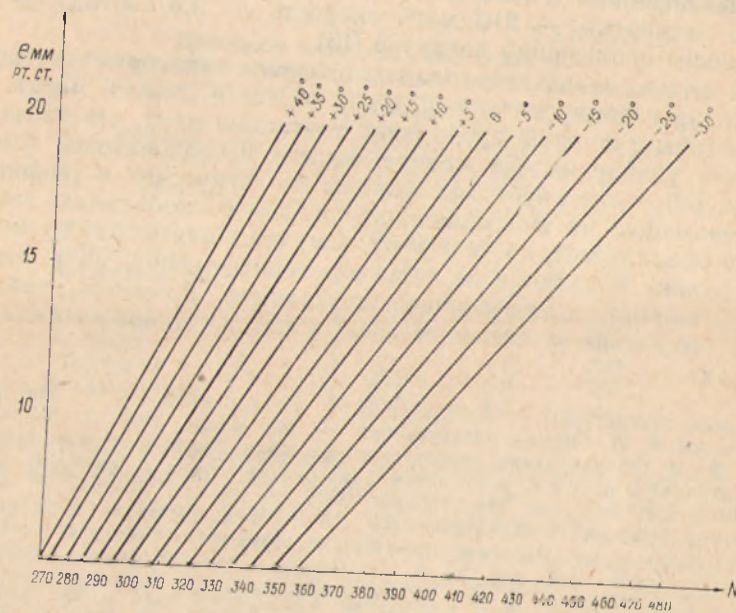


Н. И. КРАВЦОВ, А. И. ТЕРЕЩУК

НОМОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНДЕКСА ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ РАДИОВОЛН

При обработке радиодальных измерений значительная часть времени уходит на вычисление индекса показателя преломления радиоволн с учетом метеопараметров температуры T , давления P и влажности e воздуха.



Номограмма для определения индекса показателя преломления электромагнитных волн радиодиапазона.

Для удобства и сокращения расчетного времени нами разработана и построена номограмма для определения индекса показателя преломления электромагнитных волн радиодиапазона при их распространении в приземном слое воздуха.

Известно [1], что на точность определения показателя преломления радиоволн наибольшее влияние оказывает изменение влажности воздуха и температуры и наименьшее — давление воздуха. Поэтому мы составили три номограммы для давления воздуха: 730, 740, 750 мм. рт. ст., чаще всего встречающегося в приземном слое воздуха на равнинной и всхолмленной местности. В статье приводится номограмма для $P=740$ мм. рт. ст. (см. рисунок).

По формуле Фрума и Эссена с шагом $t=5^\circ\text{C}$ и $e=2$ мм. рт. ст. рассчитаны точечные значения N в интервале 270...480 при указанном выше давлении воздуха для диапазона температуры t от -30°C до $+40^\circ\text{C}$ и влажности e от 5 до 20 мм. рт. ст.

При построении номограммы по оси X откладывалось парциальное давление водяных паров e (в мм. рт. ст.), а по оси Y — значения N для фиксированных значений температуры от $t=+40^\circ\text{C}$ до $t=-30^\circ\text{C}$ через каждые 5°C . В принятой системе координат наносились точки и строились изолинии.

При использовании номограммы необходимо по температуре воздуха $t^\circ\text{C}$ выбрать соответствующую линию, опуститься по ней до уровня измеренной влажности воздуха e оси X , а затем — по вертикали до оси Y и отсчитать значение индекса N .

Сравнение величин N , полученных по номограмме и вычисленных по формуле, показывает, что расхождения между ними не выходят за пределы $\pm$ одной N -единицы, что вполне достаточно для обработки радиодальномерных измерений.

Для показателя преломления электромагнитных волн светового диапазона существует ряд номограмм [2, 3], полученных различными путями.

Предлагаемая номограмма может найти практическое применение при обработке радиогеодезических измерений на равнинной и всхолмленной местности.

