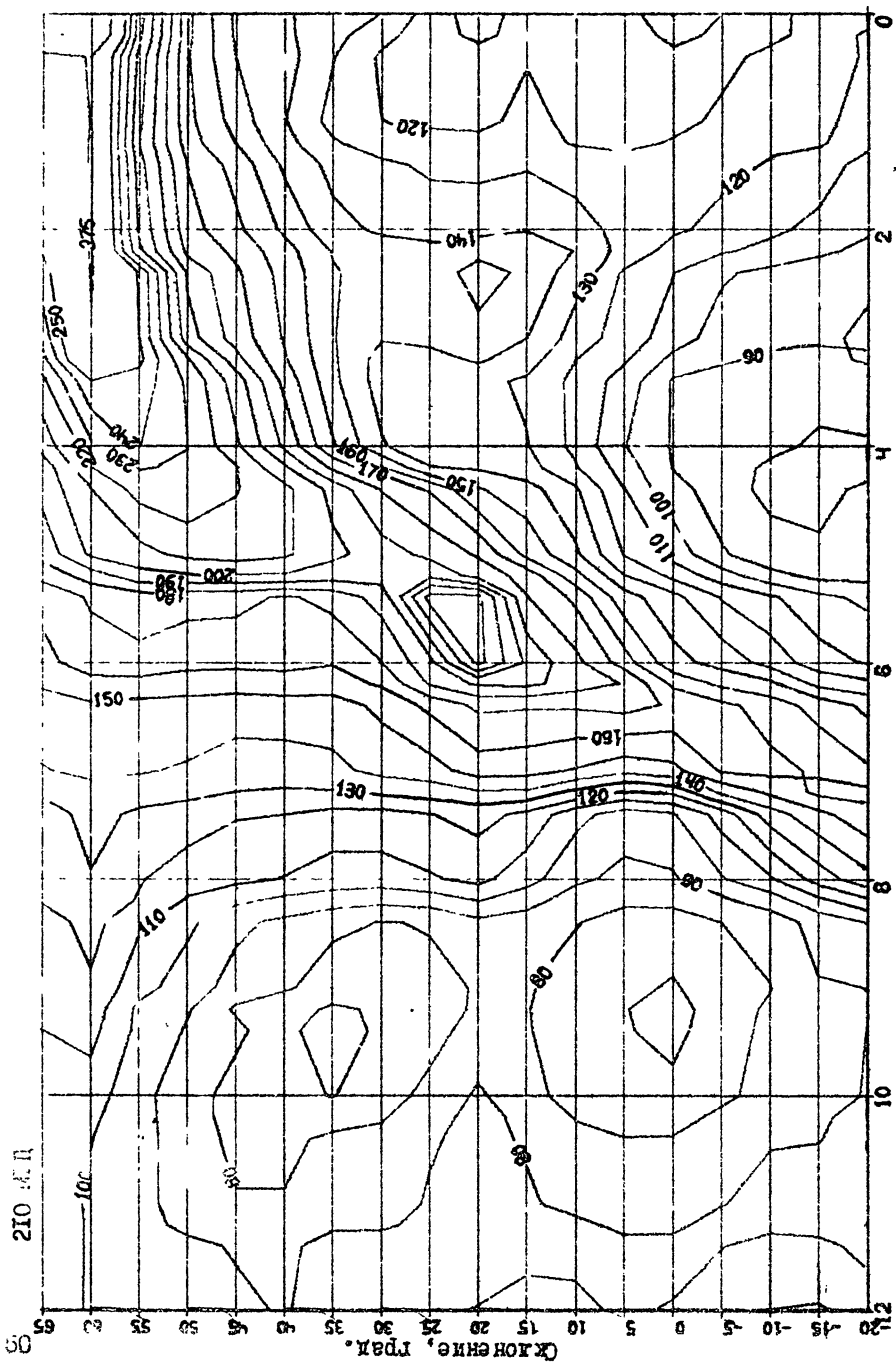


Рис. 16а. Радиокарта неба, построенная на частоте 210 МГц на основании распределения спектрального индекса рис. 9, скорректированного по данным измерений рис. 12

