

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ  
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

ГЛАВНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ и.м. А. И. ВОЕЙКОВА

5575

177

М. К. ГАВРИЛОВА

# РАДИАЦИОННЫЙ КЛИМАТ АРКТИКИ

Под редакцией  
д-ра физ.-мат. наук  
М. И. БУДЫКО

177554

БИБЛИОТЕКА  
Ленинградского  
Гидрометеорологического  
Института



ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

ЛЕНИНГРАД • 1963

## АННОТАЦИЯ

В монографии систематизированы и обобщены исследования по радиационному климату советской и зарубежной Арктики. Дана характеристика факторов, определяющих режим радиации в арктических районах, и проанализированы основные особенности режима радиации в Арктике. Рассмотрена методика расчета составляющих радиационного баланса в высоких широтах. Впервые для всей Арктики представлены месячные и годовые карты суммарной и поглощенной радиации, эффективного излучения и радиационного баланса. Выявлены основные закономерности географического распределения по Арктике компонентов радиационного баланса. Показана роль радиационного баланса в тепловом режиме Арктики, сделана попытка сравнить особенности режима радиации в Арктике и Антарктике. В приложении приведены расчетные величины основных составляющих радиационного баланса для 241 пункта советской и зарубежной Арктики и прилегающих районов примерно до  $60^\circ$  с. ш.

Монография может быть использована научными работниками, преподавателями, аспирантами и студентами, работающими и специализирующимися в области гидрометеорологических дисциплин и различных отраслей физической географии.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение . . . . .	4
Глава I. Исследования радиационного климата Арктики . . . . .	7
1. Актинометрические измерения в Арктике . . . . .	7
2. Изучение радиационного климата Арктики . . . . .	15
Глава II. Общая характеристика факторов, влияющих на режим радиации в высоких широтах, и основные особенности радиационного климата Арктики . . . . .	19
1. Определяющие факторы и особенности режима коротковолновой радиации в Арктике . . . . .	19
2. Определяющие факторы и основные особенности режима длинноволновой радиации в Арктике . . . . .	53
3. Радиационный баланс Арктики и годовой ход его составляющих . . . . .	62
Глава III. Методика климатологического расчета составляющих радиационного баланса в высоких широтах . . . . .	65
1. Расчет суммарной радиации . . . . .	66
2. Расчет поглощенной радиации . . . . .	79
3. Расчет эффективного излучения . . . . .	80
4. Точность расчета составляющих радиационного баланса в высоких широтах . . . . .	89
Глава IV. Основные закономерности географического распределения составляющих радиационного баланса в Арктике . . . . .	94
1. Суммарная радиация . . . . .	95
2. Поглощенная радиация . . . . .	105
3. Эффективное излучение . . . . .	115
4. Радиационный баланс . . . . .	118
5. Изменчивость составляющих радиационного баланса в Арктике . . . . .	129
Глава V. Роль радиационного баланса в тепловом режиме Арктики . . . . .	134
Глава VI. Сравнительная характеристика радиационного климата Арктики и Антарктики . . . . .	139
Заключение . . . . .	144
Литература . . . . .	151
Приложения . . . . .	163

## ВВЕДЕНИЕ

Приходо-расход лучистой энергии на земной поверхности — один из важнейших климатообразующих факторов. Но особенно велика его роль в условиях Арктики. Так, длительная потеря тепла излучением в период полярной ночи приводит к значительному выхолаживанию подстилающей поверхности и приземных слоев воздуха. Большой приток радиации в период полярного дня способствует прогреванию воздуха и вызывает бурное таяние снега и льда по всей Арктике. Перестройка барического поля в высоких широтах в переходные сезоны года связана не только с сезонными изменениями особенностей атмосферной циркуляции, но и с сезонными изменениями прихода солнечной радиации.

Являясь основным компонентом теплового баланса, радиационный баланс участвует во многих тепловых процессах, определяя термический режим не только поверхности и воздуха, но и некоторых глубинных слоев воды, снега, льда и почвы. Таяние и образование льда, протаивание и промерзание почвы и другие подобные явления наряду с прочими факторами связаны с поступлением или потерей тепла лучистой энергии. Таким образом, данные о радиационном балансе в Арктике необходимы не только при общих климатологических, но и при специальных гидрологических, гляциологических, геокриологических и других исследованиях.

Вместе с тем в силу особенностей географического положения, особенностей физических свойств облаков, характера подстилающей поверхности, распределения температуры и влажности с высотой и других факторов радиационный климат Арктики обладает рядом специфических, характерных только для нее особенностей, изучение которых представляет большой самостоятельный интерес.

Однако до настоящего времени территория Арктики является одной из наименее изученных в отношении радиационного климата областей земного шара. Имеющиеся сведения по радиационному балансу в высоких широтах относятся лишь к отдельным пунктам или отдельным районам и главным образом

к советскому сектору Арктики. Построенные в Главной геофизической обсерватории мировые карты суммарной радиации и радиационного баланса [13] охватывают лишь экваториальные, тропические и умеренные широты. Арктические же районы вследствие малочисленности исходных данных остались на этих картах неосвещенными. В работах зарубежных авторов (например, мировые карты среднесуточных значений суммарной радиации Блэка [190] и др.) арктические области также не рассматриваются.

Между тем при возросшем в последние годы интересе к Арктике безотлагательно требуется получение хотя бы приближенных, предварительных представлений о закономерностях географического распределения составляющих радиационного баланса во всей Арктике.

С этой целью и выполнено данное исследование.

В настоящей монографии дан обзор исследований по радиации в советской и зарубежной Арктике; проанализированы особенности факторов, определяющих радиационный режим в арктических районах; рассмотрены основные особенности режима радиации в Арктике; уточнена методика климатологического расчета компонентов радиационного баланса в высоких широтах; рассчитаны и построены месячные и годовые карты суммарной и поглощенной радиации, эффективного излучения и радиационного баланса; выявлены основные закономерности географического распределения составляющих радиационного баланса в Арктике и т. д.

Настоящая работа построена на основании фактических и расчетных данных. Для обоснования методики расчета составляющих радиационного баланса в высоких широтах были использованы материалы актинометрических наблюдений (в основном до 1957 г.) полярных, дрейфующих и других станций, опубликованные или находящиеся в фондах Арктического и Антарктического научно-исследовательского института (АНИИ). Климатологические, аэрологические и другие величины, необходимые для расчета компонентов радиационного баланса, для территории советской Арктики получены из различных климатологических справочников. Для зарубежной Арктики эти данные выбраны по возможности из ряда климатологических работ и справочных изданий [34, 114, 145, 189, 191, 203, 211, 213, 214, 215, 216, 228, 232, 238, 251, 260, 266, 267, 268, 269, 274, 278, 279, 280, 285, 290]. В тех случаях, когда ряд наблюдений для тех или иных пунктов казался недостаточно надежным, материал был пополнен из различных метеорологических ежегодников [195, 196, 249, 252, 255, 277, 286].

Как известно, граница арктической области трактуется по-разному. Южную границу Арктики проводят как по широтным, так и по геоботаническим, термическим, общим климатиче-

ским, циркуляционным и прочим факторам. Поскольку приход солнечной радиации, особенно в высоких широтах, в сильной степени зависит от широты места, мы нашли целесообразным воспользоваться широтным признаком. За основную границу рассматриваемого района в настоящей работе принята широта Северного полярного круга, так как лишь севернее  $66,5^{\circ}$  с. ш. проявляются типичные для арктических районов явления полярного дня и полярной ночи. Для простоты изложения весь район будем называть Арктикой, хотя в ряде мест, например в южной части атлантико-европейского сектора и др., описываемый район несколько выходит за пределы собственно Арктики. Там, где Арктика простирается южнее полярного круга (Чукотка, Канада, Гренландия), границы района расширены до южной границы тундры.

Основные трудности, встретившиеся при выполнении данной работы, заключаются в малочисленности исходного актинометрического материала за большой период наблюдений, необходимого для более полного обоснования методики расчета, а также в ограниченности климатологических данных для расчета радиации в отдельных пунктах. Это обуславливает неизбежную на данном этапе схематичность представленных карт, особенно в районе Центрального полярного бассейна, североамериканского архипелага и Гренландии. Продолжающиеся наблюдения полярных, дрейфующих и других актинометрических станций могут в последующем внести некоторые количественные уточнения, однако основные выявленные особенности и закономерности радиационного климата Арктики, как представляется, должны сохраниться.

Все величины составляющих радиационного баланса в настоящей работе представлены в европейской (неприведенной) шкале. Названия пунктов в зарубежной Арктике (там, где это было возможно) даны в транскрипции Атласа мира [12].

Автор глубоко благодарен д-ру физ.-мат. наук М. И. Будько за руководство настоящей работой и д-ру геогр. наук Т. Г. Берлянд за ценные советы и замечания. Автор выражает также глубокую признательность научным сотрудникам ААНИИ И. М. Долгину, З. М. Прик, Н. Т. Черниговскому и Н. Н. Андреевой за любезно предоставленные материалы актинометрических, климатологических и других наблюдений, а также за помощь и поддержку, оказанные в ходе выполнения работы.

## ГЛАВА I

# ИССЛЕДОВАНИЯ РАДИАЦИОННОГО КЛИМАТА АРКТИКИ

### 1. Актинометрические измерения в Арктике

Своеобразие радиационного климата Арктики издавна привлекало внимание исследователей. Первые измерения солнечной радиации с помощью обычных термометров производились еще во время экспедиций Джона Франклина в начале XIX в. [202]. По разности показаний термометров с зачерненным и незачерненным резервуарами, помещенных на солнце и в тени, оценивалась интенсивность радиации. Точно таким же методом пользовался участник американской экспедиции на судне «Полярис» (1871—1873 гг.) Эмиль Бессельс [271], впервые обративший внимание на увеличение радиации в полярных районах при возрастании широты места в летнее время года. Бессельс пытался также определить и длинноволновую радиацию, но вследствие примитивности приборов не получил удовлетворительных результатов, однако отметил сравнительно малые величины излучения. Измерения солнечной радиации и ночного излучения с помощью термометров производились вплоть до Первого Международного полярного года (1882—1883 гг.) [222, 263].

Вскоре после появления компенсационного пиргелиометра Онгстрема Вестман во время Международной экспедиции по измерению дуги меридиана провел наблюдения за интенсивностью солнечной радиации в бухте Трейренберг на Шпицбергене (1899—1900 гг.) [292]. Им были подсчитаны месячные суммы прямой радиации при безоблачном небе и действительных условиях, затем полученные величины были сопоставлены с данными для умеренных широт.

В начале XX в. измерения прямой и суммарной радиации в высоких широтах были поставлены в ряде пунктов, в частности в Абиско (Северная Швеция), Рованиэми и Кемиярви (Северная Финляндия) [239, 240], в Грин-Харборе и Кингс-Бее (Шпицберген) [212], в Маунт-Эваисе (Гренландия) и др. Результаты изме-

рений на большинстве этих станций были обобщены в 1931 г. Кимбалом [226, 227]. Кимбал подчеркнул исключительную роль большой прозрачности атмосферы в Арктике в приходе солнечной радиации.

