

**Институт гидрометеорологии Грузинского  
Технического университета**

**Реваз Самукашвили  
რევაზ სამუკაშვილი  
Revaz Samukashvili**

**РАДИАЦИОННЫЙ РЕЖИМ СЕВЕРНОГО  
СКЛОНА БОЛЬШОГО КАВКАЗА**

**დიდი კავკასიონის ჩრდილოეთი  
ფერდობის რადიაციული რეჟიმი**

**THE RADIATION REGIME OF NORTHERN  
SLOPE OF GREATER CAUCASUS**

**Институт гидрометеорологии  
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი  
Institute of Hydrometeorology**



**Издательство „Универсал“  
გაომცემლობა „უნივერსალი“  
Publishing House “UNIVERSAL”**

**Тбилиси. თბილისი. Tbilisi**

**2016**

УДК 551.521.12

Установлены закономерности изменения составляющих радиационного баланса (прямая солнечная радиация, рассеянная радиация, суммарная радиация, отражённая и поглощённая радиация, альbedo, эффективное изменение) и самого радиационного баланса на северном склоне Большого Кавказа. Количественно оценено влияние на радиационный баланс и его составляющие широты места, абсолютной высоты, прозрачности и мутности атмосферы, облачности и режима снежного покрова.

Редактор : Доктор Физ.- Мат. Наук,  
профессор **Таварткиладзе К.**

Рецензенты : Доктор Геогр. Наук,  
профессор **Элизбарашвили Э.**  
Доктор Геогр. Наук **Бериташвили Б.**

© **Р. Самукашвили, 2016**

Издательство **“УНИВЕРСАЛ”, 2016**

---

Тбилиси, 0179, пр. И.Чавчавадзе №19, ☎: 2 22 36 09, 5(99) 17 22 30  
E-mail: universal@internet.ge; universal555@ymail.com

ISBN 978-9941-22-804-9

უაკ 551. 521.12.

დადგენილია რადიაციული ბალანსის და მისი მდგენელების (მზის პირდაპირი რადიაცია, გაბნეული რადიაცია, ჯამური რადიაცია, არეკლილი და შთანთქმული რადიაცია, ალბედო, ეფექტური გამოსხივება) ცვლილებების კანონზომიერებები დიდი კავკასიონის ჩრდილოეთ ფერდობზე. რაოდენობრივად შეფასებულია რადიაციულ ბალანსზე და მის მდგენელებზე ადგილის განედის, აბსოლუტური სიმაღლის, ატმოსფეროს გამჭირვალობის და სიმღვრივის ფაქტორის, ღრუბლიანობის და თოვლის საფარის რეჟიმის გავლენა.

რედაქტორები: ფიზ.- მათ. მეცნ. დოქტორი,  
პროფესორი **კ. თავართქილაძე.**

რეცენზენტები: გეოგრ. მეცნ. დოქტორი,  
პროფესორი **ე. ელიზბარაშვილი**  
გეოგრ. მეცნ. დოქტორი  
**ბ. ბერიტაშვილი**

© რ. სამუჯაშვილი, 2016

გამომცემლობა „**უნივერსალი**“, 2016

თბილისი, 0179, ი. ჯავახიშვილის რაზმ. 19, ☎: 2 22 36 09, 5(99) 17 22 30  
E-mail: universal@internet.ge; universal555@ymail.com

ISBN 978-9941-22-804-9

UDC 551. 521. 12

The regularities of radiation balance components 'changes (direct solar radiation, diffused radiation, summary radiation, reflected and absorbed radiation, albedo, effective radiation and the radiation balance it self are established for northern slope of Greater Caucasus.

Quantitatively are assessed the influence of the radiation balance and its components of latitude, absolute heights, transparency and turbidity of atmosphere, cloudiness and regime of snow cover.

Editor: Dr. Sciences (Phys. – Mat.) Professor **K. Tavartkiladze**

Reviars: Dr. Sciences (Geogr.) Professor **E. Elizbarashvili**  
Dr. Sciences (Geogr.) **B. Beritashvili**

©R. Samukashvili, 2016

Publishing House "UNIVERSAL", 2016

19, I. Chavchavadze Ave., 0179, Tbilisi, Georgia ☎: 2 22 36 09, 5(99) 17 22 30  
E-mail: universal@internet.ge; universal555@ymail.com

ISBN 978-9941-22-804-9



## ОГЛАВЛЕНИЕ

|   |     |
|---|-----|
| Введение.....   | 8   |
| Глава I. Степень изученности радиационного режима<br>Большого Кавказа.....                          | 9   |
| Глава II. Факторы, определяющие приход солнечной<br>радиации на северный склон Большог Кавказа..... | 14  |
| § 1. Облачность и солнечное сияние.....   | 14  |
| § 2. Физические свойства атмосферы.....   | 21  |
| Глава III. Прямая радиация солнца.....  | 34  |
| Глава IV. Россеянная радиация.....  | 52  |
| Глава V. Суммарная радиация.....  | 84  |
| Глава VI. Альbedo и поглощенная радиация.....   | 101 |
| Глава VII. Эффективное изменение и радиационный<br>баланс.....                                      | 116 |
| § 1. Эффективное изменение.....   | 116 |
| § 2. Радиационный баланс.....   | 121 |
| Глава VIII. Спектральные потоки радиации.....   | 131 |
| Заключение.....   | 150 |
| Литература.....   | 153 |

## ВВЕДЕНИЕ

Изучение солнечной радиаций имеет огромный научный и практический интерес. Солнечная радиация является одним из основных климатообразующих факторов, первопричиной всех метеорологических явлений и процессов, происходящих в атмосфере. Изучение радиационного режима горных районов в настоящее время в связи с их интенсивным освоением приобретает определённое народнохозяйственное значение. радиационный режим горных стран изучен сравнительно слабо, а для северного склона Большого Кавказа, он почти не изучен.

Трудности изучения радиационного режима Большого Кавказа состоит в том, что требуется открывать стационарные актинометрические станции в труднодоступных большей частью года отрезанных от внешнего мира и расположенных на больших высотах над уровнем моря, районах. Специфика организации актинометрических наблюдений в условиях горного рельефа состоит и в том, что величина составляющих радиационного баланса зависит от абсолютной высоты и орографических условий. Знание прихода радиационного тепла к элементам горного рельефа требуется при размещении сельскохозяйственных культур, при изучении горно-долинной циркуляции, условий таяния снега и льда, а также режима стока горных рек, берущих начало в ледниках, и в настоящее время, когда развернулось крупное строительство баз туризма, альпинизма и отдыха в горных и высокогорных районах Большого Кавказа, знание радиационного режима становится необходимым в медицинских целях: для дозировки нагрузки солнечной радиации и воздушных ванн на организм человека /40/.

Эти данные могут быть использованы для помщения пресной воды в зоне вечных снегов и льда путём применения различных видов гелиоустановок, описанных в литературе /15,16/.

Зная радиационный режим элементов горного рельефа, можно объяснить распределение снежного покрова в горах и прогнозировать сход инсоляционного типа лавин, приносящих немалый ущерб народному хозяйству /35/. Данные о годовом ходе солнечной радиации и её зависимость от высоты места и

характера горного рельефа, могут быть использованы в сельском хозяйстве в деле дальнейшего продвижения вверх границы сельскохозяйственных культур и строительстве горных и высокогорных парников. Изучение годового прихода солнечной радиации на ледники даёт возможность прогнозировать колебание уровня воды в бассейнах рек, берущих начало в этих ледниках, и находит практическое применение в строительстве высокогорных гидроэлектростанций, мостов и гидротехнических сооружений. Практическая важность и ценность этих исследований доказана многолетним опытом эксплуатации горных электростанций, построенных на Большом Кавказе /28/.

Не смейно, что в обсерватории Терскол Высокогорного геофизического института в пятидесятых годах (1955г) с целью изучения радиационного режима северного склона Большого Кавказа в посёлке Терскол (2150м), на пике Терскол (3100м), на пике Чегет (3100) и на Ледовой базе (3750м) были организованы актинометрические наблюдения над всеми составляющими радиационного баланса. Немного позднее в посёлке Терскол (2150м) была организована регистрация радиационного баланса и его составляющих (прямая, рассеянная, суммарная, отражённая радиации и полный баланс) с помощью самописца радиации ЭПП-09, в предгорной части Северного Кавказа на курорте Нальчик (550м) также была открыта актинометрическая станция с полной программой наблюдений. Таким образом, актинометрическими наблюдениями была охвачена вся центральная часть северного склона Большого Кавказа от предгорных равнинных районов до зоны вечных снегов и льда включительно.

Данная работа посвящена исследованию закономерностей прихода мистой энергии солнца и годового хода составляющих радиационного баланса в зависимости от орографических условий, свойств подстилающей поверхности, метеорологического режима и астрономических факторов на северном склоне Большого Кавказа.

В работе использован материал актинометрических наблюдений на семи станциях, расположенных в диапазоне высот 0,5 – 4,0 км на северном склоне Большого Кавказа, материал регистрации радиационного баланса и его составляющих в

посёлке Терскол за 1958-1963 голы, результаты актинометрических наблюдений на различных ледниках северного склона Большого Кавказа в период их абляции и данные многолетних наблюдений сети метеорологических станций.

В I главе рассматривается степень изученности радиационного режима северного склона Большого Кавказа, вкратце рассматриваются литературные данные, касающиеся этого вопроса. Приводится характеристика физико-географических условий пунктов актинометрических наблюдений.

Во II главе даётся анализ факторов, определяющих приход солнечной радиации на северном склоне Большого Кавказа, режим облачности, солнечное сияние и физические свойства атмосферы.

В III главе рассматривается прямая солнечная радиация в смъае ясного неба и при действительных условиях облачности.

ВIV главе рассматриваются закономерности годового хода рассеянной радиации, а в V главе – суммарной радиации.

VIглава посвящена альбедо и поглощённой радиации.

VII глава посвящена эффективному измъению и радиационному балансу.

В VIII главе рассмотрены спектральные потоки радиации.

Выводы, помъенные в результате проведённого исследования, приведены отдельно в конце работы, в виде заключения.

## ГЛАВА I

### СТЕПЕНЬ ИЗУЧЕННОСТИ РАДИАЦИОННОГО РЕЖИМА СЕВЕРНОГО СКЛОНА БОЛЬШОГО КАВКАЗА

Первые актинометрические наблюдения на северном склоне Большого Кавказа были организованы в тридцатых годах двадцатого столетия.

В конце 1926 г геофизической обсерваторией была организована и послана на Кавказ небольшая актинометрическая экспедиция под руководством Н.Н.Калитина. Эта группа в районе Эльбруса в верховьях Баксанского ущелья на высоте 3200м над уровнем моря (район Кругозора) в августе в течение двух недель проводила актинометрические наблюдения над некоторыми составляющими радиационного баланса (прямая солнечная радиация, рассеянная радиация, земное излучение).

Результаты этих наблюдений были обобщены в работе /21/.

Несмотря на то, что наблюдения Н.Н.Калитина на Кругозоре всего в течение двух недель, оно дали первые ценные сведения о дневном ходе и дневных суммах этих составляющих радиационного баланса и их зависимости от абсолютной высоты и топографии места. Результаты, полученные в этой экспедиции, до сих пор не потеряли своего научного значения.

Ценные результаты наблюдений над прямой солнечной и рассеянной радиацией, а также эффективным излучением на высотах 2000 и 4250м над уровнем моря в районе Эльбруса (Баксанское ущелье) были получены в работе /19/.

Актинометрические наблюдения проводились в течение двух сезонов (июль-август) экспедиционной работы в 1937-1938 гг в Терсколе (2000 м) и на Приюте -9 (4250м).

Основная задача, которая была поставлена при организации актинометрических наблюдений на Эльбрусе состояла в изменении оптических свойств (поглощательной и рассеивающей способности) слоя атмосферы, расположенного между отметками 2000 и 4250 м над уровнем моря.

В работе /18/ даны некоторые результаты исследования дневного хода интенсивности прямой, суммарной и рассеянной радиации на южном склоне Эльбруса за июль-сентябрь 1949 г.

Наблюдения проводились в экспедиционных условиях на высоте 1800-4150м над уровнем моря. В результате анализа материала актинометрических наблюдений оказалось, что величина суммарной и рассеянной радиации в условиях Большого Кавказа зависит от характера рельефа. Было обнаружено, что влияние рельефа на величину интенсивности суммарной радиации в некоторых случаях может перекрыть влияние абсолютной высоты места наблюдения (влияние уменьшения толщины атмосферы).

Этими работами почти исчерпывается весь круг исследований по высокогорной актинометрии на северном склоне Большого Кавказа, если не принять во внимание специальных актинометрических наблюдений, которые проводились здесь на некоторых ледниках с целью изучения теплового баланса их поверхностей в период абляции (июль-август).

К числу таких исследований относятся работы Эльбрусской экспедиции МГУ им. Ломоносова, организованные в 1958-59 гг в июле-августе на ледниках Приэльбрусья: ледник Терскол (3750м) ледник Большой Азау (2500 м), ледник Карабаши (3200 м), седловина Эльбруса (5300м).

На этих ледниках в течение абляционного периода (июль-август) изучался тепловой баланс их поверхности, и как одна из составляющих теплового баланса – радиационный баланс. В течение нескольких сезонов экспедиционной работы (июль-август 1958-60 гг) на ледниках Приэльбрусья были выявлены основные закономерности дневного и суточного хода некоторых составляющих радиационного баланса поверхности ледника и фирна в зоне вечных снегов и льда Большого Кавказа /17/.

Аналогичные наблюдения в районе Ледовой базы на леднике Терскол были организованы летом 1957-58 гг Эльбрусской экспедицией ИПГ АН СССР.

В этой работе изучалась и роль солнечной радиации в абляции ледника Терскол, расположенного на южном склоне Эльбруса. В результате было обнаружено, что в таянии этого ледника в период абляции главную роль играет солнечная радиация /53/.

Работы по изучению теплового баланса высокогорных ледников в летний период кроме района Эльбруса проводились

и проводятся в настоящее время и в других районах Большого Кавказа. Но актинометрические наблюдения, проводимые на ледниках, не могут дать годового хода составляющих радиационного баланса хотя бы в зоне вечных снегов и льда северного склона Большого Кавказа ввиду их кратковременности.

В предгорной, равнинной части Большого Кавказа в районе Кавказских минеральных вод, а также высокогорной его части на Бермамыте (2583 м), расположенном на плоской открытой вершине скалистого хребта, управлением курорта Кавказских минеральных вод и гидрометрслужбой были организованы актинометрические наблюдения над всеми составляющими радиационного баланса.

В настоящее время на вершине Бермамыт ведётся также регистрация некоторых составляющих радиационного баланса. результаты этих наблюдений опубликованы в литературе /52, II/.

Анализ приведённых литературных данных показывает, что радиационный режим рассматриваемого района недостаточно исследован.

Учитывая это, в работе предпринята попытка изучить радиационные характеристики северного склона Большого Кавказа на основе проведённых нами многолетних комплексных актинометрических наблюдений на разных высотах данного района.

Ниже приводится краткая характеристика физико-географических условий пунктов актинометрических наблюдений.

#### 1. Курорт Нальчик.

Пункт актинометрических наблюдений расположен на поляне в районе Долинска (курортный район города Нальчика). Абсолютная высота места наблюдения составляет 550м. Горизонт открыт за исключением юго-восточной и южной сторон, имеющих закрытость от 5 до 10<sup>0</sup>. Закрытость горизонта в этих азимутах обусловлена горой Кизилвкой и главным Кавказским хребтом. Подстилающая поверхность образована из чернозёма с богатым растительным покровом.

#### 2. Посёлок Терскол.

Площадка актинометрических наблюдений расположена в посёлке Терскол у южного подножья Эльбруса на территории

обсерватории Терскол высокогорного геофизического института.

Абсолютная высота места наблюдения составляет 2150 м. Рельеф местности изрезан. Крутизна склонов гор, окружающих пос. Терскол, в среднем составляет 25-50°. Относительные превышения в рельефе более 2000 м. Абсолютная высота вершин -3000 -4000 м. Долина реки Баксан и склоны северной экспозиции покрыты хвойным лесом с примесью низкорослой берёзы. Южноэкспонированные склоны характеризуются комплексом низкорослых горнолуговых ассоциаций. Верхние части склонов заняты альпийской растительностью. Почва в Терсколе горно-лесная, подзолистая, сильно щебенистая. Средняя закрытость горизонта площадки составляет 20°, максимальная -28°, наблюдается с СВ и СЗ четвертях, минимальная - 3-5° в ЮВ и СЗ четвертях горизонта.

### 3. Пик Терскол.

Актинометрическая станция Пик Терскол расположена на лобовом гребне южного склона Эльбруса на высоте 3065 м над уровнем моря. Относительное превышение в рельефе составляет 500 -1000м.

Площадку актинометрических наблюдений и её окрестности занимает бедная альпийская растительность, почва подзолистая, сильно щебенистая.

Станция расположена выше границы лесов на Северном Кавказе. Средняя закрытость горизонта составляет 8°, максимальная - 10°.

Максимальная закрытость горизонта наблюдается в ЮВ и СЗ четвертях, минимальная - в СВ и ЮЗ четвертях.

### 4. Пик Чегет

Станция актинометрических наблюдений на пике Чегет расположена на гребне Чегет-Кара-Баши на высоте 3100 м над уровнем моря. Относительное превышение рельефа такое же, как и для станции Пик Терскол. подстилающая поверхность образована из сильно щебенистой подзолистой почвы с редкой растительностью. Ледников вблизи станции нет, за исключением некоторых снежников сезонного характера, расположенных вдали от станции на северном склоне Чегет-Кара-Баши.



средняя закрытость горизонта составляет  $7^{\circ}$ , максимальная  $-12^{\circ}$  (ЮЗ четверть).

#### 5. Ледовая база.

Станция актинометрических наблюдений на ледовой базе расположена на морене на южном склоне Эльбруса около зоны вечных снегов и льда.

Её абсолютная высота составляет 3750 м. Подстилающей поверхностью является каменно-щебенистая поверхность морены без растительного покрова. На севере ледовой базы расположены фирновые и ледниковые поля, которые переходят в пологие склоны Эльбруса. Средняя закрытость горизонта составляет в СЗ четверти около  $3-4^{\circ}$ , в ЮВ и ЮЗ четвертях около  $2-3^{\circ}$  и в СВ четверти около  $15^{\circ}$ . Максимальная закрытость горизонта наблюдается в СВ четверти и составляет  $22^{\circ}$ .

На всех станциях стационарные актинометрические наблюдения проводились стандартной актинометрической аппаратурой в основные актинометрические сроки, а также серийно в ясные и облачные дни.

Продолжительность солнечного сияния регистрировалась гелиографами универсальной модели.

## ГЛАВА II. ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРИХОД СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ НА СЕВЕРНЫЙ СКЛОН БОЛЬШОГО КАВКАЗА.

### 1. Облачность и солнечное сияние.

В холодный период года на предгорной равнинной части Северного Кавказа преобладает внутримассовая слоистая облачность. Причиной образования слоистых форм облачности является малое влагосодержание воздуха, наличие снежного покрова и связанное с ним инверсионное состояние приземных слоёв воздуха /57/.

В тёплый период года в результате схода снежного покрова, увеличения температуры воздуха и подстилающей поверхности возникают благоприятные условия для образования конвективных форм внутримассовой облачности и размыва сплошного покрова внутримассовой слоистой облачности. Кроме внутримассовых процессов, на режим облачности Северного Кавказа большое влияние оказывают фронтальные процессы.

В отличие от равнинных, предгорных районов, где влияние подстилающей поверхности на облачность среднего и верхнего ярусов выражено слабо, в горных и высокогорных условиях орография местности оказывает существенное влияние на количество и формы облачности этих ярусов.

Среднемесячные величины общей и нижней облачности по многолетним данным на равнинных, предгорных станциях Северного Кавказа (территория Кабардино-балкарской АССР) приведены в таблице I.

В таблице I приведены также средние годовые величины общей и нижней облачности.

В холодный период года на всех станциях, расположенных в предгорной равнинной части Северного Кавказа (Кабардинская равнина, район Кавказских минеральных вод), отмечается повышенная пасмурность, как по общей, так и по нижней облачности на Ставропольском плато и в Железноводске пасмурность возрастает на 10%.

таблица I  
Среднемесячные величины общей и нижней облачности на предгорных станциях  
Северного Кавказа (баллы)

| станция        | Н<br>(м) | месяц |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     | за<br>Год |
|----------------|----------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----------|
|                |          | I     | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   | XI  | XII |           |
| Прохладная     | 199,0    | 8.2   | 7.9 | 7.9 | 6.9 | 6.3 | 5.5 | 5.2 | 4.8  | 5.6 | 6.4 | 8.3 | 8.3 | 6.8       |
|                |          | 6.7   | 6.1 | 6.0 | 4.9 | 3.7 | 3.6 | 3.5 | 3.4  | 4.6 | 5.2 | 7.4 | 7.3 | 5.2       |
| Терек          | 258,9    | 7.9   | 8.1 | 7.7 | 6.8 | 6.7 | 5.5 | 5.4 | 4.5  | 5.5 | 6.5 | 7.7 | 7.7 | 6.7       |
|                |          | 6.5   | 6.9 | 6.2 | 5.2 | 4.5 | 3.6 | 4.3 | 3.3  | 4.7 | 5.2 | 6.5 | 6.4 | 5.3       |
| Нальчик        | 441,6    | 7.7   | 7.8 | 8.0 | 7.1 | 6.6 | 6.1 | 5.7 | 5.5  | 6.0 | 6.3 | 7.8 | 7.8 | 6.9       |
|                |          | 6.1   | 6.2 | 6.4 | 5.1 | 4.9 | 4.6 | 4.6 | 4.2  | 5.1 | 5.2 | 6.4 | 6.4 | 5.4       |
| Баксан         | 450,0    | 7.7   | 8.0 | 8.1 | 7.2 | 6.6 | 5.9 | 5.6 | 5.2  | 6.0 | 6.4 | 7.8 | 7.8 | 6.9       |
|                |          | 5.7   | 6.1 | 6.3 | 5.3 | 4.2 | 3.7 | 4.0 | 3.6  | 4.8 | 5.1 | 6.3 | 6.2 | 5.1       |
| Каменомостская | 823,0    | 6.9   | 7.0 | 7.7 | 7.0 | 7.0 | 6.4 | 6.0 | 5.7  | 6.1 | 6.1 | 7.1 | 6.6 | 6.7       |
|                |          | 4.1   | 4.6 | 5.6 | 5.2 | 5.6 | 5.2 | 5.3 | 4.9  | 5.4 | 4.9 | 5.0 | 4.2 | 5.0       |

Повышенная пасмурность в этих районах вызвана увеличением количества туманов и облаков слоистых форм. Весной происходит разрушение инверсии и уменьшение количества облачности слоистых форм. В летнее время здесь наблюдается значительный рост количества конвективной облачности. Осенью и в начале зимы количество слоистых форм облачности в районе Пятигорья и на Кабардинской равнине опять возрастает.

В таблице 2 приведены средние величины общей и нижней облачности в районе Эльбруса. Увеличение облачности в летнее время в Приельбрусье обусловлено развитием конвективной облачности. Повышенное количество пасмурных дней в тёплое время года (весна) для некоторых высокогорных станций, расположенных в центральной части Большого Кавказа (станция Гудаури и Казбеги высокогорная), было отмечено также Я.А. Цуцкиридзе в работе /61/.

Годовой ход общей и нижней облачности на станциях расположенных на центральной части северного склона Большого Кавказа в диапазоне высот 0,4-4,0 км, по многолетним данным приведены на рис. 1 и 2.

На суточный ход конвективной облачности в высокогорных районах Большого Кавказа важное влияние оказывает горно-долинная циркуляция /48/.

продолжительность солнечного сияния, является функцией широты места, закрытости горизонта, особенности атмосферной циркуляции и режима облачности. Возможная продолжительность солнечного сияния рассчитывается теоретически или определяется по специальным таблицам /64/.

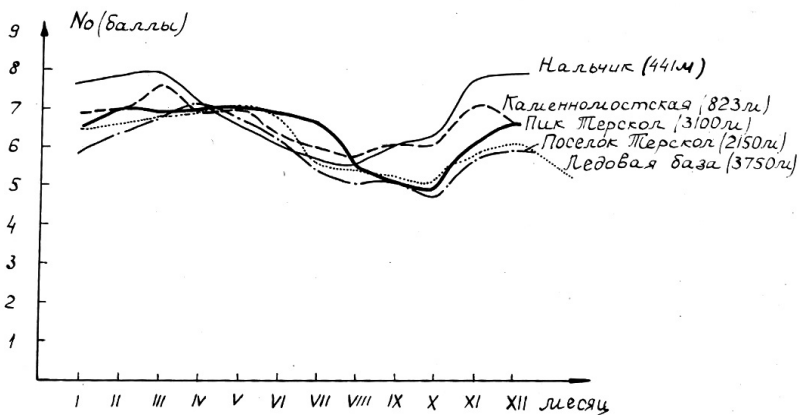


Рис 1. Годовой ход общей облачности на северном склоне Большого Кавказа

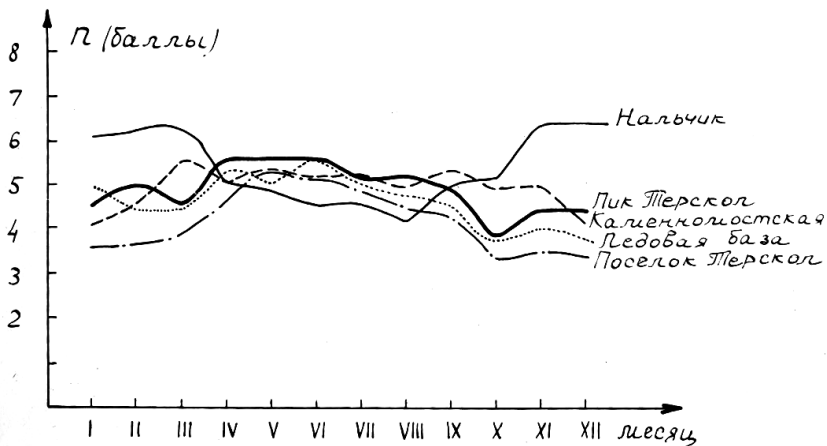


Рис2. Годовой ход нижней облачности на северном склоне Большого Кавказа.

Таблица 2

Величины общей и нижней облачности в районе Эльбруса (баллы)

| станция         | облачность | месяц |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |
|-----------------|------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
|                 |            | I     | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   | XI  | XII |
| Посёлок Терскол | общая      | 5,8   | 6,4 | 6,7 | 7,4 | 6,8 | 6,3 | 5,5 | 5,1  | 5,3 | 4,7 | 5,7 | 6,0 |
| Терскол         | нижняя     | 3,6   | 3,6 | 3,8 | 4,6 | 5,4 | 5,2 | 4,9 | 4,5  | 4,3 | 3,3 | 3,5 | 3,4 |
| Пик             | общая      | 6,6   | 7,0 | 6,9 | 7,1 | 7,1 | 6,8 | 6,7 | 5,4  | 5,1 | 4,9 | 6,1 | 6,6 |
| Терскол         | нижняя     | 4,6   | 5,1 | 4,6 | 5,6 | 5,6 | 5,6 | 5,2 | 5,2  | 4,9 | 3,8 | 4,5 | 4,4 |
| Ледовая база    | общая      | 6,6   | 6,6 | 6,8 | 7,1 | 6,8 | 6,8 | 5,5 | 5,4  | 5,2 | 5,1 | 5,9 | 6,0 |
|                 | нижняя     | 4,9   | 4,5 | 4,6 | 5,4 | 5,1 | 5,7 | 5,0 | 4,8  | 4,6 | 3,8 | 4,1 | 3,8 |

Действительная продолжительность солнечного сияния на станциях регистрируется гелиографами разных моделей.

Для определения возможной продолжительности солнечного сияния в условиях горного рельефа существуют методы позволяющие определить её без гелиографических наблюдений. Один из этих методов изложен в работе /25/. Возможная продолжительность солнечного сияния на 15-е число каждого месяца вычислялись по методу, изложенному в работе /25/. Помеченные результаты сравнивались с величинами регистрации солнечного сияния гелиографами универсальной модели.

Как известно /52/ на равнинной предгорной части Северного Кавказа максимальное количество часов солнечного сияния наблюдается не в южных, а северных районах, минимальные в юго-восточных районах (Восточное Предкавказье). Этому району, в частности, относится группа курортных городов Кавказских минеральных вод: Железноводск, Кисловодск, а также курорт Нальчик, который расположен на южной оконечности Кабардинской равнины.

Максимальное количество часов солнечного сияния в холодный период года наблюдается в Западном Предкавказье (700ч), минимальное Восточном Предкавказье (500 ч) /52/.

Величина действительной продолжительности солнечного сияния за год по многолетним данным на станциях, расположенных на северном склоне Большого Кавказа, приведена в таблице 3.

Минимальная величина действительной продолжительности солнечного сияния за год наблюдается в Железноводске (1740 ч) , максимальная – на пике Терскол (2469 ч). Увеличение действительной продолжительности солнечного сияния на станции Кисловодск обусловлено её сравнительно большой высотой и тем, что в холодный период года инверсионные слои расположены ниже её. Число дней без солнца в году на курорте Нальчик и в районе Кавказских минеральных вод колеблется от 37 (Кисловодск) до 97 (Нальчик). Для всех станций максимальное количество числа дней без солнца наблюдается в конце осени и зимой, минимальное – в летние месяцы.

Таблица 3

Действительная продолжительность солнечного сияния на год  
на северном склоне Большого Кавказа (час.)

| Станция         | Н<br>(м) | S <sub>g</sub><br>(час) |
|-----------------|----------|-------------------------|
| Железноводск    | 629      | 1740                    |
| Нальчик         | 441      | 1742                    |
| Пятигорск       | 576      | 1756                    |
| Ессентуки       | 614      | 1804                    |
| Золотушка       | 587      | 1921                    |
| Кисловодск      | 890      | 2147                    |
| Посёлок Терскол | 2150     | 1840                    |
| Бермамыт        | 2583     | 2347                    |
| Пик Терскол     | 3100     | 2469                    |
| Ледовая база    | 3750     | 2119                    |
| Приют -11       | 4200     | 1968                    |

Уменьшение количества часов действительной продолжительности солнечного сияния в посёлке Терскол вызвано влиянием орографического фактора: посёлок Терскол расположен на дне глубокой высокогорной долины. Интересно отметить, что на Казбеги высокогорной, расположенной на такой же абсолютной высоте, как ледовая база, средняя величина действительной продолжительности солнечного сияния по многолетним данным составила 2199 ч /61/.

Таким образом, сравнивая данные о действительной продолжительности солнечного сияния, на разных высотах склона Большого Кавказа можно обнаружить постепенное возрастание годовых сумм действительной продолжительности солнечного сияния до высоты 3100 м над уровнем моря. Годовая сумма здесь больше чем 2400 часов.

Выше этого уровня по крайней мере до высоты 4250 м (Приют -II), наблюдается их незначительное уменьшение. Возможная продолжительность солнечного сияния составляет 4069 ч. В зависимости от закрытости горизонта, это число может уменьшаться более чем в два раза.



## § 2. Физические свойства атмосферы

Солнечная радиация, проходя через атмосферу, подвергается существенным количественным и качественным изменениям. Величина этих изменений зависит от физических свойств атмосферы и степени её аэрозольного загрязнения. Для анализа физического состояния атмосферы, его временного и пространственного изменения используется коэффициент прозрачности и фактор мутности. "Являясь почти обратными величинами коэффициент прозрачности и фактор мутности характеризуют состояние атмосферы с противоположных сторон" /62/.

Для характеристики физического состояния атмосферы над северным склоном Большого Кавказа нами были вычислены коэффициент прозрачности и фактор мутности по методу С.И. Сивкова, рекомендованному ГГО для сети актинометрических станции /49/.

При расчётах высота солнца определялась по специальным номограммам или по известным соотношениям, приведённым в работе /64/.

Для приведения интенсивности прямой солнечной радиации к массе  $m=2$  использовалась известная таблица С.И.Сивкова. Эту таблицу, помеченную С.И.Сивковым на равнинных станциях, можно использовать для приведения прямой солнечной радиации к  $m=2$  в горных и высокогорных условиях. Это показано в работе /1/. Дневной ход интенсивности прямой солнечной радиации в свободной атмосфере по расчётам К.С.Шифрина и О.Авасте и по данным таблицы С.И.Сивкова почти совпадает. Сравнение между величинами коэффициентов прозрачности, рассчитанными для различных абсолютных высот, возможно в том случае, когда интенсивность прямой солнечной радиации приведена к абсолютной массе  $M=2$ . Такое приведение интенсивности прямой солнечной радиации, измеренной при любой атмосферной массе в горных и высокогорных условиях, к массе  $M=2$  производится второй таблицей С.И.Сивкова /49/.

Коэффициент прозрачности вычислялся по формуле Бугера

$$S_p = S_0 P^m \quad (\text{П.1})$$

где  $S_p$  – интенсивность прямой солнечной радиации, приведённой к среднему расстоянию между землёй и солнцем.  $S_0 = 1,98$  кал/см<sup>2</sup> мин

$P$  – коэффициент прозрачности атмосферы,  $m$  – число масс атмосферы, соответствующее моменту измерения прямой солнечной радиации при  $m=2(h=30^0)$  из (П.1) помцаем

$$P_2 = \sqrt{\frac{S_p \rho_{30}}{S_0}} \quad (\text{П.2})$$

величина интегрального фактора мутности рассчитывалась по формуле Линке

$$T = \frac{2,3}{m a_{im}} \lg \frac{S_0}{S_m} \quad (\text{П.3})$$

где  $a_{im}$  – коэффициент ослабления радиации в идеальной атмосфере.

Величина коэффициента  $\frac{2,3}{m a_{im}}$  для идеальной атмосферы при  $m = 2$  с использованием  $S_0 = 1,98$  кал/см<sup>2</sup> мин, по расчётам С.И.Сивкова составляет 11.5. Учитывая это, выражение (П.3) принимает вид:

$$T = 11,5 \frac{\lg S_0}{S_m} \quad (\text{П.4})$$

здесь  $S_{p30}$  – величина интенсивности прямой солнечной радиации, приведённая к среднему расстоянию между Землёй и солнцем, для  $m=2$ .

Средние месячные и годовые величины коэффициента прозрачности приведены в таблице 4. /77/.

В таблице 4 с целью сравнения приведены величины коэффициента прозрачности для абсолютной массы равной 2 по данным Я.А. Цуцкиридзе /62/ (предпоследняя строка) и для относительной массы, равной 2 по данным А.П.Волошиной /17/ для Казбеги высокогорной (последняя строка). Как видно из табл. 4 в условиях курорта Нальчик интенсивность прямой солнечной радиации ослабляется в среднем за год на 28%, в

посёлке Терскол – на 21%, на Пике Терскол – 18%, на Ледовой базе – на 16%, на Казбеги высокогорной – на 13%. Коэффициент прозрачности обладает определенным годовым и высотным ходом. В течение года его максимум наблюдается в зимнее время, минимум – в летнее время. С увеличением абсолютной высоты коэффициент прозрачности возрастает и достигает максимума в зоне вечных снегов ильда (Ледовая база и выше). Коэффициент прозрачности в этой зоне в отдельные дни может стать очень большим, по наблюдениям на седловине Эльбруса (5300 м) 2-4 августа 1959 г величина коэффициента прозрачности колебалась между значениями 0,900-0,932, очень близкими к значениям коэффициента прозрачности для идеальной атмосферы /17/.

В работе /41/ даётся годовое распределение коэффициента прозрачности для интегрального по территории Советского Союза. Для предгорных равнин Северного Кавказа величина коэффициента прозрачности при абсолютной массе атмосферы  $m=2$  равна в январе 0,76-0,78, в марте -0,76, в июне -0,70, в сентябре -0,74.

Коэффициенты прозрачности, рассчитанные нами для Кабардинской

Таблица 4

Средние величины коэффициента прозрачности на северном склоне Большого Кавказа

| станция         | Месяц |      |      |      |      |      |      |
|-----------------|-------|------|------|------|------|------|------|
|                 | I     | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  |
| Нальчик         | 75,5  | 76,5 | 74,0 | 71,3 | 71,0 | 71,0 | 70,0 |
| Посёлок Терскол | 81,5  | 81,5 | 80,0 | 79,0 | 77,5 | 76,5 | 76,0 |
| Пик Терскол     | 84,0  | 84,0 | 82,5 | 82,0 | 81,0 | 80,0 | 79,5 |
| Ледовая база    | 85,5  | 85,1 | 84,5 | 84,0 | 83,0 | 82,5 | 82,2 |
| Казбеги         | 88,0  | 87,7 | 87,6 | 86,8 | 86,2 | 86,5 | 85,0 |
| Казбеги         | 88,2  | 89,1 | 88,1 | 86,9 | 86,1 | 85,8 | 86,3 |

продолжение Табл. 4

| станция         | Месяц |      |      |      |      | Год  |
|-----------------|-------|------|------|------|------|------|
|                 | VIII  | IX   | X    | XI   | XII  |      |
| Нальчик         | 70,0  | 73,0 | 74,0 | 75,0 | 75,4 | 72,9 |
| Посёлок Терскол | 76,5  | 79,0 | 80,0 | 80,6 | 81,8 | 79,2 |
| Пик Терскол     | 79,5  | 81,0 | 82,5 | 83,0 | 84,1 | 81,9 |
| Ледовая база    | 82,0  | 83,2 | 85,0 | 85,1 | 85,4 | 83,9 |
| Казбеги         | 85,3  | 86,8 | 89,5 | 89,8 | 87,1 | 87,2 |
| Казбеги         | 86,4  | 87,7 | 88,6 | 88,7 | 89,2 | 87,7 |

равнины, (курорт Нальчик) за те же месяцы очень близки к этим значениям. Зависимость величины  $P_2$  от абсолютной высоты на северном склоне Большого Кавказа для его экстремальных значений (январь-август) приведена на рис.3. Как видно из этого рисунка, в зимнее время величина коэффициента прозрачности, начиная с высоты 3 км и выше, практически постоянна.

в летнее время, величина коэффициента прозрачности возрастает до высоты 4 км и выше. Аналитически зависимость  $P=f(H)$  для января и августа, рассчитанную методом наименьших квадратов, можно представить так:

Для августа

$$P=0.632+0.099H-0.015H^2 \quad (П.5)$$

Для января

$$P=0.772+0.028H-0.008H^2 \quad (П.6)$$

где  $H$  выражена в км.

Зависимости (П.5) и (П.6) имеют вид параболы, что соответствует действительной картине явления (с увеличением высоты дальнейшее увеличение коэффициента прозрачности замедляется). Чтобы помочь представлению о средних многолетних величинах помутнения атмосферы и о пределах его колебаний на северном склоне Большого Кавказа, были вычислены и крайние пределы изменения фактора мутности Линке по многолетним данным для значений оптических масс: 1,1, 1,3, 1,5, 2, 3, 4, 5 и 6.

В таблице 5 приведены экстремальные значения фактора мутности. Как видно из таблиц 5, 6, 7, его величина с увеличением массы атмосферы уменьшается. Максимальные значения  $\Delta T = T_{1,1} - T_6$  наблюдаются для курорта Нальчик, минимальные – для Ледовой базы. с увеличением абсолютной высоты наблюдается уменьшение фактора мутности и увеличение Коэффициента прозрачности.

Помценные нами результаты хорошо согласуются с выводами некоторых авторов, проводивших наблюдения в горных условиях и в свободной атмосфере на аэростатах /2/. Как показали расчёты коэффициента прозрачности, выполненные В.А. Белинским по аэростатным наблюдениям, величина коэффициента прозрачности в слое атмосферы ниже 900м колеблется в зависимости от массы атмосферы в пределах 0,578-0,686. Коэффициент прозрачности в слое 900-2300 м изменяется в пределах от 0,728 до 0,756. В слое выше 2300м коэффициент прозрачности возрастает до 0,824-0,891.

Зависимость величины фактора мутности от абсолютной высоты за февраль и август приведены на рис.4. Как видно из рисунка 4, зависимость  $T=f(H)$  как за февраль, так и за август, нелинейна.

Аналитически  $T=f(H)$  для февраля можно представить так:

$$T=2,490-0,072H^2, \quad (П.7)$$

а для августа

$$T=2,960-0,074H^2 \quad (П.8)$$

На рис. 4 пунктиром проведены кривые зависимости  $T = f(H)$  для этих месяцев, рассчитанные по формулам (П.7), (П.8). Как видно из рисунка 4, совпадение между экспериментальными и рассчитанными кривыми хорошее. Некоторые характеристики мутности атмосферы нами были вычислены по методу М.С.Авекриева, изложенному в работе /3/. Средние величины  $a_{wD}$ - "оптической плотности атмосферного помутнения", рассчитанные по методу М.С.Аверкиева, приведены в таблице 8. Как видно из таблицы 8, величины  $a_{wD}$  увеличиваются.

Таблица 5  
Экстремальные величины фактора мутности на северном склоне Большого Кавказа. ( $a_{\text{мп}}$  по данным С.И. Сивкова для давления 1000 мб).

| Пункт             | H (м) | m | 1,1  | 1,3  | 1,5  | 2    | 3    | 4                | 5    | 6    |
|-------------------|-------|---|------|------|------|------|------|------------------|------|------|
| Нальчик (горная)  | 500   |   | 5,68 | 5,72 | 5,58 | 5,25 | 4,46 | 3,95             | 3,62 | 3,29 |
|                   |       |   | 3,57 | 3,26 | 3,09 | 2,74 | 2,37 | 2,76             | 2,56 | 2,48 |
| Нальчик (Долинск) | 550   |   | 4,97 | 4,66 | 4,22 | 3,81 | 4,11 | 3,68             | 3,37 | 3,13 |
|                   |       |   | 2,96 | 2,63 | 2,41 | 2,16 | 2,03 | 2,2 <sub>2</sub> | 2,23 | 2,15 |
| Посёлок Терекोल   | 2150  |   | 3,03 | 3,16 | 3,09 | 2,96 | 2,83 | 2,68             | 2,66 | -    |
| Пик Терекол       | 3100  |   | 1,91 | 1,82 | 1,64 | 1,47 | 1,44 | 1,52             | 1,51 | -    |
| Терекол           |       |   | 2,55 | 2,39 | 2,32 | 2,24 | 2,33 | 2,30             | 2,19 | 2,10 |
| Терекол           |       |   | 1,36 | 1,25 | 1,16 | 1,14 | 1,12 | 1,09             | 1,07 | 1,06 |
| Ледовая база      | 3750  |   | 1,93 | 1,91 | 1,88 | 1,79 | 1,72 | 1,73             | 1,74 | 1,74 |
|                   |       |   | 1,08 | 1,09 | 1,09 | 1,07 | 1,08 | 1,07             | 1,07 | 1,07 |

Таблица 6  
Средние значения фактора мутности T на северном склоне Большого Кавказа. (Величины взяты для давления 1000 мб)

| Пункт            | (м)  | m | 1,1  | 1,3  | 1,5  | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|------------------|------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Нальчик (горная) | 500  |   | 4,17 | 4,04 | 4,03 | 3,75 | 3,49 | 3,25 | 3,01 | 2,92 |
|                  |      |   | 3,60 | 3,32 | 3,20 | 2,88 | 2,95 | 3,08 | 2,89 | 2,76 |
| Посёлок Терекол  | 2150 |   | 2,39 | 2,23 | 2,14 | 2,12 | 2,03 | 2,04 | 1,98 | 1,99 |
| Пик Терекол      | 3100 |   | 1,84 | 1,68 | 1,59 | 1,57 | 1,57 | 1,56 | 1,55 | 1,54 |
| Ледовая база     | 3750 |   | 1,54 | 1,42 | 1,39 | 1,37 | 1,36 | 1,35 | 1,33 | 1,29 |

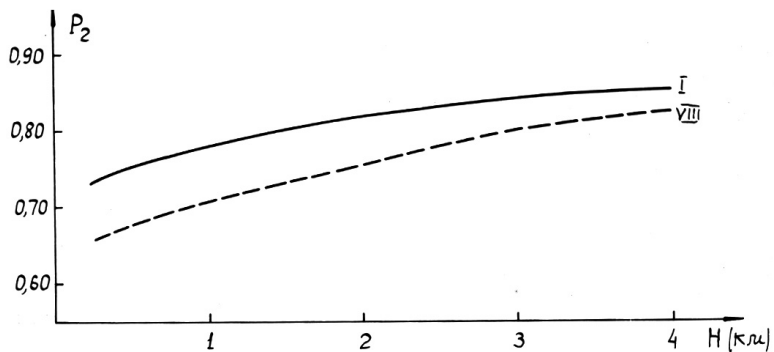


Рис.3. Зависимость коэффициента прозрачности от абсолютной высоты.