Список литературы: 1. Кравцов Н. И. Об изменении показателя преломления при радиогеодезических измерениях в зимний период. — Геодезия, картография и аэрофотосъемка, 1970, вып. 12. 2. Федорищев А. Е., Ващенко В. И. Номограмма для определения индекса показателя преломления ЭВМ оптического диапазона. Депон. в ВИНТИ 12. 03. 81, № 1141. 3. Яковлев В. А. Номограмма для определения индекса показателя преломления воздуха на различных высотах в горной местности. — IV Всесоюзный симпозиум по распространению лазерного излучения в атмосфере. Тезисы докл. Томск, 1977.

Статья поступила в редколлегию 15. 12. 81

Н. И. КРАВЦОВ, А. И. ТЕРЕЩУК

СУТОЧНЫЙ ХОД ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ РАДИОВОЛН В РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Индекс показателя преломления воздуха, определяемый по известной формуле Фрума и Эссена

$$N = (n - 1) \cdot 10^{-6} = \frac{103,49}{T} (p - e) + \frac{86,26}{T} \left(1 + \frac{5748}{T}\right) \cdot e, \quad (1)$$

где T — температура среды в $^\circ\text{K}$; p — атмосферное давление в мм. рт. ст.; e — парциальное давление водяных паров в мм. рт. ст., является одним из основных параметров, характеризующих преломляющие свойства атмосферы.

С целью определения закономерностей изменения показателя преломления в различных физико-географических условиях нами

были обработаны материалы аэрологических зондирований [1, 2, 3], выполненных в пограничном слое атмосферы на высотах 2, 50, 100, 150, 200, 300, 400 и 500 м.

Дадим краткую характеристику районов, в которых производились зондирования.

1. Северный район расположен на северо-западе РСФСР (широта 60°). Рельеф равнинный со следами деятельности ледника

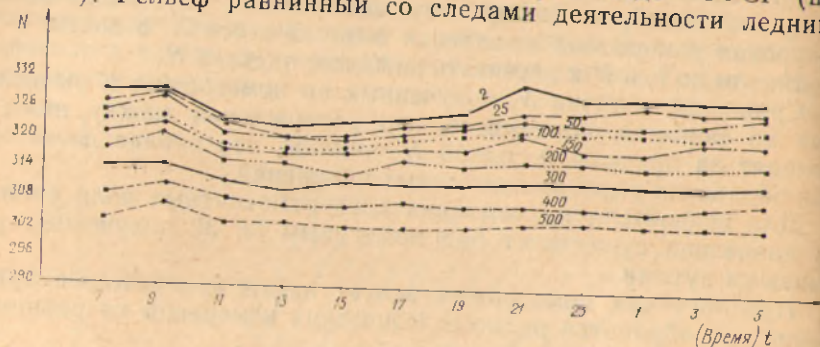


Рис. 1. Суточный ход индекса показателя преломления в северном районе (холодный период).

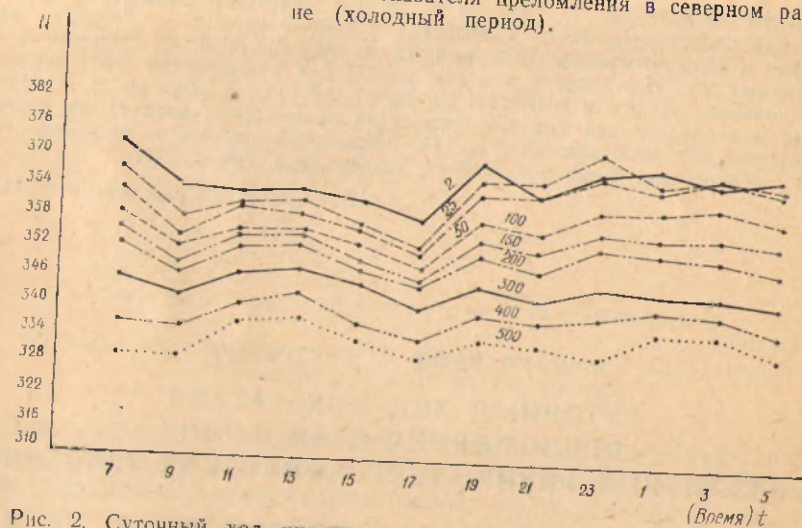


Рис. 2. Суточный ход индекса показателя преломления в северном районе (теплый период).