Большой вклад в изучение радиационного климата высоких широт внесли наблюдения, проведенные во время знаменитого дрейфа «Мод» в Восточно-Сибирском море (1922—1925 гг.) [254]. Материалы экспедиции, тщательно обработанные Мосби, с большой полнотой вскрыли особенности радиационного режима в арктических условиях в отношении как приходной, так и расходной составляющей.

Много труда для организации актинометрических наблюдений в советской Арктике приложил Н. Н. Калитин. В 1920—1923 гг. Калитин лично провел ряд инструментальных измерений прямой, рассеянной и суммарной радиации и эффективного излучения в Архангельске, Белом и Карском морях и на Новой Земле [69, 70]. Он же на основании предварительных данных впервые для Арктики подсчитал суточные значения радиационного баланса для Маточкина Шара [71].

В конце 20-х годов актинометрические наблюдения были проведены В. С. Самойленко (Баренцево море и Новая Земля) [141] и Вл. А. Березкиным (Чукотское море, о. Врангеля) [20].

Из актинометрических работ на территории зарубежной Арктики в начале 30-х годов следует отметить наблюдения Онгстрема за суммарной радиацией в Сваноре (Шпицберген) [181] и в Абиско (Швеция) [184], а также измерения, проведенные экспедицией Вегенера в Гренландии [210, 219, 230, 291].

Все вышеперечисленные экспедиционные наблюдения хотя и дали первые количественные представления о радиационном режиме Арктики и вскрыли ряд неожиданных для того времени закономерностей (увеличенный приток радиации в летние месяцы по сравнению с умеренными широтами, преобладающая роль рассеянной радиации в общем приходе суммарной радиации и т. д.), однако они носили кратковременный и случайный характер. Необходима была постановка одновременных и непрерывных наблюдений.

Такие наблюдения (не считая кратковременных измерений в Маточкином Шаре в 1928 г.) впервые были организованы в 1932—1933 гг. в связи со Вторым Международным полярным годом. Были открыты семь актинометрических станций на территории советской Арктики: Полярное (Мурманское побережье), бухта Тихая (Земля Франца-Иосифа), Маточкин Шар (Новая Земля), Сагастырь и бухта Тикси (низовья р. Лены), мыс Дежнева и залив Лаврентия на Чукотке [3, 75]. В зарубежной Арктике действовали станции в Соданкюле (Северная Финляндия) [225], на о. Медвежем, в Маунт-Норденшельде (Шпицберген) [256], на о. Ян-Майен [283, 284], в Скорсбисунне (восточное побе-

режье Гренландии) и др. [183]. Наблюдения велись, по существу, в течение только одного года и не могли дать больших результатов, но зато был получен опыт в организации актинометрической службы в арктических районах.

По окончании Второго Международного полярного года актинометрическая работа вышеуказанных станций прекратилась, за исключением бухты Тихой. Помимо бухты Тихой, в 1934 г. по инициативе Н. Т. Черниговского начались наблюдения на о. Уединения.

Большое значение в организации актинометрической сети в советской Арктике имело создание в 1932 г. Главного управления Северного морского пути. В обширную программу научных исследований Главсевморпути входило также и изучение радиационного климата Арктики, причем с самого начала была взята установка на изучение всего комплекса радиационного баланса.

В 1934—1935 гг. развернулись подготовительные работы, а в 1935—1936 гг. вступили в строй шесть советских полярных актинометрических станций: мыс Желания, мыс Челюскин, бухта Тикси, мыс Шмидта и уже работавшие бухта Тихая и о. Уединения. До Великой Отечественной войны общее число станций в основном сохранялось (вместо одних закрывавшихся станций открывались новые, например о. Диксон и др.).

В 1941—1945 гг. наблюдения на большинстве станций прекратились, за исключением о. Диксон и бухты Тикси. Реорганизация сети началась в 1946 г.

К 1960 г. в системе Главного управления Северного морского пути действовали уже 14 актинометрических станций: о. Хейса, о. Визе, мыс Желания, о. Диксон, о. Уединения, мыс Голомяный, мыс Челюскин, о. Преображения, о. Мостах, о. Котельный, о. Четырехстолбовой, мыс Шмидта, о. Врангеля, Уэлен (рис. 1).

Помимо станций Главсевморпути, охватывающих главным образом побережье и острова, актинометрические наблюдения в материковой части (примерно до широты 65°) осуществляются станциями Гидрометслужбы. В 1960 г. их было более 10 (Дальние Зеленцы, Хибины и Умба на Кольском полуострове, Архангельск, Бугрино на о. Колгуев, Коткино близ Нарьян-Мара, Усть-Цильма, закрытая в 1958 г., Елецкая у Воркуты, Салехард, Туруханск, Оленёк, Верхоянск и Среднеколымск).

Основные сведения о действующих и действовавших станциях (без пунктов Второго Международного полярного года) приведены в табл. 1.

Вместо закрытых из-за нерепрезентативности станций бухта Тикси (задымленность атмосферы вследствие близпортового расположения) и бухта Тихая (большая закрытость горизонта) открыты станции на островах Мостах и Хейса соответственно.

Почти на всех станциях Главсевморпути поставлены наблюдения за всеми составляющими радиационного баланса, в том

## Сведения о работе советских актинометрических станций

Станции	Период наблюдений	Какие элементы наблюдаются	Примечание
Станции Главсевморпути			
Врангеля, остров	1957—	Все элементы радиационного баланса	
Визе, остров . .	1957—	То же	
Голомянный, мыс	1958—	„	
Диксон, остров .	1937—	„	
Желания, мыс .	1936—1938, 1956—	„	
Котельный, остров . . . . .	1955—	„	
Мостах, остров .	1945—	„	
Преображения, остров . . . . .	1954—	„	
Рудольфа, остров	1948—1950, 1952—1953	„	
Тикси, бухта .	1935—1941	„	Закрота в 1941 г. из-за нерепрезентативности
Тихая, бухта . .	1932—1942, 1954—1957	„	Закрота в 1957 г. из-за нерепрезентативности
Уединения, остров . . . . .	1934—1941, 1947—	„	
Уэлен . . . . .	1955—	„	
Хейса, остров .	1957—	„	
Челюскин, мыс .	1936—1937, 1941—1942, 1948—	„	
Четырехстолбовой, остров . . . . .	1953—	„	
Шмидта, мыс . .	1935—1943, 1946—	„	
Югорский Шар .	1953—1957	„	
Станции Гидрометслужбы			
Архангельск . . .	1952—	Коротковолновая радиация и радиационный баланс	
Бугрино . . . .	1955—	Коротковолновая радиация	
Верхоянск . . . .	1933—1937 [66], 1954—	Коротковолновая радиация и радиационный баланс	

Станции	Период наблюдений	Какие элементы наблюдаются	Примечание
Дальние Зеленцы	1955—	Коротковолновая радиация	
Елецкая . . . . .	1954—	То же	
Коткино . . . . .	1955—	„	
Оленёк . . . . .	1957—	Коротковолновая радиация и радиационный баланс	
Салехард . . . . .	1955—	Коротковолновая радиация	
Среднеколымск	1957—	То же	
Туруханск . . . . .	1955—	„	
Умба . . . . .	1954—	„	
Усть-Цильма . . . . .	1955—1958	„	
Хибины . . . . .	1955—	„	

числе и за эффективным излучением. Актинометрические измерения на большинстве из них (с небольшими отклонениями) производились следующими инструментами.

Прямая солнечная радиация до 1946 г. измерялась по актинометру Михельсона. С 1946 г. начали вводить термоэлектрический актинометр Савинова—Янишевского, но ряд станций продолжал еще наблюдать по актинометру Михельсона. С 1949 г. все станции работают по термоэлектрическому актинометру.

Рассеянная, суммарная и отраженная радиация в первые годы наблюдалась по пиранометру Калитина, а с 1936 г. — по пиранометру Янишевского.

Длинноволновое излучение до 1946 г. измерялось по пиргеометру Савинова, а с 1946 г. — по пиргеометру Савинова—Янишевского. Дневные наблюдения за длинноволновым излучением были введены на о. Диксон в 1942 г., а на остальных станциях в 1947 г.

С 1950 г. на полярных станциях действуют термоэлектрические балансомеры.

Помимо срочных наблюдений, на большинстве полярных актинометрических станций, открытых до 50-х годов, организована непрерывная регистрация прямой, рассеянной и суммарной радиации. На станциях, начавших работу в последние годы (с 1953 г.), такие измерения еще не ведутся.

Из станций Гидрометслужбы наблюдения за коротковолновой радиацией и радиационным балансом (по балансомеру) поставлены только в Архангельске, Оленьке и Верхоянске. На этих же станциях установлены самописцы (самописцы рассеянной и суммарной радиации в Архангельске и суммарной радиации

в Оленьке и Верхоянске). Все остальные станции ведут только срочные наблюдения за коротковолновой радиацией (прямой, рассеянной, суммарной и отраженной). Непосредственные наблюдения за длинноволновой радиацией на станциях ГУГМС сейчас не ведутся.

В период Международного геофизического года (1957—1958 гг.) станции о. Хейса, о. Визе, мыс Челюскин, о. Уединения, о. Диксон, о. Преображения, о. Котельный, о. Четырехстолбовой, о. Врангеля, Уэлен, Верхоянск, Оленёк, Туруханск, Архангельск работали по программе МГГ [129].

Материалы наблюдений актинометрических станций Главсевморпути хранятся в ААНИИ, для ряда станций они были изданы специальными выпусками [4, 5 и др.], а также в отдельных работах. Материалы наблюдений станций ГУГМС находятся в местных управлениях Гидрометслужбы, а копии пересылаются в Главную геофизическую обсерваторию.

Следует заметить, что хотя в настоящее время актинометрические наблюдения в советской Арктике ведет около 30 станций, но ввиду кратковременности наблюдений на большинстве из них для климатологических целей можно использовать материалы только пяти станций с периодом наблюдений от 10 до 20 лет (о. Уединения, о. Диксон, мыс Челюскин, о. Мостах и мыс Шмидта).

Работа советских полярных актинометрических станций освещалась в разные годы Е. И. Тихомировым [148], Н. Н. Калитиным [91], М. А. Кузнецовым, А. С. Каледкиной и М. С. Маршуновой, Н. Т. Черниговским [162] и др.

Методическим вопросам организации и производства актинометрических наблюдений в условиях Арктики посвящены работы М. А. Кузнецова [105], Вл. А. Березкина [22], Н. Н. Калитина [81], Н. Н. Андреевой [8, 9], Н. Н. Андреевой и М. С. Маршуновой [10] и др.

Наряду со стационарными актинометрическими наблюдениями на суше в советской Арктике в 30—40-х годах эпизодически проводились судовые наблюдения во время навигаций, например наблюдения В. В. Шулейкина в Карском море [171], Вл. А. Березкина в Беринговом и Чукотском морях [21], В. В. Пиотровича [130] и А. А. Дмитриева в Чукотском море, Н. Т. Черниговского (моря Баренцево, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское), А. С. Каледкиной (Баренцево и Карское моря и западная часть моря Лаптевых) и др.