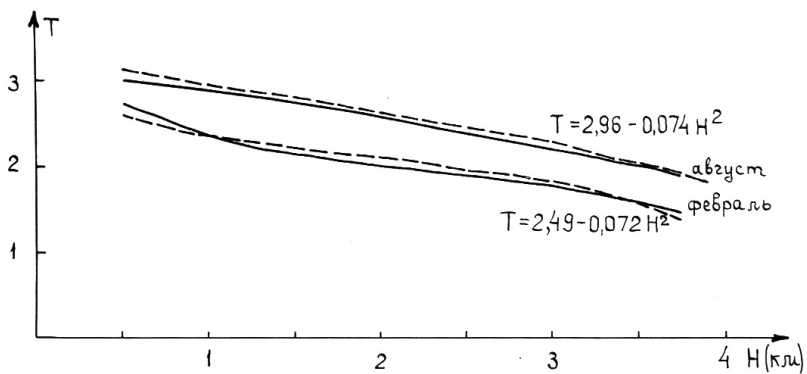


Рис. 4. зависимость фактора мутности от абсолютной высоты.

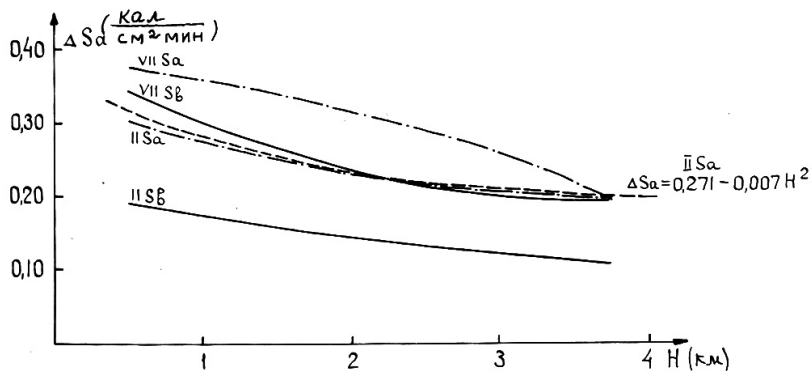


Рис.5. Зависимость аэрозольного ослабления водяными парами от абсолютной высоты.

Таблица 7  
Средние величины фактора мутности, приведённые  $k^m = 2$ , на северном склоне Большого Кавказа

| Пункт             | H<br>(м) | Месяц |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
|                   |          | I     | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII |
| Ледовая база      | 3750     | 1,55  | 1,62 | 1,75 | 1,80 | 1,89 | 1,95 | 1,97 | 1,89 |
| Пик Терскол       | 3100     | 1,75  | 1,78 | 1,98 | 2,10 | 2,20 | 2,31 | 2,35 | 2,23 |
| Посёлое Терскол   | 2150     | 2,02  | 1,95 | 2,30 | 2,50 | 2,53 | 2,62 | 2,68 | 2,60 |
| Нальчик (Долинск) | 550      | 2,58  | 2,64 | 2,88 | 3,01 | 3,14 | 2,83 | 2,85 | 2,79 |
| Нальчик (Горная)  | 500      | 2,76  | 2,08 | 2,95 | 3,08 | 3,20 | 2,90 | 2,92 | 3,04 |

| Пункт        | H<br>(м) | Месяц |      |      |      |      | Год  |
|--------------|----------|-------|------|------|------|------|------|
|              |          | VIII  | IX   | X    | XI   | XII  |      |
| Ледовая база | 3750     | 1,89  | 1,81 | 1,76 | 1,75 | 1,60 | 1,77 |
| Пик Терскол  | 3100     | 2,23  | 1,99 | 1,85 | 1,84 | 1,72 | 2,08 |



продолжение Табл. 7

|                   |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Посёлое Терскол   | 2150 | 2,60 | 2,45 | 2,29 | 2,20 | 2,08 | 2,35 |
| Нальчик (Долинск) | 550  | 2,79 | 2,90 | 2,87 | 2,66 | 2,34 | 2,79 |
| Нальчик (Горная)  | 500  | 3,04 | 2,94 | 3,12 | 2,90 | 2,61 | 2,94 |

Таблица 8

Средние величины  $a_{wD}$  на северном склоне Большого Кавказа по многолетним данным

| Пункт           | $a_{wD}$ | месяц |       |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |          | I     | II    | III   | IV    | V     | VI    | VII   |
| Нальчик         |          | 0,084 | 0,088 | 0,038 | 0,106 | 0,118 | 0,121 | 0,121 |
| Посёлок Терскол |          | 0,053 | 0,055 | 0,060 | 0,073 | 0,078 | 0,080 | 0,082 |
| Пик Терскол     |          | 0,045 | 0,048 | 0,051 | 0,056 | 0,062 | 0,065 | 0,068 |
| Ледовая база    |          | 0,042 | 0,042 | 0,042 | 0,043 | 0,045 | 0,049 | 0,050 |

| Пункт           | $a_{wD}$ | месяц |       |       |       |       | Год   |
|-----------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |          | VIII  | IX    | X     | XI    | XII   |       |
| Нальчик         |          | 0,120 | 0,100 | 0,090 | 0,084 | 0,082 | 0,101 |
| Посёлок Терскол |          | 0,080 | 0,070 | 0,064 | 0,058 | 0,052 | 0,067 |
| Пик Терскол     |          | 0,062 | 0,054 | 0,048 | 0,046 | 0,045 | 0,054 |
| Ледовая база    |          | 0,052 | 0,046 | 0,043 | 0,042 | 0,041 | 0,045 |

По данным работы /41/ в Сочи величина  $a_{wD}$  в течение года изменяется от 0,0540 (январь) до 0,01160 (июль). В эти же месяцы она изменяется на курорте Нальчик от 0,0800 до 0,1210, в посёлке терскол – от 0,0520 до 0,0820, на пике терскол – от 0,0450 до 0,0680, на ледовой базе – от 0,0410 до 0,0520.

Оптическая плотность атмосферного помутнения на курорте Нальчик (вместе с районом Горная) больше, чем на курорте Сочи. Такая разница в значениях  $a_{wD}$  для курорта Нальчик и Сочи по мимо того, что Сочи на берегу чёрного моря, где прозрачность воздуха возрастает, и тем, что расчёты  $a_{wD}$  для курорта Нальчик вошли данные, помценные нами в центральной части города.

Ввиду того, что ослабление солнечной радиации обусловлено совместным влиянием влажности воздуха и аэрозоля, представляет интерес разделить общее ослабление на аэрозольное ослабление и ослабление водяными парами. Такую возможность даёт использование формулы Мёллера

$$\Delta S_b = 0.172(\omega m)^{0.303} \quad (11.9)$$

где  $\Delta S_b$ -величина прямой солнечной радиации, поглощённой водяными парами (кал/см<sup>2</sup>мин),  $\omega$  – содержание водяного пара в атмосфере (слой осаждённой воды в см) ,  $m$  – оптическая масса атмосферы. Как показано в работах /22, 66/. Формула Мёллера даёт хорошие результаты в смцае осреднённых величин. Для расчёта величин  $\Delta S_b$  значения  $\omega$  были сняты с кривых зависимости  $\omega = f(e)$ , построенных нами по данным аэрологических наблюдений (радиозондаж атмосфэры) на Кабардинской равнине и Приэльбрусье (Пик Терскол и Ледовая база). Величины  $\omega$  для посёлка Терскол взяты с работы /46/. Количество осаждённой воды в единичном столбе атмосферы рассчитывалось по формуле В.Г. Кастрова

$$\omega = \frac{1}{980} \sum_0^P q \Delta P \quad (11.10)$$

где  $\omega$ - количество осаждённой воды,  $q$ - среднее значение удельной влажности для данного слоя,  $\Delta P$ - разность давления на верхней и нижней границ слоя.

Годовой ход общего ослабления  $\Delta S$ , ослабления водяными парами  $\Delta S_b$  и аэрозольного ослабления  $\Delta S_a$  при  $M = 2$  в таблице 9. Как видно из таблицы 9, на северном склоне приведены Большого Кавказа в течение года преобладает аэрозольное ослабление. С увеличением абсолютной высоты одновременно уменьшается, как аэрозольное ослабление, так и ослабление водяными парами. Аэрозольное ослабление возрастает от зимы

к лету, что в частности объясняется, помимо других факторов, сходом снежного покрова в горных и высокогорных районах в летнее время. Интересен тот факт, что на высотах около 4 км и выше над уровнем моря в течение целого года наблюдаются почти одинаковые величины аэрозольного ослабления. Однако, на этих высотах чётко прослеживается годовой ход ослабления водяными парами с максимумом в летние месяцы, минимум – в зимнее время.

В работе /41/, на специальных картах приводится распределение аэрозольного ослабление солнечной радиации и фактора мутности по территории Советского Союза. Для горных и высокогорных районов Большого Кавказа на этих картах нет никаких сведений об этих величинах. Данные, приведённые в таблице 9, могут восполнить этот пробел для северного склона Большого Кавказа.

На рис. 5 представлена средняя зависимость аэрозольного ослабления водяными парами от абсолютной высоты за февраль и июль. Как видно из этого рисунка эти зависимости имеют нелинейный характер. Аналитически их можно записать так: за февраль

$$\Delta S = 0,271 - 0,007H^2 \quad (1.11)$$

$$\text{за июль} \quad \Delta S_a = 0,371 - 0,012H^2 \quad (1.12)$$

$$\text{за февраль} \quad \Delta S_b = 0,178 - 0,007H^2 \quad (1.13)$$

$$\text{за июль} \quad \Delta S_b = 0,306 - 0,011H^2 \quad (1.14)$$

Оценку помеченных кривых можно произвести вычислением среднего квадратичного отклонения: например, для кривой, изображающей зависимость (П.11)  $\Delta S_a = 0,271 - 0,007H^2$  за февраль по многолетним данным, величина среднего квадратичного отклонения  $\mu = 0,063$ . Кривая

$\Delta S_a = 0,271 - 0,007H^2$  на рисунке 5 изображена пунктиром. как видно совпадение между этими кривыми хорошее.

Таблица 9

Ослабление солнечной радиации в атмосфере (кал/см<sup>2</sup>·мин) при M=2 над северным склоном Большого Кавказа

| станция              | Ослабление,<br>кал/см <sup>2</sup><br>мин | месяц |      |        |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Год  |
|----------------------|---|-------|------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                      |   | I     | II   | III    | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |      |
| Нальчик<br>(Долинск) | $\overline{Sp}_{30}$                      | 1,13  | 1,17 | 1,07   | 1,01 | 1,01 | 1,03 | 1,00 | 0,90 | 1,10 | 1,17 | 1,17 | 1,13 | -    |
|                      | $\Delta S_b$                              | 0,22  | 0,19 | 0,22   | 0,22 | 0,29 | 0,30 | 0,34 | 0,35 | 0,31 | 0,27 | 0,24 | 0,21 | 0,26 |
|                      | $\Delta S_a$                              | 0,31  | 0,30 | 0,37   | 0,44 | 0,36 | 0,38 | 0,38 | 0,41 | 0,28 | 0,22 | 0,25 | 0,32 | 0,31 |
| Посёлок<br>Терскөл   |   | 1,32  | 1,25 | 1,25   | 1,20 | 1,19 | 1,17 | 1,15 | 1,16 | 1,24 | 1,30 | 1,28 | 1,33 | -    |
|                      |   | 0,15  | 0,14 | 0,12   | 0,17 | 0,18 | 0,20 | 0,23 | 0,21 | 0,20 | 0,18 | 0,17 | 0,16 | 0,16 |
|                      |   | 0,22  | 0,23 | 0,32   | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,31 | 0,32 | 0,25 | 0,21 | 0,24 | 0,20 | 0,25 |
| Пик<br>Терскөл       |   | 1,41  | 1,38 | 1,34   | 1,31 | 1,31 | 1,26 | 1,26 | 1,26 | 1,33 | 1,36 | 1,38 | 1,40 | -    |
|                      |   | 0,12  | 0,12 | 0,0,12 | 0,14 | 0,15 | 0,14 | 0,20 | 0,18 | 0,16 | 0,15 | 0,13 | 0,12 | 0,13 |
|                      |   | 0,19  | 0,21 | 0,26   | 0,26 | 0,25 | 0,31 | 0,25 | 0,27 | 0,22 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,22 |
| Ледовая<br>база      |   | 1,43  | 1,43 | 1,42   | 1,40 | 1,38 | 1,36 | 1,35 | 1,36 | 1,38 | 1,40 | 1,42 | 1,42 | -    |
|                      |   | 0,11  | 0,11 | 0,12   | 0,12 | 0,13 | 0,14 | 0,19 | 0,19 | 0,15 | 0,12 | 0,11 | 0,11 | 0,12 |
|                      |   | 0,19  | 0,19 | 0,19   | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,18 | 0,18 | 0,19 | 0,20 | 0,20 | 0,17 |

В заключении можно отметить следующее:

1. Величины коэффициента прозрачности атмосферы, приведённые к абсолютной массе, равной 2, с увеличением абсолютной высоты постепенно возрастают, и достигают максимума на Ледовой базе и выше.

2. Фактор мутности на северном склоне Большого Кавказа имеет определённый годовой, (минимум зимой, максимум летом) и высотный (с увеличением высоты  $T$  уменьшается), ход.

3. Максимальные величины  $\Delta S_a$  и  $\Delta S_b$  наблюдаются в предгорной равнинной части Большого Кавказа, минимальные – в зоне вечных снегов и льда (3750 м и выше). величины  $\Delta S_a$  и  $\Delta S_b$  (кал/см<sup>2</sup> мин) на Ледовой базе почти в два раза меньше, чем на курорте Нальчик.

## ГЛАВА III. ПРЯМАЯ РАДИАЦИЯ СОЛНЦА

Изучение годового хода интенсивности коротковолновых потоков радиации имеет важное значение в выяснении радиационного режима горного рельефа и его элементов. В настоящее время в литературе имеются сведения о годовом ходе прямой солнечной радиации на станции Бермамыт, расположенной на плоской, открытой вершине Скалистого хребта на высоте 2583 м над уровнем моря. известны также результаты эпизодических полевых наблюдений над прямой солнечной радиацией в период абляции (июль-август) на некоторых ледниках северного склона Большого Кавказа. Однако эти наблюдения, имея большую научную и практическую ценность, не в состоянии дать количественной оценки прямой солнечной радиации на различных высотах северного склона Большого Кавказа в течение года.

Что касается косвенных методов расчёта составляющих радиационного баланса с использованием их связи метеоэлементами, то они ещё достаточно не разработаны и выполнены для частных упрощённых форм горного и высокогорного рельефов /11/. Данные помеченные этими расчётами, нуждаются в непосредственной проверке на материале актинометрических наблюдений для конкретных физико-географических условий.

Исходя из материала наших актинометрических наблюдений, была сделана попытка дать картину изменения прямой солнечной радиации с высотой на северном склоне Большого Кавказа и выявить основные закономерности этого измерения, как в смрае ясного, так и облачного неба.

Для южного склона Большого Кавказа закономерности изменения прямой солнечной радиации в зависимости от абсолютной высоты даются в работе /62/.

Интенсивность прямой солнечной радиации зависит от длины пути солнечного мца (высота солнца) и от прозрачности атмосферы.

Наблюдения при постоянной высоте солнца дают зависимость прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность только от физических свойств (прозрачности) атмосферы.

ры. Дневной ход интенсивности прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность в смрае ясного неба на северном склоне Большого Кавказа дан в таблице 10. Средние величины интенсивности прямой солнечной радиации на курорте Нальчик (Кабардинская равнина) и на станции Золотушка (район Кавказских минеральных вод) близки друг к другу /52/, что объясняется одинаковыми астро-географическими условиями и общим характером циркуляционных процессов, происходящих в атмосфере, над этими районами..

Средние величины интенсивности прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность, приведённые в таб. 10, зависят одновременно от высоты солнца и прозрачности атмосферы, /76,80/.

В таблице 11 приведены средние и экстремальные величины прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность, а также средние величины прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность для постоянных масс атмосферы. Они зависят только от физических свойств атмосферы.

Сравнительно низкие величины прямой солнечной радиации на Пике Чегет , объясняются тем , что в холодный период года над Пиком Чегет в результате сильных ветров часто наблюдается снежная пыль в воздухе. Зависимость средней величины интенсивности прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность от абсолютной высоты при постоянной массе на северном склоне Большого Кавказа имеет вид параболы. Виды зависимости  $S=f(H)$  при  $m=1,1, 1,3, 1,5, 2, 3, 4, 5, 6$  представлены на рисунке 6.  $aS=f(h_0)$  на рис.7.

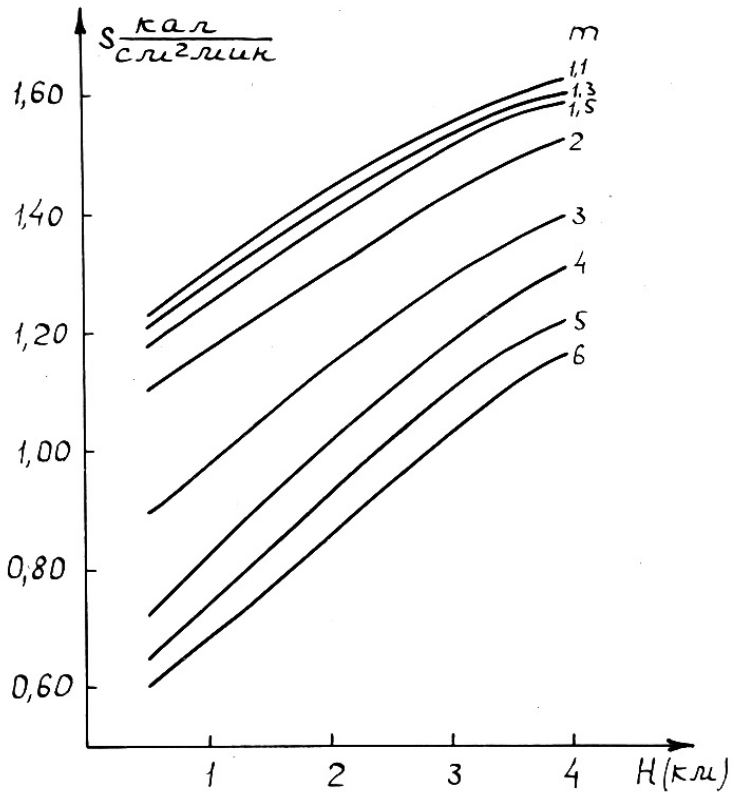


рис.6 Зависимость  $S=f(H)$  при различных атмосферных массах.



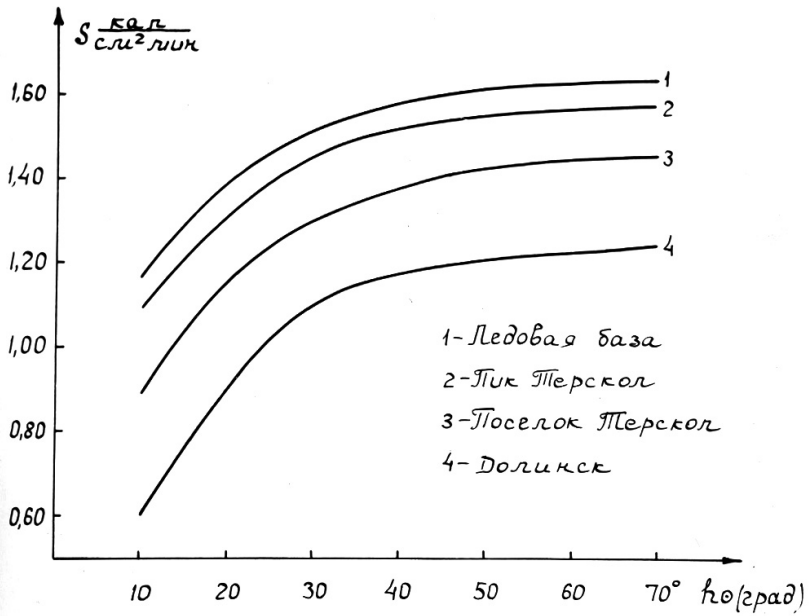


рис. 7 Зависимость  $S=f(h_0)$  в смѣе ясного неба на северном склоне Большого Кавказа.

Дневной ход интенсивности прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность на северном склоне  
Большого Кавказа (кал/см<sup>2</sup>, мин)

| Месяц            | Часы |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                  | 4-5  | 5-6  | 6-7  | 7-8  | 8-9  | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 |
| Курорт Нальчик   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| I                | -    | -    | -    | -    | 0,75 | 1,10 | 1,20  | 1,25  | 1,25  | 1,20  | 1,11  | 0,90  | 0,60  | -     | -     | -     |
| II               | -    | -    | -    | 0,60 | 0,90 | 1,12 | 1,21  | 1,26  | 1,26  | 1,24  | 1,15  | 1,00  | 0,81  | 0,58  | -     | -     |
| III              | -    | -    | 0,48 | 0,74 | 1,00 | 1,18 | 1,25  | 1,28  | 1,28  | 1,26  | 1,22  | 1,10  | 0,84  | 0,66  | -     | -     |
| IV               | -    | 0,45 | 0,65 | 0,84 | 1,01 | 1,15 | 1,23  | 1,24  | 1,26  | 1,21  | 1,15  | 1,04  | 0,91  | 0,68  | -     | -     |
| V                | -    | 0,50 | 0,86 | 1,00 | 1,10 | 1,20 | 1,22  | 1,25  | 1,26  | 1,20  | 1,16  | 1,03  | 0,90  | 0,63  | 0,30  | -     |
| VI               | 0,20 | 0,60 | 0,90 | 1,04 | 1,10 | 1,20 | 1,21  | 1,23  | 1,23  | 1,19  | 1,17  | 1,08  | 0,93  | 0,80  | 0,56  | 0,20  |
| VII              | -    | 0,50 | 0,82 | 0,96 | 1,08 | 1,15 | 1,18  | 1,20  | 1,22  | 1,20  | 1,16  | 1,08  | 0,92  | 0,78  | 0,53  | 0,15  |
| VIII             | -    | 0,30 | 0,62 | 0,83 | 1,00 | 1,12 | 1,16  | 1,18  | 1,20  | 1,18  | 1,16  | 1,08  | 0,89  | 0,66  | 0,34  | -     |
| IX               | -    | -    | 0,65 | 0,88 | 1,07 | 1,18 | 1,22  | 1,22  | 1,24  | 1,23  | 1,18  | 1,08  | 0,86  | 0,50  | -     | -     |
| X                | -    | -    | 0,42 | 0,70 | 1,00 | 1,18 | 1,24  | 1,26  | 1,26  | 1,20  | 1,20  | 0,98  | 0,68  | -     | -     | -     |
| XI               | -    | -    | -    | 0,60 | 0,90 | 1,10 | 1,21  | 1,24  | 1,24  | 1,18  | 1,08  | 0,82  | 0,50  | -     | -     | -     |
| XII              | -    | -    | -    | 0,39 | 0,74 | 1,08 | 1,15  | 1,22  | 1,23  | 1,16  | 1,05  | 0,79  | -     | -     | -     | -     |
| Посёлок Тереккол |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| I                | -    | -    | -    | -    | -    | 1,27 | 1,36  | 1,40  | 1,40  | 1,30  | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| II               | -    | -    | -    | 0,08 | 1,34 | 1,42 | 1,44  | 1,44  | 1,43  | 1,39  | 1,30  | -     | -     | -     | -     | -     |
| III              | -    | -    | -    | 0,84 | 1,13 | 1,36 | 1,44  | 1,46  | 1,46  | 1,45  | 1,35  | 1,31  | -     | -     | -     | -     |
| IV               | -    | -    | 0,96 | 1,17 | 1,30 | 1,37 | 1,42  | 1,43  | 1,42  | 1,40  | 1,37  | 1,25  | 0,99  | -     | -     | -     |
| V                | -    | 1,10 | 1,24 | 1,32 | 1,36 | 1,40 | 1,41  | 1,41  | 1,41  | 1,39  | 1,36  | 1,30  | 1,14  | 0,90  | -     | -     |
| VI               | -    | 1,15 | 1,25 | 1,30 | 1,33 | 1,35 | 1,36  | 1,36  | 1,34  | 1,34  | 1,31  | 1,28  | 1,19  | 1,00  | 0,72  | -     |
| VII              | -    | 1,10 | 1,23 | 1,28 | 1,30 | 1,36 | 1,38  | 1,38  | 1,37  | 1,34  | 1,30  | 1,25  | 1,12  | 0,92  | 0,65  | -     |
| VIII             | -    | -    | 1,10 | 1,20 | 1,27 | 1,32 | 1,36  | 1,36  | 1,35  | 1,33  | 1,30  | 1,23  | 1,12  | 0,90  | 0,55  | -     |
| IX               | -    | -    | 0,93 | 1,17 | 1,30 | 1,36 | 1,39  | 1,39  | 1,39  | 1,36  | 1,30  | 1,21  | 0,94  | 0,56  | -     | -     |
| X                | -    | -    | -    | 1,12 | 1,31 | 1,37 | 1,40  | 1,40  | 1,40  | 1,35  | 1,29  | 1,05  | 0,70  | -     | -     | -     |
| XI               | -    | -    | -    | 1,04 | 1,28 | 1,36 | 1,39  | 1,39  | 1,39  | 1,33  | 1,26  | 0,85  | -     | -     | -     | -     |
| XII              | -    | -    | -    | -    | 1,26 | 1,35 | 1,40  | 1,39  | 1,39  | 1,32  | 1,24  | -     | -     | -     | -     | -     |

| Месяц               | Часы               |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------|--------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                     | 4-5                | 5-6  | 6-7  | 7-8  | 8-9  | 9-10  | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 |
|                     | <b>Пик Терекот</b> |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| I                   | -                  | -    | -    | -    | 1,06 | 1,40  | 1,50  | 1,55  | 1,52  | 1,44  | 1,23  | -     | -     | -     | -     | -     |
| II                  | -                  | -    | -    | 0,70 | 1,14 | 1,44  | 1,53  | 1,57  | 1,54  | 1,48  | 1,36  | 0,59  | -     | -     | -     | -     |
| III                 | -                  | -    | 0,50 | 0,90 | 1,30 | 1,49  | 1,48  | 1,58  | 1,59  | 1,53  | 1,55  | 1,48  | 1,20  | -     | -     | -     |
| IV                  | -                  | 0,40 | 1,15 | 1,33 | 1,45 | 1,50  | 1,52  | 1,55  | 1,54  | 1,55  | 1,49  | 1,28  | 1,10  | -     | -     | -     |
| V                   | -                  | 0,80 | 1,25 | 1,37 | 1,46 | 1,50  | 1,51  | 1,54  | 1,54  | 1,53  | 1,45  | 1,30  | 1,09  | 0,50  | -     | -     |
| VI                  | 0,40               | 1,00 | 1,30 | 1,42 | 1,49 | 1,50  | 1,51  | 1,54  | 1,53  | 1,52  | 1,49  | 1,45  | 1,32  | 1,10  | 0,67  | 0,40  |
| VII                 | -                  | -    | 1,24 | 1,36 | 1,46 | 1,49  | 1,51  | 1,53  | 1,52  | 1,51  | 1,46  | 1,44  | 1,30  | 1,06  | 0,70  | -     |
| VIII                | -                  | -    | 1,15 | 1,27 | 1,38 | 1,45  | 1,50  | 1,51  | 1,51  | 1,50  | 1,45  | 1,42  | 1,19  | 0,92  | 0,66  | -     |
| IX                  | -                  | -    | 1,10 | 1,28 | 1,41 | 1,48  | 1,51  | 1,52  | 1,52  | 1,51  | 1,45  | 1,39  | 1,20  | 0,64  | -     | -     |
| X                   | -                  | -    | -    | 1,08 | 1,35 | 1,44  | 1,50  | 1,53  | 1,53  | 1,50  | 1,44  | 1,32  | 0,70  | -     | -     | -     |
| XI                  | -                  | -    | -    | 0,85 | 1,22 | 1,43  | 1,47  | 1,52  | 1,52  | 1,48  | 1,40  | 1,24  | -     | -     | -     | -     |
| XII                 | -                  | -    | -    | -    | 1,01 | 1,38  | 1,46  | 1,51  | 1,51  | 1,46  | 1,36  | 1,15  | -     | -     | -     | -     |
| Месяц               | Часы               |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 4-5                 | 5-6                | 6-7  | 7-8  | 8-9  | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 |       |
| <b>Ледовая база</b> |                    |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| I                   | -                  | -    | -    | 1,25 | 1,45 | 1,56  | 1,61  | 1,60  | 1,57  | 1,39  | 1,01  | -     | -     | -     | -     | -     |
| II                  | -                  | -    | 1,25 | 1,42 | 1,55 | 1,62  | 1,64  | 1,64  | 1,62  | 1,52  | 1,28  | 1,10  | -     | -     | -     | -     |
| III                 | -                  | -    | 1,37 | 1,55 | 1,61 | 1,64  | 1,67  | 1,67  | 1,64  | 1,59  | 1,47  | 1,25  | -     | -     | -     | -     |
| IV                  | -                  | -    | 1,26 | 1,45 | 1,58 | 1,63  | 1,66  | 1,67  | 1,66  | 1,63  | 1,60  | 1,52  | 1,36  | 1,18  | 0,65  | -     |
| V                   | -                  | 1,23 | 1,42 | 1,52 | 1,58 | 1,61  | 1,62  | 1,63  | 1,62  | 1,60  | 1,57  | 1,51  | 1,39  | 1,14  | 0,75  | -     |
| VI                  | 1,00               | 1,27 | 1,44 | 1,53 | 1,59 | 1,60  | 1,62  | 1,62  | 1,61  | 1,60  | 1,57  | 1,52  | 1,38  | 1,18  | 0,85  | -     |
| VII                 | 0,80               | 1,25 | 1,43 | 1,51 | 1,56 | 1,59  | 1,60  | 1,61  | 1,61  | 1,59  | 1,56  | 1,50  | 1,39  | 1,23  | 0,75  | -     |
| VIII                | -                  | 0,84 | 1,31 | 1,48 | 1,56 | 1,59  | 1,59  | 1,58  | 1,54  | 1,50  | 1,40  | 1,26  | 0,80  | -     | -     | -     |
| IX                  | -                  | -    | 1,29 | 1,46 | 1,52 | 1,56  | 1,61  | 1,61  | 1,60  | 1,57  | 1,53  | 1,44  | 1,27  | 0,70  | -     | -     |
| X                   | -                  | -    | 1,26 | 1,40 | 1,50 | 1,62  | 1,63  | 1,63  | 1,62  | 1,57  | 1,45  | 1,23  | 0,80  | -     | -     | -     |
| XI                  | -                  | -    | 0,95 | 1,29 | 1,47 | 1,60  | 1,62  | 1,63  | 1,62  | 1,60  | 1,50  | 1,20  | -     | -     | -     | -     |
| XII                 | -                  | -    | -    | 1,39 | 1,50 | 1,55  | 1,61  | 1,60  | 1,59  | 1,40  | 1,00  | -     | -     | -     | -     | -     |

Таблица 11

Величины прямой солнечной радиации для различных массах атмосферы в смъе ясного неба на северном склоне Большого Кавказа (кал/см<sup>2</sup>мин): $S_R^2$ .

| Пункт                | H<br>(м) | S <sub>i</sub><br>S | m    |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------|----------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                      |          |                     | 1,1  | 1,3  | 1,5  | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
| Нальчик<br>(горная)  | 500      | S <sub>ср</sub>     | 1,15 | 1,10 | 1,03 | 0,94 | 0,78 | 0,69 | 0,63 | 0,58 |
|                      |          | S <sub>мак</sub>    | 1,32 | 1,26 | 1,24 | 1,14 | 1,04 | 0,94 | 0,87 | 0,82 |
|                      |          | S <sub>мин</sub>    | 0,94 | 0,87 | 0,82 | 0,72 | 0,60 | 0,55 | 0,53 | 0,48 |
|                      |          | S <sup>1</sup>      | 1,05 | 0,85 | 0,68 | 0,47 | 0,26 | 0,17 | 0,12 | 0,09 |
| Нальчик<br>(Долинск) | 550      |                     | 1,24 | 1,22 | 1,18 | 1,12 | 0,90 | 1,73 | 0,66 | 0,61 |
|                      |          |                     | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,30 | 1,14 | 0,98 | -    | -    |
|                      |          |                     | 1,06 | 1,04 | 1,00 | 0,93 | 0,66 | 0,55 | -    | -    |
|                      |          |                     | 1,13 | 0,94 | 0,79 | 0,56 | 0,30 | 0,18 | 0,13 | 0,10 |
| Посёлок<br>Терскол   | 2150     |                     | 1,45 | 0,43 | 1,40 | 1,30 | 1,15 | 1,02 | 0,93 | 0,86 |
|                      |          |                     | 1,58 | 1,57 | 1,56 | 1,49 | 1,34 | 1,22 | 1,13 | 1,07 |
|                      |          |                     | 1,27 | 1,25 | 1,20 | 1,10 | 0,94 | 0,82 | 0,76 | 0,73 |
|                      |          |                     | 1,32 | 1,10 | 0,93 | 0,65 | 0,38 | 0,25 | 0,18 | 0,14 |
| Пик<br>Терскол       | 3100     |                     | 1,56 | 1,55 | 1,53 | 1,45 | 1,30 | 1,19 | 1,10 | 1,04 |
|                      |          |                     | 1,66 | 1,66 | 1,65 | 1,59 | 1,50 | 1,42 | 1,34 | 1,30 |
|                      |          |                     | 1,43 | 1,42 | 1,39 | 1,30 | 1,10 | 0,97 | 0,85 | 0,80 |
|                      |          |                     | 1,42 | 1,19 | 1,02 | 0,73 | 0,43 | 0,29 | 0,22 | 0,17 |
| Пик<br>Чегет         | 3100     |                     | 1,50 | 1,47 | 1,45 | 1,35 | 1,20 | 1,12 | 1,04 | 1,00 |
|                      |          |                     | 1,62 | 1,58 | 1,56 | 1,52 | 1,39 | 1,30 | 1,22 | 1,20 |
|                      |          |                     | 1,40 | 1,34 | 1,27 | 1,15 | 0,98 | 0,85 | 0,78 | 0,75 |
|                      |          |                     | 1,37 | 1,13 | 0,97 | 0,68 | 0,40 | 0,28 | 0,20 | 0,16 |
| Ледовая<br>база      |          |                     | 1,62 | 1,61 | 1,58 | 1,51 | 1,38 | 1,28 | 1,20 | 1,15 |
|                      |          |                     | 1,70 | 1,68 | 1,66 | 1,61 | 1,52 | 1,42 | 1,35 | 1,31 |
|                      |          |                     | 1,51 | 1,50 | 1,46 | 1,39 | 1,27 | 1,13 | 1,04 | 0,90 |
|                      |          |                     | 1,47 | 1,24 | 1,05 | 0,76 | 0,46 | 0,32 | 0,24 | 0,19 |

Аналитически эти зависимости можно записать так:  
для атмосферной массы

для m=1.1:

$$S=1,186+0,110H+0,003H^2, \quad (III.1)$$

для m=2

$$S=1,100+0,042H+0,021H^2, \quad (III.2)$$

для m=4

$$S=0,730+0,250H-0,036H^2, \quad (III.3)$$

Для примера среднее квадратичное отклонение кривой, рассчитанной по формуле (III.2) от экспериментальной равно 0,06. Рассчитанные и экспериментальные кривые близки друг к другу.

Годовой ход интенсивности прямой солнечной радиации за каждый месяц в смрае ясного неба приведён в таблице 12. Максимальные величины к прямой солнечной радиации наблюдаются в зимнее время, минимальные в летнее время. уменьшение величины прямой солнечной радиации в летнее время по сравнению с зимним объясняется увеличением влагосодержание атмосферы, и её аэрозольным загрязнением. самые небольшие величины прямой солнечной радиации наблюдаются в августе, /84/.

Таблица 12

Годовой ход интенсивности прямой солнечной радиации при постоянных массах атмосферы на северном склоне Большого Кавказа (кал\см<sup>2</sup>мин)  
На перпендикулярную поверхность.

| m   | месяц          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|     | I              | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
|     | Курорт Нальчик |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 6   | 0,73           | 0,77 | 0,68 | 0,58 | 0,54 | 0,50 | 0,48 | 0,47 | 0,56 | 0,60 | 0,60 | 0,65 |
| 5   | 0,80           | 0,84 | 0,72 | 0,63 | 0,61 | 0,57 | 0,53 | 0,50 | 0,59 | 0,64 | 0,70 | 0,80 |
| 4   | 0,89           | 0,94 | 0,82 | 0,73 | 0,69 | 0,68 | 0,64 | 0,61 | 0,69 | 0,74 | 0,80 | 0,85 |
| 3   | 1,02           | 1,08 | 0,90 | 0,86 | 0,83 | 0,80 | 0,75 | 0,72 | 0,83 | 0,87 | 0,91 | 1,00 |
| 2   | 1,20           | 1,23 | 1,11 | 1,07 | 1,03 | 0,97 | 0,93 | 0,91 | 1,03 | 1,07 | 1,13 | 1,19 |
| 1.5 | -              | 1,28 | 1,23 | 1,18 | 1,15 | 1,10 | 1,06 | 1,04 | 1,15 | 1,19 | -    | -    |
| 1.3 | -              | -    | 1,29 | 1,23 | 1,20 | 1,16 | 1,13 | 1,11 | 1,19 | -    | -    | -    |
| 1.1 | -              | -    | -    | -    | 1,28 | 1,24 | 1,19 | 1,18 | -    | -    | -    | -    |

| m               | месяц |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                 | I     | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
| Посёлок Терскол |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 6               | -     | 1,01 | 0,96 | 0,85 | 0,83 | 0,78 | 0,77 | 0,74 | 0,86 | 0,91 | 0,95 | 0,97 |
| 5               | 1,07  | 1,05 | 1,00 | 0,90 | 0,88 | 0,85 | 0,83 | 0,80 | 0,92 | 0,98 | 1,02 | 1,08 |
| 4               | 1,14  | 1,14 | 1,06 | 0,98 | 0,96 | 0,93 | 0,87 | 0,86 | 1,00 | 1,07 | 1,12 | 1,17 |
| 3               | 1,24  | 1,23 | 1,16 | 1,09 | 1,07 | 1,03 | 1,00 | 0,98 | 1,13 | 1,19 | 1,21 | 1,25 |
| 2               | 1,38  | 1,41 | 1,31 | 1,28 | 1,25 | 1,22 | 1,18 | 1,16 | 1,30 | 1,33 | 1,34 | 1,38 |
| 1.5             | -     | -    | 1,46 | 1,41 | 1,40 | 1,38 | 1,35 | 1,33 | 1,43 | -    | -    | -    |
| 1.3             | -     | -    | 1,46 | 1,41 | 1,40 | 1,38 | 1,35 | 1,33 | 1,43 | -    | -    | -    |
| 1.1             | -     | -    | -    | -    | 1,43 | 1,39 | 1,38 | 1,36 | -    | -    | -    | -    |
| m               | месяц |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                 | I     | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
| Пик Терскол     |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 6               | -     | 1,19 | 1,16 | 1,07 | 1,04 | 1,00 | 0,98 | 0,89 | 1,10 | 1,12 | 1,15 | -    |
| 5               | 1,23  | 1,23 | 1,18 | 1,12 | 1,09 | 1,05 | 1,03 | 1,01 | 1,14 | 1,17 | 1,21 | 1,25 |
| 4               | 1,32  | 1,29 | 1,26 | 1,19 | 1,16 | 1,13 | 1,11 | 1,09 | 1,22 | 1,26 | 1,28 | 1,32 |
| 3               | 1,40  | 1,36 | 1,33 | 1,29 | 1,26 | 1,22 | 1,19 | 1,17 | 1,31 | 1,34 | 1,38 | 1,40 |
| 2               | 1,52  | 1,51 | 1,48 | 1,44 | 1,39 | 1,37 | 1,35 | 1,32 | 1,45 | 1,47 | 1,49 | 1,53 |
| 1.5             | -     | -    | 1,55 | 1,52 | 1,47 | 1,45 | 1,42 | 1,40 | 1,52 | 1,53 | -    | -    |
| 1.3             | -     | -    | 1,59 | 1,55 | 1,50 | 1,50 | 1,49 | 1,45 | 1,50 | -    | -    | -    |
| 1.1             | -     | -    | -    | -    | 1,54 | 1,54 | 1,52 | 1,51 | 1,52 | -    | -    | -    |
| m               | месяц |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                 | I     | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
| Ледовая база    |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 6               | 1,32  | 1,32 | 1,30 | 1,22 | 1,17 | 1,14 | 1,12 | 1,06 | 1,25 | 1,27 | -    | -    |
| 5               | 1,36  | 1,36 | 1,33 | 1,26 | 1,23 | 1,21 | 1,19 | 1,16 | 1,28 | 1,32 | 1,34 | 1,36 |
| 4               | 1,43  | 1,42 | 1,38 | 1,32 | 1,30 | 1,26 | 1,23 | 1,22 | 1,33 | 1,38 | 1,41 | 1,38 |
| 3               | 1,50  | 1,48 | 1,47 | 1,40 | 1,38 | 1,34 | 1,32 | 1,31 | 1,41 | 1,46 | 1,49 | 1,49 |
| 2               | 1,58  | 1,58 | 1,56 | 1,52 | 1,50 | 1,50 | 1,48 | 1,45 | 1,52 | 1,57 | 1,59 | 1,58 |
| 1.5             | -     | -    | 1,64 | 1,60 | 1,56 | 1,55 | 1,55 | 1,51 | 1,60 | 1,63 | -    | -    |
| 1.3             | -     | -    | 1,66 | 1,63 | 1,61 | 1,60 | 1,56 | 1,55 | 1,61 | -    | -    | -    |
| 1.1             | -     | -    | -    | -    | 1,62 | 1,62 | 1,61 | 1,59 | -    | -    | -    | -    |

На горизонтальную поверхность.

| m               | месяц |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                 | I     | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
| Курорт Нальчик  |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 6               | 0,12  | 0,13 | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | -    | 0,10 | -    | -    | -    |
| 5               | 0,16  | 0,17 | 0,14 | 0,13 | 0,12 | 0,11 | 0,10 | 0,09 | 0,11 | 0,13 | 0,14 | 0,16 |
| 4               | 0,22  | 0,23 | 0,20 | 0,18 | 0,17 | 0,17 | 0,16 | 0,14 | 0,16 | 0,19 | 0,20 | 0,22 |
| 3               | 0,34  | 0,36 | 0,31 | 0,29 | 0,28 | 0,26 | 0,24 | 0,23 | 0,26 | 0,29 | 0,31 | 0,33 |
| 2               | 0,61  | 0,62 | 0,57 | 0,54 | 0,52 | 0,49 | 0,47 | 0,45 | 0,50 | 0,51 | 0,56 | 0,60 |
| 1.5             | -     | 0,87 | 0,83 | 0,80 | 0,77 | 0,74 | 0,71 | 0,70 | 0,76 | 0,79 | -    | -    |
| 1.3             | -     | -    | 1,00 | 0,95 | 0,92 | 0,90 | 0,87 | 0,85 | 0,92 | -    | -    | -    |
| 1.1             | -     | -    | -    | -    | 1,16 | 1,13 | 1,05 | 1,04 | -    | -    | -    | -    |
| месяц           |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| m               | I     | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
| Посёлок Терскол |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 6               | -     | 0,16 | 0,16 | 0,14 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | -    | 0,15 | -    | -    | -    |
| 5               | 0,21  | 0,21 | 0,20 | 0,18 | 0,17 | 0,16 | 0,15 | 0,14 | 0,18 | 0,19 | 0,20 | 0,21 |
| 4               | 0,28  | 0,28 | 0,26 | 0,24 | 0,23 | 0,23 | 0,22 | 0,21 | 0,25 | 0,27 | 0,29 | 0,29 |
| 3               | 0,41  | 0,41 | 0,38 | 0,36 | 0,35 | 0,35 | 0,33 | 0,32 | 0,38 | 0,40 | 0,41 | 0,42 |
| 2               | 0,69  | 0,71 | 0,66 | 0,64 | 0,62 | 0,61 | 0,60 | 0,58 | 0,64 | 0,66 | 0,67 | 0,69 |
| 1.5             | -     | -    | 0,95 | 0,91 | 0,89 | 0,88 | 0,86 | 0,85 | 0,92 | 0,94 | -    | -    |
| 1.3             | -     | -    | 1,13 | 1,08 | 1,07 | 1,06 | 1,03 | 1,01 | 1,10 | -    | -    | -    |
| 1.1             | -     | -    | -    | -    | -    | 1,28 | 1,26 | 1,25 | -    | -    | -    | -    |
| месяц           |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| m               | I     | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
| Пик Терскол     |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 6               | -     | 0,20 | 0,19 | 0,17 | 0,16 | 0,16 | 0,15 | 0,15 | 0,18 | 0,19 | -    | -    |
| 5               | 0,25  | 0,24 | 0,23 | 0,22 | 0,21 | 0,20 | 0,19 | 0,19 | 0,22 | 0,23 | 0,24 | 0,25 |
| 4               | 0,32  | 0,32 | 0,31 | 0,29 | 0,29 | 0,27 | 0,26 | 0,25 | 0,31 | 0,31 | 0,32 | 0,33 |
| 3               | 0,46  | 0,45 | 0,44 | 0,43 | 0,42 | 0,40 | 0,39 | 0,38 | 0,44 | 0,45 | 0,46 | 0,46 |
| 2               | 0,77  | 0,76 | 0,74 | 0,72 | 0,70 | 0,69 | 0,67 | 0,66 | 0,72 | 0,74 | 0,75 | 0,77 |
| 1.5             | -     | -    | 1,04 | 1,01 | 0,98 | 0,97 | 0,95 | 0,94 | 1,01 | 1,02 | -    | -    |
| 1.3             | -     | -    | 1,23 | 1,17 | 1,16 | 1,16 | 1,13 | 1,12 | 1,20 | -    | -    | -    |
| 1.1             | -     | -    | -    | -    | 1,40 | 1,39 | 1,38 | 1,37 | -    | -    | -    | -    |

| m   | месяц        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|     | I            | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
|     | Ледовая база |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 6   | 0,22         | 0,21 | 0,21 | 0,20 | 0,19 | 0,18 | 0,17 | 0,17 | 0,21 | -    | -    | 0,22 |
| 5   | 0,27         | 0,26 | 0,26 | 0,25 | 0,24 | 0,23 | 0,21 | 0,20 | 0,25 | 0,26 | 0,27 | 0,27 |
| 4   | 0,35         | 0,35 | 0,34 | 0,33 | 0,32 | 0,31 | 0,29 | 0,29 | 0,33 | 0,34 | 0,35 | 0,36 |
| 3   | 0,50         | 0,48 | 0,48 | 0,46 | 0,45 | 0,44 | 0,43 | 0,43 | 0,47 | 0,49 | 0,50 | 0,51 |
| 2   | 0,8/0        | 0,79 | 0,79 | 0,76 | 0,75 | 0,74 | 0,73 | 0,72 | 0,76 | 0,78 | 0,80 | 0,81 |
| 1.5 | -            | -    | 1,10 | 1,06 | 1,04 | 1,03 | 1,00 | 0,99 | 1,06 | 1,09 | -    | -    |
| 1.3 | -            | -    | 1,27 | 1,25 | 1,24 | 1,22 | 1,19 | 1,18 | 1,24 | -    | -    | -    |
| 1.1 | -            | -    | -    | -    | 1,47 | 1,46 | 1,44 | 1,44 | -    | -    | -    | -    |

Минимальные величины прямой солнечной радиации в августе по данным актинометрических наблюдений за 25 лет в Тбилиси были помнены также Я.А.Цуцкиридзе /62/. Вывод, помненный им для Тбилиси, ввиду большого периода наблюдений, достаточно обоснован. Абсолютные максимумы прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность для посёлка Терскол и Пика Терскол приведены в таблице 13. Максимальные величины интенсивности прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность на этих станциях наблюдаются в холодный период года.