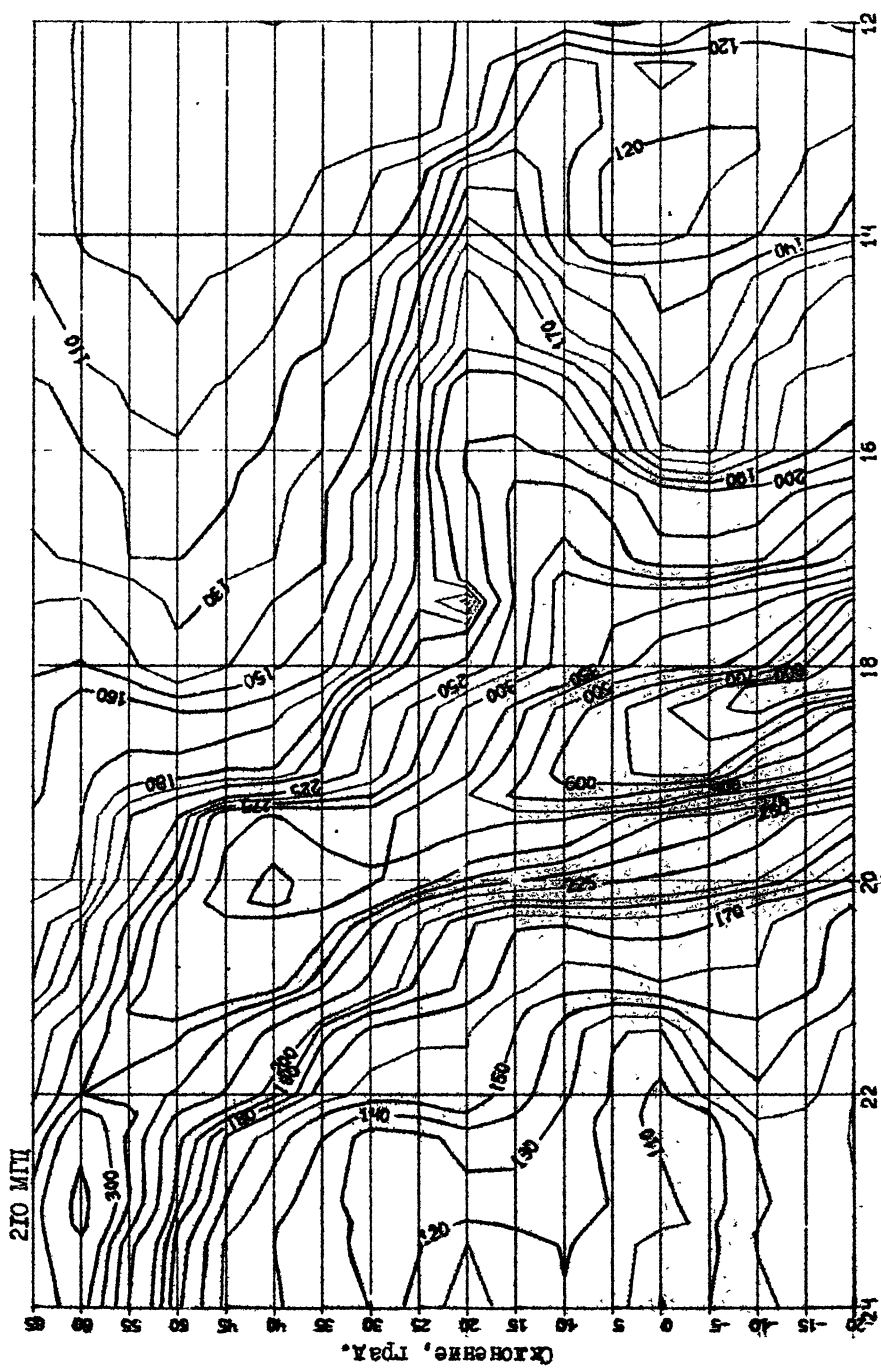


Рис. 166. Радиокарта неба, построенная на частоте 210 МГц на основании распределения спектрального индекса рис.9, скорректированного по данным измерений рис. 12