К первым актинометрическим измерениям в Центральном полярном бассейне следует отнести работы Н. Т. Черниговского в районе полюса относительной недоступности в восточной части советской Арктики в 1941 г. [158, 159]. С 1950 г. в Центральной Арктике ведутся регулярные наблюдения на дрейфующих станциях «Северный полюс» [32, 118, 134 и др.] (табл. 2). Станции

СП-6 (1957—1958 гг.) СП-6 (1958—1959 гг.) СП-7 (1957—1958 гг.), СП-7 (1958—1959 гг.) и СП-8 (1959—1960 гг.) работали в период МГГ.

Т а б л и ц а 2

Сведения о работе советских дрейфующих актинометрических станций

Станция	Район дрейфа <sup>1</sup>		Период наблюдений	Какие элементы наблюдаются
	широта	долгота		
СП-2	76—81° с.	190—200° в.	IV 1950—IV 1951	Все элементы радиационного баланса
СП-3	86—89	184—331	IV 1954—IV 1955	То же
СП-4	76—81	174—187	IV 1954—IV 1955	„
СП-4	81—87	179—188	IV 1955—IV 1956	„
СП-4	86—89	207—0	IV 1956—IV 1957	„
СП-5	82—87	153—87	IV 1955—IV 1956	„
СП-5	87—84	78—65	IV 1956—X 1956	„
СП-6	75—76	181—172	IV 1956—IV 1957	„
СП-6	76—80	171—152	IV 1957—IV 1958	„
СП-6	81—87	149—45	IV 1958—IV 1959	„
СП-7	82—87	167—208	IV 1957—IV 1958	„
СП-7	85—87	211—318	IV 1958—IV 1959	„
СП-8	76—78	194—183	IV 1959—IV 1960	„

<sup>1</sup> Средние месячные координаты дрейфующих станций см. в работе [11].

Актинометрические работы в зарубежной Арктике после Второго Международного полярного года связаны в основном с гляциологическими исследованиями. Наибольший интерес представляют наблюдения Олсона на Шпицбергене [257], Оксфордского университета [265, 273], Эриксона [199], Даймонда и Гердела [198] в Гренландии, Валлена в Швеции [287], Орвига на Баффиновой Земле [259] и др. Цель этих работ — оценка роли радиационного баланса среди других метеорологических факторов, воздействующих на таяние ледника.

Актинометрическая сеть в зарубежной Арктике была создана только в 1950—1951 гг., не считая станции Фэрбенкс, где наблюдения ведутся с 1931 г. [208]. Работы на этой сети осуществляются под руководством Бюро погоды США (как на станциях, находящихся на территории Соединенных Штатов Америки, так и на станциях, расположенных в других странах). Наблюдения производятся в Фэрбенксе и Барроу (Аляска), в Аклавике, Юрика-Саунде и Резольют-Бей (Канада), в Туле (Гренландия) и Кьелавике (Исландия) (табл. 3, рис. 1).

Материалы наблюдений американских станций публикуются каждый месяц в виде ежесуточных и средних за неделю суточных сумм радиации в [196], а до 1949 г. в [253], причем из семи перечисленных станций регулярно печатается материал лишь по

Сведения о работе зарубежных актинометрических станций

Станция	Координаты		Высота (м)	Период наблде- ний	Какие элементы наблюдаются	Примечание
	широта	долгота				
Аклавик . . . . .	68°14' с.	135°00' з.	9	1950—	Суммарная радиация	
Барроу . . . . .	71 18	156 47	4	1951—	То же	
Бетел . . . . .	60 47	161 41	8	1951—	"	
Кьблавик . . . . .	63 57	22 37	50	1951—	"	О работе станции в настоящее время нет точных сведений
Резольют-Бей . . . . .	74 43	94 59	64	1952—	"	
Тулe . . . . .	76 33	68 49	45	1951—	"	О работе станции в настоящее время нет точных сведений
Фэрбенкс . . . . .	64 51	147 52	138	1933—	"	
Юрика-Саунд . . . . .	80 00	85 56	2		"	Начало наблюдений точно не уста- новлено. О работе станции в на- стоящее время нет точных сведе- ний

трем станциям: Фэрбенкс, Барроу и Аклавик; данные по другим станциям весьма отрывочны (Резольют-Бей) или в последние годы вообще уже не публиковались.

В 1953 г. актинометрические измерения были организованы на американской дрейфующей станции Т-3 [206, 229].

Следует заметить, что, в отличие от советских станций, где с момента организации стационарных актинометрических наблюдений [7] поставлены измерения всех составляющих радиационного баланса, на зарубежных станциях наблюдения ведутся главным образом только за суммарной радиацией (по пиранометру Эпплея) [244, 245, 295].

Собственно радиационный баланс изучается лишь при гляциологических исследованиях, как, например, в упоминавшихся работах Валлена, Орвига и др.

## 2. Изучение радиационного климата Арктики

Первые обобщения и выводы по радиационному климату Арктики касаются отдельных составляющих и общих условий, создающих особенности режима радиации в высоких широтах.

Ценный вклад в изучение радиации в арктических районах внес Н. Н. Калитин. Особое внимание Калитин уделял таким вопросам, как прозрачность атмосферы [72, 86, 87], абсолютная и относительная продолжительность солнечного сияния [74, 85], роль рассеянной радиации в общем приходе солнечного тепла как важнейшая характеристика радиационного климата Арктики [77, 78], зависимость рассеянной радиации от характера облачности [73, 77, 78, 79, 80], интенсивность радиации в полуденное и полуденное время [75, 79, 88], радиационные свойства снега и льда [76, 81, 83.] и т. д. По материалам наблюдений Второго Международного полярного года Калитин установил зависимость радиации от высоты солнца и построил графики суточного хода прямой радиации для полярных станций [75]. Им также были рассчитаны значения суммарной радиации в высоких широтах при идеальных, безоблачных и действительных условиях [84]. Наблюдения полярных станций до 1937—1939 гг. были обобщены Калитиным в 1940 г. в работе [82], где рассматриваются месячные и сезонные величины радиации и проведено сопоставление их с данными умеренных широт.

Изучению радиационных свойств снега и льда (отражательная и пропускающая способность), а также возможности активного воздействия на таяние льда с целью ускорения таяния посвящены работы Н. Т. Черниговского [153, 154, 155, 160, 161 и др.].

В зарубежных работах 30-х годов исследуется главным образом коротковолновая радиация (Онгстрем [180, 181, 184], Олсон [257], Лунелунд [241, 242, 243], Аурен [187] и др.).

Онгстрем и Олсон, так же как и Мосби [254], большое внимание уделяют соотношению прихода возможной и действительной

радиации на различных широтах как характеристике радиационных свойств облаков, а также воздействию отражательной способности подстилающей поверхности на приход суммарной радиации.

В 1939 г. Аурен [187] построил годовую и месячные (для вегетационного периода) карты инсоляции для Скандинавского полуострова, в том числе и его северной части. Однако расчеты инсоляции произведены автором на основании установленных им соотношений между радиацией, облачностью и освещенностью, причём наблюдения за последней были поставлены только в двух пунктах, притом расположенных в южных районах. В результате этого величины инсоляции на картах Аурена сильно занижены. Точно такие же карты (для Скандинавии), но основанные на расчетах по актинометрическим материалам, были даны в 1940 г. Лунелундом [243]. Вследствие малочисленности фактических данных значения радиации на этих картах также занижены.

В зарубежных работах длинноволновое излучение более или менее детально рассматривалось лишь Мосби [254], Олсоном [256], Толнером [283, 284] и Векслером [293]. Мосби и Векслер обратили внимание на влияние инверсий и меньшей плотности облаков в Арктике на величину эффективного излучения.

Расчеты всех компонентов радиационного баланса по фактическим наблюдениям для отдельных пунктов впервые были произведены в конце 30-х — начале 40-х годов А. С. Каледкиной (бухта Тихая, мыс Шмидта) [67, 68] и Р. Н. Шпаковской (о. Уединения, бухта Тикси) [169, 170] и обобщены по нескольким станциям А. С. Каледкиной. Тогда же авторы указывали на нерепрезентативность положения бухты Тихой и бухты Тикси для актинометрических измерений.

Малочисленный материал фактических наблюдений не мог удовлетворить при исследованиях радиационного климата на большой территории. Предпринимаются попытки разработать расчетные методы. Так, Шпаковская проверила существовавшие методы расчета прямой и суммарной радиации применительно к арктическим районам [167, 168]. В 1946 г. В. С. Большаковым была предложена формула определения суммарной радиации по нижней облачности и т. д.

Однако в дальнейшем при изучении радиационного климата Арктики на суше расчетные методы не получили распространения. Гораздо больше они используются при исследованиях радиационного и теплового режима морей, где наблюдения, как известно, носят эпизодический характер.

Впервые элементы теплового баланса в высоких широтах были рассчитаны в 1935 г. для района Карского моря В. В. Шулейкиным [171], указавшим на огромную роль радиационного баланса в общем тепловом режиме моря и на возможность прогноза ледовитости по изменению теплосодержания воды.

Подобные же расчеты для Белого моря были проделаны в 1937 г. В. В. Тимоновым и П. П. Кузьминым [147], а затем уточнены в 1947 г. А. Ф. Шишко [166].

Некоторые данные о составляющих теплового и радиационного баланса Баренцева моря можно найти у О. Б. Мерцаловой [120], В. Т. Тимофеева, Е. И. Серякова [142] и др. В расчетах Тимофеева суммарная радиация была принята за радиационный баланс, что исказило соотношение между всеми членами теплового баланса. На это указывали впоследствии А. Ф. Шишко [166], Н. Г. Милейко [121] и др.

177554  
Еще в 1940 г. Н. Т. Черниговский определил радиационный баланс таких арктических морей, как Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское [156, 157]. Впоследствии эти данные были уточнены им в 1947 и 1953 гг. В дополнение к перечисленным морям был подсчитан радиационный баланс северной части Баренцева моря. Для Карского моря приход радиации, по Черниговскому, оказался в два раза больше, чем по предшествующим расчетам Шулейкина [171]. Но данные Черниговского ближе к действительным, так как они согласуются с величинами радиации для остальных морей, а также подтверждаются и нашими расчетами (годовой ход суммарной радиации Шулейкиным рассчитан по небольшому материалу наблюдений).

В 1949 г. Д. А. Дрогайцевым были выполнены расчеты радиационного баланса для 18 пунктов в целях определения теплового режима советских арктических морей и выявления закономерностей взаимодействия их с атмосферой. Автор указывает на большую роль разводий в окраинных арктических морях, которые весной и летом, аккумулируя большое количество солнечного тепла, способствуют дальнейшему разрушению льда. Им же проведены изохроны перехода радиационного баланса через нуль, показавшие запаздывание смены знака весной в ряде районов, совпадающих с зоной ледовых массивов.

В последние годы в ААНИИ проводятся работы по обобщению того фактического материала, который накопился за время наблюдений актинометрических станций Главсевморпути. Так, например, особенности суточного и годового хода эффективного излучения, зависимость его от облачности, температуры и стратификации атмосферы рассматриваются Н. Н. Андреевой, которая предлагает использовать наблюдения за эффективным излучением в целях прогноза стратификации атмосферы.