Таблица 13

Абсолютные максимумы прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность в районе Эльбруса (кал/см<sup>2</sup>мин)

| Пункт           | месяц |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                 | I     | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
| Посёлок Терскол | 1,60  | 1,60 | 1,60 | 1,60 | 1,59 | 1,58 | 1,54 | 1,58 | 1,53 | 1,55 | 1,58 | 1,54 |
| Пик Терскол     | 1,64  | 4,65 | 1,68 | 1,61 | 1,60 | 1,58 | 1,58 | 1,59 | 1,60 | 1,62 | 1,60 | 1,57 |

Наступление максимальных величин прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность в условиях северного склона Большого Кавказа всегда связано с определённым



синоптическими ситуациями, а именно с мощными вторжениями холодных сухих масс воздуха с севера (арктические и континентально-полярные воздушные массы). Сопоставление синоптических карт гидрометеобюро города Нальчика Ростовского УГМС с актинометрическими данными, за сроки когда наблюдалось сильное возрастание интенсивности прямой солнечной радиации, показала правильность этого заключения. Как известно /59/ из всех воздушных масс, вторжение которых наблюдается на Северный Кавказ, наибольшую прозрачность имеют континентальные арктические массы воздуха. Причём, они в два раза беднее водяными парами по сравнению с морскими арктическими массами воздуха.

Среднесуточные величины фактора мутности в этих воздушных массах равны  $2,21 \pm 0,004$ , что касается полярных воздушных масс, приходящих на Северный Кавказ, то оказалось, что средний фактор мутности азиатской полярной воздушной массы составил  $2,77 \pm 0,006$ , а европейской полярной воздушной массы –  $2,75 \pm 0,004$ . Как видно, существует определённая взаимосвязь между радиационными характеристиками воздушных масс и обуславливающими их погодными условиями на что указывается в ряде работ /42, 43/. Эти взаимосвязи находят своё использование в уточнении прогнозов погоды. Вторжением арктических и континентально-полярных масс на территорию Грузии объясняет Я.А.Цуцкиридзе /62/, существование абсолютных максимумов интенсивности абсолютной солнечной радиации на южном склоне Большого Кавказа, лежащего южнее просторной Русской равнины, по которой свободно перемещаются арктические и континентально-полярные воздушные массы, имеющие большую прозрачность. С увеличением высоты местности величина интенсивности прямой солнечной радиации возрастает. На рис.7 показаны кривые зависимости интенсивности прямой солнечной радиации от высоты солнца, построенные по многолетним данным для разных высот северного склона Большого Кавказа. Как видно, с увеличением абсолютной высоты эти кривые занимают более верхнее положение (удаляются от оси абсцисс).

Количественное изменение прямой солнечной радиации от абсолютной высоты места можно помнить если рассчитать её вертикальные градиенты. Величины вертикальных градиентов прямой солнечной радиации были вычислены по её осреднённым значениям за многолетний период для постоянных масс атмосферы в диапазоне высот от 0,5 до 4 км (табл.14). Средний вертикальный градиент прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность составляет 0,01-0,02 кал/см<sup>2</sup>мин на 100 м высоты. Таблица 14 даёт весьма приближённые величины градиентов солнечной радиации. Более точные и реальные величины градиентов помцаются при сравнении средних величин прямой солнечной радиации в смцае одинаковых масс для отдельных месяцев.

Величины рассчитанных градиентов прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность в смцае различных масс для апреля приведены в таблице 15. Как видно на таблице 15, величины градиентов зависит от массы атмосферы. С увеличением количества атмосферных масс вертикальный градиент прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность возрастает.

Зависимость  $\Gamma = f(m)$  можно представить аналитически в виде линейной функции. Например, для интервала высот 1000-550 м

$$\text{за февраль } \Gamma = 0,001m + 0,005, \quad (\text{III.4})$$

$$\text{за апрель } \Gamma = 0,001m + 0,006, \quad (\text{III.5})$$

$$\text{за июль } \Gamma = 0,001m + 0,013, \quad (\text{III.6})$$

$$\text{за январь } \Gamma = 0,002m + 0,004, \quad (\text{III.7})$$

Попорядку величин помценные нами величины вертикальных градиентов прямой солнечной радиации близки к значениям, которые были помцены Я.А.Цуцкиридзе для южного склона Большого Кавказа /62/ и другими исследователями /31/. В заключении можно отметить, что зависимости прямой солнечной радиации от высоты местности при различных оптических массах, помценные нами на северном склоне Большого Кавказа, являются приближёнными и не отражают того действительного изменения прямой солнечной радиации с высотой, что характерно для свободной атмосферы.

Таблица 14  
 Вертикальные градиенты прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность на северном склоне Большого Кавказа (кал/см<sup>2</sup>·мин на 100 м).

| $\Delta H$<br>(M) | m     |         |       |       |       |       |       |       |
|-------------------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                   | 1.1   | 1.3     | 1.5   | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| 1000-550          | 0.013 | 0.010   | 0.013 | 0.013 | 0.014 | 0.017 | 0.016 | 0.016 |
| 1500-1000         | 0.012 | 00.0140 | 0.014 | 0.012 | 0.016 | 0.018 | 0.018 | 0.016 |
| 2000-1500         | 0.014 | 0.012   | 0.014 | 0.012 | 0.014 | 0.018 | 0.016 | 0.018 |
| 2500-2000         | 0.012 | 0.012   | 0.012 | 0.012 | 0.016 | 0.018 | 0.018 | 0.018 |
| 3000-2500         | 0.012 | 0.012   | 0.014 | 0.014 | 0.016 | 0.016 | 0.018 | 0.018 |
| 3500-3000         | 0.012 | 0.012   | 0.010 | 0.014 | 0.014 | 0.018 | 0.016 | 0.018 |
| 4000-3500         | 0.006 | 0.006   | 0.008 | 0.008 | 0.012 | 0.014 | 0.014 | 0.012 |

Таблица 15  
 Вертикальные градиенты прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность  
 за апрель на северном склоне Большого Кавказа (кал/см<sup>2</sup> мин на 100 м высоты)

| месяц | ΔН<br>(М) | m     |       |       |       |       |       |       |
|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       |           | 6     | 5     | 4     | 3     | 2     | 1,5   | 1,3   |
| IV    | 1000-1500 | 0,013 | 0,013 | 0,013 | 0,011 | 0,009 | 0,008 | 0,007 |
|       | 1500-1000 | 0,020 | 0,018 | 0,016 | 0,016 | 0,014 | 0,010 | 0,012 |
|       | 2000-1500 | 0,018 | 0,020 | 0,018 | 0,016 | 0,012 | 0,012 | 0,012 |
|       | 2500-2000 | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,016 | 0,014 | 0,016 | 0,010 |
|       | 3000-2500 | 0,024 | 0,024 | 0,020 | 0,020 | 0,016 | 0,016 | 0,016 |
|       | 3500-3000 | 0,024 | 0,020 | 0,022 | 0,018 | 0,016 | 0,016 | 0,014 |
|       | 4000-3500 | 0,028 | 0,024 | 0,024 | 0,018 | 0,016 | 0,014 | 0,014 |

Величины месячных сумм прямой солнечной радиации для перпендикулярной и горизонтальной поверхности в смѐе ясного неба приведены в таблице 16. В высокогорных условиях Большого Кавказа влияние орографического фактора (смѐй глубоких высокогорных долин) перекрывает влияние абсолютной высоты местности на величины месячных сумм прямой солнечной радиации. По этой причине, величины месячных сумм прямой солнечной радиации в посѐлке Терскол (2150 м) оказались меньше, чем на курорте Нальчик и станции Золотушка (Пятигорск) . Данные для Золотушки взяты из работ /52/.

Для сравнения величин месячных и годовых сумм прямой солнечной радиации на разных высотах и выявления влияния абсолютной высоты на их величину нужно исключить влияние закрытости горизонта. Влияние изменения широты на величины этих сумм исключено ввиду близости этих станций. Широты всех пунктов наблюдения практически одинаковы.

Величины месячных и годовых сумм прямой солнечной радиации в смѐе открытого горизонта приведены в таблице 17. Как видно из таблицы 17, величины этих сумм на обе поверхности с увеличением абсолютной высоты места возрастают.

Таблица 16

Месячные и годовые суммы прямой солнечной радиации в смѐе ясного неба с учётом закрытости горизонта на северном склоне Большого Кавказа (ккал/см<sup>2</sup>).

| Пункт              | месяц |      |      |      |      |      |      |
|--------------------|-------|------|------|------|------|------|------|
|                    | I     | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  |
| Курорт<br>Нальчик  | 15,1  | 15,6 | 20,5 | 21,0 | 25,0 | 25,3 | 25,2 |
|                    | 5,6   | 7,6  | 12,3 | 14,3 | 18,8 | 20,0 | 18,3 |
| Посѐлок<br>Терскол | 9,2   | 9,9  | 20,1 | 23,4 | 25,7 | 24,3 | 25,0 |
|                    | 4,7   | 7,3  | 14,4 | 17,7 | 21,7 | 22,1 | 20,4 |
| Пик<br>Терскол     | 19,0  | 20,1 | 24,3 | 27,4 | 32,4 | 30,1 | 31,6 |
|                    | 7,1   | 9,6  | 16,0 | 19,7 | 24,1 | 25,6 | 23,7 |
| Ледовая<br>база    | 20,8  | 24,1 | 28,8 | 30,5 | 34,4 | 34,2 | 34,8 |
|                    | 7,1   | 10,3 | 16,2 | 20,4 | 25,4 | 25,0 | 25,0 |

| Пункт              | месяц |      |      |      |      | Год   |
|--------------------|-------|------|------|------|------|-------|
|                    | VIII  | IX   | X    | XI   | XII  |       |
| Курорт<br>Нальчик  | 22,4  | 20,7 | 18,9 | 15,4 | 14,3 | 239,4 |
|                    | 15,5  | 12,7 | 10,3 | 6,4  | 4,8  | 146,6 |
| Посёлок<br>Терскол | 23,7  | 18,4 | 13,9 | 9,7  | 8,6  | 211,9 |
|                    | 17,6  | 14,1 | 9,7  | 5,5  | 3,8  | 159,0 |
| Пик<br>Терскол     | 30,4  | 25,9 | 25,6 | 19,9 | 17,8 | 303,5 |
|                    | 20,4  | 16,1 | 12,1 | 8,3  | 6,2  | 188,9 |
| Ледовая<br>база    | 32,6  | 28,2 | 26,6 | 21,6 | 19,2 | 336,5 |
|                    | 21,5  | 17,2 | 12,4 | 8,4  | 6,3  | 195,0 |

Зависимость возможных годовых сумм прямой солнечной радиации на обе поверхности от абсолютной высоты места  $H$  (км) на северного склона Большого Кавказа имеет линейный вид и аналитически представляется так:

для перпендикулярной поверхности

$$\sum_2 S = 30,3H + 228,8 \quad (\text{III.8})$$

для горизонтальной поверхности

$$\sum_2 S = 15,2H + 039,2 \quad (\text{III.9})$$

Выражения (III.8), (III.9) дают возможность рассчитать вертикальный градиент возможных сумм прямой солнечной радиации на юге поверхности для диапазона высот от уровня моря до зоны вечных снегов ильда включительно ( $H=4$ км).

В заключении можно отметить, что под влиянием эффекта вертикальной зональности на северном склоне Большого Кавказа интенсивность и суммы прямой солнечной радиации возрастают. А в результате влияния орографического фактора величины сумм прямой солнечной радиации в горных и высокогорных условиях иногда оказываются меньше, чем в предгорных равнинных районах Северного Кавказа.

Таблица 17  
 Месячные и годовые суммы прямой солнечной радиации при ясном небе в случае открытого  
 горизонта на северном склоне Большого Кавказа (кал/см<sup>2</sup>).

| Пункт           | месяц |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      | Год   |
|-----------------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|
|                 | I     | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII  | IX   | X    | XI   | XII  |       |
| Курорт          | 15,4  | 15,6 | 21,0 | 21,8 | 25,2 | 25,7 | 25,3 | 22,4  | 20,9 | 19,2 | 16,7 | 14,6 | 243,9 |
| Нальчик         | 5,8   | 7,6  | 12,3 | 14,3 | 18,8 | 20,0 | 18,4 | 15,5  | 12,8 | 10,3 | 6,4  | 4,8  | 146,9 |
| Посёлок         | 16,6  | 18,5 | 23,3 | 26,6 | 28,8 | 27,7 | 28,3 | 25,9  | 22,1 | 21,7 | 19,4 | 18,2 | 277,1 |
| Терекол         | 7,4   | 9,6  | 15,4 | 19,0 | 22,9 | 23,5 | 22,2 | 18,85 | 16,0 | 11,2 | 7,3  | 6,1  | 179,1 |
| Пик             | 20,0  | 23,3 | 27,2 | 29,6 | 33,7 | 31,4 | 32,7 | 31,4  | 27,3 | 26,5 | 22,0 | 18,9 | 324,0 |
| Терекол         | 7,5   | 9,8  | 16,1 | 20,0 | 24,3 | 25,8 | 23,9 | 20,0  | 16,4 | 12,1 | 8,3  | 6,1  | 190,7 |
| Ледовая<br>база | 22,0  | 24,8 | 29,1 | 30,7 | 35,9 | 34,6 | 35,3 | 33,4  | 28,9 | 27,2 | 23,0 | 20,0 | 344,9 |
|                 | 7,4   | 10,3 | 16,3 | 20,3 | 25,6 | 26,6 | 24,3 | 21,6  | 17,1 | 12,4 | 8,5  | 6,3  | 197,3 |

## ГЛАВА IV РАСSEЯННАЯ РАДИАЦИЯ

Рассеянная радиация играет важную роль в общем приходе солнечной радиации. дневной и годовой ход интенсивности рассеянной радиации при безоблачном небе приведён в таблице 18.

Известно, что интенсивность рассеянной радиации с увеличением абсолютной высоты в свободной атмосфере уменьшается, что является следствием уменьшения толщины атмосферы и увеличения её прозрачности. По данным наблюдений в Гималаях на высоте 4000 м интенсивность рассеянной радиации составила 8% от интенсивности суммарной радиации. В Альпах это величина на высоте 2000 м составила 9% /67/, а на Малом Кавказе на высоте 2400 м -10% /12/.

Величины рассеянной радиации по наблюдениям наземных станций в горных и высокогорных условиях Большого Кавказа с увеличением абсолютной высоты в некоторых случаях возрастает. величины рассеянной радиации на Ледовой базе в ряде случаев больше её величин на Пике Терскол, что является следствием влияния большой отражательной способности фирновых и ледниковых полей Эльбруса, расположенных в непосредственной близости от Ледовой базы. /70,74/.

Максимальные величины интенсивности рассеянной радиации наблюдаются в околополуденные часы на курорте Нальчик в августе – 0,186 кал/см<sup>2</sup>мин, в посёлке Терскол в мае – 0,141 кал/см<sup>2</sup>мин, на Пике Терскол в мае – 0,138 кал/см<sup>2</sup>мин, на Ледовой базе в апреле, мае и июне – 0,130 кал/см<sup>2</sup>мин. В отличие от равнинных станций, где максимум рассеянной радиации, обусловленный ухудшением прозрачности атмосферы, наблюдается в летние месяцы, в горных и высокогорных районах Большого Кавказа в результате влияния альbedo снежного покрова (без ухудшения прозрачности атмосферы) могут появиться вторичные максимумы рассеянной радиации. С увеличением абсолютной высоты амплитуда дневного хода интенсивности рассеянной радиации уменьшается по сравнению с равнинными районами. Из теории рассеяния света /50,30,38/



Дневной ход интенсивности рассеянной радиации в случае ясного неба на северном склоне Большого Кавказа (кал/см<sup>2</sup>·мин)

| Курорт Нальчик |      | Часы |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |  |  |  |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|--|--|--|
| Месяц          | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   |  |  |  |  |
| I              | -    | -    | -    | 0,05 | 0,08 | 0,10 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,11 | 0,08 | 0,06 | 0,02 | -    | -    | -    |  |  |  |  |
| II             | -    | -    | 0,02 | 0,03 | 0,07 | 0,10 | 0,13 | 0,14 | 0,15 | 0,15 | 0,14 | 0,12 | 0,10 | 0,06 | -    | -    | -    |  |  |  |  |
| III            | -    | -    | 0,03 | 0,07 | 0,10 | 0,12 | 0,14 | 0,15 | 0,16 | 0,16 | 0,15 | 0,14 | 0,11 | 0,08 | 0,04 | -    | -    |  |  |  |  |
| IV             | -    | 0,02 | 0,08 | 0,12 | 0,14 | 0,16 | 0,17 | 0,17 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,17 | 0,16 | 0,13 | 0,09 | 0,03 | -    |  |  |  |  |
| V              | -    | 0,06 | 0,09 | 0,13 | 0,14 | 0,17 | 0,17 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,17 | 0,16 | 0,11 | 0,07 | 0,03 | -    |  |  |  |  |
| VI             | 0,02 | 0,07 | 0,11 | 0,13 | 0,15 | 0,16 | 0,17 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,16 | 0,15 | 0,12 | 0,09 | 0,05 | 0,01 |  |  |  |  |
| VII            | -    | 0,06 | 0,10 | 0,13 | 0,15 | 0,17 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,17 | 0,16 | 0,15 | 0,12 | 0,08 | 0,04 | 0,01 |  |  |  |  |
| VIII           | -    | 0,04 | 0,09 | 0,12 | 0,14 | 0,16 | 0,17 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,17 | 0,16 | 0,13 | 0,10 | 0,06 | 0,02 |  |  |  |  |
| IX             | -    | 0,00 | 0,04 | 0,08 | 0,10 | 0,12 | 0,14 | 0,14 | 0,15 | 0,14 | 0,14 | 0,13 | 0,11 | 0,08 | 0,04 | -    | -    |  |  |  |  |
| X              | -    | -    | 0,02 | 0,06 | 0,08 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | 0,11 | 0,09 | 0,05 | -    | -    | -    |  |  |  |  |
| XI             | -    | -    | -    | 0,03 | 0,06 | 0,09 | 0,10 | 0,11 | 0,12 | 0,11 | 0,10 | 0,08 | 0,05 | 0,01 | -    | -    | -    |  |  |  |  |
| XII            | -    | -    | -    | 0,01 | 0,04 | 0,07 | 0,09 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,09 | 0,07 | 0,04 | -    | -    | -    | -    |  |  |  |  |

## Посёлок Терскол

| Посёлок Терскол |      | Часы |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |  |  |  |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|--|--|--|
| Месяц           | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   |  |  |  |  |
| I               | -    | -    | -    | -    | 0,04 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,04 | 0,01 | -    | -    | -    |  |  |  |  |
| II              | -    | -    | -    | 0,02 | 0,06 | 0,08 | 0,09 | 0,10 | 0,11 | 0,10 | 0,09 | 0,07 | 0,05 | 0,02 | -    | -    | -    |  |  |  |  |
| III             | -    | -    | 0,02 | 0,05 | 0,08 | 0,11 | 0,12 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | 0,11 | 0,09 | 0,07 | 0,05 | 0,02 | -    | -    |  |  |  |  |
| IV              | -    | 0,06 | 0,05 | 0,08 | 0,10 | 0,11 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,13 | 0,12 | 0,11 | 0,09 | 0,06 | 0,04 | 0,01 | -    |  |  |  |  |
| V               | -    | 0,03 | 0,06 | 0,09 | 0,11 | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,13 | 0,12 | 0,10 | 0,08 | 0,05 | 0,03 | -    |  |  |  |  |
| VI              | 0,01 | 0,04 | 0,06 | 0,08 | 0,10 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,11 | 0,09 | 0,07 | 0,05 | 0,03 | 0,01 |  |  |  |  |
| VII             | 0,01 | 0,03 | 0,05 | 0,07 | 0,09 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,07 | 0,05 | 0,03 | 0,01 |  |  |  |  |
| VIII            | -    | 0,02 | 0,04 | 0,06 | 0,08 | 0,09 | 0,10 | 0,10 | 0,11 | 0,10 | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,07 | 0,05 | 0,02 | -    |  |  |  |  |
| IX              | -    | -    | 0,03 | 0,05 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,06 | 0,04 | 0,02 | -    |  |  |  |  |
| X               | -    | -    | 0,02 | 0,04 | 0,05 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,04 | 0,02 | -    | -    | -    |  |  |  |  |
| XI              | -    | -    | -    | 0,02 | 0,04 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,06 | 0,05 | 0,03 | 0,01 | -    | -    | -    |  |  |  |  |
| XII             | -    | -    | -    | 0,01 | 0,03 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,05 | 0,03 | 0,01 | -    | -    | -    |  |  |  |  |

Пик Терскोल

| Месяц | Часы |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |  |  |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|--|--|
|       | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   |  |  |  |
| I     | -    | -    | -    | -    | 0,03 | 0,05 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,01 | -    | -    | -    |  |  |  |
| II    | -    | -    | -    | 0,02 | 0,05 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,06 | 0,3  | -    | -    | -    |  |  |  |
| III   | -    | -    | -    | 0,01 | 0,05 | 0,07 | 0,09 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,10 | 0,09 | 0,07 | 0,05 | 0,03 | -    | -    |  |  |  |
| IV    | -    | 0,01 | 0,05 | 0,07 | 0,09 | 0,11 | 0,12 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | 0,10 | 0,09 | 0,07 | 0,04 | 0,01 | -    |  |  |  |
| V     | -    | 0,03 | 0,07 | 0,08 | 0,10 | 0,11 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,13 | 0,11 | 0,09 | 0,08 | 0,05 | 0,02 | -    |  |  |  |
| VI    | 0,01 | 0,03 | 0,05 | 0,07 | 0,09 | 0,10 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,11 | 0,10 | 0,08 | 0,07 | 0,05 | 0,03 | 0,01 |  |  |  |
| VII   | -    | 0,03 | 0,05 | 0,07 | 0,08 | 0,10 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,11 | 0,10 | 0,08 | 0,07 | 0,05 | 0,03 | 0,01 |  |  |  |
| VIII  | -    | 0,01 | 0,04 | 0,06 | 0,07 | 0,09 | 0,10 | 0,10 | 0,11 | 0,10 | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,06 | 0,04 | 0,02 | -    |  |  |  |
| IX    | -    | -    | 0,03 | 0,05 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,04 | 0,02 | -    | -    |  |  |  |
| X     | -    | -    | 0,01 | 0,04 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,05 | 0,03 | -    | -    | -    |  |  |  |
| XI    | -    | -    | -    | 0,02 | 0,04 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,04 | 0,01 | -    | -    | -    |  |  |  |
| XII   | -    | -    | -    | 0,01 | 0,03 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,03 | -    | -    | -    | -    |  |  |  |

Ледовая База

| Месяц | Часы |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |  |  |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|--|--|
|       | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   |  |  |  |
| I     | -    | -    | -    | -    | 0,05 | 0,08 | 0,09 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,05 | 0,02 | -    | -    | -    |  |  |  |
| II    | -    | -    | -    | 0,03 | 0,06 | 0,09 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,10 | 0,08 | 0,04 | -    | -    | -    |  |  |  |
| III   | -    | -    | 0,01 | 0,05 | 0,08 | 0,10 | 0,11 | 0,12 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,11 | 0,09 | 0,06 | 0,02 | -    | -    |  |  |  |
| IV    | -    | 0,01 | 0,04 | 0,06 | 0,09 | 0,10 | 0,12 | 0,12 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | 0,11 | 0,10 | 0,07 | 0,04 | 0,01 | -    |  |  |  |
| V     | -    | 0,02 | 0,05 | 0,07 | 0,08 | 0,10 | 0,11 | 0,12 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | 0,11 | 0,09 | 0,07 | 0,05 | 0,02 | -    |  |  |  |
| VI    | 0,01 | 0,03 | 0,05 | 0,07 | 0,09 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,13 | 0,12 | 0,11 | 0,10 | 0,09 | 0,07 | 0,05 | 0,03 | 0,01 |  |  |  |
| VII   | -    | 0,03 | 0,05 | 0,05 | 0,09 | 0,10 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,11 | 0,10 | 0,08 | 0,07 | 0,05 | 0,02 | -    |  |  |  |
| VIII  | -    | 0,01 | 0,04 | 0,06 | 0,08 | 0,09 | 0,10 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,06 | 0,04 | 0,02 | -    |  |  |  |
| IX    | -    | -    | 0,03 | 0,06 | 0,07 | 0,09 | 0,10 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,05 | 0,02 | -    | -    |  |  |  |
| X     | -    | -    | 0,01 | 0,04 | 0,06 | 0,08 | 0,09 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,06 | 0,04 | -    | -    | -    |  |  |  |
| XI    | -    | -    | -    | 0,02 | 0,05 | 0,07 | 0,09 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,09 | 0,07 | 0,05 | 0,01 | -    | -    | -    |  |  |  |
| XII   | -    | -    | -    | 0,02 | 0,04 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,06 | 0,04 | -    | -    | -    | -    |  |  |  |

известно, что интенсивность рассеянной радиации с увеличением высоты солнца, при неизменной прозрачности и постоянном альbedo подстилающей поверхности, постепенно возрастает, а её градиент уменьшается.

Приведённые в таблице 18 величины рассеянной радиации хорошо согласуются с этим положением: Градиент для околополуденных сроков наблюдения меньше по сравнению с его дополуденными и послеполуденными значениями.

Зависимость  $D=f(h)$  для среднего состояния подстилающей поверхности района курорта Нальчик, аналитически представляется так:

$$D_0=0,022+0,0051h-0,00004h^2 \quad (IV.1)$$

Для посёлка Терскол в смчае подстилающей поверхности, покрытой снегом:

$$D_0=0,030+0,0040h-0,00003h^2 \quad (IV.2)$$

а в смчае отсутствия снежного покрова:

$$D_0=0,015+0,0028h-0,00002h^2 \quad (IV.3)$$

Для Пика Терскол в смчае снежного покрова

$$D_0=0,032+0,0038h-0,00003h^2 \quad (IV.4)$$

а в смчае отсутствия снежного покрова

$$D_0=0,004+0,0034h-0,00003h^2 \quad (IV.5)$$

Для Ледовой базы в смчае отсутствия снежного покрова

$$D_0=0,024+0,0034h-0,00003h^2 \quad (IV.6)$$

а в смчае снежного покрова

$$D_0=0,027+0,0046h-0,00004h^2 \quad (IV.7)$$

В этих выражениях  $h$  изменяется от 10 да 70° включительно.  $D$  выражена в кал/см<sup>2</sup> мин.

В таблице 19 приведены средние величины рассеянной радиации в зависимости от высоты солнца в смчае снега и без

него, а также величины отношения  $\frac{D_c - D_0}{D_0}$  (%), где  $D_c$  –

интенсивность рассеянной радиации при подстилающей поверхности, покрытой снегом, а  $D_0$  – в смчае отсутствия снежного покрова, при той же высоте солнца, что и  $D_c$ . Максимальное увеличение интенсивности рассеянной радиации в смчае снега наблюдается в посёлке Терскол и на Пике Терскол. На Ледовой базе увеличение интенсивности рассеянной

радиации от снега-ледниковых полей Эльбруса наблюдается целый год, этим объясняется сравнительно, (по сравнению с посёлком Терскол и Пиком Терскол), небольшое возрастание интенсивности рассеянной радиации за холодный период года по сравнению с тёплым (VII-VIII).

Как известно, в равнинных районах с увеличением интенсивности рассеянной радиации коэффициент прозрачности уменьшается и наоборот. Впервые на это обстоятельство было указано Н.Н.Калитиным в 1919 году. Аналогичный результат был помцен А.Т. Батыгиной в 1928 году по наблюдениям в безоблачные дни в Слуцке /6/. Нами было проведено сопоставление между дневными ходами интенсивности рассеянной радиации и коэффициентом прозрачности на Большом Кавказе и оказалось, что в горных условиях характер изменения величины интенсивности рассеянной радиации в зависимости от изменения коэффициента прозрачности в некоторых смряях совершенно отличен от характера его изменения в равнинных условиях.

Таблица 19

Средние величины рассеянной радиации в смряе ясного неба на северном склоне Большого Кавказа (кал/см<sup>2</sup>мин)

| Пункт              | D  | Высота солнца |       |       |       |       |       |       |
|--------------------|----|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                    |    | 5             | 10    | 15    | 20    | 25    | 30    | 35    |
| Нальчик            | D  | 0,045         | 0,070 | 0,090 | 0,110 | 0,125 | 0,140 | 0,150 |
| Посёлок терскол    | Do | 0,017         | 0,036 | 0,052 | 0,065 | 0,075 | 0,083 | 0,090 |
|                    | Dc | 0,033         | 0,055 | 0,077 | 0,095 | 0,112 | 0,126 | 0,136 |
|                    | %  | 94            | 53    | 42    | 46    | 49    | 52    | 51    |
| Пик Терскол        | Do | 0,28          | 0,043 | 0,055 | 0,063 | 0,070 | 0,078 | 0,083 |
|                    | Dc | 0,057         | 0,071 | 0,085 | 0,095 | 0,109 | 0,118 | 0,128 |
|                    | %  | 100           | 65    | 55    | 51    | 56    | 51    | 54    |
| Ледовая база       | Do | 0,060         | 0,075 | 0,090 | 0,110 | 0,115 | 0,120 | 0,125 |
|                    | Dc | 0,040         | 0,055 | 0,070 | 0,090 | 0,095 | 0,100 | 0,105 |
|                    | %  | 50            | 37    | 25    | 22    | 21    | 20    | 19    |
| Седловина Эльбруса | Dc | -             | -     | 0,035 | 0,065 | 0,085 | 0,110 | 0,127 |
| Пункт              | D  | Высота солнца |       |       |       |       |       |       |

|                       |           | 35    | 40    | 45    | 50    | 55    | 60    | 65    | 70    |
|-----------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Нальчик               | <i>D</i>  | 0,150 | 0,159 | 0,163 | 0,170 | 0,170 | 0,175 | 0,175 | 0,175 |
| Посёлок<br>терскол    | <i>Do</i> | 0,090 | 0,095 | 0,100 | 0,101 | 0,107 | 0,111 | 0,111 | 0,111 |
|                       | <i>Dc</i> | 0,136 | 0,144 | 0,149 | 0,158 | 0,156 | 0,159 | 0,161 | 0,165 |
|                       | %         | 51    | 52    | 49    | 56    | 46    | 43    | 45    | 50    |
| Пик<br>Терскол        | <i>Do</i> | 0,083 | 0,086 | 0,091 | 0,093 | 0,098 | 0,100 | 0,101 | 0,102 |
|                       | <i>Dc</i> | 0,128 | 0,136 | 0,142 | 0,149 | 0,153 | 0,151 | 0,150 | 0,152 |
|                       | %         | 54    | 58    | 56    | 60    | 56    | 51    | 49    | 49    |
| Ледовая<br>база       | <i>Do</i> | 0,125 | 0,140 | 0,145 | 0,145 | 0,150 | 0,155 | 0,160 | -     |
|                       | <i>Dc</i> | 0,105 | 0,110 | 0,112 | 0,114 | 0,115 | 0,120 | 0,125 | -     |
|                       | %         | 19    | 27    | 29    | 27    | 30    | 25    | 28    | -     |
| Седловина<br>Эльбруса | <i>Dc</i> | 0,127 | 0,145 | 0,155 | 0,165 | 0,175 | 0,180 | 0,185 | -     |

Кривые дневного хода рассеянной радиации и коэффициента прозрачности иногда следуют друг за другом, а в большинстве случаев их ход является совершенно противоположным. Увеличение интенсивности рассеянной радиации с уменьшением величины коэффициента прозрачности, наблюдается в летнее время на курорте Нальчик (предгорные равнины Северного Кавказа) и на Пике Терскол (высокогорное плато). А увеличение интенсивности рассеянной радиации с увеличением коэффициента прозрачности наблюдается в зимнее время на обсерватории Терскол (посёлок Терскол, Пик Терскол и ледовая база) и в летнее время – в посёлке Терскол, когда перед склоном, на котором ведутся наблюдения, расположен хорошо освещённый другой склон. Таким образом, на северном склоне большого Кавказа не всегда с увеличением интенсивности рассеянной радиации происходит уменьшение коэффициента прозрачности. Этот эффект аномального увеличения рассеянной радиации при постоянном коэффициенте прозрачности играет существенную роль в перераспределении рассеянной радиации в сложных орографических условиях горных и высокогорных районов. По данным наблюдений были установлены виды зависимости интенсивности рассеянной радиации при безоблачном небе от фактора мутности на северном склоне Большого Кавказа. Для этой цели были использованы данные многолетних наблюдений над интенсивностью рассеянной

радиации, за исключением месяцев со снежным покровом. Для Ледовой базы такая зависимость не строилась ввиду того, что в течение целого года на величину рассеянной радиации здесь большое внимание оказывают покрытые снегом и льдом склоны Эльбруса. Для характеристики мутности атмосферы здесь использован фактор мутности Линке. С увеличением фактора мутности во всех смаях наблюдается увеличение интенсивности рассеянной радиации.

Сопоставление величин рассеянной радиации и фактора мутности проводилось различными исследователями: например, Борком /13/, Рейцом /69/, Е.П.Барашковой /5/. Характер зависимости  $D_0=f(T)$  у этих исследователей помнился различным: Рейц помнил прямолинейную зависимость, у Борка с увеличением фактора мутности рост рассеянной радиации усиливается, а по данным Е.П.Барашковой по мере увеличения фактора мутности рост рассеянной радиации замедляется.

По нашим данным для Пика Терскол зависимость  $D_0=f(T)$  имеет вид параболы и аналитически выражается так:

$$D_0=0,038 + 0,008T+0,0045T^2 \quad (IV.8)$$

для посёлка Терскол эту зависимость аналитически можно представить так

$$D_0=0,039 + 0,007T+0,0045T^2 \quad (IV.9)$$

А для курорта Нальчик

$$D_0=0,035 + 0,040T+0,0153T^2 \quad (IV.10)$$

Многообразие видов зависимости  $D_0=f(T)$  в различных районах обусловлено разной ролью поглощения и рассеяния в общем ослаблении радиации.

Известно, что на равнине величины дневных и месячных сумм рассеянной радиации при ясном небе определяются продолжительностью солнечного сияния и физическим свойствам подстилающей поверхности и атмосферы. Вгорных и высокогорных районах на величины этих сумм сказывается влияние орографического фактора. Орографический фактор может влиять на продолжительность солнечного сияния, а также на характер радиационного взаимодействия между склонами, что в конечном итоге всё это влияет на величины приходящей рассеянной радиации. В связи с этим, в условиях горного рельефа на одной и той же абсолютной высоте в одно и то же время

могут наблюдаться различные величины интенсивности рассеянной радиации, а также её дневных и месячных сумм. Величины месячных сумм рассеянной радиации приведены в таблице 20. Они рассчитаны, как в случае естественной закрытости горизонта, так и в случае открытого горизонта. Величины дневных сумм рассчитывались путём суммирования часовых сумм. В таблице 20 в последних четырёх столбцах приведены величины отношения месячных сумм к величине годовой суммы. На рис.8 представлен годовой ход вклада месячных сумм рассеянной радиации в её годовую сумму в случае естественной закрытости горизонта на северном склоне Большого Кавказа.

Максимальные величины отношения  $\frac{\sum_m D_0}{\sum_2 D_0} \%$  на

курорте Нальчик (Долинск) наблюдаются в летние месяцы. Главным фактором, определяющим вид этой кривой, является естественное помутнение атмосферы. Годовой ход отношения этих сумм для посёлка Терскол определяется двумя факторами: годовым ходом альbedo склонов (режим снежного покрова) и годовым ходом помутнения атмосферы. Максимальный вклад месячной суммы в годовую сумму наблюдается в мае, когда снежный покров ещё не сошёл со склонов долины и в августе, когда снега уже нет на склонах, но помутнения атмосферы стало максимальным. В холодный период года величины отношения этих сумм для посёлка Терскол являются минимальными по сравнению с другими пунктами наблюдения, что является результатом влияния большой закрытости горизонта. Годовой

ход отношения  $\frac{\sum_m D_0}{\sum_2 D_0} \%$  для Пика Терскол имеет такой же вид,

как для посёлка Терскол, но пик этого отношения для августа более сглажен.

Вид кривой отношения  $\frac{\sum_m D_0}{\sum_2 D_0} \%$  для Ледовой базы совпадает с

её видом для курорта Нальчик, это объясняется тем, что в тече-

ние 10 месяцев господствующей подстилающей поверхностью здесь является поверхность снежного покрова, а естественное помутнение атмосферы в увеличении интенсивности рассеянной радиации здесь играет второстепенную роль. Максимум отношения

$\frac{\sum_m D_0}{\sum_2 D_0} \%$  в сентябре- октябре является следствием

становления устойчивого снежного покрова на этих высотах. Если в смрае ясного неба с увеличением высоты местности, при прочих равных условиях, величина интенсивности рассеянной радиации в горных условиях убывает, то при действительных условиях облачности с увеличением высоты местности величина рассеянной радиации увеличивается. по данным Дирмхирн /68/, при облачности на высоте 3000 м суточная сумма рассеянной радиации увеличивается в 2-3 раза по сравнению с её значениями на низинных станциях, что обусловлено уменьшением поглощательной и увеличением рассеивающей способностей облачного покрова на больших высотах над уровнем моря.

Зависимость интенсивности рассеянной радиации от высоты солнца для облачности верхнего, среднего и нижнего ярусов в количестве 1,5, 10 баллов на курорте Нальчик приведена в таб. 21. Эта зависимость для курорта Нальчик такова же, как и для Караганда /4/, Павловска /23/ и Ялты /24/. Для облачности верхнего яруса максимальные величины рассеянной радиации поммаются в смрае облачности в количестве 10 баллов, а для облачности нижнего и среднего ярусов – в смрае облачности в количестве 9 баллов. Считая, что характер зависимости рассеянной радиации от высоты солнца для всех ярусов облачности на курорте Нальчик таков же, как на других равнинных станциях (Пятигорск, Ялта и др.) Советского Союза,



Таблица 20

Величины месячных и годовых сумм рассеянной радиации на северном склоне Большого Кавказа в  
случае ясного неба (ккал/см<sup>2</sup>)

Естественная закрытость горизонта

| Месяц | Пункт наблюдения |                    |                |                 |         |                    |                |                 |                |                 |                |
|-------|------------------|--------------------|----------------|-----------------|---------|--------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
|       | Нальчик          | Посёлок<br>Терекол | Пик<br>Терекол | Ледовая<br>база | Нальчик | Посёлок<br>Терекол | Пик<br>Терекол | Ледовая<br>база | Пик<br>Терекол | Ледовая<br>база | Золот-<br>ушка |
| I     | 2                | 3                  | 4              | 5               | 6       | 7                  | 8              | 9               | 10             |                 |                |
| I     | 1,5              | 0,6                | 1,0            | 1,4             | 4,7     | 3,2                | 5,1            | 6,4             | 1,5            |                 |                |
| II    | 2,0              | 1,1                | 1,2            | 1,5             | 6,3     | 5,9                | 6,1            | 6,8             | 1,9            |                 |                |
| III   | 2,7              | 1,8                | 1,8            | 1,9             | 8,5     | 9,7                | 9,1            | 8,8             | 2,1            |                 |                |
| IV    | 3,6              | 2,1                | 2,2            | 2,2             | 11,3    | 11,3               | 11,1           | 10,1            | 3,4            |                 |                |
| V     | 3,4              | 2,5                | 2,5            | 2,3             | 11,6    | 13,5               | 12,7           | 10,6            | 3,5            |                 |                |
| VI    | 3,8              | 2,2                | 2,3            | 2,3             | 11,9    | 11,9               | 11,7           | 10,6            | 3,8            |                 |                |
| VII   | 3,7              | 2,0                | 2,2            | 2,2             | 11,6    | 10,8               | 11,1           | 10,1            | 3,8            |                 |                |
| VIII  | 3,5              | 2,4                | 1,9            | 2,0             | 10,9    | 13,0               | 9,6            | 9,2             | 3,4            |                 |                |
| IX    | 2,5              | 1,4                | 1,5            | 1,8             | 7,8     | 7,6                | 7,6            | 8,3             | 2,3            |                 |                |
| X     | 2,0              | 1,1                | 1,3            | 1,6             | 6,3     | 5,9                | 6,6            | 7,4             | 1,8            |                 |                |
| XI    | 1,5              | 0,7                | 1,0            | 1,3             | 4,7     | 3,8                | 5,1            | 6,0             | 1,4            |                 |                |
| XII   | 1,4              | 0,6                | 0,8            | 1,2             | 4,4     | 3,2                | 4,0            | 5,5             | 1,4            |                 |                |
| Год   | 31,9             | 18,5               | 19,7           | 21,7            | -       | -                  | -              | -               | 30,3           |                 |                |



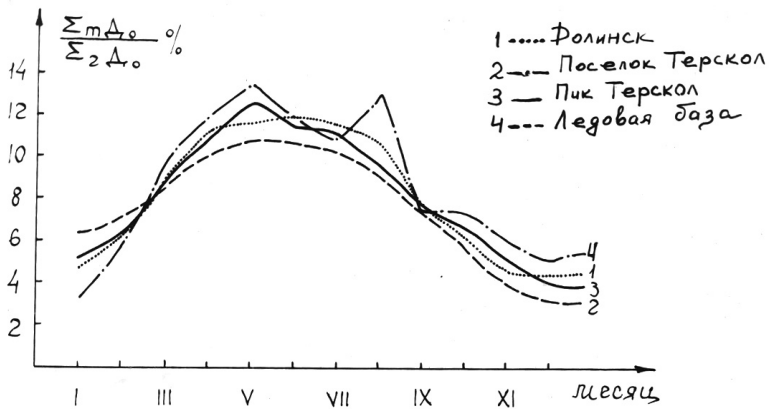


Рис.8. Годовой ход отношения  $\frac{\sum_m D_0}{\sum_2 D_0} \%$  в смрае ясного неба на северном склоне большого Кавказа.