Большая часть района расположена в Прибалтийской низменности. Климат формируется под влиянием Атлантического океана и Балтийского моря, переходной от морского к континентальному. Морские воздушные массы обуславливают сравнительно мягкую зиму с частыми оттепелями и умеренно теплое, иногда прохладное лето.

2. Степной район Украины расположен на широте 48°. Поверхность — равнина высотой около 160—200 м, сильно расчлененная глубоко прорезанными долинами р. Днепра и его притоков, сопровождаемыми террасами, балками и оврагами. Климат умеренно-

континентальный, находится под воздействием континентальных воздушных масс.

3. Южный район расположен на широте 41° в предгорной равнине, полого спускающейся к реке Сырдарья. Климат континентальный, лето жаркое, сухое с ясной погодой.

Обработка материалов заключалась в определении индекса показателя преломления по формуле (1). В обработку взяты ма-

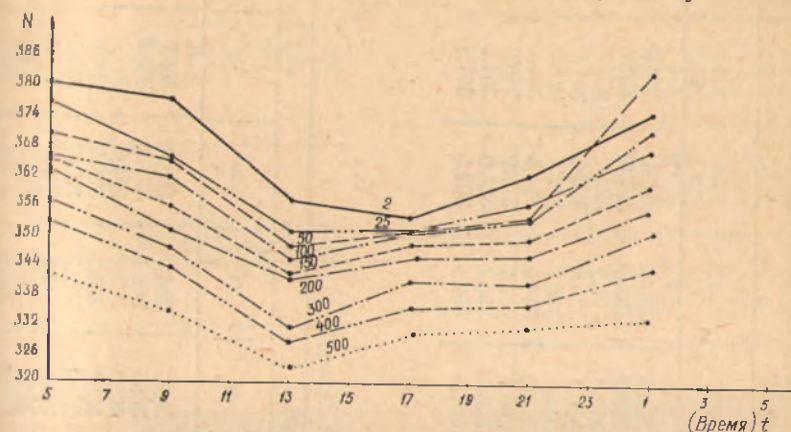


Рис. 3. Суточный ход показателя индекса преломления в степном районе Украины.



Рис. 4. Суточный ход индекса показателя преломления в южном районе.

териалы зондирования, выполненных в теплую погоду, а для северного района — и в холодный период. Результаты вычислений приведены в табл. 1—4. По данным таблиц нами построены графики суточного изменения N на различных высотах (рис. 1, 2, 3, 4).

Анализируя полученные данные, можно сделать следующие выводы.

1. Суточный ход индекса показателя преломления представляет собой кривую с двумя максимумами и двумя минимумами.

Северный район (холодный период)

Таблица 1

Н	Время (ч)											
	7	9	11	13	15	17	19	21	23	1	3	5
2	329,9	330,4	324,6	322,9	322,9	323,7	324,9	329,6	328,4	328,8	327,5	327,7
25	327,3	329,3	322,8	320,1	320,1	321,8	323,2	325,6	324,6	326,7	326,0	326,4
50	325,0	327,8	320,9	320,2	319,3	321,2	322,0	324,2	323,1	322,1	324,2	324,8
100	322,9	323,7	318,2	317,1	316,9	318,7	320,1	320,6	320,6	321,0	320,2	322,2
150	319,6	321,9	317,2	315,7	315,8	317,1	317,0	318,7	317,4	316,9	318,7	318,5
200	316,5	320,0	315,4	314,8	312,3	315,8	314,2	314,6	314,8	314,4	314,4	315,5
300	312,6	314,4	310,8	309,4	310,6	309,9	309,7	301,2	311,0	310,0	310,3	310,9
400	308,3	310,0	306,7	305,6	305,6	306,5	306,1	306,1	306,0	304,9	306,5	306,7
500	303,5	305,9	301,7	302,0	301,1	301,4	301,6	302,4	302,5	301,8	302,0	302,1

Северный район (теплый период)