В 1954 г. А. С. Каледкина и М. С. Маршунова на основании имевшегося в то время материала наблюдений (до 1948—1950 гг.) проанализировали особенности радиационного режима в советской Арктике и дали сводку всех составляющих радиационного баланса как в среднем многолетнем выводе, так и по годам для семи станций (бухта Тихая, мыс Желания, о. Уединения, о. Диксон, мыс Челюскин, бухта Тикси, мыс Шмидта).

Детальное исследование радиационного режима Центрального полярного бассейна по наблюдениям дрейфующей станции «Северный полюс-2» проведено Г. Н. Яковлевым [172]. Особенности режима радиации в Центральной Арктике по материалам дрейфующих станций освещены также в работах В. Л. Гаевского [42], Н. Н. Андреевой и Б. А. Пятненко [11], Н. Т. Черниговского [161, 163] и т. д. Некоторые методические вопросы измерения элементов радиационного баланса в условиях льдов Центрального полярного бассейна рассматриваются Н. Н. Брызгиным [29], А. И. Мурзиным и др.

Л. Ф. Овчинниковым сделана попытка расчета радиационного баланса для ряда пунктов Арктики по суммарной радиации [125, 126].

В 1961 г. М. С. Маршуновой представлены расчетные значения составляющих радиационного баланса поверхности и атмосферы для ряда районов советской Арктики [117].

В настоящее время в ААНИИ ведется большая работа по систематизации актинометрических данных.

В зарубежной литературе в данное время нет сколько-нибудь обобщающих работ по радиационному климату Арктики, поскольку, как уже упоминалось, актинометрическая сеть начала действовать в зарубежной Арктике лишь с 1950—1951 гг., а экспедиционные наблюдения после Второго Международного полярного года имеют главным образом гляциологическое направление. Можно отметить только работы Метира [246, 247], давшего по аналогии с Фритцем и Мак-Дональдом (США) [204, 207] месячные карты среднесуточных значений возможной и действительной суммарной радиации для территории Канады, в том числе и ее арктической части. Как будет показано дальше (см. гл. IV), пересчитанные по картам Метира величины радиации в основном хорошо согласуются с картами суммарной радиации, построенными автором данной работы, за исключением Баффиновой Земли, для которой, как представляется, значения радиации, по Метиру, сильно завышены.

Таким образом, к настоящему времени благодаря работам советских и зарубежных исследователей наиболее изучена коротковолновая радиация в высоких широтах. Детальный анализ особенностей длинноволнового излучения в Арктике дан, по существу, лишь Н. Н. Андреевой. Радиационный баланс по всем его составляющим рассматривается только для отдельных пунктов (по фактическим наблюдениям) и для окраинных арктических морей (расчетные величины). Основным недостатком ряда расчетов радиационного баланса арктических морей (кроме работ Е. И. Серякова) является широкая экстраполяция наблюдений по данным малого числа окраинных береговых станций, что не всегда отражает специфичность условий над морем, особенно в режиме длинноволнового излучения. Кроме того, расчеты, вы-

полненные для небольшого числа точек, обычно распространяются на всю акваторию моря, в разных частях которой радиационный режим может различаться. Все исследования собственно радиационного баланса относятся в основном только к советскому сектору Арктики. Обобщающих работ по радиационному климату зарубежной, а тем более всей Арктики в настоящее время нет. Вполне понятно, что на данном этапе ввиду малочисленности фактических наблюдений выявление закономерностей распределения основных составляющих радиационного баланса по всей территории Арктики возможно лишь при привлечении расчетных величин.

Для более полного обоснования методики климатологического расчета в высоких широтах, принятой в данной работе, и правильного понимания закономерностей пространственного распределения составляющих радиационного баланса в Арктике рассмотрим прежде всего географические закономерности факторов, определяющих режим радиации в рассматриваемых районах, и особенности радиационного режима Арктики вообще.

## ГЛАВА II

### **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА РЕЖИМ РАДИАЦИИ В ВЫСОКИХ ШИРОТАХ, И ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАДИАЦИОННОГО КЛИМАТА АРКТИКИ**

#### **1. Определяющие факторы и особенности режима коротковолновой радиации в Арктике**

Поступление лучистой энергии Солнца на земную поверхность, помимо излучательной способности Солнца и расстояния его от Земли, зависит от угла падения радиации, т. е. высоты солнца над горизонтом в тот или иной момент времени, прозрачности атмосферы, продолжительности солнечного сияния за определенный период времени, количества и физических свойств облаков и т. д. Чем больше высота солнца, выше прозрачность атмосферы, продолжительнее солнечное сияние, меньше облачность, выше пропускающая и рассеивающая способность облаков, тем больше приход солнечной радиации, и наоборот.

Для высоких широт земного шара характерны относительно малые высоты солнца и имеющее место только в этих районах явление полярного дня и полярной ночи. В период полярной ночи, когда солнце длительное время не поднимается над горизонтом, приток солнечной радиации отсутствует вообще. В день зимнего солнцестояния (22 декабря) полярная ночь в Арктике

распространяется до Северного полярного круга. Максимальные же высоты солнца, приходящиеся на полдень летнего солнцестояния (21 июня), в Арктике невелики и составляют на широте полярного круга  $46^{\circ}54'$ , а на Северном полюсе лишь  $23^{\circ}27'$  (табл. 4). Но если в летний период в экваториальных, тропических и умеренных широтах солнце к концу дня опускается под горизонт, то в арктических районах в это время года оно не заходит и приток солнечной радиации непрерывен в течение суток, причем полуденные высоты солнца возрастают с увеличением широты места.

Таблица 4

Полуденные ( $h_{12}$ ) и полуночные ( $h_{24}$ ) высоты солнца (град.) на различных широтах северного полушария

Широта	22/XII	21/III	21/VI		23/IX	Широта	22/XII	21/III	21/VI		23/IX
	$h_{12}$	$h_{12}$	$h_{12}$	$h_{24}$	$h_{12}$		$h_{12}$	$h_{12}$	$h_{12}$	$h_{24}$	$h_{12}$
90°	—	0	23,5	23,5	0	60	6,5	30	53,5	—	30
85	—	5	28,5	18,5	5	50	16,5	40	63,5	—	40
80	—	10	33,5	13,5	10	40	26,5	50	73,5	—	50
75	—	15	38,5	8,5	15	30	36,5	60	83,5	—	60
70	—	20	43,5	3,5	20	23,5	43	66,5	90	—	66,5
66,5	0	23,5	47	0	23,5	0	66,5	90	66,5	—	90

Высота солнца над горизонтом определяет интенсивность прямой солнечной радиации. Естественно, что приток радиации при ясном небе зависит от географического положения места и времени года, поскольку высота солнца, как уже было показано, изменяется как по широте, так и по сезонам. Наиболее простой характеристикой радиационного режима местности является полуденная интенсивность прямой солнечной радиации. Как видно из табл. 5, приход прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность в годовом ходе увеличивается к июню по мере возрастания высоты солнца. Средние значения этой радиации в Арктике в мае—июле составляют на широте  $85^{\circ}$ — $90^{\circ}$   $1,10$ — $1,20$  кал/см<sup>2</sup> мин., а южнее  $1,20$ — $1,30$  кал/см<sup>2</sup> мин.

Максимальные величины прямой радиации на перпендикулярную поверхность в Центральной Арктике (табл. 6) достигают  $1,30$ — $1,35$  кал/см<sup>2</sup> мин., а в прибрежной и материковой Арктике  $1,40$ — $1,50$  кал/см<sup>2</sup> мин. Как видим, наибольшие значения интенсивности прямой солнечной радиации в Арктике приходятся в основном на июнь, т. е. на месяц, когда полуденные высоты солнца достигают максимальных значений. В умеренных же широтах максимум прямой радиации смещается на весенние месяцы, несмотря на продолжающееся увеличение высот солнца, что связано с воздействием возрастающего влагосодержания и запыленности воздуха в умеренных широтах в летний период года.

Таблица 5

Средние полученные значения интенсивности прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность (кал/см<sup>2</sup> мин.)

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Период наблюдений	Источник
Центральная Арктика:														
90° с. ш. . . . .	—	—	—	0,73	1,02	1,11	1,08	0,94	0,42	—	—	—	} 8 лет	
85 . . . . .	—	—	0,31	0,95	1,12	1,18	1,15	1,08	0,68	—	—	—		
80 . . . . .	—	—	0,65	1,05	1,22	1,24	1,22	1,14	0,92	—	—	—		
Бухта Тихая . . . . .	—	—	0,82	1,08	1,22	1,27	1,24	1,15	0,96	—	—	—	13 "	
о. Уединения . . . . .	—	—	0,89	1,19	1,27	1,31	1,24	1,22	1,09	—	—	—	8 "	
о. Диксон . . . . .	—	—	0,96	1,20	1,29	1,30	1,27	1,18	1,15	0,83	—	—	19 "	
о. Мостах . . . . .	—	0,64	0,99	1,22	1,27	1,34	1,28	1,26	1,15	1,03	—	—	10 "	
Мыс Шмидта . . . . .	—	0,84	1,11	1,22	1,28	1,25	1,23	1,20	1,17	0,97	—	—	17 "	
Якутск . . . . .	0,80	1,07	1,30	1,33	1,30	1,29	1,24	1,24	1,26	1,19	0,97	0,63		[79]
Павловск . . . . .	0,92	1,06	1,22	1,26	1,27	1,24	1,21	1,22	1,20	1,14	0,98	0,79		[79]
Свердловск . . . . .	0,94	1,19	1,30	1,34	1,34	1,33	1,33	1,25	1,26	1,24	1,10	0,93		[79]
Москва . . . . .	0,92	1,06	1,18	1,23	1,22	1,19	1,22	1,18	1,17	1,10	0,96	0,80		[79]
Тбилиси . . . . .	1,26	1,29	1,34	1,32	1,42	1,36	1,52	1,34	1,30	1,27	1,27	1,19		
Ташкент . . . . .	1,26	1,33	1,33	1,31	1,29	1,28	1,28	1,27	1,26	1,22	1,24	1,25	1926—1943	[178]
Ашхабад . . . . .	1,25	1,29	1,27	1,25	1,18	1,19	1,18	1,18	1,21	1,25	1,24	1,25	1933—1944	[178]

Примечание. Таблицы 13, 16, 17, 19, 21, 23, 28, 31—34 в арктической части составлены по данным ААНИИ.

Значения радиации для полярных станций в табл. 5, 6, 7, 9, 10 и 11 получены по этим же материалам путем приведения величин радиации при различных высотах солнца к полуденным и полуденным высотам солнца на 15-е число каждого месяца. Примерные (с небольшими отклонениями) годы наблюдений арктических станций (до 1957 г.) см. в табл. 1 и 2.

Наибольшие полуденные значения интенсивности прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность  
(кал/см<sup>2</sup> мин.)