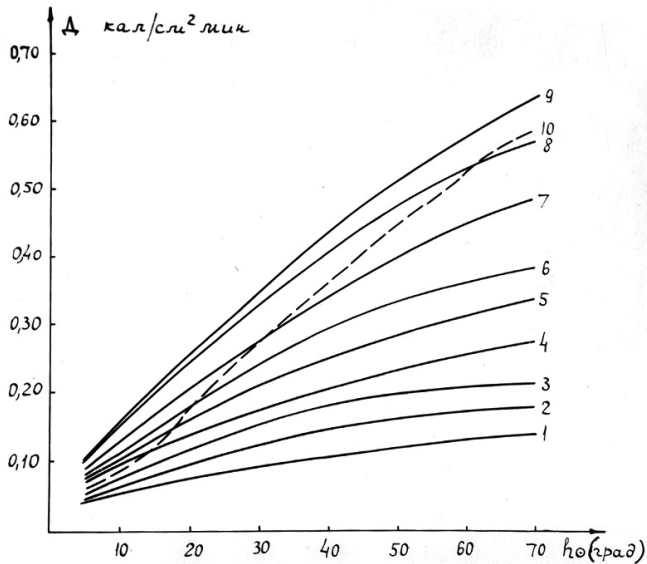


Рис.9. Зависимости  $D = f(h_0)$  для облачности нижнего яруса в пос. Терскол (подстилающая поверхность без снега).

мы здесь не приводим зависимость  $D = f(h)$  для остальных баллов облачности. обстоятельное исследование рассеянной радиации в зависимости от облачности в Пятигорске дано в работе /58/. Выводы, помпненные в этой работе относительно зависимости величин рассеянной радиации в смчае различных форм облачности от высоты солнца, являются характерными для курорта Нальчик ввиду близости этих пунктов и идентичности физико-географических условий.

В смчае облачности в количестве 10 баллов зависимость интенсивности рассеянной радиации от высоты солнца аналитически можно представить так:

Для облачности верхнего яруса:

$$D = -0,005 + 0,0108h - 0,00007h^2, \quad (IV.11)$$

для облачности среднего яруса:

$$D = -0,078 + 0,0142h - 0,00008h^2, \quad (IV.12)$$

для облачности нижнего яруса:

$$D = 0,006h - 0,020, \quad (IV.13)$$

величина среднего квадратичного отклонения между рассчитанной и экспериментальной кривыми в смчае облачности верхнего яруса (IV.11) составляет 0,03.

Зависимость интенсивности рассеянной радиации при различных баллах облачности нижнего яруса и вертикального развития от высоты солнца в посёлке Терскол в смчае подстилающей поверхности без снежного покрова представлена на рис. 9. Как видно из рис.9, в смчае облачности в количестве 8-9 баллов рассеянная радиация при равных высотах солнца больше, чем в смчае облачности в количестве 10 баллов. Интересно отметить, что максимальные величины интенсивности рассеянной радиации для облачности нижнего яруса по наблюдениям в восточных Альпах помпились именно в смчае 8-9 баллов /69/. Величины являются осреднёнными. с увеличением количества облачности амплитуда изменения величин рассеянной радиации возрастает. Минимальные величины амплитуды изменения рассеянной радиации наблюдаются для

таблица 21  
Интенсивность рассеянной радиации в случае облачности различных ярусов на курорте Нальчик  
(кал/см<sup>2</sup>·мин) (Среднее состояние подстилающей поверхности)

|                       |      | Высота солнца (град.) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------|------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                       |      | 5                     | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   | 50   | 55   | 60   | 65   | 70   |
| Облачность<br>(баллы) |      |                       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1                     | 0,03 | 0,07                  | 0,10 | 0,12 | 0,14 | 0,15 | 0,16 | 0,17 | 0,19 | 0,20 | 0,21 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,23 |
| 5                     | 0,03 | 0,08                  | 0,12 | 0,16 | 0,19 | 0,21 | 0,24 | 0,26 | 0,27 | 0,29 | 0,30 | 0,31 | 0,32 | 0,34 |      |
| 10                    | 0,03 | 0,05                  | 0,08 | 0,11 | 0,14 | 0,17 | 0,20 | 0,22 | 0,26 | 0,29 | 0,32 | 0,34 | 0,37 | 0,38 |      |

Средний ярус

|                       |      | Высота солнца (град.) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------|------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                       |      | 5                     | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   | 50   | 55   | 60   | 65   |
| Облачность<br>(баллы) |      |                       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1                     | 0,02 | 0,05                  | 0,09 | 0,11 | 0,13 | 0,15 | 0,16 | 0,18 | 0,20 | 0,22 | 0,24 | 0,25 | 0,26 | 0,27 |
| 5                     | 0,03 | 0,07                  | 0,10 | 0,13 | 0,16 | 0,19 | 0,22 | 0,25 | 0,27 | 0,30 | 0,32 | 0,34 | 0,35 | 0,36 |
| 10                    | 0,04 | 0,08                  | 0,12 | 0,18 | 0,22 | 0,27 | 0,31 | 0,35 | 0,39 | 0,43 | 0,46 | 0,49 | 0,51 | 0,53 |

Верхний ярус

|                       |      | Высота солнца (град.) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------|------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                       |      | 5                     | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   | 50   | 55   | 60   | 65   |
| Облачность<br>(баллы) |      |                       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1                     | 0,04 | 0,07                  | 0,10 | 0,12 | 0,13 | 0,15 | 0,16 | 0,18 | 0,19 | 0,20 | 0,21 | 0,21 | 0,22 | 0,22 |
| 5                     | 0,05 | 0,08                  | 0,10 | 0,13 | 0,14 | 0,16 | 0,17 | 0,19 | 0,21 | 0,22 | 0,23 | 0,24 | 0,25 | 0,26 |
| 10                    | 0,05 | 0,10                  | 0,15 | 0,19 | 0,23 | 0,26 | 0,29 | 0,31 | 0,34 | 0,36 | 0,38 | 0,40 | 0,41 | 0,41 |

облачности в количестве 1 балла, максимальные – для облачности в количестве 10 баллов. Например, при высоте солнца равной  $40^{\circ}$ , в первом смѐе амплитуда изменения интенсивности рассеянной радиации составляет  $0,13 \text{ кал/см}^2 \text{ мин}$ , а во втором смѐе –  $0,050 \text{ кал/см}^2 \text{ мин}$ . При облачности в количестве 8-9 баллов интенсивность рассеянной радиации для больших высот солнца ( $h \geq 60^{\circ}$ ) может быть более чем в 5 раз больше, чем в смѐе ясного неба.

Аналитически зависимость интенсивности рассеянной радиации от высоты солнца, при облачности нижнего яруса и вертикального развития В посѐлке Терскол в смѐе подстилающей поверхности без снежного покрова, можно представить так: для одного балла

$$D_1 = 0,063 + 0,0005h + 0,00001h^2, \quad (\text{IV.14})$$

для двух баллов

$$D_2 = 0,021 + 0,044h - 0,00003h^2, \quad (\text{IV.15})$$

для трёх баллов

$$D_3 = 0,033 + 0,0054h - 0,00004h^2, \quad (\text{IV.16})$$

для четырёх баллов

$$D_4 = 0,050 + 0,0050h - 0,00003h^2, \quad (\text{IV.17})$$

для пяти баллов

$$D_5 = 0,055 + 0,0062h - 0,00003h^2, \quad (\text{IV.18})$$

для шести баллов

$$D_6 = 0,034 + 0,0085h - 0,00005h^2, \quad (\text{IV.19})$$

для семи баллов

$$D_7 = 0,070 + 0,0075h - 0,00002h^2, \quad (\text{IV.20})$$

для восьми баллов

$$D_8 = 0,026 + 0,0126h - 0,00007h^2, \quad (\text{IV.21})$$

для девяти баллов

$$D_9 = 0,048 + 0,0113h - 0,00004h^2, \quad (\text{IV.22})$$

для десяти баллов

$$D_{10} = 0,034 + 0,0116h - 0,00004h^2, \quad (\text{IV.23})$$

Величина среднего квадратичного отклонения для рассчитанной и экспериментальной кривых в смѐе облачности в 10 баллов составляет  $0,037$ .

Зависимость интенсивной рассеянной радиации от высоты солнца для различных баллов облачности среднего и верхнего ярусов в смѐе подстилающей поверхности без снежного покрова

в посёлке Терскол приведена на рис. 10 и 11, как видно из рис.10 и 11, в смчае облачности верхнего и среднего ярусов с увеличением высоты солнца и количества облачности интенсивность рассеянной радиации увеличивается и достигает максимальных величин для облачности в количестве 10 баллов. Зависимость интенсивности рассеянной радиации от высоты солнца имеет вид параболы, за исключением десятибалльной облачности нижнего яруса, для которой эта зависимость приближённо представляется, как линейная функция от высоты солнца. максимальное увеличения интенсивности рассеянной радиации в посёлке Терскол в смчае одинаковых высот солнца и балла облачности наблюдается для облачности среднего яруса. В то время, как для облачности верхнего яруса в количестве 10 баллов при высоте солнца  $60^0$  и более увеличение интенсивности рассеянной радиации по сравнению с ясным небом наблюдается в 3,5 раза, для облачности среднего яруса при тех же условиях это увеличение наблюдается более чем в 6 раз.

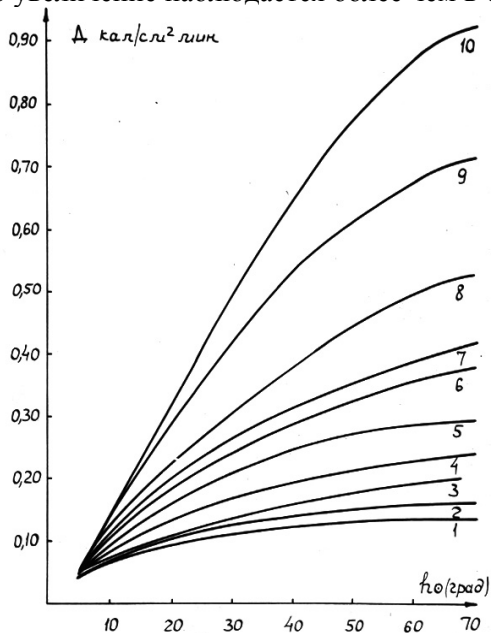


Рис.10. Зависимость  $D=f(h_0)$  для облачности среднего яруса в пос. Терскол ( подстилающая поверхность без снега)

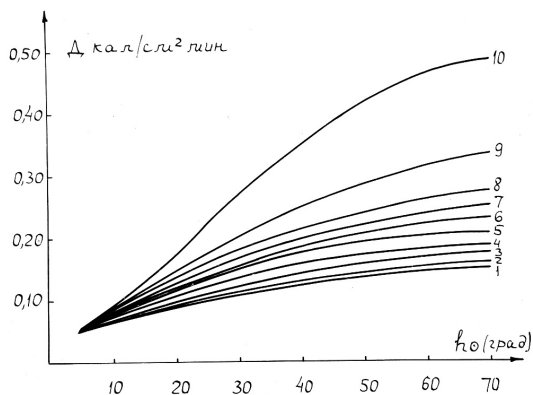


Рис.11 зависимость  $D=f(h_0)$  для облачности верхнего яруса в пос. Терскол ( подстилающая поверхность без снега).

Зависимость интенсивности рассеянной радиации от высоты солнца в смеае облачности нижнего яруса для подстилающей поверхности, покрытой снегом в посёлке Терскол представлена на рис. 12.

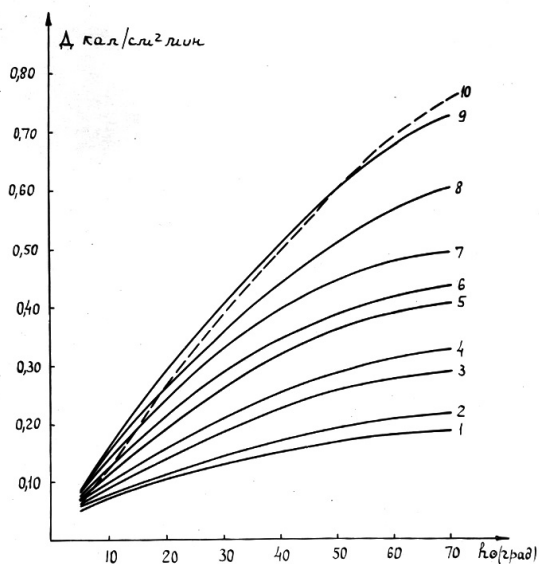


Рис.12. Зависимость  $D=f(h_0)$  для облачности нижнего яруса в пос. Терскол (подстилающая поверхность покрыта снегом)



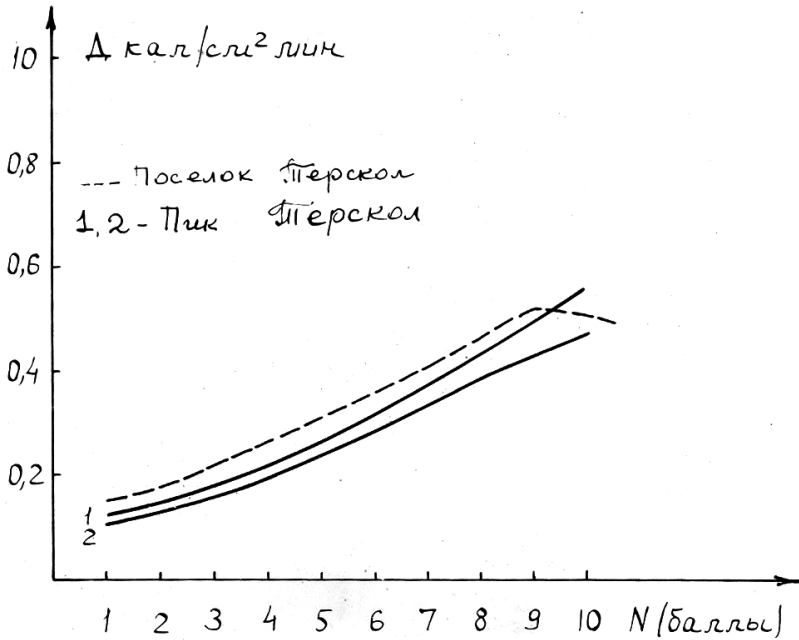


Рис.13. Зависимость  $D=f(N)$  при  $h_0=40^0$  в пос. Терскол (1) и на Пике Терскол (2).

средние величины рассеянной радиации для облачности нижнего яруса при одинаковых высотах солнца и равном количестве облачности в смчае подстилающей поверхности, покрытой снегом, гораздо больше, чем в смчае подстилающей поверхности, свободной от снега. Здесь сказывается влияние большой отражательной способности снежного покрова на увеличение потока рассеянной радиации, а также эффекта многократного отражения рассеянной радиации от поверхности снежного покрова к нижнему основанию облачного покрова и наоборот. при снежном покрове для облачности нижнего яруса и вертикального развития может наблюдаться почти пятикратное увеличение рассеянной радиации по сравнению с ясным небом. Если при низких высотах солнца ( $5-10^0$ ) увеличение рассеянной радиации наблюдается в 2 раза, то при больших высотах это увеличение происходит более чем в 4,5 раза.

Максимальные величины рассеянной радиации в посёлке Терскол наблюдаются в смъае облачности среднего и нижнего ярусов, минимальные в смъае облачности верхнего яруса.

В предгорной равнинной части Большого Кавказа на примере данных наблюдений в Пятигорске и Нальчике облака различных ярусов по их рассеивающей способности можно расположить так: на первом месте стоит облачность среднего яруса, на втором облачность верхнего яруса и на последнем – облачность нижнего яруса, как слоистых, так и конвективных. Перестановка местами облачности верхнего и нижнего ярусов по их рассеивающей способности на северном склоне Большого Кавказа вызвана уменьшением мощности облачного покрова нижнего яруса с увеличением абсолютной высоты места наблюдения. В некоторых смъаях для достаточно больших высот солнца ( $h \geq 40^0$ ) и при устойчивом снежном покрове, величины интенсивности рассеянной радиации для облачности нижнего яруса ( $St, Sc$ ) оказываются даже больше, чем для облачности среднего яруса.

Зависимость интенсивности рассеянной радиации от высоты солнца для облачности нижнего яруса и вертикального развития в отсутствии снега на Пике Терскол приведена в табл. 22. Для этой облачности средние величины интенсивности рассеянной радиации при снежном покрове достигают  $0,8$  кал/см<sup>2</sup> мин, а без снежного покрова –  $0,07$  кал/см<sup>2</sup> мин. С увеличением количества облачности величины рассеянной радиации всё время увеличиваясь, достигают максимума при облачности 10 баллов. В отличие от предгорных районов Северного Кавказа, а также от посёлка Терскол, для которых максимальное значение рассеянной радиации помъаются в смъае облачности нижнего яруса в количестве 9 баллов, на Пике Терскол её максимальные величины помъаются в смъае облачности в количестве 10 баллов.

Таблица 22

интенсивность рассеянной радиации в случае облачности нижнего яруса и вертикального развития на Пике Терскол (кал/см<sup>2</sup>·мин)

| Облачность<br>(баллы) | Высота солнца, $h_0$ град |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                       | 5                         | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   | 50   | 55   | 60   | 65   | 70   |
| 1                     | 0,04                      | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,10 | 0,10 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,14 |
| 2                     | 0,04                      | 0,06 | 0,08 | 0,10 | 0,11 | 0,12 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,15 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,17 |
| 3                     | 0,06                      | 0,08 | 0,08 | 0,10 | 0,12 | 0,13 | 0,14 | 0,15 | 0,16 | 0,16 | 0,17 | 0,18 | 0,18 | 0,18 |
| 4                     | 0,07                      | 0,09 | 0,12 | 0,14 | 0,16 | 0,18 | 0,18 | 0,20 | 0,21 | 0,22 | 0,23 | 0,24 | 0,24 | 0,25 |
| 5                     | 0,07                      | 0,10 | 0,14 | 0,16 | 0,18 | 0,20 | 0,22 | 0,24 | 0,25 | 0,26 | 0,28 | 0,28 | 0,29 | 0,30 |
| 6                     | 0,08                      | 0,11 | 0,14 | 0,18 | 0,20 | 0,23 | 0,26 | 0,28 | 0,30 | 0,32 | 0,34 | 0,36 | 0,38 | 0,38 |
| 7                     | 0,08                      | 0,12 | 0,15 | 0,20 | 0,24 | 0,26 | 0,29 | 0,32 | 0,34 | 0,36 | 0,39 | 0,42 | 0,42 | 0,45 |
| 8                     | 0,07                      | 0,12 | 0,17 | 0,22 | 0,28 | 0,33 | 0,38 | 0,42 | 0,46 | 0,50 | 0,54 | 0,57 | 0,60 | 0,62 |
| 9                     | 0,06                      | 0,12 | 0,18 | 0,24 | 0,30 | 0,35 | 0,39 | 0,44 | 0,48 | 0,51 | 0,55 | 0,59 | 0,62 | 0,65 |
| 10                    | 0,06                      | 0,10 | 0,19 | 0,24 | 0,31 | 0,37 | 0,42 | 0,46 | 0,51 | 0,55 | 0,60 | 0,64 | 0,67 | 0,70 |

Зависимость интенсивности рассеянной радиации от количества облачности при высоте солнца, равной  $40^{\circ}$  на различных высотах над уровнем море (2150 и 3100 м) приведена на рис. 13. Рис.13 подтверждает вид гипотетической кривой  $D=f(N)$  для высоты 3100 м о существовании которой указывалось рядом авторов /31/. Зависимость интенсивности рассеянной радиации от высоты солнца в смчае облачности нижнего яруса и вертикального развития для подстилающей поверхности, покрытой снегом, на Пике Терскол аналитически можно выразить так:

для одного балла

$$D_1=0,025+0,0037h-0,00003h^2, \quad (IV.24)$$

для двух баллов

$$D_2=0,036+0,044h-0,00003h^2, \quad (IV.25)$$

для трёх баллов

$$D_3=0,050+0,0045h-0,00003h^2, \quad (IV.26)$$

для четырёх баллов

$$D_4=0,043+0,0059h-0,00004h^2, \quad (IV.27)$$

для пяти баллов

$$D_5=0,016+0,0082h-0,00005h^2, \quad (IV.28)$$

для шести баллов

$$D_6=0,035+0,0086h-0,00004h^2, \quad (IV.29)$$

для семи баллов

$$D_7=0,062+0,0091h-0,00004h^2, \quad (IV.30)$$

для восьми баллов

$$D_8=-0,064+0,0184h-0,00001h^2, \quad (IV.31)$$

для девяти баллов

$$D_9=-0,064+0,0151h-0,00006h^2, \quad (IV.32)$$

для десяти баллов

$$D_{10}=-0,046+0,0169h-0,00006h^2, \quad (IV.33)$$

Зависимость интенсивности рассеянной радиации от высоты солнца для облачности среднего и верхнего ярусов на пике Терскол приведена в таблице 23 (Средний ярус). Средняя интенсивность рассеянной радиации на Пике Терскол максимальные значения принимает в смчае облачности нижнего яруса и вертикального развития, минимальные – в смчае облачности верхнего яруса. таким образом, процесс увеличения рассеянной радиации при облачности нижнего яруса и вертикального

развития с увеличением абсолютной высоты на северном склоне Большого Кавказа усиливается.

Величины отношения для всех ярусов облачности в смрае снежного покрова больше, чем в смрае подстилающей поверхности без снега. Максимальные величины этого отношения наблюдаются при больших высотах солнца. Возрастание величин отношения при изменении высоты солнца от  $5^\circ$  до  $70^\circ$ , наблюдается для облачности нижнего яруса и вертикального развития (без снега) от 1,4 до 5,5 и в смрае снежного покрова – от 1,2 до 6,5, для облачности среднего яруса – 1,2 до 7,4 и для облачности верхнего яруса – от 1,4 до 4,3. С увеличением количества облачности при низких высотах солнца величины этого отношения возрастают мало, при больших высотах солнца увеличение происходит от 4 (верхний ярус) до 7 раз (средний ярус).

Зависимость интенсивности рассеянной радиации от высоты солнца для облачности нижнего яруса и вертикального развития на Ледовой базе приведена на рис. 15.

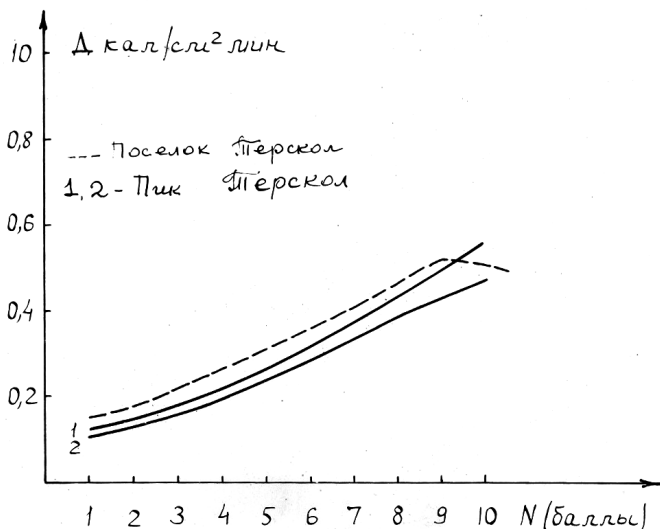


Рис 14. Зависимость  $D=f(h_0)$  для облачности верхнего яруса на Пике Терскол

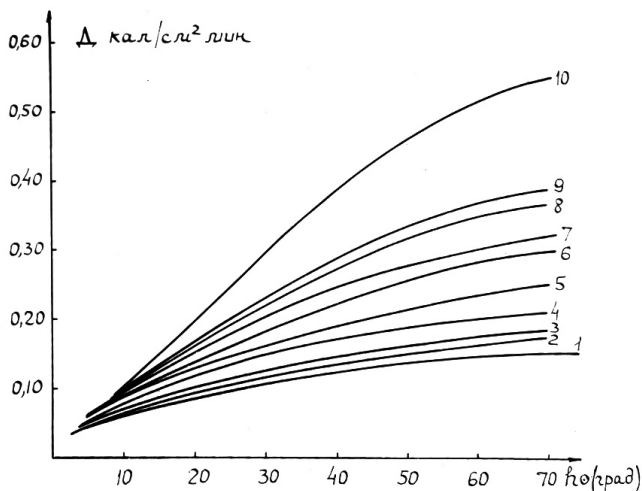


Рис. 15 . Зависимость  $D=f(h_0)$  для облачности нижнего яруса на Ледовой базе

Зависимость  $D=f(h)$  На ледовой базе имеет вид параболы. Зависимость  $D=f(h_0)$  в смчае облачности нижнего яруса и вертикального развития на Ледовой базе аналитически представляется так:

для облачности в количестве одного балла:

$$D_1=0,026+0,00035h+0,00003h^2, \quad (IV.34)$$

для двух баллов

$$D_2=0,020+0,050h-0,00004h^2, \quad (IV.35)$$

для трёх баллов

$$D_3=0,022+0,0058h-0,00004h^2, \quad (IV.36)$$

для четырёх баллов

$$D_4=0,035+0,0068h-0,00005h^2, \quad (IV.37)$$

для пяти баллов

$$D_5=0,039+0,0065h-0,00002h^2, \quad (IV.38)$$

для шести баллов

$$D_6=0,097+0,00151h-0,00001h^2, \quad (IV.39)$$

для семи баллов

$$D_7=-0,002+0,0084h+0,00001h^2, \quad (IV.40)$$

Таблица 23

Интенсивность рассеянной радиации в случае облачности среднего яруса на  
Пике Терскол (кал/см<sup>2</sup>мин)

| Облачность<br>(баллы) | Высота солнца, $h_0$ град |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                       | 5                         | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   | 50   | 55   | 60   | 65   | 70   |
| 1                     | 0,04                      | 0,06 | 0,08 | 0,09 | 0,10 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,14 |
| 2                     | 0,04                      | 0,07 | 0,08 | 0,10 | 0,11 | 0,12 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| 3                     | 0,05                      | 0,08 | 0,10 | 0,11 | 0,12 | 0,14 | 0,14 | 0,16 | 0,17 | 0,18 | 0,19 | 0,20 | 0,20 | 0,21 |
| 4                     | 0,05                      | 0,08 | 0,11 | 0,13 | 0,15 | 0,16 | 0,18 | 0,19 | 0,21 | 0,22 | 0,22 | 0,23 | 0,24 | 0,25 |
| 5                     | 0,05                      | 0,09 | 0,13 | 0,16 | 0,19 | 0,21 | 0,23 | 0,24 | 0,26 | 0,27 | 0,28 | 0,29 | 0,29 | 0,30 |
| 6                     | 0,05                      | 0,10 | 0,15 | 0,18 | 0,22 | 0,24 | 0,26 | 0,29 | 0,31 | 0,33 | 0,35 | 0,36 | 0,37 | 0,38 |
| 7                     | 0,05                      | 0,11 | 0,16 | 0,20 | 0,23 | 0,26 | 0,29 | 0,31 | 0,33 | 0,35 | 0,38 | 0,39 | 0,41 | 0,42 |
| 8                     | 0,06                      | 0,12 | 0,18 | 0,22 | 0,26 | 0,30 | 0,34 | 0,38 | 0,42 | 0,45 | 0,48 | 0,50 | 0,52 | 0,53 |
| 9                     | 0,05                      | 0,13 | 0,21 | 0,28 | 0,35 | 0,42 | 0,48 | 0,53 | 0,54 | 0,62 | 0,65 | 0,69 | 0,71 | 0,72 |
| 10                    | 0,05                      | 0,14 | 0,22 | 0,32 | 0,41 | 0,50 | 0,58 | 0,65 | 0,73 | 0,79 | 0,84 | 0,88 | 0,92 | 0,95 |

для восьми баллов

$$D_8 = -0,008 + 0,0191h + 0,00003h^2, \quad (IV.41)$$

для девяти баллов

$$D_9 = -0,009 + 0,0113h + 0,00001h^2, \quad (IV.42)$$

для десяти баллов

$$D_{10} = 0,053 + 0,0063h + 0,00009h^2, \quad (IV.43)$$

На Ледовой базе при облачности нижнего яруса в количестве 10 баллов и больших высотах солнца средняя интенсивность рассеянной радиации может увеличиться более, чем в 7 раз по сравнению с её интенсивностью при ясном небе.

Покрывым среднесуточного хода рассеянной радиации были рассчитаны величины её часовых, дневных и месячных сумм при различных баллах облачности в состоянии подстилающей поверхности.

В таблице 25 приведены величины месячных сумм рассеянной радиации в смее различных баллов облачности в посёлке Терскол при подстилающей поверхности без снега (первая строка) и со снегом (вторая строка). Величины месячных сумм рассеянной радиации, при подстилающей поверхности, покрытой снегом, гораздо больше её величин при поверхности свободной от снежного покрова. Максимальные величины месячных сумм рассеянной радиации помцаются при облачности в 9 баллов (без снега) и при облачности в 10 баллов (со снегом).

Величины месячных и годовых сумм рассеянной радиации при действительных условиях облачности (кал/см<sup>2</sup>) приведены в таблице 25. Для сравнения в этой таблице приведены величины месячных сумм для прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность и отношения месячных и годовых сумм рассеянной радиации к месячным и годовым суммам прямой солнечной радиации. На курорте Нальчик и Золотушке месячные суммы рассеянной радиации в течение 5-6 месяцев года (XI – IV) больше месячных сумм прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность. Величина отношения годовых сумм рассеянной радиации к годовым суммам прямой солнечной радиации изменяется от 86% для предгорных равнинных районов, до 42% для зоны вечных снегов и льда включительно. С увеличением абсолютной высоты величины месячных и



Таблица 24  
 Величины месячных и годовых сумм рассеянной радиации при облачности нижнего яруса и вертикального развития в посёлке Терскол(ккал/см<sup>2</sup>)

| Облачность<br>(баллы) | Месяц |     |     |      |      |      |      |      |     |     |     |     | Год   |
|-----------------------|-------|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-------|
|                       | I     | II  | III | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX  | X   | XI  | XII |       |
| 1                     | 1,2   | 1,3 | 1,9 | 2,2  | 2,8  | 2,9  | 2,9  | 2,6  | 2,1 | 1,7 | 1,3 | 1,1 | 24,0  |
|                       | 1,6   | 1,8 | 2,5 | 2,8  | 3,7  | 3,8  | 3,8  | 3,4  | 2,7 | 2,2 | 1,7 | 1,4 | 31,4  |
| 2                     | 1,5   | 1,7 | 2,4 | 2,8  | 3,6  | 3,4  | 3,5  | 3,2  | 2,7 | 2,1 | 1,6 | 1,3 | 30,1  |
|                       | 1,7   | 2,0 | 2,8 | 3,3  | 4,0  | 4,3  | 4,2  | 3,8  | 3,1 | 2,5 | 1,9 | 1,6 | 35,2  |
| 3                     | 1,7   | 2,2 | 2,9 | 3,5  | 4,2  | 4,3  | 4,3  | 4,0  | 3,2 | 2,7 | 2,0 | 1,6 | 36,6  |
|                       | 2,1   | 2,4 | 3,6 | 4,6  | 5,4  | 5,6  | 5,5  | 4,9  | 3,9 | 3,1 | 2,2 | 1,9 | 45,2  |
| 4                     | 2,0   | 2,4 | 3,3 | 4,0  | 5,1  | 5,2  | 4,9  | 4,6  | 4,0 | 2,9 | 2,6 | 1,8 | 42,8  |
|                       | 2,3   | 2,7 | 4,0 | 5,0  | 6,2  | 6,4  | 6,3  | 5,5  | 4,5 | 3,5 | 2,6 | 2,1 | 51,2  |
| 5                     | 2,3   | 2,8 | 4,1 | 4,9  | 6,2  | 6,4  | 6,3  | 5,6  | 4,5 | 3,3 | 2,6 | 2,1 | 51,1  |
|                       | 2,8   | 3,6 | 5,1 | 6,4  | 7,8  | 8,4  | 7,7  | 6,9  | 5,4 | 4,3 | 3,2 | 2,5 | 64,3  |
| 6                     | 2,9   | 3,2 | 4,8 | 5,7  | 7,0  | 7,2  | 7,3  | 6,6  | 5,2 | 4,2 | 3,0 | 2,3 | 59,4  |
|                       | 3,0   | 3,7 | 5,5 | 6,8  | 8,3  | 8,5  | 8,4  | 7,8  | 5,9 | 4,7 | 3,5 | 2,8 | 68,9  |
| 7                     | 3,1   | 3,7 | 5,4 | 6,8  | 8,7  | 8,9  | 9,0  | 8,1  | 6,1 | 4,4 | 3,3 | 2,7 | 70,2  |
|                       | 3,3   | 4,2 | 6,3 | 7,8  | 9,5  | 9,7  | 9,8  | 8,5  | 6,9 | 5,4 | 3,9 | 3,1 | 78,5  |
| 8                     | 3,5   | 4,4 | 6,5 | 7,9  | 10,7 | 10,2 | 10,1 | 8,8  | 6,6 | 5,4 | 3,9 | 3,1 | 81,1  |
|                       | 3,6   | 4,6 | 7,0 | 8,8  | 10,8 | 11,0 | 11,1 | 9,6  | 7,5 | 5,8 | 4,2 | 3,2 | 87,2  |
| 9                     | 3,7   | 4,6 | 6,7 | 8,9  | 11,2 | 11,5 | 10,9 | 9,7  | 7,8 | 5,7 | 4,0 | 3,3 | 88,0  |
|                       | 4,0   | 5,3 | 7,9 | 10,3 | 12,8 | 13,1 | 13,1 | 11,2 | 8,7 | 6,5 | 4,6 | 3,5 | 100,8 |
| 10                    | 2,7   | 3,4 | 5,8 | 7,3  | 9,1  | 9,8  | 10,0 | 8,4  | 6,2 | 4,5 | 3,2 | 2,5 | 72,9  |
|                       | 3,7   | 5,0 | 7,9 | 10,7 | 13,1 | 13,3 | 13,0 | 11,3 | 8,5 | 6,4 | 4,5 | 3,3 | 100,9 |

Таблица 25

Месячные и годовые суммы рассеянной и прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность и их процентное отношение на северном склоне Большого Кавказа (ккал/см<sup>2</sup>)

| Пункт              | месяц |     |     |      |      |      |      |      |     |     |     |     | Год   |
|--------------------|-------|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-------|
|                    | I     | II  | III | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX  | X   | XI  | XII |       |
| Курорт<br>Нальчик  | 1,4   | 2,3 | 3,9 | 5,0  | 7,1  | 8,5  | 9,3  | 8,9  | 6,7 | 3,8 | 1,2 | 1,3 | 59,4  |
|                    | 2,2   | 3,2 | 5,1 | 5,2  | 6,4  | 6,2  | 6,5  | 5,7  | 3,7 | 3,0 | 2,1 | 1,8 | 51,1  |
|                    | 157   | 139 | 131 | 104  | 90   | 73   | 70   | 64   | 55  | 79  | 175 | 138 | 86    |
| Золо-<br>тушка     | 1,4   | 2,3 | 3,8 | 5,1  | 7,2  | 8,7  | 9,5  | 9,1  | 6,3 | 3,6 | 1,4 | 1,2 | 59,6  |
|                    | 2,4   | 3,4 | 5,0 | 5,1  | 6,5  | 6,5  | 6,6  | 5,6  | 3,9 | 3,2 | 2,0 | 1,8 | 52,0  |
|                    | 172   | 148 | 132 | 100  | 91   | 75   | 68   | 62   | 62  | 89  | 143 | 150 | 87    |
| Посёлок<br>Терскол | 2,1   | 3,7 | 5,0 | 5,5  | 6,5  | 8,0  | 8,0  | 8,4  | 6,0 | 4,0 | 1,5 | 1,7 | 60,0  |
|                    | 1,5   | 2,4 | 3,0 | 4,3  | 4,1  | 4,7  | 4,7  | 4,0  | 2,8 | 2,6 | 1,3 | 1,3 | 35,9  |
|                    | 71    | 65  | 60  | 76   | 63   | 59   | 59   | 48   | 47  | 65  | 87  | 77  | 60    |
| Пик<br>Терскол     | 3,6   | 5,2 | 7,4 | 9,5  | 12,0 | 12,7 | 12,6 | 10,9 | 9,4 | 6,5 | 5,0 | 3,0 | 97,8  |
|                    | 2,0   | 2,6 | 3,7 | 5,1  | 6,4  | 6,0  | 4,9  | 4,3  | 3,0 | 2,8 | 2,2 | 1,7 | 44,1  |
|                    | 56    | 50  | 50  | 54   | 53   | 50   | 39   | 39   | 32  | 43  | 44  | 57  | 44    |
| Ледовая<br>база    | 3,7   | 5,4 | 7,5 | 10,0 | 12,7 | 13,1 | 12,8 | 11,1 | 9,5 | 6,5 | 5,0 | 3,2 | 100,5 |
|                    | 2,0   | 2,5 | 3,0 | 5,0  | 6,3  | 6,5  | 5,0  | 4,5  | 3,1 | 2,7 | 2,1 | 1,6 | 44,2  |
|                    | 54    | 46  | 40  | 50   | 50   | 50   | 39   | 40   | 33  | 42  | 41  | 50  | 42    |

годовых сумм рассеянной радиации уменьшаются от 51,1 ккал/см<sup>2</sup>год (курорт Нальчик) до 44,2 ккал/см<sup>2</sup>год (Ледовая база). Величины годовых сумм рассеянной радиации при действительных условиях облачности для Ледовой базы и Казбеги высокогорной равны друг другу (44,2 ккал/см<sup>2</sup>год).

Тот факт, что в зимнее время величины месячных сумм рассеянной радиации больше величин месячных сумм прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность, не является исключением для предгорных равнин Северного Кавказа: аналогичное явление наблюдается по данным Я.А.Цуцкиридзе /62/ для Тбилиси и Сухуми, по данным И.Н.Калитина /24/ для Воейкова.

Величины месячных сумм рассеянной радиации при облачности на Пике Терскол приведены в таблице 26. За июль, август, сентябрь и октябрь величины этих сумм рассчитаны для подстилающей поверхности без снежного покрова а для остальных месяцев – со снежным покровом. В таблице 26 для каждого балла облачности в верхней строке даны месячные суммы рассеянной радиации при облачности нижнего яруса, в средней - при облачности среднего яруса и в нижней – при облачности верхнего яруса. максимальные величины месячных сумм помцаются в смцае облачности нижнего яруса, минимальные в смцае облачности верхнего яруса.

Величины месячных сумм рассеянной радиации для облачности нижнего яруса и вертикального развития на Ледовой базе представлены в таблице 27. Максимальные величины этих сумм на Ледовой базе помцаются в июне, что объясняется и тем, что в июне на Ледовой базе лежит снег.

зависимость интенсивности рассеянной радиации от абсолютной высоты в смцае разных высот солнца для облачности нижнего яруса и вертикального развития в количестве 10 баллов на северном склоне Большого Кавказа, показывает, при изменений абсолютной высоты от 500 до 4000 м величина интенсивности рассеянной радиации значительно возрастает. Например, для высоты солнца, равной 60<sup>0</sup>, это увеличение происходит почти в три раза.