1. Milogradov-Turin J., Smith T.G. A survey of the radio background at 38 MHz. - Mon.Not.Roy.Astr.Soc., 1973, v.161, N3, p. 269.
2. Rohan P., Soden L.B. A survey of the southern sky at 55 MHz. - Austral.J.Phys., 1970, v.23, N 2, p.223.
3. Yates K.W. An interpretation of the distribution of metre wavelength radio emission. - Austral.J.Phys., 1968, v.21, N 2, p.167.
4. Landecker T.L., Wielebinski R. The galactic metre wave radiation. A two-frequency survey between declinations +25° and -25° and the preparation of a map of the whole sky. - Austral. J.Phys.Astrophys.Suppl., 1970, N 16, p.1.
5. Turtle A.J., Baldwin J.E. A survey of galactic radiation at 178 Mc/s. - Mon.Not.Ry.Astr.Soc., 1962, v.124, N 6, p.459.
6. Dröge F., Priester W. Durchmusterung der allgemeinen Radiofrequenzstrahlung bei 200 MHz. - Z.Astrophys., 1956, v.40, N 40, p.236.
7. Seeger C.L., Westerhout G., Conway R.G., Hoekema T. A survey of the continuous radiation at a frequency of 400 Mc/s. - Bull.astr.Inst.Netherl., 1965, v.18, p.11.
8. Pauliny-Toth I.I.K., Shakeshaft J.R. A survey of the background radiation at a frequency of 404 Mc/s.- Mon.Not.Roy. astr.Soc., 1962, v.124, N 1, p.61.
9. Haslam C.G.T., Guigley M.J.S., Salter C.J. A 408 MHz survey of the galactic anticentre region. - Mon.Not.Roy.Astr.Soc., 1970, v.147, N 4, p.405.
10. Haslam C.G.T., Wilson W.E., Graham D.A., Hunt G.C. A further 408 MHz survey of the northern sky.-Astron.Astrophys.Suppl., 1974, v.13, p.359.
11. Haslam C.G.T., Klein U., Salter C.J., Stoffel H., Wilson W.E., Cleary M.N., Cooke D.J., Thomasson P. A 408 MHz all-sky continuum survey. - Astron.Astrophys., 1981, v.100, N 2, p.209.
12. Haslam C.G.T., Salter C.J., Stoffel H., Wilson W.E. A 408MHz all-sky continuum Survey.II.The atlas of contour maps. - Astron.Astrophys.Suppl., 1982, v.47, N1, p.1.

13. Berkhuijsen E.M. A survey of the continuum radiation at 820 MHz between declinations  $-7^{\circ}$  and  $+85^{\circ}$ . - *Astron. Astrophys.*, 1971, v.14, N 3, p.359.
14. Цейтлин Н.М., Дмитренко Л.В., Дмитренко Д.А., Миллер Е.А., Снегирева В.В., Титов Г.К. Результаты абсолютных измерений интенсивности Кассиопеи-А, Лебедя-А, Тельца-А, Девы-А на волнах 30-100 см и их спектры в диапазоне 3-100 см, полученные с помощью "черного" диска, расположенного в зоне Френеля. // *Изв. вузов. Радиофизика*. - 1976. - Т. 19, № 8. - С. 1106.
15. Миллер М.Е. Абсолютные измерения интенсивности радиоизлучения Кассиопеи-А; Лебедя-А и Крабовидной туманности в диапазоне 60-100 см. // *Изв. вузов. Радиофизика*. - 1984. - Т.27, № 7. - С. 934.
16. Миллер М.Е. Результаты абсолютных измерений интенсивности Кассиопеи-А, Лебедя-А и Крабовидной туманности на волнах 100-150 см и их спектры в диапазоне 60-150 см. // *Изв. вузов. Радиофизика*. - 1984. - Т. 27, № II. - С. 1468.
17. Дугин Н.А., Миллер М.Е., Семенова Л.Р. Кв вопросу об учете неравномерности космического фона вблизи мощных дискретных источников в дециметровом диапазоне волн. Тезисы докладов XVIII Всесоюзной конференции "Радиотелескопы и интерферометры". - Иркутск, 1986, с. 76.
18. Миллер М.Е., Цейтлин Н.М. Метод абсолютных измерений яркостной температуры распределенного космического радиоизлучения в дециметровом-метровом диапазонах волн. Тезисы докладов XVII Всесоюзной конференции по аппаратуре и методам радиоастрономических измерений. - Брест, 1985, с. 353.
19. Цейтлин Н.М., Миллер М.Е., Пелешенко С.А. Абсолютные измерения яркостной температуры распределенного космического радиоизлучения в метровом диапазоне волн. // *Изв. вузов. Радиофизика*. - 1986. - Т. 29, № 10. - С. 1147.
20. Цейтлин Н.М. Антенная техника и радиоастрономия. - М.: Советское радио, 1976.