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Период наблюдений	Источник
Центральная Арктика:														
90° с. ш. . . . .	—	—	—	0,87	1,19	1,29	1,23	1,05	0,58	—	—	—	} 8 лет	
85 . . . . .	—	—	0,49	1,10	1,24	1,34	1,23	1,14	0,77	—	—	—		
80 . . . . .	—	—	0,84	1,12	1,33	1,35	1,31	1,19	1,00	—	—	—		
Бухта Тихая . . . . .	—	—	0,95	1,23	1,34	1,35	1,33	1,23	1,08	—	—	—	13 "	
о. Уединения . . . . .	—	—	1,13	1,34	1,36	1,36	1,34	1,37	1,11	—	—	—	8 "	
о. Диксон . . . . .	—	—	1,14	1,38	1,49	1,47	1,42	1,34	1,24	0,92	—	—	19 "	
о. Мостях . . . . .	—	0,88	1,19	1,36	1,39	1,41	1,42	1,36	1,18	1,00	—	—	10 "	
Мыс Шмидта . . . . .	—	1,04	1,30	1,40	1,40	1,37	1,34	1,32	1,27	1,05	—	—	17 "	
Якутск . . . . .	0,99	1,26	1,48	1,50	1,47	1,46	1,39	1,45	1,44	1,33	1,19	0,82	1931—1943	[90]
Павловск . . . . .	1,10	1,25	1,40	1,43	1,40	1,40	1,36	1,37	1,34	1,29	1,16	1,07	1914—1940	[90]
Москва . . . . .	1,09	1,33	1,39	1,43	1,48	1,39	1,37	1,37	1,36	1,25	1,17	1,07	10 лет	[79]
Евпатория . . . . .	1,31	1,39	1,45	1,43	1,40	1,38	1,35	1,42	1,38	1,37	1,32	1,27	7 "	[79]
Ташкент . . . . .	1,48	1,48	1,50	1,50	1,45	1,45	1,40	1,43	1,44	1,43	1,41	1,41	1926—1943	[178]
Ашхабад . . . . .	1,43	1,45	1,44	1,40	1,40	1,40	1,38	1,37	1,41	1,41	1,41	1,46	1933—1944	[178]

Для естественной поверхности большее значение имеет приход радиации на горизонтальную поверхность. Вполне понятно, что поступление радиации на горизонтальную поверхность меньше прихода прямой солнечной радиации на поверхность, перпендикулярную солнечным лучам. Так, в первые месяцы появления солнца приток радиации на горизонтальную поверхность в 10 раз ниже, чем на перпендикулярную (табл. 8). Наибольший приход прямой радиации на естественную поверхность имеет место в июне в южных арктических широтах (70%). В Центральной полярном бассейне прямая солнечная радиация на горизонтальную поверхность в полдень арктического лета составляет лишь 40—50% от величины радиации на перпендикулярную поверхность.

Таблица 7

Средние полуденные значения интенсивности прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность (кал/см<sup>2</sup> мин.)

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Центральная Арктика:												
90° с. ш. . . . .	—	—	—	0,13	0,34	0,43	0,41	0,23	0,02	—	—	—
85 . . . . .	—	—	0,03	0,24	0,45	0,55	0,51	0,35	0,10	—	—	—
80 . . . . .	—	—	0,11	0,35	0,58	0,70	0,64	0,48	0,21	—	—	—
Бухта Тихая . . . . .	—	—	0,10	0,36	0,60	0,68	0,64	0,46	0,22	—	—	—
о. Уединения . . . . .	—	—	0,16	0,45	0,65	0,78	0,70	0,54	0,30	—	—	—
о. Диксон . . . . .	—	—	0,24	0,53	0,74	0,85	0,78	0,60	0,38	0,12	—	—
о. Мостгах . . . . .	—	0,08	0,27	0,57	0,75	0,86	0,83	0,65	0,40	0,17	—	—
Мыс Шмидта . . . . .	—	0,08	0,35	0,63	0,82	0,90	0,83	0,68	0,48	0,22	—	—
Павловск . . . . .	0,14	0,31	0,57	0,80	0,94	0,99	0,95	0,85	0,66	0,42	0,20	0,09

Таблица 8

Соотношения между приходом прямой солнечной радиации на горизонтальную и перпендикулярную поверхности в полуденные часы

Широта	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
90°	—	—	—	0,20	0,35	0,40	0,40	0,25	—	—	—	—
85	—	—	0,10	0,25	0,40	0,45	0,45	0,30	0,15	—	—	—
80	—	—	0,15	0,35	0,50	0,55	0,50	0,40	0,25	—	—	—
75	—	—	0,20	0,40	0,55	0,60	0,60	0,50	0,30	0,15	—	—
70	—	0,10	0,30	0,50	0,60	0,70	0,65	0,55	0,40	0,20	—	—
60	0,15	0,30	0,45	0,65	0,75	0,80	0,80	0,70	0,55	0,35	0,20	0,10

Абсолютные величины прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность в полдень (табл. 7) составляют в мае—июле 0,40—0,70 кал/см<sup>2</sup> мин. в Центральной Арктике и 0,70—0,90 кал/см<sup>2</sup> мин. в районах южнее 80° с. ш. Максимальные значения этой радиации достигают 1,00 кал/см<sup>2</sup> мин.

Таблица 9

Средние полуденные значения интенсивности прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность (кал/см<sup>2</sup> мин.)

Станция	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Центральная Арктика:						
90° с. ш. . . . .	0,73	1,02	1,11	1,08	0,94	0,42
85 . . . . .	—	0,91	1,05	1,01	0,78	—
Бухта Тихая . . . . .	—	0,88	0,94	0,92	—	—
о. Уединения . . . . .	—	0,64	0,86	0,82	—	—
Мыс Челюскин . . . . .	—	0,58	0,81	0,71	—	—
о. Диксон . . . . .	—	—	0,77	0,62	—	—
о. Мостах . . . . .	—	0,28	0,59	0,52	—	—
Мыс Шмидта . . . . .	—	—	0,42	0,27	—	—

Таблица 10

Наибольшие полуденные значения интенсивности прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность (кал/см<sup>2</sup> мин.)

Станция	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Центральная Арктика:						
90° с. ш. . . . .	0,87	1,19	1,29	1,22	1,05	0,56
85 . . . . .	—	—	1,17	1,12	0,88	—
80 . . . . .	—	—	—	1,03	—	—
Бухта Тихая . . . . .	—	0,95	1,00	1,00	—	—
о. Уединения . . . . .	—	0,84	0,98	0,94	—	—
Мыс Челюскин . . . . .	—	0,76	—	0,90	—	—
о. Диксон . . . . .	—	—	0,97	0,78	—	—
о. Мостах . . . . .	—	0,33	0,74	—	—	—
Мыс Шмидта . . . . .	—	—	0,57	—	—	—

Значения полуденной интенсивности прямой солнечной радиации в Арктике (табл. 5, 6, 7) постепенно снижаются с возрастанием широты места, что связано с общим уменьшением к полюсу высоты солнца в полдень.

Как уже упоминалось, в период полярного дня приток солнечной радиации в Арктике непрерывен в течение суток. Значения

полуночной интенсивности прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность (табл. 9) изменяются в июне от 0,40 кал/см<sup>2</sup> мин. на широте 70° до 1,10 кал/см<sup>2</sup> мин. близ полюса. Максимальные полуночные значения этой радиации (табл. 10) составляют 1,30 кал/см<sup>2</sup> мин. в Центральной Арктике.

Приход прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность в полночь (табл. 11) в южных арктических районах составляет лишь сотые доли кал/см<sup>2</sup> мин., а у полюса 0,40—0,45 кал/см<sup>2</sup> мин., т. е. столько же, сколько и в полуденные часы (табл. 7).

Таблица 11

Средние полуночные значения интенсивности прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность (кал/см<sup>2</sup> мин.)

Станция	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Центральная Арктика:						
90° с. ш. . . . .	0,12	0,34	0,43	0,41	0,23	0,02
85 . . . . .	0,06	0,23	0,34	0,30	0,13	—
80 . . . . .	—	0,12	0,22	0,18	—	—
Бухта Тихая . . . . .	—	0,13	0,23	0,19	—	—
о. Уединения . . . . .	—	0,08	0,17	0,14	—	—
Мыс Челюскин . . . . .	—	0,08	0,17	0,11	0,03	—
о. Диксон . . . . .	—	—	0,09	0,05	—	—
о. Мостах . . . . .	—	—	0,05	—	—	—
Мыс Шмидта . . . . .	—	—	0,04	0,02	—	—

Поступление радиации на горизонтальную поверхность в полночь на широте 70° в 10 раз меньше, чем на перпендикулярную поверхность в это же время суток (табл. 12), а у полюса составляет 40%.

Таблица 12

Соотношения между приходом прямой солнечной радиации на горизонтальную и перпендикулярную поверхность в полуночные часы

Широта	IV	V	VI	VII	VIII
90°	0,15	0,35	0,40	0,40	0,25
85	—	0,25	0,30	0,30	0,15
80	—	0,15	0,25	0,20	—
75	—	0,10	0,20	0,15	—
70	—	—	0,10	0,10	—

Максимальные полуночные значения радиации на горизонтальную поверхность могут достигать 0,50 кал/см<sup>2</sup> мин.

Средние значения интенсивности прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность  
(кал/см<sup>2</sup> мин.) при высоте солнца 30° ( $n=2$ )

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Период наблюдений	Источник
Центральная Арктика . . . . .	—	—	—	1,20	1,24	1,21	1,21	1,18	—	—	—	—	8 лет	
Бухта Тихая . . . . .	—	—	—	—	1,23	1,25	1,23	—	—	—	—	—	13 "	
о. Уединения . . . . .	—	—	—	—	1,26	1,23	1,22	1,25	—	—	—	—	8 "	
о. Диксон . . . . .	—	—	—	1,24	1,24	1,24	1,20	1,17	—	—	—	—	19 "	
о. Мостах . . . . .	—	—	—	1,24	1,20	1,20	1,21	1,24	—	—	—	—	10 "	
Мыс Шмидта . . . . .	—	—	—	1,21	1,17	1,16	1,14	1,17	1,20	—	—	—	17 "	
Павловск . . . . .	—	—	—	1,16	1,09	1,06	1,04	1,11	1,14	—	—	—	25 "	[79]
Карадаг . . . . .	—	—	1,19	1,12	1,08	1,06	1,03	1,05	1,12	1,20	1,26	—	1934—1951	[16]
Ташкент . . . . .	1,40	1,37	1,26	1,19	1,15	1,12	1,12	1,12	1,16	1,18	1,26	—	1926—1943	[178]
Ашхабад . . . . .	1,29	1,26	1,18	1,08	1,08	1,00	0,99	0,98	1,00	1,16	1,24	1,30	1931—1944	[178]

Значения интенсивности прямой солнечной радиации в ночные часы (табл. 9, 10, 11) в противоположность полуденным значениям интенсивности повышаются по направлению к Центральной Арктике, поскольку высоты солнца в полночь (табл. 4) увеличиваются с возрастанием широты места, тогда как полуденные высоты солнца, наоборот, уменьшаются.

Из табл. 5 и 6 можно заметить, что, несмотря на относительно малые высоты солнца, средние и максимальные полуденные значения интенсивности прямой солнечной радиации в Арктике с мая по июль незначительно меньше, а иногда даже больше значений радиации в умеренных и субтропических широтах. Особенно это хорошо проявляется при сопоставлении данных, полученных по наблюдениям при одних и тех же массах воздуха  $m$ , т. е. при одинаковых высотах солнца. Так, например, при массе воздуха  $m=2$  (табл. 13) интенсивность прямой радиации в Арктике равна 1,20—1,25 кал/см<sup>2</sup> мин., тогда как в умеренных широтах с апреля по август она находится в среднем в пределах лишь 1,00—1,15 кал/см<sup>2</sup> мин.