таблица 26

Величины месячных и годовых сумм рассеянной радиации в случае облачности  
на Пике Терскол (ккал/см<sup>2</sup>)

| Облачность<br>(баллы) | Месяц |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     | Год  |
|-----------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|
|                       | I     | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   | XI  | XII |      |
| 1                     | 1,3   | 1,6 | 2,1 | 2,5 | 3,1 | 3,2 | 3,2 | 2,6  | 2,1 | 1,7 | 1,4 | 1,3 | 26,0 |
|                       | 1,4   | 1,5 | 2,1 | 2,4 | 2,8 | 2,9 | 2,7 | 2,4  | 1,9 | 1,6 | 1,3 | 1,1 | 24,1 |
|                       | 1,3   | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,1 | 3,0 | 3,2 | 2,8  | 2,1 | 1,8 | 1,4 | 1,2 | 25,9 |
| 2                     | 1,7   | 1,7 | 2,4 | 3,1 | 3,7 | 4,0 | 3,4 | 3,1  | 2,6 | 2,1 | 1,8 | 1,5 | 31,1 |
|                       | 1,5   | 1,6 | 2,3 | 2,4 | 3,1 | 3,2 | 3,4 | 3,0  | 2,5 | 2,1 | 1,5 | 1,3 | 27,9 |
|                       | 1,4   | 2,6 | 2,3 | 2,3 | 3,0 | 3,1 | 3,2 | 3,0  | 2,5 | 2,0 | 1,4 | 1,3 | 27,1 |
| 3                     | 1,9   | 2,1 | 3,0 | 3,4 | 4,4 | 4,8 | 3,9 | 3,4  | 2,8 | 2,2 | 2,2 | 1,7 | 35,8 |
|                       | 1,5   | 1,8 | 2,4 | 3,2 | 4,0 | 4,5 | 4,0 | 3,5  | 2,7 | 2,2 | 1,7 | 1,4 | 32,9 |
|                       | 1,5   | 1,8 | 2,4 | 2,9 | 3,5 | 3,7 | 3,6 | 3,2  | 2,6 | 2,2 | 1,6 | 1,4 | 30,4 |
| 4                     | 2,0   | 2,4 | 3,6 | 4,1 | 5,1 | 5,6 | 4,8 | 4,2  | 3,5 | 2,9 | 2,2 | 1,9 | 42,3 |
|                       | 1,8   | 2,2 | 3,2 | 3,8 | 4,6 | 4,8 | 4,7 | 4,0  | 3,3 | 2,7 | 2,0 | 1,7 | 28,8 |
|                       | 1,8   | 2,0 | 2,7 | 3,5 | 4,2 | 4,6 | 4,2 | 3,7  | 3,0 | 2,4 | 1,9 | 1,6 | 35,6 |

продолжение табл. 26

|    |     |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |       |
|----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-------|
| 5  | 2,3 | 2,7 | 4,0  | 5,1  | 6,1  | 6,7  | 6,0  | 5,0  | 4,2  | 3,4 | 2,4 | 2,1 | 50,0  |
|    | 2,3 | 2,7 | 4,0  | 4,6  | 5,7  | 6,1  | 6,0  | 5,2  | 4,4  | 3,5 | 2,5 | 2,0 | 49,0  |
|    | 1,9 | 2,2 | 3,1  | 3,9  | 4,7  | 5,1  | 5,0  | 4,3  | 3,5  | 2,7 | 2,1 | 1,7 | 40,2  |
| 6  | 2,7 | 3,4 | 4,8  | 6,3  | 7,7  | 8,1  | 7,4  | 6,1  | 4,7  | 3,7 | 2,9 | 2,4 | 60,2  |
|    | 2,5 | 3,2 | 4,7  | 5,8  | 7,0  | 7,3  | 7,1  | 6,2  | 5,0  | 3,9 | 2,7 | 2,2 | 57,6  |
|    | 2,0 | 2,4 | 3,7  | 4,5  | 5,6  | 5,8  | 5,5  | 4,8  | 3,8  | 3,1 | 2,3 | 1,3 | 45,4  |
| 7  | 2,8 | 3,8 | 5,6  | 7,2  | 8,9  | 9,3  | 7,8  | 7,4  | 5,5  | 4,3 | 3,3 | 2,8 | 68,7  |
|    | 2,8 | 3,4 | 5,0  | 6,2  | 7,7  | 8,2  | 7,9  | 6,8  | 5,4  | 4,4 | 2,9 | 2,4 | 63,1  |
|    | 2,3 | 2,7 | 4,0  | 5,0  | 6,0  | 6,4  | 5,1  | 5,1  | 4,3  | 3,4 | 2,3 | 1,9 | 49,5  |
| 8  | 3,7 | 4,9 | 7,5  | 9,2  | 11,7 | 12,1 | 10,6 | 9,1  | 7,1  | 5,4 | 4,2 | 3,2 | 88,7  |
|    | 3,2 | 3,8 | 6,1  | 7,7  | 9,4  | 10,0 | 9,4  | 8,3  | 6,5  | 5,0 | 3,9 | 2,8 | 76,1  |
|    | 2,3 | 2,8 | 4,3  | 5,4  | 6,4  | 6,9  | 6,5  | 5,8  | 4,6  | 3,6 | 2,5 | 2,1 | 53,2  |
| 9  | 3,1 | 5,0 | 7,9  | 10,0 | 12,5 | 13,1 | 10,7 | 9,4  | 7,3  | 5,5 | 4,3 | 3,5 | 92,3  |
|    | 4,3 | 5,3 | 8,4  | 9,6  | 12,6 | 13,2 | 13,1 | 11,4 | 9,0  | 6,6 | 4,6 | 3,6 | 101,7 |
|    | 2,5 | 3,0 | 4,5  | 5,7  | 7,2  | 7,5  | 7,2  | 6,4  | 4,9* | 3,8 | 2,6 | 2,2 | 57,5  |
| 10 | 4,0 | 5,8 | 8,3  | 10,4 | 13,3 | 14,0 | 12,3 | 10,5 | 7,8  | 5,5 | 4,5 | 3,7 | 100,1 |
|    | 4,8 | 6,1 | 10,0 | 14,6 | 15,5 | 16,7 | 16,4 | 14,0 | 10,9 | 8,4 | 5,2 | 4,1 | 127,0 |
|    | 2,8 | 3,7 | 6,0  | 7,5  | 9,2  | 9,9  | 9,6  | 8,2  | 6,8  | 4,8 | 3,2 | 2,4 | 74,1  |

Таблица 27

Месячные и годовые суммы рассеянной радиации при облачности нижнего яруса и вертикального развития на Ледовой базе (ккал/см<sup>2</sup>)

| Облачность<br>(баллы) | Месяц |     |     |      |      |      |      |      |     |     |     |     | Год   |
|-----------------------|-------|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-------|
|                       | I     | II  | III | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX  | X   | XI  | XII |       |
| 1                     | 1,1   | 1,3 | 1,8 | 2,1  | 2,6  | 2,7  | 2,6  | 2,3  | 1,8 | 1,6 | 1,2 | 1,1 | 22,2  |
| 2                     | 1,5   | 1,7 | 2,4 | 3,0  | 3,6  | 3,8  | 3,5  | 3,1  | 2,6 | 2,1 | 1,6 | 1,2 | 30,1  |
| 3                     | 1,8   | 2,2 | 3,2 | 3,8  | 1,8  | 5,1  | 4,7  | 4,0  | 3,3 | 2,7 | 1,9 | 1,6 | 39,1  |
| 4                     | 2,1   | 2,5 | 3,8 | 4,6  | 5,5  | 5,7  | 5,4  | 4,8  | 3,9 | 3,2 | 2,2 | 1,9 | 45,6  |
| 5                     | 2,2   | 2,9 | 4,3 | 5,6  | 5,9  | 7,4  | 7,1  | 6,0  | 4,8 | 3,6 | 2,5 | 2,1 | 55,4  |
| 6                     | 2,4   | 2,9 | 4,7 | 6,3  | 8,0  | 8,5  | 8,5  | 6,9  | 5,2 | 3,7 | 2,5 | 2,1 | 61,2  |
| 7                     | 2,6   | 3,3 | 5,5 | 7,5  | 9,4  | 10,5 | 10,2 | 8,2  | 6,0 | 4,3 | 2,9 | 2,3 | 72,7  |
| 8                     | 2,6   | 3,6 | 6,2 | 8,8  | 11,7 | 12,7 | 11,8 | 9,5  | 7,1 | 5,0 | 3,0 | 2,3 | 84,3  |
| 9                     | 3,2   | 4,0 | 7,0 | 9,2  | 12,9 | 13,8 | 13,0 | 10,9 | 7,6 | 5,5 | 3,5 | 2,8 | 93,4  |
| 10                    | 3,3   | 4,4 | 7,1 | 10,7 | 13,8 | 15,0 | 14,3 | 11,9 | 8,3 | 5,7 | 3,6 | 2,8 | 100,9 |

Аналитически зависимость интенсивности рассеянной радиации от абсолютной высоты при постоянной высоте солнца в смъе облачности нижнего яруса в количестве 10 баллов можно представить так:

при  $h=10^0$

$$D=0,005 + 0,038H + 0,0029H^2 \quad (IV.44)$$

при  $h=20^0$

$$D=0,0125 - 0,0027H + 0,0220H^2 \quad (IV.45)$$

при  $h=30^0$

$$D=0,118 + 0,046H + 0,0110H^2 \quad (IV.46)$$

при  $h=40^0$

$$D=0,162 + 0,054H + 0,0130H^2 \quad (IV.47)$$

при  $h=50^0$

$$D=0,156 + 0,113H + 0,0043H^2 \quad (IV.48)$$

при  $h=60^0$

$$D=0,160 + 0,148H + 0,0050H^2 \quad (IV.49)$$

при  $h=70^0$

$$D=0,205 + 0,152H + 0,0070H^2 \quad (IV.50)$$

В этих выражениях  $D$  даётся в кал/см<sup>2</sup>мин, а  $H$  – в км. Сопоставление между экспериментальными и рассчитанными кривыми показало, что среднее квадратичное отклонение для кривых в смъе облачности 10 баллов и высоты солнца  $70^0$ , равно 0,05.

В заключении можно отметить, что рассеянная радиация играет значительную роль в общем приходе мристой энергии солнца, как и в предгорных равнинных районах Северного Кавказа, так и в горных районах, где продолжительность солнечного сияния и соответственно приход прямой и суммарной радиации резко сокращаются из-за большой закрытости горизонта. В этих условиях рассеянная радиация становится главной составляющей радиационного баланса местности, как отмечает Я.А. Цуцкиридзе, приобретает "самостоятельное климатическое и биоклиматическое значение /62/.

## ГЛАВА V СУММАРНАЯ РАДИАЦИЯ

Суммарная радиация играет главную роль в формировании радиационного баланса подстилающей поверхности. Приход суммарной радиации зависит от тех факторов, которые определяют приход составляющих её компонент: прямой солнечной и рассеянной радиации. В горных и высокогорных районах интенсивность суммарной радиации в значительной мере зависит от абсолютной высоты и орографии местности. Дневной ход интенсивности суммарной радиации в смрае ясного неба приведён в таблице 28. Её максимальные величины наблюдаются в околополуденные часы и составляют в Нальчике в июне 1,32 кал/см<sup>2</sup>мин, в посёлке Терскол в мае – 1,47 кал/см<sup>2</sup>мин, на Пике Терскол а июне -1,59кал/см<sup>2</sup>мин, на Ледовой базе в июне-1,60кал/см<sup>2</sup>мин. Максимум интенсивности суммарной радиации в мае для посёлка Терскол объясняется влиянием снежного покрова. Минимальные величины суммарной радиации наблюдаются в декабре. Средние величины суммарной радиации на курорте Нальчик и на курортах Кавказских минеральных вод, близки друг к другу, что вызвано близостью этих районов и идентичностью климатических условий.

Для учёта влияния альбеда подстилающей поверхности на интенсивность суммарной радиации в смрае ясного неба в условиях Большого Кавказа по формуле

$$Q_0=Q_H(1-\tau_H\gamma) \quad (V.1)$$

были вычислены значения среднемесячной интенсивности суммарной радиации для подстилающей поверхности с нулевым значением альбеда  $Q_0$ . Здесь  $Q_H$  – среднемесячная интенсивность суммарной радиации в смрае ясного неба с учётом средней отражательной способности подстилающей поверхности.  $\tau_H$ - альбеда подстилающей поверхности в долях единицы,  $\gamma$  – доля отраженной от подстилающей поверхности радиации, которая приходит обратно на приёмную поверхность пиранометра. Для безоблачного неба  $\gamma = 0,2 / 34/$ . Зная для каждого месяца  $Q_H$  и  $\tau_H$ , по формуле (V.1) можно рассчитать  $Q_0$  и оценить



Таблица 28

Средние величины интенсивности суммарной радиации в случае ясного неба на северном склоне Большого Кавказа (кал/см<sup>2</sup>·мин)

| Ме-<br>сяц | Долинск |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |  |  |
|------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|--|--|
|            | 4       | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   |  |  |  |
| I          | -       | -    | -    | -    | 0,15 | 0,33 | 0,45 | 0,57 | 0,64 | 0,62 | 0,53 | 0,39 | 0,21 | -    | -    | -    | -    |  |  |  |
| II         | -       | -    | -    | 0,05 | 0,31 | 0,51 | 0,66 | 0,77 | 0,83 | 0,83 | 0,72 | 0,57 | 0,38 | 0,16 | -    | -    | -    |  |  |  |
| III        | -       | -    | -    | 0,25 | 0,50 | 0,72 | 0,88 | 0,99 | 1,05 | 1,04 | 0,93 | 0,78 | 0,56 | 0,31 | 0,09 | -    | -    |  |  |  |
| IV         | -       | 0,02 | 0,24 | 0,46 | 0,68 | 0,88 | 1,03 | 1,12 | 1,17 | 1,17 | 1,07 | 0,92 | 0,73 | 0,48 | 0,22 | -    | -    |  |  |  |
| V          | -       | 0,16 | 0,40 | 0,63 | 0,83 | 1,01 | 1,16 | 1,26 | 1,29 | 1,28 | 1,18 | 1,03 | 0,85 | 0,61 | 0,37 | 0,10 | -    |  |  |  |
| VI         | 0,02    | 0,24 | 0,39 | 0,71 | 0,90 | 1,07 | 1,20 | 1,30 | 1,32 | 1,28 | 1,25 | 1,10 | 0,92 | 0,69 | 0,46 | 0,20 | 0,01 |  |  |  |
| VII        | -       | 0,15 | 0,38 | 0,59 | 0,80 | 0,99 | 1,13 | 1,21 | 1,26 | 1,25 | 1,15 | 1,00 | 0,83 | 0,62 | 0,38 | 0,16 | 0,01 |  |  |  |
| VIII       | -       | 0,04 | 0,27 | 0,50 | 0,69 | 0,89 | 1,03 | 1,13 | 1,18 | 1,18 | 1,04 | 0,88 | 0,69 | 0,48 | 0,26 | -    | -    |  |  |  |
| IX         | -       | -    | 0,12 | 0,36 | 0,57 | 0,78 | 0,94 | 1,02 | 1,07 | 1,04 | 0,90 | 0,72 | 0,52 | 0,31 | 0,09 | -    | -    |  |  |  |
| X          | -       | -    | -    | 0,28 | 0,50 | 0,68 | 0,80 | 0,86 | 0,88 | 0,87 | 0,77 | 0,61 | 0,41 | 0,15 | -    | -    | -    |  |  |  |
| XI         | -       | -    | -    | 0,06 | 0,29 | 0,46 | 0,58 | 0,65 | 0,69 | 0,66 | 0,54 | 0,38 | 0,18 | -    | -    | -    | -    |  |  |  |
| XII        | -       | -    | -    | -    | 0,14 | 0,30 | 0,42 | 0,51 | 0,56 | 0,55 | 0,47 | 0,30 | 0,11 | -    | -    | -    | -    |  |  |  |

## Посёлок Тереккол

| Ме-<br>сяц | Посёлок Тереккол |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |  |  |  |
|------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|--|--|--|
|            | 4                | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20 |  |  |  |
| I          | -                | -    | -    | -    | 0,22 | 0,42 | 0,57 | 0,65 | 0,67 | 0,67 | 0,59 | 0,50 | 0,37 | -    | -    | -    | -  |  |  |  |
| II         | -                | -    | -    | 0,12 | 0,44 | 0,58 | 0,70 | 0,80 | 0,88 | 0,88 | 0,81 | 0,67 | 0,49 | 0,36 | -    | -    | -  |  |  |  |
| III        | -                | -    | -    | 0,39 | 0,60 | 0,79 | 0,95 | 1,08 | 1,16 | 1,14 | 1,03 | 0,89 | 0,70 | 0,40 | 0,08 | -    | -  |  |  |  |
| IV         | -                | 0,06 | 0,30 | 0,60 | 0,80 | 0,97 | 1,11 | 1,22 | 1,30 | 1,30 | 1,23 | 1,11 | 0,84 | 0,58 | 0,37 | -    | -  |  |  |  |
| V          | -                | 0,13 | 0,50 | 0,77 | 0,95 | 1,17 | 1,33 | 1,45 | 1,47 | 1,44 | 1,38 | 1,17 | 0,92 | 0,70 | 0,50 | 0,15 | -  |  |  |  |
| VI         | -                | 0,22 | 0,52 | 0,81 | 0,99 | 1,14 | 1,33 | 1,42 | 1,45 | 1,40 | 1,31 | 1,18 | 1,01 | 0,73 | 0,51 | 0,42 | -  |  |  |  |
| VII        | -                | 0,14 | 0,44 | 0,76 | 0,94 | 1,09 | 1,26 | 1,40 | 1,43 | 1,40 | 1,22 | 1,05 | 0,80 | 0,63 | 0,49 | 0,12 | -  |  |  |  |
| VIII       | -                | -    | 0,41 | 0,61 | 0,80 | 0,95 | 1,18 | 1,32 | 1,35 | 1,28 | 1,19 | 0,98 | 0,71 | 0,53 | 0,45 | 0,07 | -  |  |  |  |
| IX         | -                | -    | 0,21 | 0,51 | 0,69 | 0,85 | 0,99 | 1,08 | 1,12 | 1,11 | 1,03 | 0,88 | 0,69 | 0,39 | 0,17 | -    | -  |  |  |  |
| X          | -                | -    | -    | 0,31 | 0,52 | 0,72 | 0,84 | 0,91 | 0,94 | 0,90 | 0,80 | 0,68 | 0,46 | 0,20 | 0,02 | -    | -  |  |  |  |
| XI         | -                | -    | -    | -    | 0,25 | 0,50 | 0,51 | 0,69 | 0,73 | 0,70 | 0,62 | 0,50 | 0,30 | -    | -    | -    | -  |  |  |  |
| XII        | -                | -    | -    | -    | 0,21 | 0,40 | 0,49 | 0,55 | 0,61 | 0,59 | 0,50 | 0,43 | 0,24 | -    | -    | -    | -  |  |  |  |

## Пик Терскол

| Месяц | Час |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
|-------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|
|       | 4   | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20 |
| I     | -   | -    | -    | -    | 0,10 | 0,40 | 0,55 | 0,67 | 0,74 | 0,74 | 0,64 | 0,47 | 0,32 | -    | -    | -    | -  |
| II    | -   | -    | -    | 0,05 | 0,38 | 0,60 | 0,73 | 0,85 | 0,93 | 0,93 | 0,84 | 0,68 | 0,50 | 0,38 | -    | -    | -  |
| III   | -   | -    | -    | 0,35 | 0,59 | 0,81 | 1,01 | 1,15 | 1,22 | 1,22 | 1,11 | 0,91 | 0,71 | 0,47 | 0,06 | -    | -  |
| IV    | -   | -    | 0,33 | 0,61 | 0,88 | 1,08 | 1,24 | 1,33 | 1,38 | 1,38 | 1,30 | 1,13 | 0,88 | 0,60 | 0,34 | -    | -  |
| V     | -   | 0,13 | 0,46 | 0,78 | 0,96 | 1,19 | 1,39 | 1,50 | 1,56 | 1,54 | 1,43 | 1,22 | 0,93 | 0,72 | 0,47 | 0,10 | -  |
| VI    | -   | 0,21 | 0,49 | 0,77 | 1,05 | 1,29 | 1,46 | 1,56 | 1,59 | 1,55 | 1,41 | 1,28 | 1,09 | 0,79 | 0,50 | 0,21 | -  |
| VII   | -   | 0,13 | 0,45 | 0,71 | 0,86 | 1,10 | 1,31 | 1,47 | 1,56 | 1,52 | 1,35 | 1,12 | 0,83 | 0,69 | 0,43 | -    | -  |
| VIII  | -   | -    | 0,44 | 0,66 | 0,75 | 1,02 | 1,20 | 1,34 | 1,41 | 1,38 | 1,26 | 1,06 | 0,76 | 0,59 | 0,39 | -    | -  |
| IX    | -   | -    | 0,19 | 0,50 | 0,72 | 0,92 | 1,05 | 1,17 | 1,23 | 1,22 | 1,08 | 0,97 | 0,63 | 0,36 | 0,08 | -    | -  |
| X     | -   | -    | -    | 0,26 | 0,50 | 0,71 | 0,86 | 0,96 | 1,03 | 1,00 | 0,88 | 0,73 | 0,36 | 0,09 | -    | -    | -  |
| XI    | -   | -    | -    | -    | 0,32 | 0,53 | 0,69 | 0,79 | 0,82 | 0,75 | 0,60 | 0,58 | 0,28 | -    | -    | -    | -  |
| XII   | -   | -    | -    | -    | 0,18 | 0,38 | 0,52 | 0,61 | 0,66 | 0,63 | 0,49 | 0,40 | 0,16 | -    | -    | -    | -  |

## Ледовая база

| Месяц | Час  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|       | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   |
| I     | -    | -    | -    | -    | 0,20 | 0,43 | 0,57 | 0,68 | 0,74 | 0,73 | 0,63 | 0,46 | 0,24 | -    | -    | -    | -    |
| II    | -    | -    | -    | 0,07 | 0,38 | 0,63 | 0,80 | 0,93 | 1,01 | 0,99 | 0,88 | 0,68 | 0,49 | 0,27 | -    | -    | -    |
| III   | -    | -    | -    | 0,38 | 0,61 | 0,87 | 1,05 | 1,17 | 1,25 | 1,24 | 1,13 | 0,94 | 0,73 | 0,49 | -    | -    | -    |
| IV    | -    | -    | 0,29 | 0,63 | 0,89 | 1,13 | 1,32 | 1,43 | 1,49 | 1,43 | 1,28 | 1,07 | 0,89 | 0,65 | 0,26 | -    | -    |
| V     | -    | 0,17 | 0,51 | 0,79 | 1,06 | 1,30 | 1,46 | 1,56 | 1,59 | 1,55 | 1,38 | 1,19 | 0,95 | 0,75 | 0,37 | -    | -    |
| VI    | 0,01 | 0,23 | 0,51 | 0,78 | 0,99 | 1,31 | 1,50 | 1,57 | 1,60 | 1,58 | 1,46 | 1,28 | 1,10 | 0,82 | 0,53 | 0,26 | 0,01 |
| VII   | -    | 0,15 | 0,45 | 0,73 | 0,99 | 1,32 | 1,41 | 1,52 | 1,59 | 1,56 | 1,41 | 1,22 | 1,00 | 0,75 | 0,52 | 0,22 | -    |
| VIII  | -    | -    | 0,29 | 0,56 | 0,84 | 1,11 | 1,30 | 1,41 | 1,47 | 1,44 | 1,28 | 1,05 | 0,84 | 0,60 | 0,34 | -    | -    |
| IX    | -    | -    | 0,19 | 0,44 | 0,74 | 0,99 | 1,18 | 1,29 | 1,33 | 1,27 | 1,12 | 0,89 | 0,65 | 0,39 | 0,08 | -    | -    |
| X     | -    | -    | -    | 0,26 | 0,54 | 0,78 | 0,94 | 1,05 | 1,08 | 1,02 | 0,84 | 0,61 | 0,33 | 0,16 | -    | -    | -    |
| XI    | -    | -    | -    | 0,07 | 0,35 | 0,57 | 0,80 | 0,84 | 0,87 | 0,80 | 0,62 | 0,39 | 0,22 | -    | -    | -    | -    |
| XII   | -    | -    | -    | -    | 0,20 | 0,41 | 0,58 | 0,69 | 0,73 | 0,64 | 0,52 | 0,31 | 0,13 | -    | -    | -    | -    |

влияние альbedo на её увеличение. В результате сравнения  $Q_0$  и  $Q_H$  оказалось, что альbedo в смрае ясного неба увеличивает интенсивность суммарной радиации от 4% (подстилающая поверхность без снега) до 19% (подстилающая поверхность с снегом). В отсутствие снега величина составляет 1,01, а для свежеснежавшего сухого снега с глубиной более 40см её величина достигает 1,20. для периодов формирования и схода снежного покрова величина этого отношения лежит в пределах 1,01 и 1,20. В Арктике по данным Б.А.Пятненко /44/ изменения интенсивности суммарной радиации в зависимости от альbedo происходит в среднем на 10-20%. Причём это изменение больше для низких высот солнца. Зависимость интенсивности суммарной радиации от высоты солнца в смрае ясного неба представлена в таблице 29.

Таблица 29

Зависимость интенсивности суммарной радиации от высоты солнца в смрае ясного неба на северном склоне Большого Кавказа(кал/см<sup>2</sup>мин)

| Н<br>(м) | Высота солнца |      |      |      |      |      |      |
|----------|---------------|------|------|------|------|------|------|
|          | 10            | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   |
| 550      | 0,20          | 0,45 | 0,71 | 0,94 | 1,07 | 1,20 | 1,27 |
| 2150     | 0,24          | 0,49 | 0,78 | 0,99 | 1,18 | 1,34 | 1,46 |
| 3100     | 0,26          | 0,53 | 0,82 | 1,04 | 1,27 | 1,45 | 1,54 |
| 3750     | 0,30          | 0,57 | 0,87 | 1,08 | 1,30 | 1,48 | 1,58 |

Зависимость интенсивности суммарной радиации от абсолютной высоты при ясном небе для постоянных высот солнца аналитически представляется так:

$$\text{при } h=10^{\circ}$$

$$Q_0=0,030H+0,170 \quad (V.2)$$

$$\text{при } h=20^{\circ}$$

$$Q_0=0,033H+0,435 \quad (V.3)$$

$$\text{при } h=30^{\circ}$$

$$Q_0=0,050H+0,675 \quad (V.4)$$

$$\text{при } h=40^{\circ}$$

$$\text{при } h=50^0 \quad Q_0=0,043H+0,907 \quad (\text{V.5})$$

$$\text{при } h=60^0 \quad Q_0=0,067H+0,033 \quad (\text{V.6})$$

$$\text{при } h=70^0 \quad Q_0=0,086H+1,157 \quad (\text{V.7})$$

$$Q_0=0,102H+1,219 \quad (\text{V.8})$$

В выражениях (V.2) – (V.8) H даётся в км.

Зависимость интенсивности суммарной радиации от высоты солнца в смѐе ясного неба аналитически представляется параболой второго порядка.

Для курорта Нальчик

$$Q_0=-0,134+0,0342h-0,00020h^2 \quad (\text{V.9})$$

для посёлка Терскол

$$Q_0=-0,114+0,0350h-0,00018h^2 \quad (\text{V.10})$$

для Пика Терскол

$$Q_0=-0,133+0,0380h-0,00020h^2 \quad (\text{V.11})$$

для Ледовой базы

$$Q_0=-0,018+0,0331h-0,00014h^2 \quad (\text{V.12})$$

Величина h изменяется от 10 до 70<sup>0</sup> включительно.

Величина среднего квадратичного отклонения рассчитанных по формулам (V.9)-(V.12) кривых, от кривых, построенных по данным наблюдения, составляет для курорта Нальчик 0,013, для посёлка Терскол-0,014, для Пика Терскол-0,020, для Ледовой базы-0,016.

По кривым среднесуточного хода суммарной радиации были рассчитаны её часовые, дневные и месячные суммы в смѐе ясного неба для открытого и закрытого горизонтов. Величины месячных сумм суммарной радиации в смѐе ясного неба приведены в таблице 30.

В верхней строке приведены месячные суммы в смѐе открытого горизонта, в нижней – в смѐе естественной закрытости горизонта.

С увеличением абсолютной высоты от 0,5 до 4,0 км годовые суммы суммарной радиации возрастают от 179,2ккал/см<sup>2</sup>год до 219,5ккал/см<sup>2</sup>год.

Зависимость этих сумм от абсолютной высоты на северном склоне Большого Кавказа аналитически можно представить так:

$$\sum_2 Q = 15,1H + 065,0 \quad (V.13)$$

где  $\sum_2 Q$  – выражена в ккал/см<sup>2</sup>год, а H – в км. При H=0 (на уровне моря)  $\sum_2 Q = 165$  ккал/см<sup>2</sup>год.

При действительных условиях облачности приход суммарной радиации в среднем уменьшается. Общие положения, описывающие влияние облачности на величины составляющих радиационного баланса в равнинных условиях в настоящее время разработаны в ГГО и приведены в работе /4/. Эти положения справедливы и для горных и для высокогорных районов. В случае больших абсолютных высот мощность облачного покрова (нижнего яруса и вертикального развития) уменьшается, что влечёт за собой увеличение интенсивности суммарной радиации по сравнению с равнинными районами.

Средние величины интенсивности суммарной радиации для облачности различных ярусов, закрывающей солнечный диск, приведены в таблице 31. Максимальное уменьшение интенсивности суммарной радиации, по сравнению с ясным небом, наблюдается при облачности нижнего яруса и вертикального развития, минимальное – при облачности верхнего яруса.

В случае облачности одного яруса интенсивность суммарной радиации с увеличением абсолютной высоты возрастает. Например, при высоте солнца равной 20° средняя интенсивность суммарной радиации в случае нижнего яруса составила: на курорте Нальчик 0,10 ккал/см<sup>2</sup>мин, в посёлке Терскол – 0,15 ккал/см<sup>2</sup>мин, на Пике Терскол – 0,17 ккал/см<sup>2</sup>мин, на Ледовой базе – 0,20 ккал/см<sup>2</sup>мин.

Зависимость интенсивности суммарной радиации от высоты солнца в случае облачности аналитически можно представить в виде параболы второго порядка.

Для курорта Нальчик: в случае облачности нижнего яруса и вертикального развития

$$Q_H = -0,029 + 0,0071h - 0,00004h^2 \quad (V.14)$$

Таблица 30  
 Месячные и годовые суммы суммарной радиации в случае ясного неба  
 на северном склоне большого Кавказа (ккал/см<sup>2</sup>)

| Пункт     | Год |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |       |
|-----------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-------|
|           | I   | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI  | XII |       |
| Нальчик   | 7,4 | 9,6  | 15,1 | 18,0 | 22,5 | 13,8 | 22,1 | 19,0 | 15,2 | 12,4 | 7,9 | 6,2 | 179,2 |
|           | 7,1 | 9,6  | 15,0 | 17,9 | 22,5 | 23,8 | 22,0 | 19,0 | 15,2 | 12,3 | 7,9 | 6,2 | 178,5 |
| Золотушка | 7,1 | 9,3  | 13,4 | 17,9 | 21,8 | 22,1 | 21,4 | 19,1 | 15,1 | 11,4 | 7,4 | 6,2 | 172,2 |
| Посёлок   | 8,5 | 11,0 | 17,4 | 21,4 | 25,7 | 25,9 | 24,4 | 21,0 | 17,6 | 12,6 | 8,4 | 7,1 | 201,0 |
| Терскол   | 5,3 | 8,4  | 16,2 | 19,8 | 24,2 | 24,3 | 22,4 | 20,0 | 15,5 | 10,8 | 6,1 | 4,4 | 177,4 |
| Пик       | 8,6 | 11,0 | 17,9 | 22,3 | 26,9 | 28,2 | 26,2 | 22,4 | 17,9 | 13,4 | 9,3 | 7,2 | 211,3 |
| Терскол   | 8,1 | 10,8 | 17,8 | 21,9 | 26,6 | 27,9 | 25,9 | 22,3 | 17,6 | 13,4 | 9,3 | 7,0 | 208,6 |
| Ледовая   | 8,8 | 11,9 | 18,3 | 22,6 | 27,9 | 29,0 | 27,2 | 23,6 | 18,9 | 14,0 | 9,8 | 7,5 | 219,5 |
| База      | 8,5 | 11,8 | 18,3 | 22,6 | 27,9 | 29,0 | 27,2 | 23,6 | 18,9 | 14,0 | 9,8 | 7,5 | 216,7 |

Таблица 31

Средние величины интенсивности суммарной радиации в смчае облачности (кал/см<sup>2</sup>мин). Состояние солнечного диска

## Курорт Нальчик

| Облачность,<br>ярус | Высота солнца (град.) |       |      |      |      |      |      |
|---------------------|-----------------------|-------|------|------|------|------|------|
|                     | 10                    | 20    | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   |
| Нижний              | 0,04                  | 0,10  | 0,15 | 0,19 | 0,22 | 0,25 | 0,28 |
| Средний             | 0,07                  | 0,320 | 0,33 | 0,45 | 0,56 | 0,67 | 0,75 |
| Верхний             | 0,11                  | 0,40  | 0,68 | 0,85 | 0,01 | 0,10 | 0,15 |

## Посёлок Терскол

| Облачность,<br>ярус | Высота солнца (град.) |      |      |      |      |      |      |
|---------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|
|                     | 10                    | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   |
| Нижний              | 0,07                  | 0,15 | 0,26 | 0,37 | 0,45 | 0,53 | 0,60 |
| Средний             | 0,12                  | 0,31 | 0,52 | 0,70 | 0,89 | 1,00 | 1,10 |
| Верхний             | 0,17                  | 0,48 | 0,76 | 0,97 | 0,16 | 0,34 | 1,45 |

## Пик Терскол

| Облачность,<br>ярус | Высота солнца (град.) |      |      |      |      |      |      |
|---------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|
|                     | 10                    | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   |
| Нижний              | 0,07                  | 0,17 | 0,28 | 0,40 | 0,48 | 0,57 | 0,64 |
| Средний             | 0,13                  | 0,32 | 0,55 | 0,74 | 0,90 | 1,04 | 1,13 |
| Верхний             | 0,21                  | 0,49 | 0,80 | 1,02 | 1,25 | 1,42 | 1,51 |

## Ледовая база

| Облачность,<br>ярус | Высота солнца (град.) |      |      |      |      |      |      |
|---------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|
|                     | 10                    | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   |
| Нижний              | 0,10                  | 0,20 | 0,31 | 0,43 | 0,53 | 0,61 | 0,65 |
| Средний             | 0,15                  | 0,35 | 0,57 | 0,76 | 0,95 | 1,06 | 1,15 |
| Верхний             | 0,26                  | 0,56 | 0,85 | 1,07 | 1,13 | 1,48 | 1,57 |

среднего яруса

$$Q_c = -0,085 + 0,0155h - 0,00005h^2 \quad (V.15)$$

верхнего яруса

$$Q_v = -0,145 + 0,0327h - 0,00020h^2 \quad (V.16)$$

Для посёлка Терскол : в смчае облачности нижнего яруса  
 $Q_H = -0,036 + 0,0106h - 0,00002h^2$  (V.17)

среднего яруса  
 $Q_C = -0,176 + 0,0280h - 0,00014h^2$  (V.18)

верхнего яруса  
 $Q_B = -0,164 + 0,03571h - 0,00018h^2$  (V.19)

Для Пика Терскол в смчае облачности нижнего яруса  
 $Q_H = -0,023 + 0,0104h - 0,00001h^2$  (V.20)

среднего яруса  
 $Q_C = -0,149 + 0,0264h - 0,00011h^2$  (V.21)

верхнего яруса  
 $Q_B = -0,158 + 0,0347h - 0,00011h^2$  (V.22)

Для Ледовой базы в смчае облачности нижнего яруса  
 $Q_H = -0,052 + 0,0144h - 0,00006h^2$  (V.23)

среднего яруса  
 $Q_C = -0,122 + 0,0274h - 0,00013h^2$  (V.24)

верхнего яруса  
 $Q_B = -0,084 + 0,0353h - 0,00017h^2$  (V.25)

В выражениях (V.14) – (V.15) изменяется от 10 до 70° включительно. Среднее квадратичное отклонение рассчитанной кривой  $Q_{об} = f(h)$  от эмпирической кривой для облачности нижнего яруса и вертикального развития на курорте Нальчик составляет 0,005. В горных условиях Большого Кавказа при облачности нижнего яруса и вертикального развития интенсивность суммарной радиации составляет 30-40%, при облачности среднего яруса – 60-75%, а при облачности верхнего яруса -90-100% от интенсивности суммарной радиации при ясном небе. В предгорной части Северного Кавказа величины отношения  $\frac{Q_{об}}{Q_0}$  (%) в смчае облачности нижнего яруса и вертикального

развития изменяются от 20 до 30%. По средним величинам суммарной радиации на каждый час, снимаемых с кривых её среднесуточного хода, для облачности различных ярусов были рассчитаны величины её часовых, дневных и месячных сумм. Величины месячных сумм, суммарной радиации в смчае



облачности различных ярусов (облачность на солнечном диске) приведены в таблице 32.

Величины этих сумм, рассчитаны с предположением, что в течение всего месяца наблюдается облачность только одного яруса, что в действительности бывает очень редко. С точки зрения климатологических расчётов знание этих сумм и не требуется, однако они имеют определённое значение для вопроса, касающегося их изменения в зависимости от абсолютной высоты на северном склоне Большого Кавказа. С увеличением абсолютной высоты величины годовых сумм суммарной радиации при всех ярусах облачности возрастают. Например, для курорта Нальчик в среднем облачности нижнего яруса величина годовой суммы составляет 29,9 ккал/см<sup>2</sup>год, а для ледовой базы – 85,9 ккал/см<sup>2</sup>год. Зависимость годовых сумм суммарной радиации от абсолютной высоты для всех ярусов нелинейна: до высоты 2 км происходит резкое увеличение годовых сумм, а с 2 км их увеличение замедляется.

для облачности верхнего яруса Зависимость  $\sum_2 Q = f(H)$  аналитически можно представить так:

$$\sum_2 Q_v = 109,5 + 37,5H - 3,28H^2 \quad (V.26)$$

Среднего яруса

$$\sum_2 Q_c = 72,5 + 25,2H - 1,29H^2 \quad (V.27)$$

Нижнего яруса

$$\sum_2 Q_n = 34,9 + 21,3H - 2,07H^2 \quad (V.28)$$

В этих выражениях  $H$  даётся в км, а годовые суммы суммарной радиации  $\sum_2 Q$  – в ккал/см<sup>2</sup>год.

Месячные суммы суммарной радиации при действительных условиях облачности были рассчитаны по формуле Савинова-Онгстрема

$$(S^I + D)_n = (S^I + D)_0 [1 - (1 - K)n] \quad (V.29)$$

Где  $(S^I + D)_n$  – возможная суммарная радиация,  $n$  – средняя облачность в долях единицы,  $K$  – облачный коэффициент. Значение  $K$  определяется по графику Т.Г.Берлянд /8/. В формулу Савинова-Онгстрема П.П.Кузининым /34/ было введено расчленение  $K$  на коэффициенты для облаков нижнего  $K_n$  и среднего + верхнего  $K_{с+в}$  ярусов. После расчленения  $K$  формула (V.29) принимает вид:

Таблица 32

Месячные и годовые суммы суммарной радиации на северном склоне Большого Кавказа в случае облачности  
(ккал/см<sup>2</sup>)

| Пункт              | Ярус  | Месяц |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     | Год   |
|--------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-------|
|                    |       | I     | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI  | XII |       |
| Курорт<br>Нальчик  | Верх. | 4,8   | 6,8  | 11,0 | 14,3 | 16,7 | 18,1 | 16,4 | 13,8 | 12,0 | 9,2  | 5,6 | 4,3 | 132,0 |
|                    | Сред. | 2,9   | 3,5  | 5,5  | 6,9  | 8,8  | 9,6  | 9,4  | 8,6  | 6,7  | 5,9  | 3,4 | 2,4 | 73,4  |
|                    | Ниж.  | 1,3   | 1,8  | 2,4  | 3,1  | 4,2  | 4,2  | 3,6  | 2,8  | 2,2  | 1,7  | 1,3 | 0,9 | 29,9  |
| Посёлок<br>Терскोल | Верх. | 6,3   | 9,2  | 13,5 | 18,3 | 23,0 | 13,9 | 22,5 | 19,5 | 15,2 | 11,5 | 7,1 | 5,8 | 175,8 |
|                    | Сред. | 4,5   | 6,5  | 10,2 | 13,2 | 16,9 | 17,8 | 17,0 | 15,4 | 12,0 | 8,6  | 5,1 | 3,7 | 130,9 |
|                    | Ниж.  | 2,8   | 4,2  | 6,4  | 8,0  | 9,7  | 10,5 | 10,4 | 9,6  | 7,0  | 5,4  | 3,3 | 2,3 | 79,6  |
| Пик<br>Терскोल     | Верх. | 7,3   | 9,9  | 15,5 | 20,9 | 24,0 | 25,4 | 24,6 | 22,0 | 17,3 | 13,3 | 8,2 | 6,7 | 195,1 |
|                    | Сред. | 4,9   | 6,7  | 11,4 | 14,5 | 17,7 | 18,6 | 18,5 | 15,9 | 12,5 | 9,2  | 5,7 | 4,3 | 139,9 |
|                    | Ниж.  | 2,8   | 4,2  | 6,4  | 8,0  | 9,7  | 10,5 | 10,4 | 9,6  | 7,0  | 5,4  | 3,3 | 2,3 | 79,6  |
| Ледовая<br>база    | Верх. | 8,0   | 10,9 | 16,9 | 21,1 | 25,8 | 26,1 | 26,5 | 23,4 | 18,3 | 13,5 | 8,8 | 7,2 | 206,5 |
|                    | Сред. | 5,0   | 6,9  | 11,7 | 15,1 | 18,9 | 19,6 | 19,5 | 17,1 | 13,1 | 8,9  | 5,8 | 4,9 | 146,5 |
|                    | Нижн. | 3,0   | 4,5  | 6,8  | 8,7  | 10,9 | 11,2 | 11,1 | 10,8 | 7,2  | 5,4  | 3,7 | 2,6 | 85,9  |

$$(S^I+D)_n=(S^I+D)_0[1-K_{с+в}(n_0.n_H)-K_H n_H] \quad (V.30)$$

Где  $n_0$ -среднемесячная общая облачность, а  $n_H$ -среднемесячная нижняя облачность в долях единицы. На северном склоне Большого Кавказа величины  $K$  вычислялись в отдельности для каждого яруса облачности (таблица 33). Помеченные величины  $K$  были использованы при расчётах действительных сумм суммарной радиации. Максимальные величины  $K$  имеет для облачности верхнего яруса, минимальные – для облачности нижнего яруса. Сувеличением высоты местности величины  $K$  возрастают.

Например, средняя величина  $K$  для облачности нижнего яруса на курорте Нальчик составляет 0,16, а на Ледяной Базе – 0,37. Для средних условий облачности на ледовой базе  $K$  изменяется от 0,54 до 0,65, а среднее его значение колеблется около 0,60. Отметим, что среднее значение  $K$ , вычисленное по графику Т.Г.Берлянд, для высокогорной Казбеги по данным Я.А.Пуцкиридзе составило 0,66 /62/.

Для Альп в работах /67,68/ даётся зависимость облачного коэффициента  $K$  от абсолютной высоты в виде таблицы

|          |     |      |      |      |      |
|----------|-----|------|------|------|------|
| Высота   | (м) | 0    | 1000 | 2000 | 3000 |
| Значение | $K$ | 0,21 | 0,26 | 0,33 | 0,42 |

В этих работах, по наблюдениям над интенсивностью суммарной радиации на пунктах Вена, Лунц, Зоннблик, даётся также аналитическая зависимость коэффициента облачности от высоты места наблюдения в виде:

$$K = \frac{1}{100} \left( 21 + \frac{3}{100} x \right), \quad (V.31)$$

где  $X$  – высота места наблюдения над уровнем моря в метрах. В работе /11/ для условий гор средней Азии и Большого Кавказа изменение облачного коэффициента с высотой представлено в виде:

$$K_H = \frac{1}{100} (K_0 + 0,05H) \quad (V.32)$$

где  $K_0$ - значение коэффициента  $K$  у поверхности земли,  $H$  – высоте места над уровнем моря в метрах.

Величины К в случае облачности различных ярусов

| Пункт              | К    | Месяц XII |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------|------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                    |      | I         | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
| Курорт<br>Нальчик  | Кв   | 0,68      | 0,71 | 0,73 | 0,80 | 0,74 | 0,76 | 0,75 | 0,73 | 0,79 | 0,75 | 0,71 | 0,70 |
|                    | Кв+с | 0,55      | 0,54 | 0,54 | 0,58 | 0,56 | 0,58 | 0,58 | 0,59 | 0,61 | 0,62 | 0,57 | 0,55 |
|                    | Кс   | 0,41      | 0,37 | 0,36 | 0,37 | 0,39 | 0,40 | 0,42 | 0,45 | 0,44 | 0,48 | 0,43 | 0,39 |
|                    | Кн   | 0,18      | 0,19 | 0,16 | 0,17 | 0,19 | 0,18 | 0,16 | 0,15 | 0,14 | 0,14 | 0,16 | 0,15 |
|                    | Коб  | 0,37      | 0,36 | 0,35 | 0,37 | 0,38 | 0,39 | 0,37 | 0,37 | 0,38 | 0,38 | 0,37 | 0,35 |
| Посёлок<br>Терскол |      | 0,73      | 0,83 | 0,77 | 0,85 | 0,89 | 0,92 | 0,92 | 0,93 | 0,87 | 0,91 | 0,85 | 0,82 |
|                    |      | 0,62      | 0,71 | 0,68 | 0,75 | 0,78 | 0,81 | 0,81 | 0,83 | 0,78 | 0,80 | 0,73 | 0,67 |
|                    |      | 0,52      | 0,59 | 0,59 | 0,64 | 0,67 | 0,69 | 0,70 | 0,73 | 0,68 | 0,68 | 0,61 | 0,51 |
|                    |      | 0,28      | 0,30 | 0,36 | 0,35 | 0,37 | 0,38 | 0,39 | 0,40 | 0,31 | 0,37 | 0,35 | 0,30 |
|                    |      | 0,41      | 0,45 | 0,47 | 0,47 | 0,50 | 0,52 | 0,54 | 0,56 | 0,50 | 0,51 | 0,48 | 0,41 |
| Пик<br>Терскол     |      | 0,85      | 0,90 | 0,87 | 0,96 | 0,89 | 0,90 | 0,94 | 0,98 | 0,97 | 0,99 | 0,88 | 0,93 |
|                    |      | 0,68      | 0,76 | 0,76 | 0,79 | 0,78 | 0,78 | 0,82 | 0,85 | 0,84 | 0,78 | 0,74 | 0,76 |
|                    |      | 0,57      | 0,61 | 0,64 | 0,65 | 0,66 | 0,66 | 0,70 | 0,71 | 0,71 | 0,67 | 0,61 | 0,60 |
|                    |      | 0,33      | 0,38 | 0,36 | 0,36 | 0,36 | 0,37 | 0,40 | 0,43 | 0,39 | 0,40 | 0,36 | 0,32 |
|                    |      | 0,45      | 0,50 | 0,50 | 0,51 | 0,50 | 0,53 | 0,55 | 0,56 | 0,55 | 0,54 | 0,48 |      |
| Ледовая<br>база    |      | 0,91      | 0,92 | 0,92 | 0,93 | 0,93 | 0,90 | 0,97 | 0,99 | 0,97 | 0,96 | 0,90 | 0,96 |
|                    |      | 0,74      | 0,77 | 0,78 | 0,80 | 0,80 | 0,79 | 0,84 | 0,85 | 0,83 | 0,80 | 0,75 | 0,80 |
|                    |      | 0,57      | 0,61 | 0,64 | 0,67 | 0,68 | 0,68 | 0,71 | 0,72 | 0,69 | 0,63 | 0,59 | 0,65 |
|                    |      | 0,34      | 0,38 | 0,37 | 0,39 | 0,39 | 0,39 | 0,41 | 0,46 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,35 |
|                    |      | 0,54      | 0,58 | 0,57 | 0,60 | 0,60 | 0,59 | 0,62 | 0,65 | 0,60 | 0,59 | 0,56 | 0,54 |

Зависимость облачного коэффициента от абсолютной высоты на северном склоне Большого Кавказа по нашим измерениям имеет линейный вид. Аналитически ее можно представить так:

$$K=K_0+0,07H \quad (5.33)$$

$$\text{где } K_0=0,33+0,07H \quad (5.34)$$

Здесь  $H$  дается в км.