Таблица 2

Н	Время (ч)											
	7	9	11	13	15	17	19	21	23	1	3	5
2	373,1	363,7	363,0	363,9	361,7	358,1	369,7	363,0	368,0	369,0	365,7	368,0
25	387,9	357,9	361,1	361,9	357,4	352,8	365,7	366,1	371,8	365,8	368,3	366,4
50	364,1	354,4	359,3	358,8	355,8	351,1	363,5	363,4	367,5	364,5	367,7	365,5
100	358,9	351,7	355,6	356,2	353,1	348,5	358,2	356,2	359,5	360,0	362,4	358,7
150	356,4	349,0	353,9	354,7	349,6	345,8	354,1	351,7	355,9	355,1	355,5	354,0
200	353,2	346,8	352,1	353,2	347,5	344,9	350,9	348,2	352,7	351,8	351,4	348,7
300	345,7	342,3	346,7	348,2	344,6	339,1	345,1	342,0	344,5	344,4	343,5	341,6
400	336,6	336,2	340,9	343,1	337,3	334,3	339,0	338,2	339,4	340,9	339,8	336,5
500	330,0	329,5	326,7	337,6	333,5	330,4	333,8	333,1	330,9	335,5	335,6	332,3

Степной район Украины

Таблица 3

Н	Время (ч)					
	9	13	17	21	1	5
2	377,0	356,7	353,9	361,8	375,2	380,1
25	365,5	350,4	351,4	356,3	367,3	376,8
50	364,1	347,9	351,2	354,5	383,1	370,4
100	361,0	344,7	350,6	352,8	371,4	365,8
150	355,2	342,1	347,7	349,3	360,2	364,5
200	350,7	340,8	344,7	345,9	355,2	363,4
300	347,0	331,1	340,0	340,4	350,4	357,3
400	343,1	327,5	335,0	335,5	343,1	351,7
500	334,4	323,4	330,1	330,5	333,4	342,4

Южный район

Таблица 4

Н	Время (ч)											
	7	9	11	13	15	17	19	21	23	1	3	5
2	341,5	336,3	326,8	314,8	307,8	307,8	326,7	331,9	331,3	326,2	334,7	336,4
25	346,4	339,0	325,7	313,9	306,9	307,1	326,5	336,2	336,3	336,9	339,2	344,5
50	349,4	336,7	322,0	311,4	305,5	305,7	324,9	328,8	333,3	336,4	340,3	344,6
100	342,3	332,5	318,5	309,8	303,4	302,5	319,0	323,1	323,7	332,2	337,0	335,8
150	343,9	329,2	316,6	307,3	300,9	301,2	316,1	317,3	319,9	330,0	334,6	336,2
200	332,7	323,4	313,7	304,2	297,4	301,4	311,1	311,7	317,1	327,0	329,5	331,8
300	320,1	310,9	310,3	299,0	293,7	295,9	308,5	303,9	308,6	318,7	323,5	327,7
400	310,3	304,8	301,9	295,3	292,1	291,4	302,9	299,6	305,2	312,8	315,6	321,0
500	301,7	296,5	296,1	293,3	290,6	290,6	295,7	294,4	298,5	311,5	311,9	319,8

Первый минимум N приходится на полуденные часы, второй на наблюдается ночью. Максимумы соответственно наблюдаются в утренние и вечерние часы. 2. Во всех районах абсолютные значения N уменьшаются с высотой. 3. Кривая изменения N с высотой сглаживается. 4. Амплитуда колебаний N уменьшается с возрастанием широты района. 5. В холодный период в северном районе кривые изменений N на различных высотах имеют слабую амплитуду колебаний, а на высотах 300 м и выше индекс показателя преломления практически остается постоянным.

Список литературы: 1. Воронцов П. А. Некоторые особенности строения пограничного слоя атмосферы над поселком Махталы в сентябре 1959 года. — Тр. ГГО, 1961, вып. 107. 2. Воронцов П. А. Строение нижнего слоя атмосферы (0–0,5 км) в период Днепровской экспедиции. — Тр. ГГО, 1963, вып. 144/40. 3. Селицкая В. И. Суточный и годовой ход метеорологических элементов в нижнем слое воздуха 0,5 км над поселком Воейково. — Тр. ГГО, 1962, вып. 133.