Это явление тесно связано с прозрачностью атмосферы. Как известно, благодаря меньшей запыленности и меньшему влаго-содержанию воздуха прозрачность атмосферы в Арктике значительна. Прозрачность воздуха в Арктике изучалась рядом исследователей: Трайзелиусом [282], Олсоном и Шюепом [258], Н. Н. Калитиным [79, 86, 87], А. С. Каледкиной, С. В. Зверевой [63] и др. В табл. 14 приведены характеристики прозрачности атмосферы для ряда пунктов по исследованиям Зверевой.

Таблица 14

Средний коэффициент прозрачности атмосферы ( $m=1$ )

Станция	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Средний за год
Бухта Тихая . . . . .	—	0,81	0,79	0,80	0,80	0,80	0,80	0,81	—	—	0,80
о. Уединения . . . . .	—	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,81	0,82	—	—	0,80
о. Диксон . . . . .	0,80	0,79	0,78	0,78	0,79	0,79	0,80	0,81	0,82	—	0,80
о. Мостах . . . . .	0,82	0,78	0,78	0,76	0,77	0,79	0,80	0,80	0,81	—	0,79
Мыс Шмидта . . . . .	0,80	0,80	0,79	0,78	0,78	0,78	0,79	0,81	0,81	0,82	0,80

Среднегодовые значения коэффициента прозрачности для районов Арктики составляют примерно 0,80, тогда как для умеренных широт характерны величины менее 0,78—0,79. Разница в величинах прозрачности атмосферы сравниваемых районов особенно хорошо прослеживается в летние и осенние месяцы, т. е. когда запыленность и влажность воздуха в южных широтах увеличиваются. В холодный период года прозрачность атмосферы

Суточная продолжительность солнечного сияния (час. мин.) на 5-е число каждого месяца  
на различных широтах (по [280] и [224])

Широта	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
90°	—	—	—	24 00	24 00	24 00	24 00	24 00	24 00	—	—	—
85	—	—	9 50	24 00	24 00	24 00	24 00	24 00	18 15	—	—	—
80	—	—	10 50	24 00	24 00	24 00	24 00	24 00	15 10	5 00	—	—
75	—	5 10	11 23	17 56	24 00	24 00	24 00	23 19	13 57	7 58	—	—
70	—	7 20	11 33	16 09	22 41	24 00	24 00	18 15	13 26	9 06	3 52	—
65	5 02	8 28	11 40	15 11	18 43	21 53	20 15	16 39	13 07	9 46	6 16	3 42
60	6 43	9 12	11 44	14 34	17 08	18 49	18 05	15 41	12 55	10 13	7 34	5 56
40	9 39	10 43	11 55	13 15	14 23	15 00	14 45	13 46	12 28	11 11	9 59	9 21
20	11 03	11 29	12 00	12 35	13 04	13 20	13 13	12 50	12 16	11 42	11 12	10 56
0	12 07	12 07	12 07	12 07	12 07	12 07	12 08	12 07	12 06	12 06	12 07	12 08

в Арктике с широтой меняется несколько меньше. Это связано не столько с распределением абсолютной влажности воздуха, сколько с увеличением зимней конденсационной мутности, поскольку при низких температурах в Арктике воздух повсеместно близок к насыщению.

Следует заметить, что значения интенсивности радиации при одних и тех же массах воздуха в высоких широтах (табл. 13) относительно устойчивы, что свидетельствует о малой изменчивости прозрачности атмосферы в пределах собственно Арктики.

Суточные и месячные суммы радиации определяются также продолжительностью солнечного сияния за сутки, месяц и т. д.

Возможная суточная продолжительность солнечного сияния (от восхода до захода солнца) изменяется в Арктике от нуля в полярную ночь до 24 часов в полярный день (табл. 15).

Продолжительность периода полярной ночи в Арктике (солнце не поднимается выше  $-50'$ ) зависит от широты места и уменьшается по направлению к полюсу. По астрономическим расчетам (без учета рефракции и сумерек) полярная ночь в высоких широтах должна продолжаться от 179 суток на  $90^\circ$  с. ш. до 1 суток у полярного круга (табл. 16). В действительности же из-за явления рефракции длительность полярной ночи несколько уменьшается, в результате чего полярная ночь на Северном полюсе длится 175 суток, а на полярном круге продолжительность периода полярной ночи равна нулю.

Таблица 16

Продолжительность (сутки) полярного дня и полярной ночи без учета и с учетом (в скобках) рефракции

Широта	Число суток со сменой дня и ночи весной	Полярный день	Число суток со сменой дня и ночи осенью	Полярная ночь (с сумерками)	Полярная ночь (без сумерек)
$66^\circ 33'$	180 (170)	1 (23)	183 (172)	1 (0)	—
70 00	119 (119)	64 (71)	121 (121)	61 (53)	—
75 00	82 (82)	102 (109)	83 (83)	98 (92)	(51)
80 00	52 (52)	133 (138)	53 (53)	127 (122)	(91)
85 00	25 (25)	160 (165)	26 (26)	154 (149)	(121)
90 00	0 (0)	186 (190)	0 (0)	179 (175)	(148)

В реальных условиях из-за явления сумерек (солнце выше  $-6^\circ$ , но ниже  $50'$ ) полярная ночь в Арктике еще меньше. Если на экваторе сумерки длятся всего лишь несколько минут, то на полюсе они продолжаются до нескольких суток подряд. Однако сумеречное явление имеет значение лишь для общего освещения, роль же его в приходе коротковолновой радиации, как показывают наблюдения и теоретические расчеты, ничтожна. Так,

М. С. Аверкиевым [1, 2] были рассчитаны поправки к суточным значениям прямой и рассеянной радиации за счет влияния рефракции и сумерек. Как оказалось, при удлинении дня за счет рефракции (высота солнца меньше  $1^\circ$ ) прямая радиация составляет лишь 0,001—0,0001 кал/см<sup>2</sup> мин., а совместное воздействие рефракции и сумерек на приход рассеянной радиации в арктических широтах соответствует от 0,2 до 1,8 кал/см<sup>2</sup> сутки.

Таким образом, в высоких широтах Арктики ( $80-90^\circ$  с. ш.) в течение 4—6 месяцев (с конца сентября и октября по март—февраль) солнечная радиация не поступает (табл. 17). Южнее ( $67-70^\circ$  с. ш.) продолжительность этого явления изменяется от 1,5 месяца до нескольких дней.

Таблица 17

Даты наступления и окончания полярного дня и полярной ночи (с учетом рефракции)

Широта	Полярный день		Полярная ночь		Широта	Полярный день		Полярная ночь	
	начало	конец	начало	конец		начало	конец	начало	конец
68°	27 V	17 VII	9 XII	4 I	80°	14 IV	30 VIII	22 X	21 II
70	17 V	27 VII	25 XI	17 I	82	8 IV	4 IX	16 X	26 II
72	9 V	5 VIII	16 XI	26 I	84	3 IV	9 IX	11 X	3 III
74	2 V	12 VIII	9 XI	2 II	86	29 III	15 IX	6 X	8 III
76	25 IV	18 VIII	3 XI	9 II	88	24 III	20 IX	30 IX	13 III
78	19 IV	24 VIII	27 X	15 II	90	19 III	25 IX	25 IX	19 III

Длительность полярного дня в Арктике (солнце не опускается ниже  $-50'$ ) также изменяется по направлению от полюса к полярному кругу (табл. 16), уменьшаясь по астрономическим расчетам от 186 до 1 суток, а с учетом рефракции от 190 до 23 суток, что обуславливает возможный непрерывный приток солнечного тепла в продолжение от полугода у полюса (конец марта—сентябрь) до нескольких дней у полярного круга.

Однако в реальных условиях суммы солнечной радиации определяются действительной продолжительностью солнечного сияния  $S_n$ . Наибольшее годовое число часов абсолютного и относительного солнечного сияния (табл. 18) в рассматриваемых районах приходится на Восточную Сибирь и внутренние области Аляски. На широте полярного круга это составляет примерно 2000 часов в год, или 40% возможной продолжительности солнечного сияния  $S_0$ . На той же широте в европейской части и в Западной Сибири  $S_n$  несколько меньше: 1500—1600 часов, что соответствует 30% от  $S_0$ . На побережье окраинных морей продолжительность солнечного сияния равна примерно 1000—1200 часов ( $\frac{S_n}{S_0} = 20 \div 25\%$ ). Далее к северу как действительная, так и относи-

Таблица 18

Действительная  $S_n$  (часы) и относительная  $\frac{S_n}{S_0}$  (%) продолжительность  
солнечного сияния

Станция	Солнечное сияние	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
о. Рудольфа	$S_n$	0	0	81	227	174	82	152	77	21	3	0	0	817
	$\frac{S_n}{S_0}$	—	—	23	32	23	12	20	10	5	3	—	—	16
Мыс Желания	$S_n$	0	10	128	180	157	138	136	94	57	18	0	0	918
	$\frac{S_n}{S_0}$	—	11	37	31	21	18	18	13	13	4	—	—	18
Мыс Челюскин	$S_n$	0	4	122	213	195	257	145	87	22	6	0	0	1051
	$\frac{S_n}{S_0}$	—	5	32	35	26	36	19	12	5	3	—	—	19
о. Котельный	$S_n$	0	6	132	207	227	218	189	106	34	7	0	0	1126
	$\frac{S_n}{S_0}$	—	5	38	36	30	30	25	15	8	3	—	—	21
Мыс Выходной	$S_n$	0	17	112	143	235	290	297	161	108	48	1	0	1412
	$\frac{S_n}{S_0}$	—	11	32	28	32	40	40	26	28	19	3	—	26
о. Диксон	$S_n$	0	12	126	189	144	207	176	80	58	7	—	0	999
	$\frac{S_n}{S_0}$	—	8	35	36	20	28	24	13	14	2	—	—	20
о. Мостах	$S_n$	—	70	178	252	192	192	289	110	64	54	6	0	1407
	$\frac{S_n}{S_0}$	—	40	50	50	27	27	40	18	16	20	8	—	29
о. Врангеля	$S_n$	3	48	160	216	205	242	203	74	67	16	4	0	1238
	$\frac{S_n}{S_0}$	—	25	44	46	29	34	28	13	16	6	5	—	25
Хибины	$S_n$	2	42	109	149	234	295	303	185	103	48	8	0	1478
	$\frac{S_n}{S_0}$	4	22	35	36	41	44	48	38	29	20	7	—	29

Станция	Солнечное сияние	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Усть-Цильма	$S_n$	13	37	98	141	164	225	266	189	75	31	14	3	1256
	$\frac{S_n}{S_0}$	12	20	33	36	34	43	52	42	22	12	9	5	27
Игарка	$S_n$	—	53	147	193	254	290	340	234	110	26	7	0	1654
	$\frac{S_n}{S_0}$	—	21	37	34	39	36	58	45	33	9	8	—	33
Оленёк	$S_n$	—	44	178	262	259	329	292	176	101	40	10	0	1691
	$\frac{S_n}{S_0}$	—	26	59	61	45	49	45	36	28	18	12	—	38
Верхоянск	$S_n$	1	93	225	298	284	289	310	230	133	66	24	0	1953
	$\frac{S_n}{S_0}$	2	51	69	69	49	44	54	45	33	26	19	—	42
Уэлен	$S_n$	11	46	133	82	92	234	130	124	93	28	11	—	984
	$\frac{S_n}{S_0}$	10	21	37	18	16	33	16	30	25	10	6	—	22
Ном	$S_n$	65	101	194	212	261	290	191	145	127	97	70	36	1789
	$\frac{S_n}{S_0}$	40	42	53	47	45	46	31	29	32	30	36	28	38
Фэрбенкс	$S_n$	51	99	194	282	289	320	256	153	114	81	64	31	1934
	$\frac{S_n}{S_0}$	31	41	53	61	50	50	41	30	30	26	34	27	41
Рейкьявик	$S_n$	15	54	88	166	213	227	186	178	138	96	30	4	1395
	$\frac{S_n}{S_0}$	9	23	24	37	39	42	33	35	35	32	16	3	32

Примечание. Данные американских станций взяты из [274] и, согласно исследованиям Бруксов [192], уменьшены на 10%, т. е. показания термометрического гелиографа Мэринг-Марвина приведены к показаниям гелиографа Кембелла—Стокса. Величины для Рейкьявика приведены по К. М. Сиротову [143].