В случае средних условий облачности зависимость  $K$  от  $H$  для каждого месяца аналитически выражается линейной функцией:

$$K=a+bH, \text{ например,}$$

за январь

$$K=0,05H+0,32 \quad (5.35)$$

за июнь

$$K=0,06H+0,35 \quad (5.35)$$

Величины действительных месячных сумм суммарной радиации, рассчитанных по формуле Савинова-Сигстрема, приведены в таблице 34. В таблице приведены также величины месячных и годовых сумм суммарной радиации для Казбеги высокогорной и Гудаури по данным Я.А. Цуцкиридзе (68). Годовые суммы суммарной радиации для станции Гудаури и поселка Терскол близки друг к другу. Годовая сумма суммарной радиации на станции Бермамыт (II) меньше, чем на Пике Терскол (140,0 и 145,0 ккал/см<sup>2</sup> год, соответственно). Годовая сумма суммарной радиации составляет на Ледовой базе 162,33 ккал/см<sup>2</sup> год, на Казбеги высокогорной по данным Я.А. Цуцкиридзе – 150,9 ккал/см<sup>2</sup>год, а по расчетам И.И. Борзенковой (II) – 159,7 ккал/см<sup>2</sup>год. Годовые суммы суммарной радиации, как в случае облачности различных ярусов, так и для действительных условий облачности, с увеличением абсолютной высоты места возрастают. Если в предгорной части Северного Кавказа ее величины составляют 100-110 ккал/см<sup>2</sup>год, то в зоне вечных снегов и льда они достигают 150-160 и более ккал/см<sup>2</sup>год /71,75/.

Действительные месячные и годовые суммы суммарной радиации на северном склоне Большого Кавказа (ккал/см<sup>2</sup>год)

| Пункт                                    | Σ                | Месяц |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     | Год   |
|--|------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-------|
|  |                  | I     | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI  | XII |       |
| Курорт<br>Нальчик                        | Q <sub>н</sub>   | 3,5   | 5,9  | 6,8  | 10,3 | 14,0 | 13,6 | 13,4 | 11,6 | 8,2  | 8,5  | 4,3 | 3,2 | 103,5 |
|  | Q <sub>об</sub>  | 3,5   | 4,4  | 7,0  | 9,4  | 13,1 | 13,6 | 13,2 | 11,9 | 9,0  | 8,5  | 4,0 | 3,0 | 100,5 |
|  | Q <sub>б-с</sub> | 6,4   | 8,0  | 13,9 | 16,3 | 20,5 | 22,1 | 20,5 | 17,8 | 14,5 | 11,7 | 4,1 | 5,9 | 164,7 |
|  | Q <sub>об</sub>  | 3,8   | 5,7  | 8,8  | 10,2 | 13,7 | 15,2 | 16,1 | 14,7 | 10,2 | 6,8  | 3,4 | 3,0 | 111,6 |
| Поселок<br>Терскол                       | Q <sub>н</sub>   | 6,3   | 8,3  | 13,3 | 15,0 | 17,0 | 17,6 | 17,1 | 13,2 | 12,3 | 10,0 | 6,5 | 5,4 | 142,0 |
|  | Q <sub>об</sub>  | 6,3   | 7,2  | 11,2 | 13,1 | 17,2 | 18,1 | 18,4 | 16,4 | 13,0 | 9,7  | 5,9 | 4,6 | 141,0 |
|  | Q <sub>б-с</sub> | 7,9   | 10,1 | 15,9 | 19,9 | 24,9 | 25,3 | 24,2 | 20,8 | 17,2 | 12,3 | 8,0 | 6,5 | 193,0 |
|  | Q <sub>об</sub>  | 6,2   | 8,3  | 12,6 | 15,0 | 17,1 | 18,0 | 17,8 | 16,3 | 13,2 | 10,0 | 7,0 | 5,3 | 146,8 |
| Гудаури<br>Пик<br>Терскол                | Q <sub>н</sub>   | 5,9   | 7,5  | 12,7 | 14,3 | 17,2 | 18,3 | 18,1 | 15,7 | 12,5 | 10,3 | 6,6 | 5,0 | 144,1 |
|  | Q <sub>об</sub>  | 5,5   | 7,2  | 11,6 | 14,3 | 17,2 | 18,9 | 18,3 | 17,0 | 13,8 | 10,3 | 6,3 | 4,6 | 145,0 |
|  | Q <sub>б-с</sub> | 8,1   | 10,5 | 16,8 | 21,6 | 26,1 | 27,3 | 25,4 | 21,7 | 17,3 | 13,2 | 8,9 | 6,8 | 203,7 |
|  | Q <sub>об</sub>  | 6,0   | 8,6  | 13,0 | 15,1 | 19,3 | 18,9 | 19,1 | 17,5 | 13,4 | 10,7 | 7,3 | 5,6 | 154,5 |
| Ледовая<br>база                          | Q <sub>н</sub>   | 5,6   | 8,6  | 13,0 | 16,1 | 20,3 | 20,9 | 21,6 | 19,1 | 14,9 | 11,1 | 7,8 | 5,3 | 162,3 |
|  | Q <sub>об</sub>  | 8,4   | 11,3 | 17,4 | 21,9 | 27,1 | 28,5 | 27,1 | 23,4 | 18,7 | 13,7 | 9,3 | 7,2 | 214,0 |
|  | Q <sub>б-с</sub> | 5,4   | 6,9  | 12,3 | 13,9 | 15,5 | 16,9 | 18,6 | 15,9 | 14,3 | 9,2  | 6,3 | 4,8 | 140,0 |
|  | Q <sub>об</sub>  | 7,3   | 8,7  | 13,4 | 15,0 | 18,6 | 19,1 | 19,0 | 18,2 | 14,3 | 11,4 | 8,2 | 6,5 | 159,7 |
| Бермамыт<br>Казбегий<br>высокого<br>рная | Q <sub>об</sub>  | 5,6   | 8,1  | 11,8 | 15,0 | 19,1 | 19,6 | 19,0 | 17,5 | 13,7 | 9,8  | 7,3 | 4,4 | 150,9 |
| Казбегий<br>высокого<br>рная             | Q <sub>об</sub>  | 5,6   | 8,1  | 11,8 | 15,0 | 19,1 | 19,6 | 19,0 | 17,5 | 13,7 | 9,8  | 7,3 | 4,4 | 150,9 |

Величина градиента суммарной радиации равна в среднем облачности верхнего яруса – 2,3, среднего яруса – 2,3, нижнего яруса – 1,8 ккал/см<sup>2</sup>год на 100 м высоты. Для действительных условий облачности градиент имеет следующие величины: верхний и средний ярусы вместе – 1,2, общая облачность (все ярусы) – 2,0 и облачность нижнего яруса – 1,6 ккал/см<sup>2</sup>год на 100 метров высоты. Заметим, что величина градиента суммарной радиации, помещенная в работе (II), составляет в среднем 1,4 ккал/см<sup>2</sup>год на 100 м. Средние величины градиента суммарной радиации для Азербайджана (63) изменяются от 1,1 до 2,2 ккал/см<sup>2</sup>год на 100 м. Годовой ход диапазона изменения месячных сумм суммарной радиации на северном склоне Большого Кавказа представлен на рис. 17. Как видно из этого рисунка – разница между крайними значениями месячных сумм суммарной радиации составляет летом 8,4 ккал/см<sup>2</sup>месяц, зимой – 2,3 ккал/см<sup>2</sup>месяц. Дневные и месячные суммы суммарной радиации хорошо коррелируются с действительной продолжительностью солнечного сияния за день и за месяц. Аналитически зависимость между дневными суммами суммарной радиации и действительной продолжительностью солнечного сияния за день имеет линейный вид и представляется так (60).

$$\sum_g Q = mSg + n \quad (5,37)$$

Для поселка Терскол, например, за 1961 г. эта зависимость имеет вид:

$$\sum_m Q = 0,058Sg - 1,32 \quad (5,38)$$

В заключении можно отметить, что на годовое количество суммарной радиации, приходящее на различные уровни северного склона большого Кавказа, существенное влияние оказывают такие факторы, как топография места и его абсолютная высота, режим снежного покрова и облачность. В результате влияния этих факторов месячные, а также сезонные суммы суммарной радиации максимальные величины имеют весной и летом, минимальные – зимой.

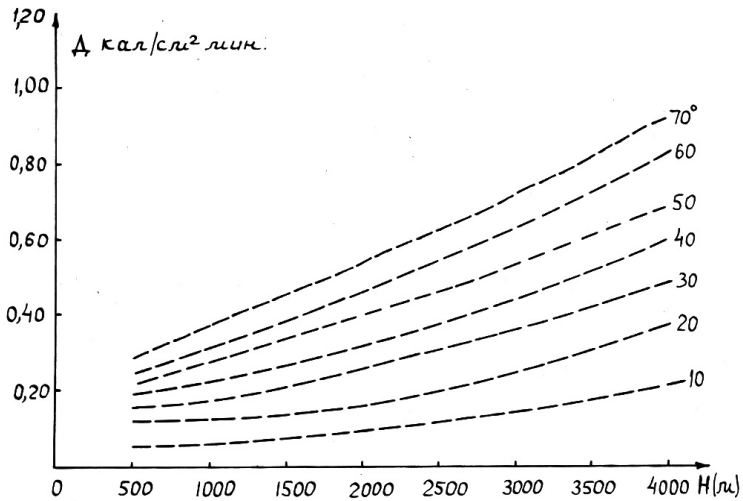


Рис. 16. Зависимость  $D=f(H)$  в смрае разных высот солнца для облачности нижнего яруса в количестве 10 баллов.

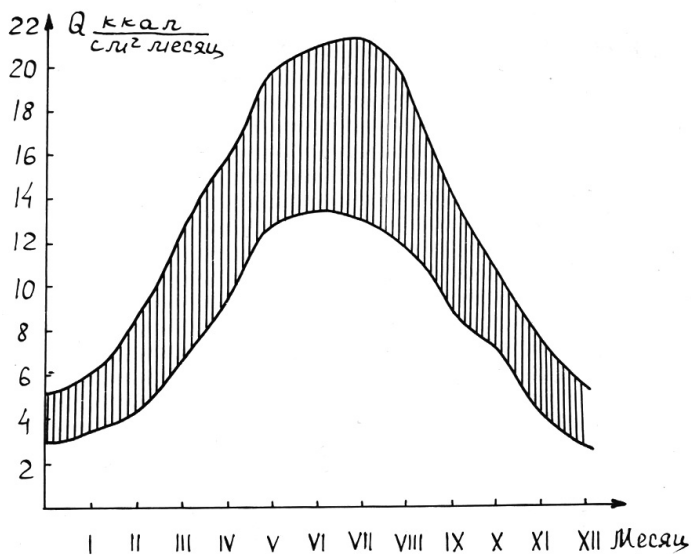


Рис. 17. Годовой ход диапазона изменения месячных сумм суммарной радиации на северном склоне Большого Кавказа



## ГЛАВА VI

### АЛЬБЕДО И ПОГЛОЩЕННАЯ РАДИАЦИЯ

Зная альbedo, можно судить о количестве радиации, поглощенной подстилающей поверхностью. На величину альbedo подстилающей поверхности в горных и высокогорных условиях решающее влияние оказывает абсолютная высота места и особенности режима снежного покрова. Снежный покров, обладая большой отражательной способностью, резко увеличивает интенсивность отраженной радиации и альbedo. Радиационные свойства и в частности альbedo снежного покрова в высокогорных условиях Большого Кавказа изучалось Г.К.Сулаквелидзе. Зависимость отраженной радиации от угла падения света он выразил так:

$$I_0 = 95,5 - 69,8 \cos \alpha + 33,8 \cos^2 \alpha \quad (6,1)$$

где  $I_0$  отраженная радиация в процентах к падающей,  $\alpha$  – угол падения прямой радиации /54,55,56/.

По характеру изменения альbedo на северном склоне Большого Кавказа можно выделить четыре периода: первый период – это период минимальных значений альbedo, когда подстилающая поверхность свободна от снега. Второй период – этот период высоких значений альbedo, когда подстилающая поверхность покрыта снегом. Третий и четвертый периоды характеризуются резкими колебаниями значений альbedo. Это периоды перехода альbedo от максимальных значений к минимальным при смене холодного периода года теплым и от минимальных значений к максимальным при смене теплого периода года холодным.

В работе /20/ центральная часть северного склона Большого Кавказа в зависимости от режима снежного покрова делится на три высотных пояса. Первый пояс охватывает высоту до 750м, второй пояс – от 750 до 1200 м и третий пояс – от 1200 м и выше до границы зоны вечных снегов и льда. Количество дней с устойчивым снежным покровом и первом поясе колеблется около 30, во втором поясе – около 50, а в третьем поясе – оно с увеличением абсолютной высоты возрастает от 131 (поселок Терскон) до 300 (Ледовая база).

Из-за различия в режиме снежного покрова на разных высотах северного склона Большого Кавказа в одно и то же время могут наблюдаться совершенно различные величины интенсивности отраженной радиации и альбедо (73,79).

Зависимость интенсивности отраженной радиации от высоты солнца аналитически представляется параболой второго порядка. Например, в отсутствие снежного покрова эту зависимость для поселка Терскол и Пика Терскол можно представить так:

$$R_k = 0.012 + 0.0048h - 0.00002h^2 \quad (6,2)$$

А для Ледовой базы

$$R_k = 0.034 + 0.0050h - 0.00004h^2 \quad (6,3)$$

Месячные суммы отраженной радиации были рассчитаны по формуле

$$\sum_m R_k = \sum_m Q_0 A_k \quad (6,4)$$

где  $\sum_m Q_0$  – месячная сумма суммарной радиации, а  $A_k$  – среднее значение альбедо, рассчитанное по таблицам повторяемости альбедо за три срока наблюдения (9,30,12,30 и 15,30). Для поселка Терскол, Пика Терскол и Ледовой базы величины этих сумм приведены в смъае подстилающей поверхности без снежного покрова (верхняя строка) и со снежным покровом (нижняя строка) (таблица 35). Приют – II (4200м) лежит в зоне вечных снегов и льда и все месячные суммы рассчитаны для снего-ледниковой поверхности. В смъае естественной закрытости горизонта на северном склоне Большого Кавказа с увеличением абсолютной высоты на 3500 м величина годовых сумм отраженной радиации возрастает от 40,0-45,9 ккал/см<sup>2</sup>год до 157,5 ккал/см<sup>2</sup>год. Величины месячных сумм отраженной радиации в смъае открытого горизонта зависят исключительно от абсолютной высоты и режима снежного покрова и освобождеы от влияния орографического фактора. В смъае открытого горизонта и при ясном небе величны годовых сумм отраженной радиации изменяются от 46,5 ккал/см<sup>2</sup>год (курорт Нальчик) до 158,2 ккал/см<sup>2</sup>год (приют II). До высоты 2 км наблюдается небольшое увеличение годовых сумм отраженной радиации: всего на 6,9 ккал/см<sup>2</sup>год, а от 2 до 5 км их увеличение происходит на 104,8 ккал/см<sup>2</sup>год. Выше 4 км годовые суммы отраженной радиации с высотой изменяются незначительно. Средние величины альбедо приведены в таблице 36.

таблица 35  
 Месячные и годовые суммы отраженной радиации в члучае ясного неба (ккал/см<sup>2</sup>Год)

| Пункт             | Месяц |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     | Год   |
|-------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-------|
|                   | I     | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X   | XI  | XII |       |
| Курорт<br>Нальчик | 3,2   | 3,8  | 6,0  | 4,1  | 5,2  | 5,5  | 4,8  | 3,6  | 2,7  | 2,2 | 1,9 | 2,9 | 45,9  |
| Золотушка         | 3,0   | 3,8  | 4,6  | 3,2  | 3,7  | 4,0  | 4,1  | 3,7  | 2,9  | 2,2 | 1,9 | 2,8 | 40,0  |
| Поселок           | -     | -    | -    | 3,8  | 4,4  | 4,1  | 4,0  | 3,6  | 2,8  | 2,1 | -   | -   | 24,8  |
| Терскол           | 2,9   | 4,9  | 7,9  | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -   | 1,8 | 2,7 | 20,2  |
| Пик               | -     | -    | -    | -    | -    | 7,5  | 3,6  | 3,8  | 5,1  | -   | -   | -   | 20,0  |
| Терскол           | 6,1   | 8,6  | 13,8 | 14,9 | 14,9 | -    | -    | -    | -    | 5,5 | 5,7 | 5,5 | 75,0  |
| Ледовая<br>база   | 7,3   | 10,2 | 14,6 | 18,1 | 19,4 | 16,4 | 8,2  | 8,2  | 12,2 | 9,8 | 8,3 | 6,4 | 139,3 |
| Приют II          | 7,3   | 10,8 | 14,7 | 18,1 | 20,8 | 17,4 | 16,4 | 14,2 | 13,2 | 9,9 | 8,3 | 6,4 | 157,5 |

таблица 36

Средние величины альбедо, %

| Пункт              | Месяц |    |     |    |    |    |     |      |    |    |    |     |
|--------------------|-------|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|
|                    | I     | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | IX | X  | XI | XII |
| Курорт<br>Нальчик  | 45    | 40 | 40  | 23 | 23 | 23 | 23  | 19   | 18 | 19 | 24 | 43  |
| Золотушка          | 42    | 41 | 34  | 17 | 17 | 18 | 19  | 20   | 19 | 19 | 26 | 45  |
| Поселок<br>Терекोल | 54    | 59 | 49  | 40 | 30 | 17 | 18  | 18   | 18 | 19 | 30 | 60  |
| Пик Терекол        | 75    | 80 | 78  | 68 | 56 | 27 | 14  | 17   | 29 | 41 | 61 | 78  |
| Пик Четет          | 70    | 78 | 69  | 51 | 53 | 26 | 17  | 17   | 17 | 39 | 46 | 74  |
| Ледовая база       | 85    | 85 | 80  | 80 | 70 | 60 | 30  | 35   | 65 | 70 | 85 | 85  |
| Приют II           | 85    | 85 | 80  | 80 | 75 | 60 | 60  | 60   | 70 | 70 | 85 | 85  |

Величины альbedo рассчитаны по повторяемости альbedo. Ввиду того, что в холодный период года в районе Ледовой базы наблюдаются сильные ветры западного направления, уносящие снег с площадки актинометрических наблюдений, средние величины альbedo для Ледовой базы были рассчитаны методом, предложенным Ш.В. Мосидзе в работе /39/.

Как известно, ледниковая поверхность на Большом Кавказе имеет достаточно большую площадь и изучение ее радиационных свойств представляет определенный интерес. Известно, что от радиационных свойств поверхности ледника, при прочих равных условиях, зависит интенсивность его таяния и режим стока горных рек.

Обширные фирно-ледниковые поля на северном склоне Большого Кавказа характеризуются большим диапазоном изменения альbedo: от 26% (альbedo загрязненного тающего льда) до 90% (альbedo сухого, чистого отполированного фирна)8

Представление о величинах альbedo разных видов ледниковой поверхности в летний период дает таблица 37 /17/.

таблица 37

Альbedo разных видов ледниковой поверхности в летний период

| Пункт наблюдения   | число дней | Характеристика подстилающей поверхности | Среднее альbedo |
|--------------------|------------|---|-----------------|
| Седловина Эльбруса | 3          | Плотный сухой снег с ветровой коркой    | 0,75            |
| Фирновое поле      | 9          | Свежевыпавший влажный снег              | 0,62            |
| Фирновое поле      | 34         | Старый влажный снег и фирн              | 0,50            |
| Карабаши           | 4          | Загрязненный старый снег                | 0,45            |
| Карачаул           | 13         | Чистый лед, Лед покрытый крупной        | 0,39            |
| Большой Азау       | 5          | Загрязненный тающий лед                 | 0,33            |
| Ирик               | 4          | "-"                                     | 0,28            |
| Алибек             | 11         | "-"                                     | 0,26            |

Таким образом не вся радиация, приходящая на данную подстилающую поверхность, участвует в формировании ее радиационного баланса. Часть этой радиации, в зависимости от высоты солнца и физических свойств подстилающей поверхности, отражается, а часть поглощается. Величину поглощенной радиации можно вычислить по формуле:

$$Q_n = Q(1-A)$$

где  $Q_n$  – величина поглощенной радиации,  $Q$  – величина суммарной радиации, а  $A$  – альbedo подстилающей поверхности. В таблице 38 приведены средние величины поглощенной радиации в зависимости от высоты солнца в сумме ясного неба. В первой строке таблицы 38 даны ее величины в сумме земли, во второй – в сумме снега с землей, в третьей – в сумме снега. Для ледовой базы в последней строке приведены средние величины поглощенной радиации в сумме грязного, мокрого льда.

таблица 38

Средние величины поглощенной радиации в сумме ясного неба (ккал/см<sup>2</sup>мин)

| Пункт              | Высота солнца (град.) |      |      |      |      |      |      |
|--------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|
|                    | 10                    | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   |
| Курорт<br>Нальчик  | 0,15                  | 0,35 | 0,57 | 0,73 | 0,86 | 0,99 | 1,05 |
|                    | 0,13                  | 0,30 | 0,52 | 0,59 | 0,74 | -    | -    |
|                    | 0,06                  | 0,16 | 0,27 | 0,35 | 0,42 | -    | -    |
| Посёлок<br>Терскол | 0,12                  | 0,35 | 0,55 | 0,73 | 0,91 | 1,04 | 1,10 |
|                    | 0,09                  | 0,26 | 0,43 | 0,56 | 0,70 | -    | -    |
|                    | 0,06                  | 0,12 | 0,21 | 0,28 | 0,33 | -    | -    |
| Пик<br>Терскол     | 0,14                  | 0,36 | 0,60 | 0,82 | 1,00 | 1,14 | 1,21 |
|                    | 0,10                  | 0,30 | 0,52 | 0,70 | 0,87 | 0,98 | -    |
|                    | 0,05                  | 0,13 | 0,23 | 0,31 | 0,37 | 0,42 | -    |
| Ледовая<br>база    | 0,19                  | 0,43 | 0,69 | 0,85 | 1,02 | 1,14 | -    |
|                    | 0,06                  | 0,16 | 0,24 | 0,31 | 0,35 | 0,41 | -    |
|                    | 0,19                  | 0,36 | 0,57 | 0,72 | 0,87 | 0,98 | -    |

Поглащенная радиация максимальные значения имеет для подстилающей поверхности без снега, а минимальные – для чистого сухого снега. Величины поглощенной радиации в сумме

грязного мокрого льда гораздо больше ее величин для мокрого снега /78/. Для подстилающей поверхности, свободной от снега, зависимость  $Q_n=f(h)$  аналогически можно представить так:

для курорта Нальчик

$$Q_n = -0,116 + 0,0272h - 0,00015h^2 \quad (6.6)$$

для поселка Терскол

$$Q_n = -0,202 + 0,0308h - 0,00017h^2 \quad (6.7)$$

для Пика Терскол

$$Q_n = -0,227 + 0,0345h - 0,00020h^2 \quad (6.8)$$

для Ледовой базы

$$Q_n = -0,083 + 0,0320h - 0,00017h^2 \quad (6.9)$$

Величины месячных сумм поглощенной радиации в смѐе ясного неба приедены в таблице 39, в верхней строке приведены величины сумм в смѐе открытого горизонта, в нижней – в смѐе естественной закрытости горизонта. До высоты 2 км над уровнем моря годовой ход месячных сумм поглощенной радиации следует за годовым ходом высоты солнца: с максимумом в июне, минимумом в декабре. На высоте 3 км и выше максимум месячных сумм смещается на июль, С увеличением высоты от 0,05 до 4 км величина годовой суммы поглощенной радиации уменьшается от 133,4 до 61,5 ккал/см<sup>2</sup>год. Отношение годовой суммы поглощенной радиации к годовой суммарной радиации в смѐе открытого горизонта составляет на курорте Нальчик 74,5%, в поселке Терскол 70,2%, на Пике Терскол 54,3%, на Ледовой базе 36,1% и на Приюте II – 28,4%.

В смѐе облачного покрова величины страженной и поглощенной радиации претерпевают большие изменения в зависимости от вида и количества облачности. В смѐе снега для равных высот солнца средние величины отраженной радиации на Пике Терскол и Ледовой базе больше, чем в поселке Терскол, что объясняется большой сухостью, чистотой и мощностью снежного покрова на этих высотах. При большой мощности ( $l \geq 50$  см) снежного покрова альbedo его толци становится максимальным /51/ и исключается поглощение проникшей сквозь снег солнечной адиации подстилающей

поверхностью, что увеличивает интенсивность отраженной радиации.

В таблице 40 приведены величины месячных сумм отраженной радиации в смчае облачности для трех состояний подстилающей поверхности: снег, снег-земля и земля.

Дневные и месячные суммы отраженной радиации рассчитаны по кривым ее срежнесуточного хода за каждый месяц. х максимальные величины помещаются в смчае облачности верхнего яруса для подстилающей поверхности, покрытой снегом, минимальные – в смчае облачности нижнего яруса и вертикального развития, для подстилающей поверхности, свободной от снега.

Зависимость интенсивности поглощенной радиации от высоты солнца на курорте нальчик для среднего состояния подстилающей поверхности аналитически можно представить так: в смчае облачности нижнего яруса:

$$Q_n = -0,014 + 0,0049h - 0,00003h^2 \quad (6,10)$$

среднего яруса

$$Q_n = -0,095 + 0,0135h - 0,00005h^2 \quad (6,11)$$

верхнего яруса

$$Q_n = -0,192 + 0,0303h - 0,00019h^2 \quad (6,12)$$

В этих выражениях h изменяется от 10 до 70°.

Зависимость интенсивности поглощенной радиации от высоты солнца в поселке Терскол в смчае подстилающей поверхности, свободной от снега, аналитически представляется так:

для облачности нижнего яруса

$$Q_n = -0,074 + 0,0116h - 0,00005h^2 \quad (6,13)$$

среднего яруса

$$Q_n = -0,144 + 0,0232h - 0,00011h^2 \quad (6,14)$$

верхнего яруса

$$Q_n = -0,1316 + 0,0289h - 0,00013h^2 \quad (6,15)$$



таблица 39  
 Месячные и годовые суммы поглощенной радиации в случае ясного неба (ккал/см<sup>2</sup> год)

| Пункт     | Месяц |     |     |      |      |      |      |      |      |      |     |     | Год   |
|-----------|-------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-------|
|           | I     | II  | III | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI  | XII |       |
| Курорт    | 4,2   | 5,7 | 9,0 | 13,9 | 17,3 | 18,4 | 17,2 | 15,4 | 12,5 | 10,1 | 6,0 | 3,5 | 133,4 |
| Нальчик   | 3,9   | 5,7 | 9,0 | 13,8 | 17,3 | 18,3 | 17,2 | 15,4 | 12,5 | 10,1 | 6,0 | 3,2 | 132,6 |
| Золотушка | 4,1   | 5,5 | 8,9 | 14,8 | 17,8 | 18,2 | 17,4 | 15,3 | 12,2 | 9,2  | 4,6 | 3,4 | 131,4 |
| Поселок   | 4,1   | 4,5 | 8,9 | 12,9 | 18,0 | 21,5 | 20,0 | 17,2 | 14,4 | 10,2 | 5,8 | 2,8 | 140,6 |
| Терскол   | 2,5   | 3,4 | 8,3 | 11,9 | 16,9 | 20,2 | 18,4 | 16,4 | 12,7 | 8,7  | 4,3 | 1,8 | 125,1 |
| Пик       | 2,3   | 2,2 | 4,0 | 7,2  | 11,8 | 20,7 | 22,5 | 18,6 | 11,7 | 7,9  | 3,6 | 1,6 | 114,7 |
| Терскол   | 2,0   | 2,2 | 4,0 | 7,0  | 11,7 | 20,4 | 22,3 | 18,5 | 12,5 | 7,9  | 3,6 | 1,6 | 113,2 |
| Ледовая   | 1,6   | 1,7 | 3,7 | 4,5  | 8,4  | 10,1 | 19,3 | 15,3 | 6,3  | 4,2  | 1,5 | 1,1 | 79,1  |
| База      | 1,3   | 2,6 | 3,6 | 4,5  | 8,3  | 10,0 | 19,0 | 15,3 | 6,3  | 4,2  | 1,4 | 1,1 | 75,6  |
| Приют II  | 1,6   | 1,7 | 3,7 | 4,5  | 7,1  | 10,1 | 10,9 | 9,4  | 5,7  | 4,2  | 1,5 | 1,1 | 61,5  |

На Пике Терскол зависимость  $Q_n=f(h)$  в смчае подстилающей поверхности, свободной от снега, аналитически представляется так:

для облачности нижнего яруса

$$Q_n = -0,083 + 0,0117h - 0,00004h^2 \quad (6,16)$$

для среднего яруса

$$Q_n = -0,124 + 0,0221h - 0,00009h^2 \quad (6,17)$$

для верхнего яруса

$$Q_n = -0,113 + 0,0297h - 0,000013h^2 \quad (6,18)$$

На ледовой базе для облачности нижнег яруса в смчае снега и тающего льда:

$$Q_n = -0,016 + 0,0037h - 0,00001h^2 \quad (6,19)$$

Величины месячных и годовых сумм поглощенной радиации рассчитывались по формуле:

$$\Sigma Q_n = \Sigma Q(1-A) \quad (6,20)$$

Максимальные величины поглощенной радиции приходятся на летний сезон, минимальные – на зимний сезон (табл.41). Манимальные величины поглощенной радиации наблюдаются в смчае облачности нижнего яруса и вертикального развития, максимальные – в смчае облачности верхнего яруса. С увеличением абсолютной высоты величины годовых сумм поглощенной радиации уменьшаются /78/.

таблица 40

Месячные и годовые суммы отраженной радиации в случае  
облачности различных ярусов (ккал/см<sup>2</sup>)

| Облачность<br>(ярус) | Месяц           |     |      |      |     |     |     |      |     |      |     |     | Год  |
|----------------------|-----------------|-----|------|------|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|------|
|                      | I               | II  | III  | IV   | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X    | XI  | XII |      |
|                      | Поселок Терскол |     |      |      |     |     |     |      |     |      |     |     |      |
| Нижний               | 2,9             | 4,3 | 6,7  | 8,7  | -   | -   | -   | -    | -   | 5,7  | 3,4 | 2,6 | 34,6 |
|                      | 1,3             | 1,9 | 2,9  | 3,6  | -   | -   | -   | -    | -   | 2,2  | 1,5 | 1,0 | 14,4 |
|                      | 0,8             | 0,9 | 1,3  | 1,6  | 2,0 | 2,4 | 1,8 | 1,4  | 1,1 | 0,9  | 0,6 | 0,5 | 15,3 |
| Средний              | 3,1             | 4,5 | 7,4  | 9,0  | -   | -   | -   | -    | -   | 5,7  | 3,5 | 2,6 | 35,8 |
|                      | 1,4             | 2,3 | 3,2  | 3,7  | -   | -   | -   | -    | -   | 2,6  | 1,7 | 1,2 | 16,1 |
|                      | 0,9             | 1,1 | 1,5  | 2,0  | 2,6 | 2,9 | 2,6 | 2,1  | 1,7 | 1,3  | 0,9 | 0,7 | 20,3 |
| Верхний              | 4,6             | 6,5 | 10,8 | 13,4 | -   | -   | -   | -    | -   | 7,9  | 5,2 | 3,9 | 52,3 |
|                      | 1,8             | 2,4 | 3,5  | 4,4  | -   | -   | -   | -    | -   | 2,7  | 2,0 | 1,6 | 18,4 |
|                      | 1,3             | 1,8 | 2,5  | 3,1  | 3,7 | 4,2 | 3,8 | 3,2  | 2,7 | 2,14 | 1,4 | 1,1 | 30,9 |
|                      | Пик Терскол     |     |      |      |     |     |     |      |     |      |     |     |      |
| Нижний               | 2,9             | 4,2 | 7,0  | 9,0  | -   | -   | -   | -    | -   | 6,0  | 3,4 | 2,4 | 34,9 |
|                      | 1,4             | 1,8 | 2,8  | 3,8  | -   | -   | -   | -    | -   | 2,2  | 1,5 | 1,2 | 14,7 |
|                      | 0,6             | 0,8 | 1,1  | 1,5  | 1,9 | 2,2 | 1,7 | 1,5  | 1,0 | 0,8  | 0,7 | 0,6 | 14,4 |
| Средний              | 3,8             | 5,2 | 8,5  | 10,1 | -   | -   | -   | -    | -   | 7,4  | 4,6 | 3,4 | 43,0 |
|                      | 1,4             | 1,9 | 3,0  | 4,0  | -   | -   | -   | -    | -   | 2,6  | 1,5 | 1,1 | 15,5 |
|                      | 0,9             | 1,2 | 1,8  | 2,3  | 2,9 | 3,1 | 3,0 | 2,4  | 1,8 | 1,4  | 1,0 | 0,8 | 22,6 |
| Верхний              | 6,4             | 8,4 | 13,2 | 16,4 | -   | -   | -   | -    | -   | 10,8 | 6,5 | 5,3 | 67,0 |
|                      | 2,4             | 3,0 | 4,5  | 5,7  | -   | -   | -   | -    | -   | 3,7  | 2,6 | 2,1 | 24,0 |
|                      | 1,3             | 1,7 | 2,7  | 3,1  | 3,9 | 4,1 | 3,8 | 3,1  | 2,6 | 2,2  | 1,5 | 1,2 | 31,2 |
| Ледовая база         |                 |     |      |      |     |     |     |      |     |      |     |     |      |
| Нижний               | 2,1             | 2,9 | 4,5  | 5,8  | 7,0 | 7,4 | 7,2 | 6,2  | 4,7 | 3,7  | 2,3 | 1,8 | 55,4 |

Таблица 41

Величины месячных и годовых сумм поглощенной радиации в случае  
облачности (ккал/см<sup>2</sup>год) (горизонт открыт)

| Облачность<br>(ярус) | Месяц |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     | Год   |
|----------------------|-------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-------|
|                      | I     | II  | III | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X   | XI  | XII |       |
| Курорт Нальчик       |       |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |       |
| Верхний              | 2,7   | 4,1 | 6,6 | 11,0 | 12,8 | 13,9 | 12,8 | 11,2 | 9,8  | 7,5 | 4,3 | 2,5 | 99,2  |
| Средний              | 1,6   | 2,1 | 3,3 | 5,2  | 6,8  | 7,4  | 7,3  | 7,0  | 5,5  | 4,8 | 2,6 | 1,4 | 55,0  |
| Нижний               | 0,7   | 1,1 | 1,4 | 2,4  | 3,3  | 3,2  | 2,8  | 2,3  | 1,8  | 1,4 | 1,0 | 0,5 | 21,9  |
| Посёлок Терскол      |       |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |       |
| Верхний              | 2,9   | 3,8 | 6,9 | 11,0 | 16,1 | 19,8 | 18,4 | 16,0 | 12,5 | 9,3 | 5,0 | 0,8 | 132,5 |
| Средний              | 2,1   | 2,7 | 5,2 | 7,9  | 11,8 | 14,8 | 14,0 | 12,6 | 9,9  | 6,9 | 3,6 | 1,5 | 99,0  |
| Нижний               | 1,1   | 1,4 | 2,8 | 4,4  | 6,8  | 8,2  | 7,7  | 7,0  | 4,5  | 3,8 | 2,0 | 2,3 | 52,0  |
| Пик Терскол          |       |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |       |
| Верхний              | 1,8   | 2,0 | 3,4 | 6,7  | 10,6 | 18,5 | 21,2 | 18,3 | 12,3 | 7,9 | 4,7 | 1,5 | 108,9 |
| Средний              | 1,2   | 1,3 | 2,5 | 4,6  | 7,6  | 13,5 | 15,9 | 13,2 | 8,9  | 5,4 | 2,2 | 1,0 | 77,3  |
| Нижний               | 0,7   | 0,8 | 1,4 | 2,6  | 4,3  | 7,7  | 8,9  | 8,0  | 5,0  | 3,2 | 1,3 | 0,5 | 44,4  |
| Ледовая база         |       |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |     |       |
| Верхний              | 1,2   | 1,6 | 3,4 | 4,2  | 7,7  | 10,4 | 18,6 | 15,2 | 6,4  | 4,0 | 1,3 | 1,1 | 75,1  |
| Средний              | 0,8   | 1,0 | 2,3 | 3,0  | 5,7  | 7,8  | 13,7 | 11,1 | 4,6  | 2,7 | 0,9 | 0,7 | 67,2  |
| Нижний               | 0,4   | 0,7 | 1,4 | 1,7  | 3,2  | 4,4  | 7,8  | 7,0  | 2,5  | 1,6 | 0,6 | 0,4 | 31,7  |

Действительные месячные суммы поглощенной радиации для средних условий облачности приведены в таблице 42.

Годовые суммы поглощенной радиации при действительных условиях облачности изменяются от 75-85 ккал/см<sup>2</sup>год на предгорных равнинах Северного Кавказа до 60 ккал/см<sup>2</sup>год на границе зоны вечных снегов и льда. Величины поглощенной радиации для Пика Терскол оказались меньше (80,3ккал/см<sup>2</sup>год), чем для Бермамыта (86,5ккал/см<sup>2</sup>год) что объясняется тем, что на Пике Терскол снежный покров лежит дольше, чем на Бермамыте. Максимальные величины поглощенной радиации наблюдаются в поселке Терскол (99,5ккал/см<sup>2</sup>год). В таблице 42 приведены величины поглощенной радиации на Казбеги высокогорной по данным Я.А. Цуцкиридзе /62/, годовая сумма поглощенной радиации на Казбеги высокогорной составила 45,4 ккал/см<sup>2</sup>год.

Различие, кажущееся с первого взгляда в величинах годовых сумм поглощенной радиации для Ледовой базы и казбеги высокогорной (60,4 и 45,4), обусловлено тем, что величины альbedo за июль и август для Казбеги высокогорной взяты равными 65-70%, в то время, как для Ледовой базы они равны соответственно 30 и 35% (альbedo поверхности морены, свободной от снежного покрова, на которую часто выпадают твёрдые осадки).

В период абляции на ледниках Ледовой базы за июль и август альbedo изменяется в тех же пределах (60-70%) и величины поглощенной радиации оказываются близкими к их величинам на Казбеги высокогорной. С этой оговоркой в зоне вечных снегов и льда на северном склоне большого Кавказа величина годовых сумм поглощенной радиации изменяется в пределах 45-50ккал/см<sup>2</sup>год.

Таблица 42  
 Величины месячных и годовых сумм поглощенной радиации при действительных условиях  
 облачности (ккал/см<sup>2</sup>)

| Пункт                   | Месяц |     |     |     |      |      |      |      |      |     |     |     | Год  |
|-------------------------|-------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|
|                         | I     | II  | III | IV  | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X   | XI  | XII |      |
| Курорт<br>Нальчик       | 1,9   | 2,5 | 4,2 | 7,2 | 10,1 | 10,5 | 10,3 | 9,6  | 7,4  | 6,9 | 3,1 | 1,7 | 75,5 |
| Золотушка               | 2,2   | 3,4 | 5,8 | 8,5 | 11,4 | 12,5 | 13,0 | 11,8 | 8,3  | 5,5 | 2,5 | 1,6 | 86,5 |
| Поселок<br>Терскол      | 2,9   | 3,0 | 5,7 | 7,9 | 12,0 | 15,0 | 15,1 | 13,4 | 10,7 | 7,9 | 4,1 | 1,8 | 99,5 |
| Бермамыт                | 1,6   | 2,1 | 3,7 | 8,6 | 9,6  | 14,6 | 15,3 | 13,0 | 11,3 | 4,6 | 1,9 | 1,4 | 87,7 |
| Пик Терскол             | 1,4   | 1,4 | 2,6 | 4,6 | 9,6  | 13,8 | 15,7 | 14,1 | 9,8  | 6,1 | 2,5 | 1,0 | 82,6 |
| Ледовая база            | 0,8   | 1,3 | 2,6 | 3,2 | 6,1  | 8,4  | 15,1 | 12,4 | 5,2  | 3,3 | 1,2 | 0,8 | 60,4 |
| Казбеги<br>высокогорная | 1,2   | 1,7 | 2,4 | 4,0 | 6,3  | 7,1  | 6,6  | 6,5  | 3,7  | 3,0 | 1,8 | 1,1 | 45,4 |

### **В заключении можно отметить следующее:**

1. Альbedo подстилающей поверхности на северном склоне Большого Кавказа изменяется в широких пределах. Максимальные значения альbedo имеет сухой, чистый, с достаточной глубиной снежный покров, минимальные – мокрая подстилающая поверхность без травяного покрова.

2. Альbedo фирна на ледниках в период абляции больше альbedo свободной от снежного покрова загрязненной поверхности языковой части ледника.

3. В одно и то же время в зависимости от абсолютной высоты на северном склоне большого Кавказа могут наблюдаться различные величины альbedo. Например, в мае на курорте Нальчик альbedo изменяется от 15 до 25%, в поселке Терскол – от 10 до 40%, на Пике Терскол – от 10 до 70%, на Ледовой базе – от 60 до 80%.

4. Загрязненный тающий лед в период абляции ледников имеет низкие значения альbedo: от 25 до 30%. Такие же величины альbedo наблюдаются в смее тающего снежного покрова с проталинами (снег-земля) весной.

5. Величина годовых сум поглощенной радиации при действительных условиях облачности на северном склоне Большого Кавказа изменяется от 75-85 ккал/см<sup>2</sup>год (предгорные равнины) до 40-45 ккал/см<sup>2</sup>год (зона вечных снегов и льда).

## ГЛАВА VII ЭФФЕКТИВНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ И РАДИАЦИОННЫЙ БАЛАНС

### § 1. Эффективное изменение

Уравнение радиационного баланса имеет вид /4/:

$$B=Q(1-A)+\delta\varepsilon_a-\varepsilon_3 \quad (7,1)$$

где  $Q$  – суммарная радиация,  $A$  – альbedo подстилающей поверхности,  $Q(1-A)$  – поглощенная радиация,  $\delta\varepsilon_a$  – противоизменение атмосферы,  $\varepsilon_3$  – собственное изменение подстилающей поверхности. Ввиду того, что  $\varepsilon_3 > \delta\varepsilon_a$ , всегда происходит потеря тепла подстилающей поверхностью. Точное экспериментальное определение эффективного изменения является весьма трудной задачей (4). Трудность заключается в определении встречного изменения в атмосферы /45, 29, 10/. Поэтому, для оценки величин эффективного изменения в настоящее время часто используются расчетные методы: эмпирические и теоретические формулы и радиационные диаграммы (26). Как указывает К.Я. Кондратьев и другие исследователи (31), для применения эмпирических формул в любых физико-географических условиях необходимо обосновать значения эмпирических коэффициентов, входящих в эти формулы. А это требует значительного материала пиргеометрических наблюдений. Определение компонент эффективного изменения с помощью радиационных диаграмм основано на графическом решении уравнения переноса длиноволновой радиации и этот способ принципиально не отличается от теоретических формул. Теоретические формулы могут быть применены для любого географического района, но они еще не находят практического применения в климатологических расчетах вследствие их трудоемкости и сложности. Кроме того, они требуют аэрологического исследования свободной атмосферы.