21. Taylor R.E. A 136/400 MHz radio sky maps. - Proc.of the IEEE, 1973, v.61, N 4, p.469.
22. Large M.I., Mathewson D.S., Haslam C.G.T. A radio survey of the Galactic Plane at a frequency of 408 M<sup>c</sup>/s. II. The continuum emission from the Galactic Disk. - Mon.Not.Roy.Astr.Soc., 1961 v.123, p.123.
23. Webber W.R. Austral.Journ.of Phys., 1968, v.21,N6,p.845.
24. Гетманцев Г.Г., Караванов В.С., Сазонов Ю.А., Тарасов А.Ф. Частотный спектр космического радиосигнатурения в диапазоне 40-207 МГц на высоких галактических широтах. // Изв. вузов. Радиофизика. - 1968. - Т. II, № 2. - С. 191.
25. Gruber G.M. Unresolved background radiation at 2695 MHz.- Astron.Astrophys., 1969, v.2, p.369.
26. Howell T.F. The Galactic radiospectrum. Observations at 610 MHz. - Astrophys.Lett.,1970,v.6,N1,p.45.
27. Stankevich K.S., Wielebinski R., Wilson W.E. Radio sky background studies using the Moon as a screen. - Austral. J.Phys., 1970, v.23, p. 529.
28. Разин В.А. Диссертация, Горький, 1971.
29. Sironi G. Spectrum of the galactic nonthermal background radiation.I.Observations at 151,5 and 408 MHz.-Mon.Not. Roy.Astr.Soc., 1974, v.166, p.345.
30. Webster A.S. The spectrum of the galactic nonthermal background radiation.II.Observations at 408,610 and 14C7 MHz.-Mon.Not.Roy.Astr.Soc.,1974,v.166,p.355.
31. Беляев П.П., Тарасов А.Ф., Токарев Ю.В., Юричев М.А. О спектре нетеплового радиосигнатурения Галактики. Наблюдения на частотах 200 и 375 МГц. // Изв. вузов. Радиофизика. - 1983.- Т. 26, № 9. - С. 1047.
32. Bridle A.H. The spectrum of the radio background between 14 and 404 MHz.-Mon.Not.Roy.Astr.Soc., 1967, v.136, p.219.
33. Howell T.F., Shakeshaft J.R. Spectrum of the 3°K cosmic microwave radiation. - Nature,1967,v.216,N5117,p.753.

34. Антонов А.В. Исследование радиоизлучения космического фона на частоте 10 МГц. // Изв. вузов. Радиофизика. - 1973. - Т. 16, № 5. - С. 759.
35. Wielebinski R., Smith D.H., Garzon Cardenas X. A survey of the galactic plane at 85 and 150 MHz. - Austral.J.Phys., 1968, v.21, N 2, p.185.
36. Миллер М.Е. Спектр радиоизлучения Галактики в диапазоне 200-350 МГц. // Изв. вузов. Радиофизика. - 1987. - Т. 30, № 5. - С. 665.
37. Brown R.H., Hazard C. - Phil.Mag., 1953, v.44, N 7, p.939.
38. Токарев Ю.В. Об угловых вариациях спектрального индекса нетеплового космического радиоизлучения. // Изв. вузов. Радиофизика. - 1969. - Т. 12, № 2. - С. 161.
39. Миллер М.Е. К вопросу интерполяции радиокарт неба. Деп. в ВИНТИ от 14.07.85, рег. № 4219-85.
40. Price R.M. An extension of the 408 MHz southern Milky Way survey and assignment of an absolute base level. - Austral. J.Phys., 1970, v.23, N2, p.227.
41. Цейтлин Н.М., Мосалов И.В., Бахарев Н.В., Беккерман Б.М., Дугин Н.А., Миллер Е.А., Миллер М.Е., Пельшенко С.А., Романычев А.А. Радиоастрономический комплекс для проведения измерений по методу "черного" диска в дециметровом-метровом диапазонах волн. Препринт НИРФИ № 176, Горький, 1984.
42. Миллер М.Е. Пакет прикладных программ для экспериментальных исследований радиоизлучения дискретных источников по методу "черного" диска. Препринт НИРФИ № 161, Горький, 1983.

Дата поступления статьи  
20 февраля 1987 г.

Михаил Евгеньевич Миллер

МЕТОД И РЕЗУЛЬТАТЫ ПОСТРОЕНИЯ РАДИОКАРТ НЕБА  
ПОСРЕДСТВОМ ИНТЕРПОЛЯЦИИ  
ПО ЧАСТОТЕ С КОРРЕКЦИЕЙ СПЕКТРАЛЬНЫХ ИНДЕКСОВ  
НА ОСНОВАНИИ АБСОЛЮТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

---

Подписано в печать 10.03.87 г. МШ 00.883. формат 60x84/16  
Бумага множительная. Печать офсетная. Объем

Тираж 120. Заказ 4548. Бесплатно.

---

Отпечатано на ротационной НИРФИ