тельная продолжительность солнечного сияния уменьшаются. На Земле Франца-Иосифа  $S_n$  немногим больше 800 часов, а отношение  $\frac{S_n}{S_0}$  составляет лишь 16%.

В годовом ходе наибольшая доля действительной продолжительности солнечного сияния от возможной приходится на конец зимы — начало весны (март—апрель)<sup>1</sup> и достигает 50—70% в Восточной Сибири и внутренних областях Аляски и 30—40% в остальной Арктике. Наименьшие значения  $\frac{S_n}{S_0}$  отмечаются в октябре—ноябре (3—5% в окраинных арктических морях и 15—20% в материковой части Арктики). Характерным в распределении относительной продолжительности солнечного сияния в Арктике во все месяцы года является наибольшая его доля в районах Восточной Сибири и внутренних областях Аляски и наименьшая доля в атлантико-европейском секторе.

Вышеуказанные особенности распределения относительной продолжительности солнечного сияния в Арктике обуславливаются особенностями распределения облачности, что в свою очередь тесно связано с характером циркуляционных процессов. Наиболее облачными из всех районов Арктики являются район Северной Атлантики и европейская часть. Средняя годовая облачность на Ян-Майене, о. Медвежий и Шпицбергене составляет 8,3—8,5 балла, на побережье Баренцева моря — 7,6—7,8 балла. Большая облачность этих районов, как известно, обусловлена интенсивной циклонической деятельностью над Северной Атлантикой. Повторяемость пасмурного состояния неба здесь оказывается самой большой во всей Арктике. В летние и осенние месяцы число пасмурных дней может составлять до 25—28 дней в месяц, а число ясных дней нередко равно нулю.

К востоку от Баренцева моря количество облачности постепенно уменьшается. Однако облачность в Карском море, подверженном влиянию Атлантики, еще относительно велика (7,5 балла).

В пределах советской Арктики самым малооблачным является восточносибирский район: средняя облачность по побережью составляет 6,5—7,0 балла, а в глубь континента она снижается до 5,0 балла, что во многом определяется зимними условиями, т. е. воздействием мощного отрога сибирского антицик-

<sup>1</sup> В настоящей работе климатические сезоны в Центральной Арктике и на окраинных арктических морях приняты по В. Ю. Визе [33], т. е. весна: середина апреля—середина июля (ЦПБ), середина апреля—середина июня (окраинные моря); лето: середина июля—середина августа (ЦПБ), середина июня—середина сентября (моря); осень: середина августа—начало октября (ЦПБ), середина сентября—начало ноября (моря); зима: начало октября—середина апреля (ЦПБ), начало ноября—середина апреля (моря). Климатические сезоны в материковой части и на островах взяты по А. Н. Лебедеву и Г. П. Писаревой [113].

лона. Летом диклоничность по побережью хотя и увеличивается, но интенсивность ее слаба. К Чукотке благодаря влиянию масс теплого тихоокеанского воздуха облачность несколько возрастает (7,0—7,5 балла), но все же она меньше, чем в атлантической части, что связано с менее интенсивным выносом тихоокеанского воздуха по сравнению с выносом атлантического воздуха.

В американско-канадском секторе от Аляски к Канаде облачность продолжает уменьшаться. В Арктике самыми малооблачными районами являются северо-восточная часть Канадского архипелага и Северная Гренландия, находящиеся под длительным воздействием полярного и гренландского антициклонов. Средняя годовая облачность здесь 4,5—4,8 балла.

Над Баффиновым заливом облачность повышается в связи с интенсивной циклоничностью вдоль барической ложбины.

Выше было описано распределение средней годовой облачности. Примерно таковы же особенности распределения облачности в Арктике в течение большей части года и по месяцам, т. е. самыми облачными являются районы атлантико-европейского сектора, к востоку облачность постепенно уменьшается, несколько увеличиваясь в тихоокеанской области, и наименее облачной оказывается канадская Арктика и Северная Гренландия. Следует только отметить некоторое уменьшение различий между облачностью побережий карского, сибирского и чукотского районов в летнее время и большую облачность Канадского архипелага по сравнению с облачностью материковой части Канады в летние и осенние месяцы. Это, очевидно, связано с усилением циклонической деятельности на арктическом фронте в теплое время года вдоль побережий.

По данным дрейфующих станций, в зимний период (в ноябре—апреле) в связи с преобладанием антициклонической погоды облачность над Центральным полярным бассейном мала (не больше 5,0 балла). В мае—октябре облачность велика и приближается к облачности атлантического района (8,0—9,5 балла) почти с нулевой повторяемостью ясных дней.

Годовой ход облачности в рассматриваемых районах представлен на рис. 2. Как видно, в Северной Атлантике, Норвежском и Гренландском морях годовое изменение количества облачности почти не выражено. Годовой ход облачности начинает четко прослеживаться лишь к востоку от Баренцева моря. Наименьшая облачность приходится на зимние месяцы, причем минимум отмечается в конце зимы—начале весны (в марте—апреле). Это связано с зимним антициклональным состоянием, наибольшее развитие которого приходится обычно на конец зимы, когда контрасты температур становятся наименьшими. Весной с притоком солнечного тепла начинается перестройка барического поля. К лету в связи с оживлением циклонической деятельности облач-

ность существенно увеличивается, кроме того, в континентальной части появляется конвективная облачность. Но максимального развития облачность в Арктике достигает в осенний период,

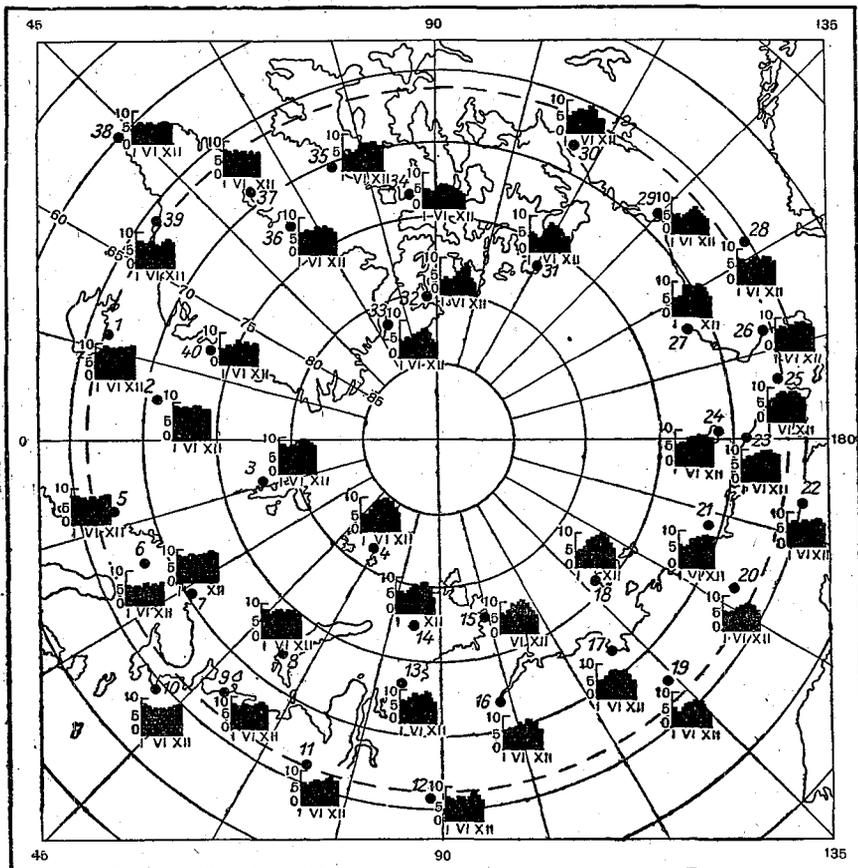


Рис. 2. Карта-диаграмма годового хода средней облачности.

1 — Гримсей, 2 — Ян-Майен, 3 — Варенбург, 4 — о. Рудольфа, 5 — Скомвер, 6 — Йокмокк, 7 — Вардэ, 8 — Малые Кармакулы, 9 — Индига, 10 — Архангельск, 11 — Салехард, 12 — Туруханск, 13 — о. Диксон, 14 — о. Уединения, 15 — мыс Челюскин, 16 — Хатанга, 17 — бухта Тикси, 18 — о. Котельный, 19 — Верхоянск, 20 — Родчево, 21 — о. Четырехстолбовой, 22 — Марково, 23 — мыс Шмидта, 24 — о. Врангеля, 25 — Уэлен, 26 — Коцебу, 27 — Барроу, 28 — Фэрбенкс, 29 — Аклавик, 30 — Коппермайн, 31 — Маут-Бей, 32 — Юрика-Саунд, 33 — Форт-Конгер, 34 — Арктик-Бей, 35 — Ривер-Клайд, 36 — Упернивик, 37 — Годхавн, 38 — Нанорталик, 39 — Ангмагсалик, 40 — Мюгбукта.

когда наиболее велики термические контрасты между материком и непокрытыми еще льдами морями Арктического бассейна.

На зимний период и особенно на конец зимы — начало весны повсеместно приходится наибольшее число ясных дней (Северная Атлантика 20%, Канада 50%). Число пасмурных дней в это

✓ время года наименьшее (Северная Атлантика 70%, Канада 30%). Малая повторяемость облаков высокой балльности и большое число ясных дней в конце зимы — начале весны создают в Арктике благоприятные условия для прихода солнечной радиации после длительной полярной ночи. Осенью перед наступлением полярной ночи отмечается максимум пасмурных и минимум ясных дней (что снижает и без того малый приток радиации в это время года): ясных дней в Северной Атлантике меньше 10%, в Канаде несколько больше 10%, пасмурных дней в Северной Атлантике 80%, в Канаде 70%.