Среди эмпирических формул для расчета эффективного изменения самое широкое применение получила формула Онгстрема

$$\varepsilon_n = 0,95\sigma T^4 \left( 0,194 + 0,23610^{-0,069e} \right) (1 - 0,76n) \quad (7,2)$$



где  $T$  – температура,  $e$  – упругость водяного пара (мм), 0,95 – коэффициент, характеризующий излучательную способность подстилающей поверхности,  $\sigma$  – постоянная Стефана-Больцмана,  $n$  – общая облачность в долях единицы. Формула Онгстрема нашла широкое применение в расчетах эффективного изменения в условиях Кавказа (62,39). В последнее время были помнены формулы, обладающие целым рядом преимуществ по сравнению с эмпирическими формулами. Одна из этих формул – формула М.Е. Берлянд и Т.Г. Берлянд (10) рекомендована ГГО для расчета эффективного изменения. Эта формула имеет вид:

$$\varepsilon_n = \varepsilon_0(1 - cn^2) + 4\delta\sigma\Theta^3(Q_w - \Theta) \quad (7,3)$$

где  $\varepsilon_0$  – эффективное изменение при ясном небе,  $C$  – коэффициент, учитывающий влияние облачности на эффективное изменение,  $n$  – облачность в долях единицы,  $Q_w$  – температура подстилающей поверхности,  $\Theta$  – температура воздуха,  $\delta$  – излучательная способность подстилающей поверхности. Величина эффективного изменения при безоблачном небе –  $\varepsilon_0$  определяется по температуре и влажности воздуха по формуле И.Е.Берлянд и Т.Г. Берлянд

$$\varepsilon_0 = \delta\sigma T^4(0,39 - 0,058\sqrt{e}) \quad (7,4)$$

Величина  $\varepsilon_0$  на практике определяется по таблице и графику, составленным М.Е. Берлянд и Т.Г. Берлянд. Месячные суммы эффективного изменения были рассчитаны по формулам (7,3)-(7,4) (таблица 43)87 Величина годовых сумм эффективного изменения с увеличением высоты до 2-2,5 км увеличивается, а начиная с этой высоты, постепенно уменьшаются, достигая минимума в Приюте – II (4,2км). Годовая сумма эффективного изменения на Приюте – II почти в два раза меньше, чем на курорте Нальчик. Изменение эффективного изменения с высотой обусловлено одновременным изменением ее компонент: собственного изменения подстилающей поверхности и встречного изменения атмосферы. По Онгстрему эффективное изменение достигает максимальных значений на высотах 2,5-3 км над уровнем моря.

Таблица 43  
 Месячные и годовые суммы эффективного излучения в случае ясного неба на северном склоне  
 Большого Кавказа (ккал/см<sup>2</sup>)

| Пункт              | Месяц |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     | Год  |
|--------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|
|                    | I     | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   | XI  | XII |      |
| Курорт<br>Нальчик  | 5,3   | 4,0 | 5,8 | 6,4 | 7,0 | 6,4 | 6,8 | 6,4  | 5,9 | 6,1 | 4,8 | 4,3 | 69,2 |
| Поселок<br>Терскол | 4,2   | 4,0 | 5,3 | 6,7 | 7,5 | 7,3 | 7,7 | 7,2  | 7,0 | 6,9 | 5,3 | 4,0 | 73,1 |
| Пик Терскол        | 4,0   | 3,8 | 5,1 | 5,1 | 5,5 | 5,5 | 6,9 | 6,7  | 6,4 | 5,4 | 4,1 | 4,0 | 62,5 |
| Ледовая база       | 4,0   | 3,3 | 3,7 | 3,9 | 3,0 | 4,1 | 6,1 | 5,5  | 3,4 | 4,8 | 3,6 | 4,0 | 49,4 |
| Приют II           | 3,7   | 2,7 | 3,2 | 1,5 | 2,6 | 3,1 | 3,3 | 3,7  | 2,1 | 4,6 | 3,1 | 3,4 | 37,0 |

Величины действительных месячных сумм эффективного изменения были рассчитаны по методу М.И. Будыко /14/, по формуле (7,3), где коэффициент  $C=C_0-0,06H$ , здесь  $C_0$  значение  $C$  у земной поверхности, а  $H$  высота мест над уровнем моря. Выражение  $C=C_0-0,06H$  было помещено в результате построения

зависимости вида  $\frac{\sum_m \varepsilon_g}{\sum_m \varepsilon_0} = f(n)$  для всех пунктов наблюдения.

Заметим, что в работе /12/ была помещена зависимость величины  $C$  от высоты местности, имеющую вид:

$$C=C_0-0,05H \quad (7,5)$$

где  $C_0$  – величина  $C$  у поверхности земли по данным М.И. Будыко (14). В таблице 44 приведены величины месячных и годовых сумм эффективного изменения в среднем облачности. Максимум этих сумм наблюдается на высотах 2,0-2,5 км, минимум – на границе зоны вечных снегов и льда. На южном склоне Большого Кавказа Я.А. Цуцкиридзе была установлена тенденция к постоянному увеличению годовых сумм эффективного изменения с высотой (62). А Э.М. Шиклинский помнил постепенное уменьшение годовых сумм эффективного изменения с высотой для всей территории Азербайджана /63/ – от 55-56 ккал/см<sup>2</sup>год для Кура-Араксинской низменности до 47-48 ккал/см<sup>2</sup>год для высокогорной зоны Большого и Малого Кавказа. В пользу уменьшения годовых сумм эффективного изменения с увеличением высоты местности говорят работы (4,9,33), ведущих специалистов: М.И. Будыко, К.Я. Кондратьева, Т.Г.Берлянд, и Л.И. Зубенек и других, установивших общие закономерности уменьшения годовых сумм эффективного изменения в направлении с юга на север. А в пользу существования зоны на северном склоне Большого Кавказа на высоте 2000-2500 м., где действительные месячные суммы эффективного изменения достигают максимальных значений, говорит помещенный ими важный результат о возрастании годовых сумм эффективного изменения с увеличением широты до 60° для северо-запада Европейской территории СССР.

Таблица 44  
 Месячные и годовые сумм эффективного излучения на северном склоне Большого Кавказа в случае  
 облачности (ккал/см<sup>2</sup>)

| Н км. | Месяц |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     | Год  |
|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|
|       | I     | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   | XI  | XII |      |
| 0,5   | 2,1   | 2,2 | 2,8 | 4,0 | 5,0 | 5,3 | 5,2 | 58,0 | 4,3 | 4,5 | 2,8 | 2,3 | 45,6 |
| 2,1   | 1,9   | 1,7 | 2,7 | 4,4 | 5,4 | 6,0 | 6,5 | 6,7  | 5,9 | 5,2 | 3,1 | 1,8 | 51,3 |
| 3,1   | 1,8   | 1,6 | 2,6 | 3,0 | 4,3 | 4,9 | 6,2 | 6,2  | 5,5 | 4,0 | 2,3 | 1,8 | 44,2 |
| 3,8   | 2,5   | 2,1 | 2,4 | 2,5 | 3,8 | 4,7 | 5,3 | 4,7  | 4,0 | 3,9 | 3,0 | 2,7 | 41,6 |

## §2. Радиационный баланс

Знание радиационного баланса является необходимым в изучении радиационного режима местности. Для установления зависимости интенсивности радиационного баланса от высоты солнца на северном склоне Большого Кавказа были использованы данные балансовых наблюдений и регистрации, помеченные при облачности менее двух баллов и открытом солнечном диске. Эта зависимость была исследована: для трех состояний подстилающей поверхности: снег, снег-земля и земля (таблица 45).

Величина интенсивности радиационного баланса зависит от высоты солнца, характера подстилающей поверхности и абсолютной высоты места. Средняя интенсивность радиационного баланса в смее подстилающей поверхности с естественным травяным покровом с увеличением абсолютной высоты возрастает и доистигает максимальных значений на границе зхоны вечных снегов и льда, где травяной покров обычно отсутствует и уступает место каменисто-щебенистой поверхности высокогорной тундры (72).

Зависимость интенсивности радиационного баланса от высоты солнца для подстилающей поверхности, свободной от снега, аналитически можно представить в виде параболы второго порядка. Для курорта Нальчик

$$B_0 = -0,159 + 0,0213h - 0,00009h^2 \quad (7,6)$$

для порселка Терскол

$$B_0 = -0,101 + 0,0199h - 0,00006h^2 \quad (7,7)$$

для Пика Терскол

$$B_0 = -0,055 + 0,0181h - 0,00002h^2 \quad (7,8)$$

для Ледовой базы

$$B_0 = -0,111 + 0,0193h - 0,00007h^2 \quad (7,9)$$

В этих выражениях высота солнца  $h$  изменяется от 10 до 70° включительно. Максимум интенсивности радиационного баланса наблюдается в околоруденное время (12ч 30мин) и составляет на курорте Нальчик 0,80-0,90 кал/см<sup>2</sup>мин (июнь), в поселке Терскол – 0,90-1,05 кал/см<sup>2</sup>мин (июнь), на Ледовой базе – 1,00-1,20 кал/см<sup>2</sup>мин (июнь). Минимум за этот же срок

Зависимость  $B_0=f(h)$  на северном склоне Большого Кавказа в случае ясного неба  
(кал/см<sup>2</sup>·мин)

| $B_0$  | Высота солнца (град.) |       |      |      |       |       |      | Подстилающая поверхность |
|--------|-----------------------|-------|------|------|-------|-------|------|--------------------------|
|        | 10                    | 20    | 30   | 40   | 50    | 60    | 70   |                          |
|        | Курорт Нальчик        |       |      |      |       |       |      |                          |
| средн. | -0,02                 | 0,008 | 0,17 | 0,27 | -     | -     | -    | снег                     |
| средн. | 0,00                  | 0,14  | 0,27 | 0,37 | -     | -     | -    | снег-земля               |
| средн. | 0,03                  | 0,22  | 0,40 | 0,56 | 0,70  | 0,082 | 0,86 | земля                    |
|        | Поселок Терскол       |       |      |      |       |       |      |                          |
| средн. | -0,02                 | 0,10  | 0,22 | 0,33 | 0,45  | -     | -    | снег                     |
| средн. | 0,02                  | 0,17  | 0,32 | 0,47 | 0,062 | -     | -    | снег-земля               |
| средн. | 0,09                  | 0,26  | 0,46 | 0,60 | 0,73  | 0,90  | 0,98 | земля                    |
|        | Пик Терскол           |       |      |      |       |       |      |                          |
| средн. | 0,04                  | 0,09  | 0,19 | 0,28 | 0,39  | 0,50  | 0,57 | снег                     |
| средн. | 0,07                  | 0,16  | 0,30 | 0,42 | 0,56  | 0,66  | 0,72 | снег-земля               |
| средн. | 0,11                  | 0,28  | 0,48 | 0,65 | 0,82  | 0,96  | 1,10 | земля                    |
|        | Ледовая база          |       |      |      |       |       |      |                          |
| средн. | -0,06                 | 0,04  | 0,12 | 0,22 | 0,32  | -     | -    | снег сухой               |
| средн. | 0,03                  | 0,22  | 0,40 | 0,55 | 0,70  | 0,83  | 0,91 | Морена                   |
| средн. | 0,00                  | 0,12  | 0,22 | 0,36 | 0,47  | 0,59  | 0,68 | мокрый снег              |
| средн. | 0,04                  | 0,06  | 0,14 | 0,23 | 0,36  | 0,42  | 0,47 | влажный снег             |
| средн. | 0,08                  | 0,26  | 0,43 | 0,62 | 0,80  | 0,92  | 1,02 | Тающий снег              |

наблюдается в декабре, и составляет на курорте Нальчик  $0,30 \text{ ккал/см}^2 \text{ мин}$ , в поселке Терскол –  $0,24 \text{ ккал/см}^2 \text{ мин}$ , на Ледовой базе  $0,11 \text{ ккал/см}^2 \text{ мин}$ . Компенсация расходной части радиационного баланса его приходной частью в смрае открытого горизонта на всех пунктах наблюдения лежит в пределах тех высот солнца, которые даются указаниями и наставлениями ГГО /47/. Исключение из этого составляют высокогорные глубокие долины, для которых переход интенсивности радиационного баланса через нулевое значение происходит в самых различных интервалах высоты солнца. При постоянной высоте солнца аксимальные величины интенсивности радиационного баланса наблюдаются для подстилающей поверхности, свободной от снежного покрова, минимальные – в смрае снежного покрова. Увеличение альбеда приводит к значительному уменьшению величин интенсивности радиационного баланса. Например, в поселке Терскол при  $h=30^0$  и  $A=85\%$  ее средняя величина составила  $0,10 \text{ ккал/см}^2 \text{ мин}$ , а при  $A=15\%$  она оказалась равной  $0,53 \text{ ккал/см}^2 \text{ мин}$ .

Величины интенсивности радиационного баланса для курорта Нальчик близки к ее величинам, которые даются в работах ГГО для широты курорта Нальчик /4/. Ее средние величины при безоблачном небе на курорте Нальчик и на станции Золотушка близки друг к другу. Средняя величина ночной интенсивности радиационного баланса на этих станциях изменяется от  $-0,06$  до  $-0,08 \text{ ккал/см}^2 \text{ мин}$ . /82/.

Средние величины интенсивности радиационного баланса на курорте Нальчик, меньше, чем в поселке Терскол, что обусловлено гораздо большим приходом суммарной радиации в поселке Терскол, по сравнению с курортом Нальчик. В период залегания устойчивого снежного покрова средняя величина интенсивности радиационного баланса в поселке Терскол оказывается меньше, чем на курорте Нальчик, что вызвано большими величинами альбеда снега в поселке Терскол. В поселке Терскол в сроки 6 часов 30 мин в течение 5-6- месяцев (IX-III) величины интенсивности радиационного баланса отрицательны, что является результатом влияния закрытости горизонта. Максимальные величины интенсивности радиационного баланса на Пике Терскол наблюдаются в смрае подсти-

лающей поверхности свободной от снега, минимальные – в смтае снежного покрова. Например, в 12 ч 30 мин ее средняя величина составила в смтае снега  $0,54 \text{ кал/см}^2 \text{ мин}$ , а в отсутствии снега  $1,08 \text{ кал/см}^2 \text{ мин}$ . Средние величины интенсивности радиационного баланса зимой при ясном небе на Ледовой Базе меньше, чем на Пик Терскол, что является следствием еще большего увеличения альбедо на Ледовой базе: среднее альбедо снежного покроа за зимние месяцы здесь составляет 85% /81/. Величины радиационного баланса для фирно-ледниковой поверхности в период абляции (VI-IX) гораздо больше, чем для снежного покрова. Например, для грязного мокрого фирна в 12 ч 30 мин величина интенсивности радиационного баланса составила в июне 0,67, в июле 0,65, в августе 0,59 и в сентябре 0,47  $\text{ кал/см}^2 \text{ мин}$ . А средние величины ее ночных значений составили  $0,10 \text{ кал/см}^2 \text{ мин}$  (17). Средняя интенсивность радиационного баланса для фирно-ледниковой поверхности ледника Терскол при ясном небе в период с июня по сентябрь включительно, приведены в таблице 46.

Величины месячных и годовых сумм радиационного баланса при ясном небе были рассчитаны по ежечасным значениям среднесуточной интенсивности радиационного баланса за каждый месяц, которые снимались с кривых ее среднесуточного хода. При этом учитывалось своеобразие перехода интенсивности радиационного баланса через нуль в зависимости от режима снежного покрова и закрытости горизонта на различных абсолютных высотах. Величины этих сумм были вычислены также по методике ГГО (14), как разности сумм поглощенной радиации и эффективного излучения. Месячные и годовые суммы были рассчитаны для трех состояний подстилающей поверхности: снег, снег-земля, земля (таблица 47).



Таблица 46  
 Средняя интенсивность радиационного баласа на леднике Терскол (кал/см<sup>2</sup>мин)

| месяц | t    |      |      |       |       |       |  |  | Подстилающая<br>поверхность |
|-------|------|------|------|-------|-------|-------|--|--|-----------------------------|
|       | 0,30 | 6,30 | 9,30 | 12,30 | 15,30 | 18,30 |  |  |                             |
| VI    | 0,10 | 0,15 | 0,54 | 0,67  | 0,40  | 0,02  |  |  | Снег, грязный, мокрый       |
| VII   | 0,10 | 0,13 | 0,51 | 0,65  | 0,37  | 0,01  |  |  | Снег, грязный, мокрый       |
| VIII  | 0,10 | 0,07 | 0,44 | 0,59  | 0,31  | 0,30  |  |  | Снег, грязный, мокрый       |
| IX    | 0,10 | 0,05 | 0,06 | 0,47  | 0,22  | 0,07  |  |  | Снег, грязный, мокрый       |

Годовые суммы радиационного баланса при безоблачном небе с увеличением абсолютной высоты от 0,5 до 3,8 км. уменьшается более чем в два раза: от 65,0 ккал/см<sup>2</sup>год на Курорте Нальчик до 27,4 ккал/см<sup>2</sup>год на границе зоны вечных снегов и льда. В условиях высокогорных глубоких долин влияние орографического фактора перекрывает влияние абсолютной высоты на величину годовых сумм радиационного баланса: в поселке Терскол ее годовая сумма составляет 52,4, а на пике Терскол – 51,6 ккал/см<sup>2</sup>год. Если в предгорной части Северного Кавказа месячные суммы отрицательны, только за декабрь и январь то в зоне вечных снегов и льда они отрицательны в течение шести месяцев (X-II), что является следствием преобладающего влияния режима снежного покрова на радиационный баланс по сравнению с влиянием абсолютной высоты (83).

Отношение месячных сумм радиационного баланса (как полного, так и его положительной части) к месячным суммам суммарной радиации обнаруживает четкую зависимость от среднемесячных величин альбедо. Величины этих соотношений с увеличением альбедо уменьшаются и достигают минимума в зоне вечных снегов и льда. Для фирноледниковой поверхности в период абляции ледников (июль-август) на Большом Кавказе зависимость отношения дневных сумм радиационного баланса к дневным суммам суммарной радиации от среднего значения альбедо имеет линейный вид /17/ и выражается аналитически так:

$$\frac{\sum_g B}{\sum_g Q} = -1,10A + 0,94 \quad (7,10)$$

Для курорта Нальчик

$$\sum_M B_0 = \sum_M Q_0 (0,78 - 0,83A) \quad (7,11)$$

для поселка Терскол

$$\sum_M B_0 = \sum_M Q_0 (0,62 - 0,60A) \quad (7,12)$$

таблица 47  
 Месячные и годовые суммы радиационного баланса при ясном небе (ккал/см<sup>2</sup>) горизонт открыт

| Подстилающая поверхность | Месяц |      |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      | Год  |
|--------------------------|-------|------|------|-----|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|
|                          | I     | II   | III  | IV  | V    | VI   | VII  | VIII | IX  | X    | XI   | XII  |      |
| среднее                  | -1,1  | 1,7  | 4,2  | 7,5 | 10,3 | 12,0 | 10,4 | 9,0  | 6,6 | 4,0  | 1,2  | -0,8 | 65,0 |
| Курорт Нальчик           |       |      |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |      |
| Поселок Терекол          |       |      |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |      |
| среднее                  | -1,1  | 0,5  | 3,6  | 6,2 | 10,5 | 14,2 | 12,3 | 10,0 | 7,4 | 3,3  | 0,5  | -1,2 | 66,2 |
| снег                     | -1,2  | -0,0 | 2,5  | 6,2 | -    | -    | -    | -    | -   | 1,0  | -0,9 | -1,6 | 6,0  |
| Снег-земля               | -0,6  | -1,2 | 3,7  | 7,2 | 8,9  | -    | -    | -    | -   | 2,4  | -0,2 | -1,0 | 19,2 |
| земля                    | -0,2  | 2,3  | 5,9  | 8,5 | 10,5 | -    | -    | -    | -   | 3,5  | 0,4  | -1,0 | 29,9 |
| Пик Терекол              |       |      |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |      |
| среднее                  | -1,7  | -1,6 | -1,1 | 2,1 | 6,3  | 15,2 | 15,6 | 11,9 | 5,3 | 2,5  | -0,5 | -2,4 | 51,6 |
| снег                     | -1,7  | -1,6 | -1,1 | 2,1 | 5,9  | -    | -    | -    | -   | -    | -0,5 | -2,4 | 0,7  |
| снег-земля               | -     | -    | 3,2  | 5,3 | 8,3  | 9,5  | -    | -    | 4,4 | 1,5  | -0,2 | -1,2 | 30,8 |
| земля                    | -     | -    | -    | -   | 12,9 | 15,0 | 15,7 | 11,8 | 6,9 | 4,0  | -    | -    | 66,3 |
| Ледовая база             |       |      |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |      |
| Снег-земля               | -2,4  | -1,6 | -1,0 | 0,6 | 5,4  | 6,1  | 13,2 | 9,8  | 2,9 | -0,6 | -2,1 | -2,9 | 27,4 |

для Пика Терскол

$$\sum_M B_0 = \sum_M Q_0(0,78 - 0,78A) \quad (7,13)$$

для Ледовой базы

$$\sum_M B_0 = \sum_M Q_0(0,50 - 0,70A) \quad (7,14)$$

С увеличением абсолютной высоты величины отношения месячных сумм радиационного баланса к месячным суммам суммарной радиации убывают. Например, зависимости

$$\frac{\sum_m B_0}{\sum_m Q_0} = f(H) \text{ и } \frac{\sum_m B_0}{\sum_M Q_0} = f(H) \text{ для мая в смѐе ясного неба}$$

аналитически можно представить так:

$$\sum_M B_{0+} = \sum_M Q_0(0,54 - 0,03H^2) \quad (7,15)$$

$$\sum_M B_{0+} = \sum_M Q_0(0,50 - 0,02H^2) \quad (7,16)$$

Как известно, /4/ при облачности величина интенсивности радиационного баланса зависит не от количества облачности, а от состояния солнечного диска. При закрытом диске солнца одновременно уменьшается как приходная, так и расходная части радиационного баланса и от соотношения их уменьшения в конечном итоге определяется величина интенсивности радиационного баланса.

Максимальные величины интенсивности радиационного баланса наблюдаются для облачности верхнего яруса, минимальные – для облачности нижнего яруса. При равных высотах солнца и одинаковой облачности величины адиационного баланса максималны для подстилающей поверхности свободной от снега. Зависимость интенсивности радиационного баланса от высоты солнца при облачности различных ярусов, закрывающей солнечный диск, с достаточным приближением представляется многочленом второго порядка. Для курорта Нальчик эта зависимость в смѐе среднего состояния подстилающей поверхности имеет вид: при облачности нижнего яруса и ертикального развития

$$B_n = -0,022 + 0,0039h - 0,00001h^2 \quad (7,17)$$

среднего яруса

$$B_c = -0,070 + 0,0100h - 0,00003h^2 \quad (7,18)$$

верхнего яруса

$$B_b = -0,103 + 0,0190h - 0,00008h^2 \quad (7,19)$$

Для поселка Терскол эта зависимость в смѐе подстилающей поверхности, свободной от снега, имеет вид: при облачности нижнего яруса и вертикального развития:

$$B_n = -0,100 + 0,0104h - 0,00006h^2 \quad (7,20)$$

среднего яруса

$$B_c = -0,128 + 0,0152h - 0,00008h^2 \quad (7,21)$$

верхнего яруса

$$B_b = -0,159 + 0,0227h - 0,00008h^2 \quad (7,22)$$

Для Пика Терскол эта зависимость в смѐе отсутствия снега имеет вид: при облачности нижнего яруса и вертикального развития

$$B_n = -0,053 + 0,0090h - 0,00005h^2 \quad (7,23)$$

среднего яруса

$$B_c = -0,127 + 0,0150h - 0,00008h^2 \quad (7,24)$$

верхнего яруса

$$B_b = -0,204 + 0,02478h - 0,00009h^2 \quad (7,25)$$

Здесь  $h$  изменяется от 10 до  $70^0$  включительно. Максимальные величины суточных, месячных и годовых сумм радиационного баланса наблюдаются в смѐе облачности верхнего яруса, минимальные в смѐе облачности нижнего яруса.

В смѐе облачности верхнего и среднего ярусов годовые суммы радиационного баланса с увеличением абсолютной высоты уменьшаются от 67,3 до 59,0 ккал/см<sup>2</sup>год для верхнего яруса и от 33,4 до 26,1 ккал/см<sup>2</sup>год для среднего яруса, а при облачности нижнего яруса, с увеличением абсолютной высоты они увеличиваются от 14,1 ккал/см<sup>2</sup>год (курорт Нальчик) до 21,7 ккал/см<sup>2</sup>год (Пик Терскол). На высоте 3 км и выше, годовые суммы радиационного баланса при облачности среднего и нижнего ярусов становятся близкими: если в предгорной части Большого Кавказа разница между этими суммами составляют 19,3 ккал/см<sup>2</sup>год, то на высоте 3,1 км над уровнем моря она равна

4,4 ккал/см<sup>2</sup>год. На ледовой базе величина этой разницы становится еще меньше.

Величина действительных годовых сумм радиационного баланса, рассчитанных при средних условиях облачности на высотах 2-2,5км составляет 48,2ккал/см<sup>2</sup>год, на высоте 3,1км – 38,4ккал/см<sup>2</sup>год, на высоте 3,8км-18,8ккал/см<sup>2</sup>год, на высоте 4,0 км около 8 ккал/см<sup>2</sup>год.

В заключении можно отметить следующее:

1. Основными факторами, которые оказывают влияние на годовой ход радиационного баланса на северном склоне Большого Кавказа являются: высота места наблюдения над уровнем моря, орография местности, снежный покров и облачность. В результате совместного влияния этих факторов, например, Ледовая база, несмотря на то, что занимает субтропическое положение, характеризуется таким же радиационным климатом, как приполярные области Европейской территории СССР.

2. На границе зоны вечных снегов и льда (район Ледовой базы) месячные суммы радиационного баланса в течение шести месяцев – с октября по март, имеют отрицательные значения.

Месячный максимум радиационного баланса на Ледовой базе наблюдается в июле (9,8ккал/см<sup>2</sup>месяц), минимум – в декабре (-1,9ккал/см<sup>2</sup>месяц). Сезонный максимум радиационного баланса приходится на лето (21,2ккал/см<sup>2</sup>), минимум – на зиму (-6,8ккал/см<sup>2</sup>). Годовая амплитуда радиационного баланса на Ледовой базе составляет 28,0ккал/см<sup>2</sup>.

3. На границе снеговой линии (4,2км) происходит выравнивание поглощенной радиации и эффективного излучения. Нулевая изоплета радиационного баланса в высокогорных условиях центральной части Большого Кавказа, как отмечает Я.А.Цуцкиридзе, совпадает с положением климатической снеговой линии. Выше этой линии годовые суммы радиационного баланса отрицательны /62/.

## Глава VIII

### СПЕКТРАЛЬНЫЕ ПОТОКИ РАДИАЦИИ

Наблюдения над спектральными потоками радиации проводилось на курорте Нальчик (550м), в посёлке Терскол (2150м) и на Пике Чегет (3100м) термоэлектрическими актинометрами системы Ю. Д. Янишевского, снабжёнными стеклянными светофильтрами.

В показания ГСА-I вводилось все необходимые поправки. Зная спектральные кривые коэффициентов пропускания и величину коэффициентов отражения для каждого светофильтра по известной методике можно определить величины фактора пропускания. Для таких светофильтров как ЖС-4, ЖС-11, ЖС-18, КС-10, КС-11, КС-19, ОС-11 и ОС-12, обладающих постоянными величинами коэффициентов пропускания и большой крутизной спектральных границ пропускания можно по методике А. Н. Гордова рассчитать величины поправок на поглощение и отражение.

По А.Н. Гордову полное пропускание светофильтра с учётом отражение и поглощения имеет вид :

$$\zeta_{\lambda} = (1-\rho_{\lambda})^2 q_{\lambda}^{d \sec \omega} / (1-\rho^2 q_{\lambda}^{2d \sec \omega}) \quad (\text{VIII.1})$$

В случае нормального падения лучей на поверхность фильтра выражение (IX.1) принимает вид:

$$\zeta_{\lambda} = (1-\rho_{\lambda})^2 q_{\lambda}^d / (1-\rho^2 q_{\lambda}^{2d}) \quad (\text{VIII.2})$$

где  $\rho_{\lambda}$  – коэффициент отражение светофильтра,  $q_{\lambda}$  – коэффициент прозрачности светофильтра,  $d$  – толщина светофильтра,  $\omega$ - угол преломления луча в фильтре.

Величина  $(1-\rho_{\lambda})^2 q_{\lambda}^d / (1-\rho^2 q_{\lambda}^{2d})$  выражает потерю радиации на отражение и поглощение в светофильтре. Упавшая на фильтр  $I_0$  и прошедшая через фильтр  $I_1$  радиация связаны так:

$$I_1 = I_0 [(1-\rho_{\lambda})^2 q_{\lambda}^d / (1-\rho^2 q_{\lambda}^{2d})] \quad (\text{VIII.3})$$

Откуда

$$I_0 = I_1 K = I_1 [(1-\rho_{\lambda})^2 q_{\lambda}^d / (1-\rho^2 q_{\lambda}^{2d})] \quad (\text{IX.4})$$

Зная для каждого светофильтра величины,  $\rho_{\lambda}$ ,  $q$  и  $d$ , можно рассчитать величину  $K$  по формуле

$$(1-\rho^2q_\lambda^{2d})/(1-\rho)^2q^d \quad (\text{VIII.5})$$

Эти соотношения были использованы при расчёте поправочного множителя  $K$  для фильтров, имеющих постоянный коэффициент спектрального пропускания и крутые границы пропускания. Путём фотометрирования с некоторых светофильтров ( ИКС-1, ИКС-2, КС-10) были сняты кривые спектрального пропускания и определены поправки на отражение и поглощение. Эти поправки оказались очень близкими  $K$ , рассчитанным по данным каталога.

Исправленные величины делений шкалы гальванометра переводилось в абсолютные единицы умножение на переводные множители. Оптические характеристики применяемых светофильтров приведены в табл. 48.

Таблица 48.

#### Оптическая характеристика светофильтров

| Название свето-фильтра         | ИКС-2    | ИКС-1    | КС-10    | КС-11    | КС-19    | ЖС-11    | ЖС-18    | ОС-11    | ОС-12    |
|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Область пропускания (м $\mu$ ) | 840-2800 | 800-2800 | 850-2800 | 600-2800 | 680-2800 | 400-2800 | 500-2800 | 520-2800 | 520-2800 |

Мцистая энергия солнца в атмосфере претерпевает большие изменения в результате молекулярного и аэрозольного рассеяния, а также поглощения водяным паром, озоном, кислородом и углекислым газом. В близкой инфракрасной области солнечного спектра лежат широкие области поглощения мцистой энергии солнца водяными парами.

Как показали результаты наблюдений, интенсивность спектральных потоков радиации на северном склоне Большого Кавказа достигают максимума в околорассветное время. С увеличением абсолютной высоты интенсивность спектральных потоков радиации возрастает. Максимальные величины интегрального и спектральных потоков радиации на горизонтальную



поверхность отмечены в июне, а на перпендикулярную поверхность – в феврале, когда влажность воздуха минимальна, а высота солнца заметно увеличивается.

Максимальные величины интенсивности спектральных потоков радиации наблюдаются для фильтров с широкими областями пропускания. На первом месте по величине стоит интенсивность интегрального потока радиации, – далее – величины интенсивности спектральных потоков радиации для светофильтров ЖС-II (400-3000 мμ), ОС-II (520-3000 мμ). на последнем месте стоит величина спектрального потока радиации для светофильтра СС-5 (340-520 мμ). Например, В II час 30 мин 17/II-67г при ясном небе интенсивность спектрального потока радиации на перпендикулярную поверхность составила: для области 290-3000 мμ – 1,292 кал/см<sup>2</sup>мин, для области 400-2800мμ – 1,280 кал/см<sup>2</sup> мин, для области 520-2800 мμ 1,089кал/см<sup>2</sup>мин, для области 600-2800 мμ – 0,896 кал/см<sup>2</sup>мин, для области 800-2800 мμ – 0,743/см<sup>2</sup>мин, для области 340-520 мμ – 0,471 кал/см<sup>2</sup>мин. среднюю зависимость  $S^1=f(h_0)$  для интегрального потока радиации в первом приближений аналитически можно представить функцией линейного вида:

$$S^1=ah_0 -b \quad (\text{VIII.6})$$

Это выражение не оправдывается как для малых ( $h_0 \leq 10^0$ ), так и для больших ( $h_0 \geq 45^0$ ) высот солнца. однако, в холодный период года при сравнительно малых высотах солнца в наличии закрытости горизонта в азимутах восхода и захода солнца около  $10^0$  (что часто наблюдается в условиях большого Кавказа), линейную зависимость между  $S^1$  и  $h_0$  можно считать справедливой. коэффициенты  $a$  и  $b$  принимают различные значения в зависимости от ширины областей пропускания светофильтров.

Зная величины коэффициентов  $a$  и  $b$  и высоту солнца, по выражению (IX.6)можно определить интенсивность спектрального потока радиации на горизонтальную поверхность  $S^1$ , а затем и на перпендикулярную поверхность  $S$ , из выражения:

$$S=S^1/\text{Sin}h_0 \quad (\text{VIII.7})$$

что касается зависимости средней интенсивности спектральных потоков радиации от высоты солнца при ясном небе, она аналитически с достаточным приближением выражается параболой второго порядка.

Ввиду того, что на инфракрасную область в спектре мшистой энергии солнца приходится значительная часть энергии представляет интерес отдельно рассмотреть годовой ход интенсивности инфракрасной радиации солнца для близкой инфракрасной области (светофильтры ИКС-1, ИКС-2). По данным наблюдений за декабрь и август для всех трёх пунктов северного склона большого Кавказа, расположенных на разных абсолютных высотах, было проведено сравнение кривых дневного хода интенсивности инфракрасной и интегральной радиации в смрае ясного неба. В августе и декабре самое верхнее положение занимают кривые дневного хода прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность, а самое низкое положение – кривые дневного хода интенсивности инфракрасной радиации на горизонтальную поверхность.

Однако, кривая дневного хода интенсивности интегральной радиации на горизонтальную поверхность и кривая дневного хода интенсивности инфракрасной радиации на перпендикулярную поверхность при смене тёплого периода года холодным и наоборот, меняются местами. Отмеченное изменение в расположении кривых дневного хода интенсивности инфракрасной и интегральной радиации в смрае ясного неба для июня и января впервые было помрено Н.Н. Калитиным по наблюдениям в Слуцке в 1929-34 гг. от совместного влияния двух факторов – высоты солнца и влажности атмосферы, как отмечает Н.Н. Калитин, зависит годовой ход инфракрасной радиации на перпендикулярную поверхность. С увеличением высоты солнца поток инфракрасной радиации возрастает, а с увеличением влажности воздуха – убывает.

Максимальные величины интенсивности инфракрасной радиации на перпендикулярную поверхность в условиях северного склона большого Кавказа наблюдаются в феврале, затем с увеличением высоты солнца она уменьшается и достигает минимума в июле, августе (превалирующее влияние увлажнённости атмосферы над влиянием высоты солнца).

В результате уменьшения высоты солнца во второй половине года, интенсивность инфракрасной радиации уменьшается и достигает второго минимума в ноябре. Зимой, несмотря на ещё большее уменьшения высоты солнца, величина инфракрас-

сней радиации на перпендикулярную поверхность опять возрастает, что объясняется преобладающим влиянием малой увлажнённости атмосферы по сравнению с влиянием высоты солнца на величину инфракрасной радиации.

Такой годовой ход интенсивности инфракрасной радиации на перпендикулярную поверхность в смчае ясного неба, впервые установленным Н.Н.Калитиным для низинных районов, является справедливым для горных и высокогорных районов Большого Кавказа.

Максимальные величины интенсивности инфракрасной радиации на горизонтальную поверхность наблюдаются в июле, минимальные в декабре.

Доля инфракрасной радиации в интегральной по мере уменьшения высоты солнца увеличивается. По данным Н.Н.Калитина для малых высот солнца ( $h_0 < 10^0$ ) величина отношения инфракрасной радиации к интегральной может составить от 70 до 80%. В предгорных районах Северного Кавказа величина этого отношения при малых высотах солнца достигает таких же величин. Например, в феврале на курорте Нальчик величина отношения  $S_{\text{иис}} S_0$  изменяется от 83% при  $h_0=5^0$  до 54% при  $h_0=35\%$ , в марте от 82% при  $h_0=5^0$  до 56% при  $h_0=50^0$ , в апреле – от 82% при  $h_0=5\%$  до 50% при  $h_0=5\%$  до 50% при  $h_0=60\%$ , в мае – от 80% при  $h_0=5\%$  до 50% при  $h_0=5\%$  до 49% при  $h_0=70\%$ , в июне – от 80% при  $h_0=5\%$  до 46% при  $h_0=70\%$  и.т.д.

Зависимость интенсивности инфракрасной радиации (840 – 2800 мц) на перпендикулярную поверхность от высоты солнца в смчае ясного неба на курорте Нальчик аналитический можно представить параболой второго порядка. зависимость  $S_{\text{иис}} = f(h_0)$

имеет вид:

за апрель

$$S_{\text{иис}} = 0,12 + 0,0177 h_0 - 0,00015 h_0^2 \quad (\text{VIII.8})$$

за май

$$S_{\text{иис}} = 0,062 + 0,0191 h_0 - 0,00016 h_0^2 \quad (\text{VIII.9})$$

за июнь

$$S_{\text{иис}} = 0,151 + 0,01145 h_0 - 0,00012 h_0^2 \quad (\text{VIII.10})$$

за июль

$$S_{\text{иис}} = 0,176 + 0,0125 h_0 - 0,00010 h_0^2 \quad (\text{VIII.11})$$

за август

$$S_{\text{инкс}}=0,197+0,0100 h_0-0,00007 h_0^2 \quad (\text{VIII.12})$$

В выражениях (IX.8 – IX.12) высота солнца измеряется от 10 до 70°. такие соотношение методом наименьших квадратов можно установить также для остальных месяцев.

Максимум средней величины интенсивности инфракрасной радиации на перпендикулярную поверхность на курорте Нальчик при ясном небе наблюдается в феврале при  $h_0=35^\circ-0,72$  кал/см<sup>2</sup>мин, в марте при  $h_0=50^\circ-0,71$  кал/см<sup>2</sup>мин, в апреле при  $h_0=60^\circ - 0,64$  кал/см<sup>2</sup>мин, в мае при  $h_0=70^\circ-0,62$  кал/см<sup>2</sup>мин, в июне при  $h_0=70^\circ-0,58$  кал/см<sup>2</sup> и.т.д.

Как показали наблюдения, проведённые одновременно в посёлке Терскол и на курорте Нальчик, в смцае ясного неба при постоянной высоте солнца инфракрасная радиация в посёлке Терскол больше, чем на курорте Нальчик, что является следствием уменьшения толщины атмосферы и его влагосодержания для посёлка Терскол.

Зависимость средней интенсивности инфракрасной радиации (800-2800мц) от высоты солнца в посёлке Терскол в смцае ясного неба, приведена в табл.49.

С увеличением высоты солнца величина отношения инфракрасной радиации к интегральной радиации уменьшается и достигает минимума в околополуденное время. Например, в январе при изменении высоты солнца от 15 до 30° величина этого отношения изменяется от 54 до 49%, в феврале при изменении высоты солнца – от 10 до 35° от 58 до 47%, в марте при изменении высоты солнца от 10 до 50° – от 58 до 47% и.т.д.

Закрытость горизонта в посёлке Терскол резко уменьшает покраснение спектра мдистой энергии солнца. В посёлке Терскол покраснение солнечного спектра для области 800-2800 не превосходит 58% (февраль, март при  $h_0=10^\circ$ ).

Таблица 49.

Зависимости средней интенсивности инфракрасной радиации (800-2800 м $\mu$ ) от высоты солнца в см $\bar{a}$ е ясного неба в посёлке Терскол

| месяц    | h <sub>0</sub> (град) |      |      |      |      |      |      |
|----------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|
|          | 10                    | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   |
| Январь   | -                     | 0,64 | 0,66 | -    | -    | -    | -    |
| Февраль  | 0,54                  | 0,66 | 0,70 | -    | -    | -    | -    |
| Март     | 0,50                  | 0,60 | 0,64 | 0,66 | 0,68 | -    | -    |
| Апрель   | -                     | 0,56 | 0,60 | 0,62 | 0,64 | 0,65 | -    |
| Май      | -                     | 0,53 | 0,58 | 0,60 | 0,62 | 0,63 | 0,64 |
| Июнь     | -                     | 0,50 | 0,56 | 0,58 | 0,60 | 0,61 | 0,62 |
| Июль     | -                     | 0,48 | 0,50 | 0,53 | 0,55 | 0,57 | 0,59 |
| Август   | 0,42                  | 0,48 | 0,52 | 0,54 | 0,56 | 0,57 | -    |
| Сентябрь | 0,48                  | 0,54 | 0,57 | 0,60 | 0,61 | 0,62 | -    |
| Октябрь  | 0,48                  | 0,56 | 0,60 | 0,64 | -    | -    | -    |
| Ноябрь   | 0,46                  | 0,57 | 0,62 | -    | -    | -    | -    |
| Декабрь  | -                     | 0,64 | 0,66 | -    | -    | -    | -    |

В октябре закрытость горизонта в азимуте восхода солнца не превосходит 5<sup>0</sup> и величина покраснения солнечной радиации составляет 71% минимальные величины покраснения наблюдаются в летние месяцы при высотах солнца около 70<sup>0</sup> и составляют в июле около 43%, в августе около 42%.

Полуденные величины средней интенсивности прямой солнечной (интегральной) и инфракрасной радиации на перпендикулярную поверхность достигают максимума в феврале, затем они постепенно уменьшаются несмотря на увеличения полуденной высоты солнца и достигают минимума в июле-августе. Начиная с августа полуденные величины интегральной инфракрасной радиации несмотря на уменьшения высоты солнца, постепенно увеличиваются и достигают второго

максимума в октябре. Их минимальные значения наблюдаются в ноябре (таблица 50).

Таким образом, в результате совместного влияния влажности воздуха и высоты солнца полуденные величины интенсивности инфракрасной и интегральной радиации на перпендикулярную поверхность, не следует за годовым ходом высоты солнца с максимумом в июне, что было отмечено и для низинных районов.

Таблица 50.

Полуденные величины интенсивности прямойсолнечной и инфракрасной (800 – 2800 м $\mu$ ) радиации в посёлке Терскол при ясном небе (кал/см<sup>2</sup>мин).

| ради-<br>ация | месяц |      |      |      |      |      |
|---------------|-------|------|------|------|------|------|
|               | I     | II   | III  | IV   | V    | VI   |
| Син           | 1.38  | 1.47 | 1.42 | 1.41 | 1.40 | 1.38 |
| Син           | 0.58  | 0.84 | 1.00 | 1.18 | 1.30 | 1.25 |
| Сикс          | 0.66  | 0.71 | 0.66 | 0.64 | 0.63 | 0.62 |
| Сикс          | 0.28  | 0.40 | 0.45 | 0.53 | 0.57 | 0.52 |
| Сикс          | 0.50  | 0.48 | 0.46 | 0.45 | 0.45 | 0.45 |
| Син           |       |      |      |      |      |      |

| ради-<br>ация | месяц |      |      |      |      |      |
|---------------|-------|------|------|------|------|------|
|               | VII   | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
| Син           | 1.36  | 1.34 | 1.38 | 1.42 | 1.28 | 1.30 |
| Син           | 1.24  | 1.13 | 1.05 | 0.86 | 0.61 | 0.50 |
| Сикс          | 0.58  | 0.56 | 0.61 | 0.64 | 0.61 | 0.65 |
| Сикс          | 0.50  | 0.47 | 0.46 | 0.40 | 0.28 | 0.25 |
| Сикс          | 0.43  | 0.42 | 0.44 | 0.45 | 0.48 | 0.50 |
| Син           |       |      |      |      |      |      |

При равных высотах солнца для инфракрасной радиации (800-288 м $\mu$ ) в см $\mu$ е ясного неба её величины на пике Чегет больше, чем в посёлке Терскол. например, при  $h_0=20^0$  в январе эта разница составляет 0,05кал/см<sup>2</sup>мин, в феврале – 0,04кал/см<sup>2</sup>мин, в апреле-0,02кал/см<sup>2</sup>мин, в мае – 0,07 кал/см<sup>2</sup>мин, в июне – 0,10 кал/см<sup>2</sup>мин и.т.д. (таблица 51)

Таблица 51.