Статья поступила в редколлегию 15. 12. 88

УДК 528 21/22

А. Н. МАРЧЕНКО

О ПОСТРОЕНИИ МОДЕЛЕЙ ТОЧЕЧНЫХ МАСС ГЕОПОТЕНЦИАЛА ВАРИАЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Ниже описана методика создания многоточечной модели планеты, аппроксимирующей ее возмущающий потенциал T равномерно сходящимся (при $N \rightarrow \infty$) к T [1, 3] рядом

$$T_N = \sum_{i=1}^N m_i \frac{1}{r_i} \approx T \quad (1)$$

фундаментальных решений $\frac{1}{r_i}$ уравнения Лапласа по информации, полагаемой исходной в рамках проблемы Молоденского. Запись (1) есть разложение T по системе неортогональных функций $\left\{ \frac{1}{r_i} \right\}$ («обратных расстояний» или потенциалов точечных масс m_i), регулярных на бесконечности и гармонических вплоть до некоторой поверхности Ляпунова σ_h [1, 3], расположенной внутри планеты. Остановимся вначале на том варианте граничной задачи Молоденского, в котором предполагается, что аномалии силы тяжести Δg безошибочны и заданы непрерывно на всей поверхности Земли.

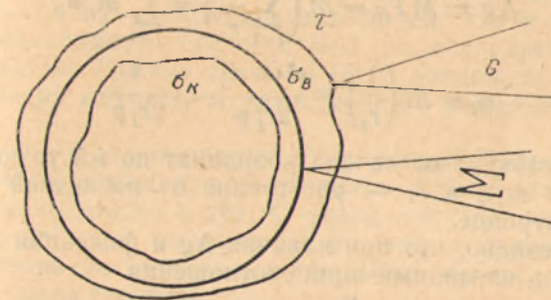
Воспользуемся краевым условием, отнесенным к некоторой вспомогательной поверхности τ (которую еще называют гипсометрической или теллуroidом), в линеаризованном виде

$$-\frac{\partial T}{\partial \rho} \Big|_{\tau} - \frac{2T}{\rho} \Big|_{\tau} = \Delta g, \quad (2)$$

где ρ — радиус-вектор текущей точки на теллуroidе. Более кратко (2) можно представить в операторной форме

$$MT = \Delta g. \quad (3)$$

Область определения оператора Молоденского M — множество функций, гармонических во внешнем относительно теллуroidа пространстве G и регулярных на бесконечности. Кроме того, оператор M является непрерывным на гильбертовом пространстве $L_2(\Sigma)$ (при $q \geq 1$), которое представляет собой пересечение гармонических (вне сферы Бьерхаммара) в Σ функций и регулярных



на бесконечности с соболевским пространством $W^2(\Sigma)$ [5]. Причем элементы $\Gamma_q^2(\Sigma)$ при $q \geq 2$ имеют обязательно непрерывные краевые функции. В соответствии с теоремой Рунге—Краупа [8] мы можем [3] и будем далее искать решение задачи с использованием (1) на одном из множеств $\Gamma_q^2(\Sigma)$. Поэтому важно, чтобы $\frac{1}{r_i} \in \Gamma_q^2(\Sigma)$. А так как каждая из функций $\frac{1}{r_i}$ непрерывна во всем пространстве, за исключением точки $i \in \sigma_h$, то чтобы и при $q \geq 2$ элементы $\frac{1}{r_i} \in \Gamma_q^2(\Sigma)$, достаточно поверхность σ_h («несущую» систему $\left\{ \frac{1}{r_i} \right\}$) считать находящейся внутри сферы Бьерхаммара σ_h (см. рисунок).

Ниже мы останавливаемся лишь на определении величин m_i , полагая, что поверхность σ_h зафиксирована (фиксированы координаты точечных масс). Последнее, как будет показано далее, связано с тем, что даже при определении только m_i задачу построения многоточечной модели следует рассматривать как некорректную. Конечно, более желательно получить сразу решение общей проблемы определения всех параметров точечных масс, что, правда, приводит к нелинейной задаче. Учитывая, однако, что некорректные задачи в нелинейной постановке обычно решаются итеративным путем с предварительной линеаризацией [7], естественно рассматривать итоги данной работы как один из этапов создания общего алгоритма нахождения величин и координат точечных масс методом регуляризации.