Зависимость средней интенсивности инфракрасной радиации (800-2800 мμ) от высоты солнца в смрае ясного неба на пике Чегет (кал/ см<sup>2</sup>мин)

| месяц    | h <sub>0</sub> (гард.) |      |      |      |      |      |      |
|----------|------------------------|------|------|------|------|------|------|
|          | 10                     | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   |
| Январь   | 0,60                   | 0,69 | 0,71 | -    | -    | -    | -    |
| Февраль  | 0,62                   | 0,70 | 0,71 | -    | -    | -    | -    |
| Март     | 0,56                   | 0,64 | 0,70 | 0,72 | 0,73 | -    | -    |
| Апрель   | 0,51                   | 0,58 | 0,64 | 0,67 | 0,69 | 0,70 | -    |
| Май      | 0,52                   | 0,60 | 0,62 | ,064 | ,066 | ,067 | -    |
| Июнь     | 0,48                   | 0,60 | 0,62 | 0,64 | 0,65 | 0,66 | 0,67 |
| Июль     | 0,44                   | 0,54 | 0,57 | 0,60 | 0,61 | 0,62 | 0,65 |
| Август   | 0,45                   | 0,53 | 0,57 | 0,60 | 0,62 | 0,63 | -    |
| Сентябрь | 0,47                   | 0,55 | 0,63 | 0,66 | 0,67 | -    | -    |
| Октябрь  | 0,50                   | 0,58 | 0,65 | 0,67 | -    | -    | -    |
| Ноябрь   | 0,55                   | 0,61 | 0,63 | 0,67 | -    | -    | -    |
| Декабрь  | 0,60                   | 0,68 | 0,70 | -    | -    | -    | -    |

Зависимость средней интенсивности инфракрасной радиации от высоты солнца при безоблачном небе на пике Чегет аналитически методом наименьших квадратов можно представить параболой второго порядка:

за май

$$S_{икс}=0,455+0,0078 h_0-0.0007 h_0^2 \quad (VIII.13)$$

за июнь

$$S_{икс}=0.314+0.0161 h_0-0.00017 h_0^2 \quad (VIII.14)$$

за июль

$$S_{икс}=0.429+0.0052 h_0-0.00003 h_0^2 \quad (VIII.15)$$

за август

$$S_{икс}=0.392+0.0075 h_0-0.00005 h_0^2 \quad (VIII.16)$$

Совпадение между кривыми  $S_{икс}=f(h_0)$ , помценными экспериментально и построенными по выражениям (IX.13-IX.16) достаточно хорошее.

Содержание инфракрасной радиации в интегральной на пике Чегет при ясном небе изменяется: в январе при изменении высоты солнца от 5 до 30° – от 0,67 до 0,47, в феврале при изменении высоты солнца от 5 до 35° – от 0,68 до 0,47, в марте при изменении высоты солнца от 5 до 50° – от 0,63 до 0,47, в апреле при изменении высоты солнца от 15 до 60° – от 0,50 до 0,47, в мае при изменении высоты солнца от 5 до 65° – от 0,69 до 0,44, в июне при изменении высоты солнца от 5 до 70° – от 0,67 до 0,45 и т.д.

Таким образом, в условиях ПикаЧегет на высоте 3100 м над уровнем моря содержание инфракрасной радиации в интегральной изменяется в среднем от 63-68% при изменении высоты солнца  $5^{\circ} \leq h_0 \leq 70^{\circ}$ . Данные, помещённые в таблицах (49-51), дают возможность рассчитать средние величины градиентов инфракрасной радиации для области 800-2800 мк между абсолютными высотами 2150-3100 м в смаче ясного неба.

Для северного склона Большого Кавказа были рассчитаны величины фактора мутности в длинноволновой и коротковолновой областях солнечного спектра по формуле Линке

$$T = \frac{\lg P}{\lg Pu} = \frac{\lg S_0 - \lg S_m}{\lg S_0 - \lg S_u} \quad (\text{VIII.17})$$

где  $\lg P$  и  $\lg Pu$  – коэффициенты ослабления солнечной радиации в реальной и идеальной атмосфере,  $S_0$  – солнечная постоянная, т.е. в среднее значение интенсивности прямой солнечной радиации для данной области спектра на верхней границе атмосферы.

$S_u$  – величина интенсивности прямой солнечной радиации данной области солнечного спектра в идеальной атмосфере, соответствующая различным значениям оптической массы.  $S_m$  – средняя величина интенсивности спектрального потока радиации для данной области, измеренная при определённых массах, т.е. при тех значениях что и  $S_u$ . Средние величины  $S_m$  (кал/см<sup>2</sup>мин) для данной массы атмосферы за каждый месяц снимались с кривой зависимости  $S_m=f(h_0)$ .



Фактор мутности для каждой области солнечного спектра имеет определённый городской ход и изменяется в широких пределах в течении года (таблица 52).

Таблица 52.

Фактор мутности для инфракрасной области солнечного спектра (800-2800 м $\mu$ ) в районе Эльбруса.

| Месяц  | м    |      |      |      |     | Пункт наблюдения |
|--------|------|------|------|------|-----|------------------|
|        | 1,15 | 2    | 3    | 4    | 5   |                  |
| Январь | -    | 12,5 | 11,0 | 10,2 | -   | Посёлок Терскол  |
| Август | 36,8 | 35,5 | 34,3 | 25,4 | -   | Посёлок Терскол  |
| Январь | -    | 5,2  | 5,9  | 5,8  | 6,2 | Пик Чегет        |
| Август | 18,8 | 23,1 | 21,5 | 19,9 | -   | Пик Чегет        |

Величина фактора мутности для длинноволновой области солнечного спектра, как и в случае интегральной радиации, увеличивается от зима к лету, что вызвано увеличением сухой и влажной мутности атмосферы в летнее время. Одновременно наблюдается уменьшение величин фактора мутности с высотой. Вопрос о зависимости интенсивности спектральных потоков радиации от абсолютной высоты места представляет определённый интерес.

Наши наблюдения дают возможность провести сравнение между средними величинами интенсивности спектральных потоков радиации на различных абсолютных отметках. Такое сравнение нами проведено для светофильтра КС-19. Этот фильтр, обладая хорошими оптическими показателями делит спектра м $\mu$ истой энергии солнца на две области 300-680 м $\mu$  и 680-2800 м $\mu$ . Для этих спектральных областей были рассчитаны величины фактора мутности на высотах 550 м, 2150 м, и 3100 м над уровнем моря при постоянной высоте солнца  $h_0=30^0$  ( $m=2$ ).

Для того, чтобы величины фактора мутности можно было сравнить, их привели к одинаковому числу абсолютных масс:  $M = 2$  по методу С.И. Сивкова.

С увеличением абсолютной высоты величина спектрального потока 680-2800 мк радиации возрастают и достигают максимум на Пике Чегет (табл. 52). По табл. 52 можно рассчитать величины градиентов средней интенсивности спектральных потоков радиации для области 680-2800 мк в диапазоне высот 0.5 – 3.0 км.

Фактор мутности в длинноволновой и коротковолновой частях солнечного спектра  $T_g$  и  $T_k$  имеет определённый годовой и высотный ход: с увеличением абсолютной высоты он убывает, его максимум наблюдается летом, минимум – зимой. Годовой ход фактора мутности длинноволновой области  $T_g$  солнечного спектра совпадает с годовым ходом абсолютной влажности атмосферы на разных высотах северного склона Большого Кавказа. Величина фактора мутности в длинноволновой области в несколько раз больше его величин в коротковолновой области для рассматриваемого нами диапазона высот (0,5-3,1 км.). Например, в июле величина отношения  $\frac{T_g}{T_k}$  составляет на Пике Чегет 3,4 в посёлке Терскол 3,5 на курорте Нальчик – 3,4. (Табл. 53). Для равнинных районов аналогичные результаты были помпены в других работах.

Зависимость фактора мутности в длинноволновой и коротковолновой областях солнечного спектра от абсолютной высоты на северном склоне Большого Кавказа аналитически можно представить степенной функцией вида:  $T=a+bH^m$  где  $m=2$ . В смцае отсутствия снежного покрова зависимость  $T_g=f(h)$  имеет вид:

Таблица 53.

Зависимость средней интенсивности спектрального потока радиации (680-2800 мц) на перпендикулярную поверхность от высоты солнца при ясном небе (кал/см<sup>2</sup>мин) на северном склоне Большого Кавказа.

| месяц   | Н.М  | h <sub>0</sub> (град.) |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|------------------------|------|------|------|------|------|------|
|         |      | 10                     | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   |
| Январь  | 550  | 0,60                   | 0,72 | 0,76 | -    | -    | -    | -    |
|         | 2150 | -                      | 0,89 | 0,93 | -    | -    | -    | -    |
|         | 3100 | 0,86                   | 0,98 | 1,00 | -    | -    | -    | -    |
| Февраль |      | 0,61                   | 0,77 | 0,86 | -    | -    | -    | -    |
|         |      | 0,76                   | 0,89 | 0,95 | -    | -    | -    | -    |
|         |      | 0,82                   | 0,96 | 0,99 | -    | -    | -    | -    |
| Март    |      | 0,53                   | 0,72 | 0,78 | 0,80 | 0,81 | -    | -    |
|         |      | 0,70                   | 0,82 | 0,88 | 0,91 | 0,94 | -    | -    |
|         |      | 0,79                   | 0,92 | 0,96 | 1,00 | 1,01 | -    | -    |
| Апрель  |      | 0,42                   | 0,60 | 0,76 | 0,78 | 0,80 | 0,81 | -    |
|         |      | -                      | 0,72 | 0,84 | 0,86 | 0,88 | 0,90 | -    |
|         |      | 0,73                   | 0,82 | 0,88 | 0,92 | 0,94 | 0,94 |      |
| Май     |      | 0,40                   | 0,64 | 0,72 | 0,76 | 0,79 | 0,81 | -    |
|         |      | -                      | 0,76 | 0,82 | 0,82 | 0,85 | 0,87 | -    |
|         |      | 0,68                   | 0,82 | 0,88 | 0,92 | 0,94 | 0,94 | -    |
| Июнь    |      | -                      | 0,53 | 0,70 | 0,74 | 0,76 | 0,77 | 0,77 |
|         |      | -                      | 0,74 | 0,80 | 0,81 | 0,83 | 0,84 | 0,84 |
|         |      | -                      | 0,80 | 0,86 | 0,92 | 0,94 | 0,94 | 0,95 |
| Июль    |      | -                      | 0,52 | 0,62 | 0,68 | 0,72 | 0,73 | 0,74 |
|         |      | -                      | 0,66 | 0,74 | 0,76 | 0,79 | 0,81 | 0,83 |
|         |      | -                      | 0,76 | 0,81 | 0,85 | 0,89 | 0,90 | 0,91 |

| месяц    | Н.М  | h <sub>0</sub> (град.) |      |      |      |      |      |    |
|----------|------|------------------------|------|------|------|------|------|----|
|          |      | 10                     | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70 |
| Август   | 550  | -                      | 0,49 | 0,60 | 0,65 | 0,68 | 0,68 | -  |
|          | 2150 | -                      | 0,66 | 0,72 | 0,77 | 0,80 | 0,81 | -  |
|          | 3100 | 0,57                   | 0,70 | 0,80 | 0,84 | 0,90 | 0,90 | -  |
| Сентябрь |      | 0,45                   | 0,64 | 0,71 | 0,76 | -    | -    | -  |
|          |      | 0,70                   | 0,78 | 0,84 | 0,85 | -    | -    | -  |
|          |      | 0,72                   | 0,80 | 0,87 | 0,89 | -    | -    | -  |

|         |  |      |      |      |   |   |   |   |
|---------|--|------|------|------|---|---|---|---|
| Октябрь |  | 0,52 | 0,66 | 0,72 | - | - | - | - |
|         |  | 0,72 | 0,80 | 0,88 | - | - | - | - |
|         |  | 0,75 | 0,84 | 0,91 | - | - | - | - |
| Ноябрь  |  | 0,56 | 0,67 | 0,75 | - | - | - | - |
|         |  | -    | 0,80 | 0,90 | - | - | - | - |
|         |  | 0,80 | 0,89 | 0,94 | - | - | - | - |
| Декабрь |  | 0,59 | 0,71 | 0,78 | - | - | - | - |
|         |  | -    | 0,88 | 0,92 | - | - | - | - |
|         |  | 0,82 | 0,94 | 0,99 | - | - | - | - |

за июнь (VIII.18)

$$T_g = 16,067 - 0,827H^2 \quad (\text{VIII.18})$$

за июль

$$T_g = 16,480 - 0,813H^2 \quad (\text{VIII.19})$$

Таблица 54.

$T_g$  и  $T_k$  на северном склоне Большого Кавказа для  $M=2$

| Пункт наблюдения | T     | месяц |     |      |      |      |      |      |      |      |     |
|------------------|-------|-------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|
|                  |       | II    | III | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | XI   |     |
| Курорт Нальчик   | $T_g$ | 6,3   | 8,3 | 10,8 | 14,0 | 17,3 | 17,5 | 17,6 | 15,0 | 12,0 | 8,9 |
|                  | $T_k$ | 2,8   | 3,5 | 3,8  | 3,9  | 4,0  | 4,1  | 4,2  | 3,5  | 3,1  | 2,8 |
| Посёлок Терскол  |       | 4,8   | 6,3 | 8,4  | 9,7  | 11,3 | 11,3 | 13,1 | 8,2  | 6,2  | 6,0 |
|                  |       | 2,3   | 2,7 | 3,2  | 3,3  | 3,4  | 3,2  | 3,2  | 3,0  | 2,7  | 2,3 |
| Пик Чегет        |       | 2,3   | 5,1 | 5,3  | 8,5  | 9,3  | 9,7  | 9,2  | 7,2  | 5,7  | 3,9 |
|                  |       | 2,3   | 2,6 | 2,3  | 2,5  | 2,6  | 2,8  | 2,6  | 2,6  | 2,5  | 2,3 |

за сентябрь

$$T_g = 11,90 - 0,598H^2 \quad (\text{VIII.20})$$

за октябрь

$$T_g = 11,85 - 0,754H^2 \quad (\text{VIII.21})$$

В смяе снега, на декабрь

$$T_g = 6,33 - 0,395H^2 \quad (\text{VIII.22})$$

за февраль

$$T_g=6,33-0,395H^2 \quad (\text{VIII.23})$$

за апрель

$$T_g=10,34-0,70H^2 \quad (\text{VIII.24})$$

А зависимость  $T_k=f(H)$  за июль аналитически можно представить так:

$$T_k=3,843-0,122H^2 \quad (\text{VIII.25})$$

Отметим, что кривые зависимости  $T_g=f(H)$  за июнь и июль, за сентябрь и октябрь, за декабрь и февраль близки друг к другу, что объясняется близкими величинами влажной мутности в эти месяцы.

Величины месячных и годовых сумм интегрального и спектральных потоков радиации в смѐе ясного неба на северном склоне Большого Кавказа приведены в табл. 55.

Область солнечного спектра 300-680 мѐ близко совпадает с областью фотосинтетически активной радиации 300-700 мѐ. Листья растений поглощают в основном ультрафиолетовую и видимую часть солнечного спектра с максимумом 600-680 мѐ и с минимумом 500-550 мѐ.

Величины годовых сумм фотосинтетической активной радиации на разных абсолютных высотах рассчитывались вычитанием годовых сумм для области 680-2800 мѐ из годовых сумм интегральной радиации.

Величины годовых сумм ФАР составили на горизонтальной поверхности: на курорте Нальчик 42,9 ккал/см<sup>2</sup>год, в посѐлке Терскол – 50,0 ккал/см<sup>2</sup>год, на пике Чегет – 62,0 ккал/см<sup>2</sup>год, на перпендикулярной поверхности на курорте Нальчик: 75,0 ккал/см<sup>2</sup>год, в посѐлке Терскол -82,9 ккал/см<sup>2</sup>год, на пике Чегет – 106,0 ккал/см<sup>2</sup>год. Величина отношения годовой суммы инфракрасной радиации (840-2800 мѐ) к годовой сумме интегральной радиации на курорте Нальчик составила 53,3%.

таблица 55.

Величины месячных и годовых сумм спектральных потоков радиации на северном склоне Большого Кавказа при ясном небе (ккал/см<sup>2</sup>)

*Курорт Нальчик*

| Область спектра мц | Месяц |      |      |      |      |      |       |
|--------------------|-------|------|------|------|------|------|-------|
|                    | I     | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII   |
| 300-3000           | 15,2  | 17,4 | 19,9 | 21,0 | 21,4 | 25,1 | 21,4  |
|                    | 5,4   | 7,2  | 11,9 | 13,4 | 14,0 | 17,1 | 15,1  |
| 400-2800           | 14,8  | 17,0 | 19,1 | 20,6 | 20,5 | 24,4 | 20,8  |
|                    | 5,2   | 7,2  | 11,5 | 13,1 | 13,6 | 16,6 | 14,7  |
| 520-2800           | 13,1  | 14,6 | 16,7 | 17,6 | 17,6 | 20,7 | 18,1  |
|                    | 4,6   | 6,2  | 9,9  | 11,2 | 12,0 | 14,0 | 12,07 |
| 600-2800           | 12,2  | 14,3 | 15,8 | 16,6 | 16,2 | 18,8 | 17,1  |
|                    | 4,3   | 5,9  | 9,3  | 10,4 | 10,6 | 12,9 | 11,9  |
| 680-2800           | 11,0  | 12,4 | 13,8 | 14,4 | 13,5 | 16,3 | 14,9  |
|                    | 3,8   | 5,2  | 8,1  | 8,9  | 9,1  | 11,0 | 10,3  |
| 840-2800           | 8,5   | 10,3 | 10,7 | 11,3 | 11,2 | 12,6 | 12,0  |
|                    | 2,9   | 4,3  | 6,2  | 7,0  | 7,6  | 8,6  | 8,2   |
| 340-520            | 5,6   | 6,2  | 7,1  | 7,7  | 7,8  | 9,5  | 8,2   |
|                    | 2,0   | 2,6  | 4,4  | 5,0  | 5,3  | 6,6  | 5,5   |

| Область спектра мц | Месяц |      |      |      |      |       |
|--------------------|-------|------|------|------|------|-------|
|                    | VIII  | IX   | X    | XI   | XII  | Год   |
| 300-3000           | 23,2  | 20,4 | 18,3 | 14,8 | 15,0 | 233,1 |
|                    | 14,9  | 11,5 | 8,0  | 5,6  | 4,7  | 128,8 |
| 400-2800           | 22,6  | 20,1 | 17,8 | 14,6 | 14,3 | 226,6 |
|                    | 14,4  | 10,8 | 7,8  | 5,6  | 4,6  | 125,1 |
| 520-2800           | 19,1  | 17,3 | 15,2 | 12,6 | 13,1 | 195,7 |
|                    | 12,1  | 9,7  | 6,6  | 4,8  | 4,0  | 107,7 |
| 600-2800           | 17,7  | 16,2 | 14,3 | 11,9 | 12,4 | 183,5 |
|                    | 10,9  | 8,5  | 6,2  | 4,5  | 3,5  | 98,9  |
| 680-2800           | 14,8  | 13,9 | 12,2 | 10,1 | 10,8 | 158,1 |
|                    | 9,4   | 7,3  | 5,5  | 3,9  | 3,3  | 85,8  |
| 840-2800           | 11,6  | 10,8 | 9,4  | 7,9  | 8,4  | 124,8 |
|                    | 7,2   | 5,8  | 4,1  | 2,8  | 2,6  | 67,4  |
| 340-520            | 8,8   | 8,3  | 6,6  | 5,1  | 5,0  | 85,9  |
|                    | 6,0   | 4,3  | 3,2  | 2,1  | 1,6  | 48,6  |

*Посёлок Терскол*

| Область спектра мц | Месяц |      |      |      |      |      |      |
|--------------------|-------|------|------|------|------|------|------|
|                    | I     | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  |
| 300-3000           | 8,9   | 16,3 | 21,0 | 24,1 | 27,6 | 27,3 | 25,7 |
|                    | 3,3   | 7,4  | 11,5 | 15,4 | 20,3 | 20,4 | 19,2 |
| 340-520            | 2,1   | 3,9  | 5,4  | 6,3  | 8,0  | 6,8  | 7,0  |
|                    | 0,8   | 1,8  | 2,9  | 4,1  | 5,4  | 5,4  | 5,0  |
| 580-2800           | 7,7   | 12,8 | 17,3 | 18,3 | 20,0 | 19,9 | 18,4 |
|                    | 2,6   | 5,7  | 9,0  | 11,5 | 14,2 | 14,4 | 14,4 |
| 680-2800           | 6,2   | 11,3 | 14,8 | 16,0 | 17,3 | 15,8 | 14,6 |
|                    | 2,3   | 5,1  | 7,7  | 10,1 | 12,1 | 13,6 | 12,0 |
| 800-2800           | 4,5   | 8,4  | 10,8 | 11,5 | 12,0 | 11,4 | 10,1 |
|                    | 1,7   | 3,8  | 5,6  | 7,2  | 8,5  | 8,5  | 8,1  |
| 520-2800           | 8,5   | 14,1 | 20,0 | 21,2 | 24,2 | 23,1 | 22,8 |
|                    | 3,1   | 6,4  | 10,5 | 13,3 | 17,5 | 17,1 | 17,0 |

| Область спектра мц | Месяц |      |      |      |     | Год   |
|--------------------|-------|------|------|------|-----|-------|
|                    | VIII  | IX   | X    | XI   | XII |       |
| 300-3000           | 22,5  | 20,9 | 19,1 | 10,7 | 8,9 | 232,8 |
|                    | 15,3  | 10,9 | 9,8  | 4,5  | 3,1 | 141,1 |
| 340-520            | 5,9   | 6,0  | 4,8  | 2,9  | 2,0 | 61,1  |
|                    | 4,2   | 3,6  | 2,4  | 1,2  | 0,8 | 37,8  |
| 580-2800           | 16,5  | 15,4 | 14,3 | 8,2  | 6,6 | 175,2 |
|                    | 11,2  | 10,8 | 7,3  | 3,5  | 2,4 | 107,0 |
| 680-2800           | 14,4  | 13,5 | 12,8 | 7,2  | 5,9 | 149,8 |
|                    | 9,5   | 8,1  | 6,4  | 3,0  | 2,2 | 92,5  |
| 800-2800           | 9,7   | 9,5  | 9,2  | 5,2  | 4,3 | 106,6 |
|                    | 6,6   | 5,7  | 4,6  | 2,1  | 1,6 | 64,0  |
| 520-2800           | 20,4  | 18,8 | 17,8 | 10,1 | 7,6 | 208,7 |
|                    | 13,8  | 11,5 | 9,0  | 4,3  | 2,8 | 126,7 |

*Пик Чегет*

| Область спектра мц | Месяц |      |      |      |      |      |      |
|--------------------|-------|------|------|------|------|------|------|
|                    | I     | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  |
| 300-3000           | 19,2  | 21,1 | 26,6 | 27,8 | 35,6 | 35,2 | 33,0 |
|                    | 6,3   | 9,0  | 14,7 | 18,1 | 22,7 | 24,0 | 21,0 |
| 580-2800           | 16,0  | 17,2 | 20,4 | 22,1 | 26,4 | 26,8 | 25,6 |
|                    | 5,2   | 7,2  | 11,3 | 13,6 | 16,5 | 17,3 | 16,5 |
| 680-2800           | 14,5  | 14,8 | 17,4 | 18,7 | 22,5 | 22,8 | 21,9 |
|                    | 5,2   | 6,4  | 9,6  | 11,7 | 14,0 | 14,7 | 14,1 |
| 800-2800           | 9,6   | 10,3 | 12,5 | 13,8 | 16,4 | 16,0 | 15,4 |
|                    | 3,5   | 4,7  | 7,1  | 8,9  | 10,8 | 11,4 | 9,5  |

| Область спектра | Месяц |      |      |      |      | Год   |
|-----------------|-------|------|------|------|------|-------|
|                 | VIII  | IX   | X    | XI   | XII  |       |
| 300-3000        | 31,8  | 26,5 | 23,1 | 19,4 | 19,1 | 318,6 |
|                 | 19,5  | 15,7 | 11,0 | 7,6  | 5,8  | 175,4 |
| 580-2800        | 24,8  | 19,9 | 17,9 | 15,3 | 15,7 | 248,0 |
|                 | 14,3  | 11,3 | 8,2  | 5,8  | 4,7  | 131,9 |
| 680-2800        | 20,8  | 17,1 | 16,0 | 13,8 | 12,8 | 212,6 |
|                 | 12,2  | 9,1  | 7,4  | 5,0  | 4,0  | 113,4 |
| 800-2800        | 15,3  | 12,8 | 12,5 | 9,2  | 8,9  | 153,7 |
|                 | 8,6   | 7,0  | 5,2  | 3,2  | 2,6  | 82,5  |

В зимнее время (февраль) доля месячных сумм инфракрасной радиации возрастает до 60%. Для посёлка Терскол средняя величина отношения годовой суммы инфракрасной радиации (800-2800 мц) к годовой сумме интегральной радиации составляет 46%, в летнее время (июль) доля месячных сумм инфракрасной радиации в месячных суммах интегральной радиации составляет 39%, а в зимнее время (февраль) она возрастает до 51,6%. На Пике Чегет средняя величина отношения годовой суммы инфракрасной радиации (800-2800 мц) к годовой сумме интегральной радиации составляет 48,4 %. В летнее время (июль) доля месячной суммы инфракрасной радиации в инте-



гальной составляет около 45%, а в зимнее время (январь) она составляет около 50%.

В заключение можно отметить следующее:

1. Зависимость средней интенсивности спектральных потоков радиации от высоты солнца на перпендикулярную поверхность в условиях северного склона Большого Кавказа с достаточным приближением представляется параболой второго порядка.

2. С увеличением абсолютной высоты места интенсивность и суммы спектральных потоков радиации возрастают.

3. В годовом ходе инфракрасной радиации на перпендикулярную поверхность для близкой инфракрасной области солнечного спектра главную роль играет совместное влияние высоты солнца и влажности воздуха.

4. Увеличение процентного содержания инфракрасной радиации в интегральной в утренние и вечерние часы по сравнению с околополуденными часами на курорте Нальчик и на пике Чегет выражено резче, чем в посёлке Терскол, расположенном на дне глубокой высокогорной долины с большой закрытостью горизонта. Величина отношения инфракрасной радиации к интегральной при равных высотах солнца больше зимой, чем летом.

5. С увеличением абсолютной высоты величины фактора мутности для длинноволновой и коротковолновой областей солнечного спектра постепенно уменьшается. Величины фактора мутности в длинноволновой области для всего северного склона Большого Кавказа гораздо больше его величин для коротковолновой области солнечного спектра, что является результатом интенсивного поглощения инфракрасной радиации водяными парами, содержащимся в атмосфере.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Главными факторами, определяющими годовой ход составляющих радиационного баланса на северном склоне Большого Кавказа наряду с ее широтой являются пересеченность рельефа, большие абсолютные высоты, высокая прозрачность атмосферы, уменьшение количества и мощности облачного покрова с высотой, режим снежного покрова. Повышенное количество слоистой облачности в предгорных равнинах Северного Кавказа в холодный период года резко уменьшает приход прямой и суммарной радиации.

2. С увеличением абсолютной высоты коэффициент прозрачности возрастает и достигает максимума в зоне вечных снегов и льда. Максимальные величины аэрозольного ослабления, ослабления водяными парами и общего ослабления солнечной радиации наблюдаются в предгорных районах Северного Кавказа, минимальные – в зоне вечных снегов и льда.

3. Из всех воздушных масс, вторжение которых наблюдается на территорию Северного Кавказа, наибольшую прозрачность имеют континентальные арктические массы воздуха ( $T=2,21\pm 0,01$ ), наименьшую – континентальные тропические массы воздуха ( $T=3,29\pm 0,09$ ).

4. В суммарное ясное небо, с увеличением абсолютной высоты, интенсивность, а также суммы прямой и суммарной радиации возрастают, а интенсивность и суммы рассеянной радиации уменьшаются. В зоне вечных снегов и льда интенсивность и суммы рассеянной радиации опять возрастают. Годовые суммы прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность в суммарное ясное небо изменяются от 240 (предгорные районы), до 340 ккал/см<sup>2</sup>год (зона вечных снегов и льда), а на горизонтальную поверхность – от 145 до 195 ккал/см<sup>2</sup>год соответственно.

5. Зависимость средней рассеянной радиации от фактора мутности в суммарное ясное небо на всех пунктах имеет вид параболы. Годовые суммы рассеянной радиации в суммарное ясное небо с увеличением абсолютной высоты уменьшаются от 31,9 ккал/см<sup>2</sup>год (предгорные районы) до 19,7 ккал/см<sup>2</sup>год (Пик Терскол), а в дальнейшем возрастают до 21,9 ккал/см<sup>2</sup>год (Ледовая

база). Максимальные величины рассеянной радиации при облачности нижнего яруса на курорте Нальчик и в поселке Терскол наблюдаются для количества облачности 9 баллов, а на Пике Терскол и Ледовой базе – для количества облачности 10 баллов. В поселке Терскол величина годовой суммы рассеянной радиации при изменении количества облачности нижнего яруса от 1 до 10 баллов изменяется от 24 до 72,9 ккал/см<sup>2</sup>год (для подстилающей поверхности, свободной от снега) и от 31,4 до 100,8 ккал/см<sup>2</sup>год (для подстилающей поверхности, покрытой снегом). На Пике Терскол величины годовых сумм рассеянной радиации при этих же условиях изменяются для облачности нижнего яруса от 26 до 100,1 ккал/см<sup>2</sup>год, среднего яруса – от 24,1 до 127,0 ккал/см<sup>2</sup>год, верхнего яруса – от 25,0 до 74,1 ккал/см<sup>2</sup>год. Величина годовой суммы рассеянной радиации при облачности нижнего яруса и вертикального развития с увеличением ее количества от 1 до 10 баллов возрастает от 22,2 до 100,9 ккал/см<sup>2</sup>год. Величина отношения годовых сумм рассеянной радиации к годовым суммам прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности изменяются от 86% (предгорные районы) до 42% (Ледовая база).

6. В случае ясного неба годовые суммы суммарной радиации изменяются от 170-180 ккал/см<sup>2</sup>год (предгорные районы) до 220 ккал/см<sup>2</sup>год (Ледовая база). При действительных условиях облачности величины годовых сумм суммарной радиации изменяются от 100,5 ккал/см<sup>2</sup>год (предгорные районы) до 162,3 ккал/см<sup>2</sup>год (Ледовая база). Величина годовых сумм суммарной радиации изменяется в случае облачности верхнего яруса от 132,0 до 206,5 ккал/см<sup>2</sup>год, среднего яруса – от 73,4 до 146,5 ккал/см<sup>2</sup>год, нижнего яруса – от 29,9 до 85,9 ккал/см<sup>2</sup>год.

7. С увеличением абсолютной высоты альbedo в среднем увеличивается. Максимальные величины альbedo наблюдаются в зоне вечных снегов и льда.

8. При ясном небе величина годовой суммы поглощенной радиации с увеличением абсолютной высоты изменяется от 133,4 ккал/см<sup>2</sup>год (предгорные районы) до 61,5 ккал/см<sup>2</sup>год (Приют II). Величина отношения годовых сумм поглощенной радиации к годовым суммам суммарной радиации при ясном

небе изменяется от 74% (предгорные районы) до 28% (зона вечных снегов и льда).

9. Отношение годовых сумм эффективного измџения к годовым суммам суммарной радиации для ясного неба изменяется от 38% (предгорные райионы) до 22,5% (зона вечных снегов и льда), а отношение годовых сумм радиационного баланса к годовым суммам суммарной радиации – от 36% до 13% соответственно.

10. Спектральные потоки радиации с увеличением абсолютной высоты места возраста ???. При пастоянной высоте солнца максимум инфракрасной радиации наблюдается зимой, минимум – летом.

## ЛИТЕРАТУРА ლიტერატურა REFERENCES

1. Авасте О., Молдау Х., Шифрин К.С. – Спектральное распределение прямой и рассеянной радиации. Иссл. по физике атм., вып. 3, 23-71, Тарту 1962.
2. Аверкиев М.С. – Метеорология. Изд. МГУ, 1951.
3. Аверкиев М.С. Рязанова (Бирюкова) Л.А. – Солнечная радиация в идеальной атмосфере и мутность атмосферы реальной. Вестник МГУ, №5, 1963.
4. Барашкова Е.П. и др. – Радиационный режим территории СССР, Гидрометеоиздат, Ленинград, 1961г.
5. Барашкова Е.П. – Зависимость рассеянной радиации от фактора мутности. Труды ГГО, вып. 46(108), Гидрометеоиздат, Ленинград, 1955.
6. Батыгина А.И. – Диффузия радиации атмосфер при безоблачном небе для Слуцка. Журнал геофизики и метеорологии, том.5, вып.2, Госиздат, 1928.
7. Берлянд М.Е. – Предсказание и регулирование теплового режима приземного слоя атмосферы. Гидрометеоиздат, Ленинград, 1956.
8. Берлянд Т.Г. – Методика климатологических расчетов суммарной радиации. Метеорология и гидрология, №6, 1960.
9. Берлянд Т.Г. – Радиационный и тепловой баланс Европейской территории СССР, Труды ГГО, вып.10(72), 1948.
10. Берлянд М.Е. Берлянд Т.Г. – Определени эффективного изменения земли с учетом влияния облачности. Изв. АН СССР, серия геофиз. №1, 1952.
11. Борзенкова И. И. К методике расчета суммарной радиации для условий горного плато, Труды ГГО, вып. 179, Ленинград, 1965.
12. Борзенкова И.И. – С некоторых закономерностях изменения составляющих радиационного и теплового балансов в горных районах. Труды ГГО. вып. 179. 1965г.

13. Борк Н.И. – Рассеянная радиация безоблачного неба и фактор мутности. Метеорология и гидрология. №1, 1941.
14. Будыко М.И., Берлянд Т.Г. Зубенок Л.И. – Методика климатологических расчетов составляющих теплового баланса. Труды ГГО, вып. 48 (110), 1954.
15. Вейнберг Б.П. Соловейчик Р.Э. – Опыт климатологической характеристики района для удовлетворения запросов гелиотехники, Метеоролог, вестник, №1, 1934.
16. Вейнберг Б.П. – Желтый уголь. Изд-во АН СССР, М., 1929.
17. Волошина А.П. – Тепловой баланс поверхности высокогорных ледников в летний период (на примере Эльбруса). Изд-во "Наука" Москва, 1966.
18. Гонгадзе Д.И. Сулаквелидзе Г.К. – Некоторые результаты исследования интенсивности прямой солнечной радиации на склонах в районе Эльбруса. Труды ЦАС, вып.10, 1953ю
19. Гордов А.Н. 0 Исследование радиационных свойств ограниченного слоя земной атмосферы. Изв. АН СССР, серия геофиз. и географ. № 4-5, 1939.
20. Зелиханов М.Ч. – Закономерности в распределении снежного покрова в горах Кабардино-Балкарии. Труды ВГИ, вып. 6, Гидрометеиздат, Ленинград, 1967.
21. Калитин Н.Н. – Солнечная диффузия и земная радиации по наблюдениям на Эльбрусе. Журнал геофизики и метеорологии, т.5, вып.3, Госиздат, Москва, 1928.
22. Калитин Н.Н. – Об облачности солнечной радиации водяными парами и аэрозолями. Метеорология и гидрология, 1947.
23. Калитин Н.Н. – Актинметрия. Гидрометеиздат, Л.-М., 1938.
24. Калитин Н.Н. – О раасеивании радиации облаками, ДАН СССР, т.43, №7, 1944.
25. Карташян Р.А. – Определение возможной продолжительности солнечного сияния с учетом закрытости горизонта. Изв. АН Армянской ССР, науки о земле XX т., 5-6, 1967, Изд. АН Армянской ССР.

26. Кириллова Т.В. – К вопросу об измерении и расчетах эффективного измѣнения, Труды ГГО, вып. 53, 1955.
27. Кириллова Т.В. Ковалева Е.Д. – О введении поправок при определении эффективного измѣнения и противоизмѣнения по наземным данным. Труды ГГО, вып. 27, 1951.
28. Ковалев П.Ф. – Геоморфологическое исследование в Центральном Кавказе. (Бассейн реки Баксан). Изд. Харьковского университета, 1957.
29. Ковалева Е.Д. – О расчете эффективного измѣнения земной поверхности и противоизмѣнения атмосферы. Труды ГГО, вып. 27 (89). Гидрометеоиздат, Ленинград.
30. Коган Р.Л., Юдин М.М. – Приближенное решение уравнения рассеяния света, Изв. АН СССР, серия геофиз. №8, 1956.
31. Кондратьев К.Я. – Личистая энергия солнца. Гидрометеоиздат, Ленинград, 1954г.
32. Кондратьев К.Я. – Актинометрия, Гидрометеоиздат, Ленинград, 1965.
33. Кондратьев К.Я. – Мѣстный теплообмен в атмосфере. Гидрометеоиздат, Ленинград, 1956.
34. Кузьмин П.П. – Процесс таяния снежного покрова. Гидрометеоиздат. Ленинград, 1961.
35. Лосев К.С. – Прогнозы лавин. Труды ВГИ, вып. 4, Гидрометеоиздат, Ленинград, 1965.
36. Материалы гляциологических исследований Эльбруса. Москва, 1962.
37. Махоткин Л.Г. – Итоги работ по изучению вариации прямой солнечной радиации. Труды ГГО. вып. 80, 1959.
38. Махоткин Л.Г. – О способах вычисления рассеянной освещенности при ясном небе, Изв. АН СССР, серия геофиз. №8, 1956.
39. Мосидзе Ш.В. – Радиационный баланс в условиях высокогорной зоны Казбеги, Труды Зак НИГМИ, вып.7, 1960.

40. Парфенов А.П. – Солнечное голодание человека. Госиздат медицинской литературы. Ленинград, 1963.
41. Пивоварова З.И. – Распределение коэффициента прозрачности атмосферы (для интегрального потока) по территории СССР, Труды ГГО. вып. 213, гидрометеоздат, Ленинград, 1968.
42. Полякова М.Н., Сивков С.И., Терновская К.В. – Актинометрические характеристики воздушных масс тропосферы по наблюдениям в Слуцке и Курске. Журнал геофизики, т.5, вып.1, 1935.
43. Поляков М.Н. – Сивков С.И. – Изменение мутности атмосферы в связи с динамикой воздушных масс. Журнал геофизики, т.5, вып.4, 1935
44. Пятненко Б.А. – Влияние альбедо на приход суммарной радиации в Арктике. Труды Арктического научно-исследовательского института, т. 217, изд. "Морской транспорт", Ленинград, 1959.
45. Росс Ю. Тооминг Х. – Об измерении радиационных потоков при помощи пиргеометров (эффективного пиранометра) Ю.Д. Янишевского, труды ГГО, вып. 61, 1956.
46. Ружейникова Ю.В. – Определение количества осаждаемой воды в высокогорных условиях Большого Кавказа. Информ. Сборник по работам по МГТ, №5, Москва, 1960.
47. Руководство по контролю актинометрических наблюдений. ГГО. Гидрометеоздат, Ленинград, 1962.
48. Селезнева Е.С. – Местные периодические вектры в горах. Изд. АН СССР, № 4-5, 1939.
49. Сивков С.И. – Методы расчета характеристик солнечной радиации. Гидрометеоздат, Ленинград, 1968.
50. Соболев В.В. – О рассеянии света в атмосфере земли и планет. Уч. зап. ЛГУ, серия мат., вып. 18, 1949.
51. Сокольников В.М. – О радиационных свойствах льда и снега и о некоторых явлениях ледового режима Малого



- моря. Труды Байкальской лимнологической станции, т. 17, 1959.
52. Справочник по климату СССР, вып.13, Гидрометеиздат, Ленинград, 1966.
  53. Сулаквелидзе Г.К. Чоторлишвили Л.С. – О тепловом и вещественном балансе на южном склоне Эльбрусского ледника. Информ. сборник по работам по МГТ, №5, Москва, 1960.
  54. Сулаквелидзе Г.К. Окуджава А.М. – Снег и его свойства. Труды ЭЛЭ, т.1(4), Нальчик 1959.
  55. Сулаквелидзе Г.К. – Некоторые радиационные свойства сухого снега. Сообщ. АН Груз. ССР, т. 12, №8, Тбилиси, 1951.
  56. Сулаквелидзе Г.К. – Альbedo снежного покрова. Труды института геофизики АН Груз. ССР, т. 12, 1953.
  57. Темникова Н.С. – Климат Северного Кавказа и прилежащих степей. Гидрометеиздат, Ленинград, 1964.
  58. Темникова Н.С. – Рассеянная радиация небесного свода в связи с формами облаков. Метеорология и гидрология, №5, 1941.
  59. Торлецкая В.В, Бут И.В. – Степень прозрачности различных воздушных масс в степной части Северного Кавказа по данным Ростова на Дону. Журнал геофизики, т.4. вып.1, 1934.
  60. Украинцев В.Н. – Приближенное вычисление сумм прямой и рассеянной солнечной радиации. Метеорология и гидрология, №6, 1939.
  61. Цуцкиридзе Я.А. – Солнечный кадастр Грузии, Труды Зак НИГМИ, вып. 12, 1963.
  62. Цуцкиридзе Я.А. – Радиационный и термический режимы территории Грузии. Гидрометеиздат, Ленинград, 1967.
  63. Шихлиносский Э.М. – Радиационный баланс Азербайджана. Труды Азерб. геогр. общества. Баку, 1960.

64. Янишевский Ю.Д. – Акутинометрические приборы и методы наблюдений Гидрометеоиздат, Ленинград, 1957.
65. Ярговладцев И.Н. – Рассеянная радиация в Ташкенте. Метеорология и гидрология. Инф. сб. №6, 1947.
66. Fowle F. The determination of aqueous vapor above Mount above Wilson. Ann of the Astr. obs. of the Smiths. Inst. VIII, 1913.
67. Steinhauser F. О зависимости прямой солнечной и рассеянной радиации от высоты над уровнем моря в Восточных Альпах. Ann der Meteorologie, Bd. 4, N. 1-6, 1951.
68. Dirmhirn I. Исследование рассеянной радиации в Восточных Альпах с учетом зависимости от высоты над уровнем моря. Arch. für Meteor. Geophys. und Biokl. Ser. B. Bd. III N.4, 1951.
69. Reitz G. Peronometrische untersuchungen, Gerl, Beitz. Zur Geophysm, Bd. 55, 290, 1939.
70. Самукашвили Р.Д. – Рассеянная радиация на высокогорной обсерватории Терскол, Труды ВГИ, вып. 4, 1965.
71. Самукашвили Р.Д. – Суммарная радиация на высокогорной обсерватории Терскол, Труды ВГИ, вып.4, 1965.
72. Самукашвили Р.Д. – О влиянии снежного покрова и облачности на годовой ход радиационного баланса в районе Эльбруса на высоте 2100 и над уровнем моря. Труды ВГИ, выпуск 12, 1967.
73. Самукашвили Р.Д. О влиянии снежного покрова на годовой ход отаженной радиации и альбедо подстилающей поверхности в условиях вертикальных зон Приэльбрусья. Труды ВГИ, вып. 12, 1967.
74. Самукашвили Р.Д. – Рассеянная радиация на Пике Терскол. Труды ВГИ, вып. 9, 1967.
75. Самукашвили Р.Д. – О годовом ходе суммарной радиации в районе Эльбруса на высоте 3100 м над уровнем моря. Труды ВГИ, вып. 9, 1967.
76. Самукашвили Р.Д. -0 Прямая солнечная радиация на Пике Терскол. Труды ВГИ, вып. 9, 1967.

77. Самукашвили Р.Д. – О годовом ходе коэффициента прозрачности в обсерватории Терскол. Труды ВГИ, вып.6, 1967.
78. Самукашвили Р.Д. \_ поглощенная радиация в обсерватории терскол, Труды ВГИ, вып. 6, 1967.
79. Самукашвили Р.Д. – Отраженная радиация и альbedo деятельной поверхности в высокогорной обсерватории Терскол. Труды ВГИ, вып.6, 1967.
80. Самукашвили Р.Д. – Прямая солнечная радиация в обсерватории Терскол, Труды ВГИ, вып. 6, 1967.
81. Самукашвили Р.Д. О годовом ходе составляющих радиационного баланса на Ледовой базе. Труды ВГИ, вып. 15, 1969.
82. Самукашвили Р.Д. О годовом ходе составляющих радиационного баланса на курорте Нальчик. Труды ВГИ, вып. 15, 1969.
83. Самукашвили Р.Д. – Приход коротковолновых потоков радиации на склоны в районе Эльбруса. Труды ВГИ, вып. 15, 1969.
84. Самукашвили Р.Д. – О годовом ходе спектральных потоков радиации на северном склоне Большого Кавказа. Труды ВГИ, вып. 16, 1970.



## Издательство “УНИВЕРСАЛ”

---

Тбилиси, 0179, пр. И.Чавчавадзе №19, ☎: 2 22 36 09, 5(99) 17 22 30

E-mail: [universal@internet.ge](mailto:universal@internet.ge); [universal555@ymail.com](mailto:universal555@ymail.com)