Почти в течение всего года в Арктике отмечается большая повторяемость облаков нижнего яруса (50—70%), доля которых возрастает от зимы к лету. В основном это слоистые облака типа Sc, St. В теплое время года появляются Ns и Frst. Помимо низких слоистых облаков, относительно велика повторяемость таких облаков среднего яруса, как Ac и As (45—25%). Нередки облака Ci, Cs (5—10%), повторяемость которых особенно велика в зимнее время. Кучевые облака, за исключением континентальной части в теплый период года, встречаются редко.

При относительно малых высотах солнца и большой повторяемости пасмурного состояния неба в теплый сезон года, т. е. в период наибольшего поступления радиации в Арктике, суммы прямой солнечной радиации, достигающей земной поверхности, невелики. Так, с мая по август на широте 70° действительная радиация составляет лишь 20—30% возможной прямой солнечной радиации на этой же широте. В умеренных же широтах в это время года прямая солнечная радиация составляет 40—45% возможной, а в районах Средней Азии — до 70—80%. За год (табл. 19) на перпендикулярную поверхность в Арктике приходит 50—70 ккал/см<sup>2</sup> солнечного тепла, тогда как в более южных широтах — 100—175 ккал/см<sup>2</sup>.

Поступление солнечной радиации на горизонтальную поверхность (табл. 20) за год в арктических районах в 2,5—3 раза ниже, чем на перпендикулярную (в более южных районах лишь в 1,5—2 раза). Годовая сумма этой радиации в Арктике составляет 15—30 ккал/см<sup>2</sup>, т. е. в 2—5 раз меньше, чем в умеренных широтах и Средней Азии. Доля прямой солнечной радиации в общем приходе суммарной радиации в высоких широтах составляет лишь 20—30% (в умеренных широтах 50—60%, в субтропиках 70—75%).

Наибольшая месячная сумма прямой радиации на горизонтальную поверхность на островах и побережье арктических морей изменяется от 4 ккал/см<sup>2</sup> (75—80° с. ш.) до 6 ккал/см<sup>2</sup> (70° с. ш.).

Основными особенностями облаков в Арктике являются их малая водность и небольшая мощность. Так, по исследованиям у западного побережья Таймыра [53, 54], средняя водность низких

Месячные и годовые суммы прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность (ккал/см<sup>2</sup>)

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год	Период наблюдений	Источник
о. Диксон . . . . .	0,0	0,9	7,0	10,9	7,4	9,6	9,6	5,4	2,5	0,9	0,0	0,0	54,2	16 лет	
Мыс Шмидта . . . . .	0,1	2,7	8,4	11,6	10,3	12,3	9,8	6,0	5,1	2,4	0,2	0,0	68,9	9 "	
Якутск . . . . .	1,6	6,1	14,2	15,3	13,6	16,6	15,7	13,2	9,1	4,4	2,6	0,8	113,2	1931—1948	
Павловск . . . . .	1,3	2,7	7,1	9,4	14,3	14,5	14,6	10,8	6,8	3,3	1,1	0,7	86,6	1914—1940	[89]
Одесса . . . . .	2,7	3,9	7,0	11,2	14,4	15,9	18,8	16,5	12,6	6,8	3,2	2,0	115,0	1937—1940, 1948—1954	[16]
Карадаг . . . . .	4,0	4,8	7,2	11,1	14,7	17,4	19,0	17,8	15,0	9,5	5,4	3,3	129,2	1938—1952	[16]
Ташкент . . . . .	6,0	6,9	9,7	13,4	18,3	22,0	24,8	23,4	19,6	13,6	9,3	6,0	173,0	1926—1950	[179]

Месячные и годовые суммы прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность (ккал/см<sup>2</sup>)

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год	Период наблюдений	Источник
СП-7 (82—87° с. ш.)	0,0	0,0	0,1	—	—	4,5	2,5	—	0,2	0,0	0,0	0,0	—	1957—1958	
СП-6 (76—80° с. ш.)	0,0	0,0	0,8	—	—	2,0	1,9	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	—	1957—1958	
о. Уединения . . . . .	0,0	0,0	1,2	4,2	3,4	3,6	3,1	1,4	0,3	0,1	0,0	0,0	17,3	15—16 лет	
Мыс Челюскин . . . . .	0,0	0,0	1,1	3,5	3,9	3,8	4,4	1,1	0,5	0,1	0,0	0,0	18,4	8—9 "	
о. Диксон . . . . .	0,0	0,0	1,8	3,7	3,2	3,7	4,2	2,0	0,8	0,2	0,0	0,0	19,6	17—19 "	
Мыс Шмидта . . . . .	0,0	0,3	2,2	4,6	4,6	5,8	4,7	2,6	1,6	0,4	0,0	0,0	26,8	19 "	
Якутск . . . . .	0,2	1,3	4,6	6,9	7,2	9,1	8,5	6,4	3,6	1,1	0,4	0,1	49,4	1931—1948	
Павловск . . . . .	0,2	0,7	2,4	4,5	7,9	8,9	7,7	6,2	3,0	1,0	0,2	0,1	42,8	1931—1940	[89]
Свердловск . . . . .	0,4	1,4	3,4	4,8	7,4	8,2	7,0	5,7	2,7	1,2	0,6	0,3	43,1	1942—1951	[115]
Карадаг . . . . .	1,3	2,0	3,8	6,9	9,8	11,8	12,7	11,4	8,3	4,3	1,9	1,0	75,2	1938—1952	[16]
Ташкент . . . . .	1,8	3,0	5,3	8,4	12,4	15,3	16,9	14,9	11,2	6,2	3,5	2,1	101,0	1936—1950	[179]

Примечание. Величины для арктических станций найдены как разность значений суммарной (табл. 23) и рассеянной (табл. 21) радиации.

облаков типа St всего лишь  $0,05-0,2 \text{ г/м}^3$ , а облаков Sc,  $0,1-0,3 \text{ г/м}^3$ . Максимальная водность в середине облака не превышала  $0,6 \text{ г/м}^3$ . Таким образом, водность наиболее часто встречающихся в Арктике облаков составляет лишь сотые и десятые доли  $\text{г/м}^3$ , тогда как водность облаков в умеренных широтах выражается в целых единицах.

Как установлено М. В. Завариной и М. К. Ромашевой [60], средняя мощность облаков нижнего яруса (St, Sc) над арктическими морями и Центральной Арктикой в среднем  $350-550 \text{ м}$ , а облаков среднего яруса (As, Ac)  $400-450 \text{ м}$ . Особенно тонки облака в холодный период года ( $100-150 \text{ м}$ ), а наиболее мощны в теплый сезон года (до  $1000 \text{ м}$ ). Однако в  $76\%$  случаев мощность облаков в Арктике не более  $700 \text{ м}$ . Средняя мощность облаков в умеренных широтах такова: у St, Sc,  $700-800 \text{ м}$ , у As, Ac  $500-800 \text{ м}$ . Средняя горизонтальная протяженность облаков нижнего яруса в советской Арктике примерно  $400-600 \text{ км}$  [59]. По наблюдениям в прибрежной части арктической Аляски, после замерзания моря мощность облаков также значительно снижается. Например, в августе—сентябре вероятность облаков толщиной менее  $300 \text{ м}$  в этом районе составляет  $62\%$  [296].

Благодаря малой водности и небольшой мощности облака в Арктике обладают большой пропускающей и рассеивающей способностью, что обуславливает повышенный приток рассеянной радиации к земной поверхности. Если в умеренных широтах рассеянная радиация увеличивается с возрастанием облачности низких форм только до  $7-8$  баллов, а далее уменьшается, то в арктических широтах вследствие малой плотности облаков рассеянная радиация при  $10$ -балльной облачности может достигать наибольших величин. И действительно, как показывают наблюдения, максимальные значения интенсивности рассеянной радиации  $i$  в Арктике отмечаются именно при облачности  $10/10$ , особенно при небольшом тумане, слабом снегопаде или метели. Например,  $18$  июля  $1955 \text{ г.}$  на ст. СП-4 при  $h_{\odot} = 28,9^{\circ}$ , облачности  $10/10$  St, тумане и мороси  $i = 0,87$ ; на о. Уединения  $21$  мая  $1935 \text{ г.}$  в  $11$  час.  $59$  мин. при облачности  $10/10$  Ns и слабом снегопаде  $i = 1,00$ , а в бухте Тикси  $21$  мая  $1940 \text{ г.}$  при  $h_{\odot} = 11,3^{\circ}$  и облачности  $10/10$  St  $i = 1,15$ .

Анализируя материал наблюдений полярных и дрейфующих станций, Б. М. Гальперин [46, 47] выявила, что рассеянная радиация в Арктике повышена при облачности как среднего, так и особенно нижнего яруса. Зависимость рассеянной радиации от рода облаков одного и того же яруса или однородных форм облаков различного яруса, в отличие от умеренных широт, нечеткая как в холодный, так и теплый сезон года. По мнению Гальперин, это происходит потому, что при низких температурах облака нижнего и среднего ярусов обладают одинаковой микроструктурой,

т. е. водность и мощность их отличаются мало. В целом же к лету в связи с увеличением плотности облаков рассеянная радиация понижается.

Как видно из вышеприведенных примеров, максимальные значения интенсивности рассеянной радиации в Арктике могут превышать 1 кал/см<sup>2</sup> мин. Средние значения рассеянной радиации в реальных условиях составляют примерно 0,30—0,50 кал/см<sup>2</sup> мин. Значения радиации 0,70—0,80 кал/см<sup>2</sup> мин. для Арктики довольно обычны, тогда как в умеренных широтах даже максимальные значения интенсивности рассеянной радиации редко превышают 0,60 кал/см<sup>2</sup> мин. Таким образом, в Арктике приход рассеянной радиации в облачную погоду конкурирует с поступлением прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность в ясный день.

Приход рассеянной радиации при безоблачном небе в Арктике вследствие относительно малых высот солнца незначителен. Так, средние полуденные значения интенсивности рассеянной радиации в Арктике составляют лишь 0,10—0,15 кал/см<sup>2</sup> мин. В отдельные дни, при увеличении конденсационной мутности атмосферы, рассеянная радиация в Арктике при ясном небе может несколько повыситься.

Большое воздействие на приток рассеянной радиации в Арктике оказывает и характер подстилающей поверхности, обладающей большой отражательной способностью в течение всего года, что способствует также увеличению рассеянной радиации вследствие многократного отражения между основанием облаков и поверхностью. Особенно это ощутимо в летние месяцы года, когда материковая часть Арктики освобождается от снежного покрова, а Центральный полярный бассейн все еще находится под снегом и льдом. Приход рассеянной радиации в Центральной Арктике в это время года выше, чем в южных районах Арктики<sup>1</sup>.

Роль подстилающей поверхности и облачности в приходе коротковолновой радиации в Арктике была показана еще Онгстремом и Трайзелиусом [184]. По их подсчетам при наличии снежного покрова приход суммарной радиации при облачности может увеличиться до 100%, т. е. в два раза, а при ясном небе — лишь на 20% по сравнению с суммарной радиацией при том же состоянии неба, но при отсутствии снега. Отношение же суммарной радиации при облачности к радиации при ясном небе и снежной поверхности составляет  $\frac{2,0}{1,2}$ , т. е. облачность увеличивает приход радиации примерно на 65%.

По расчетам Б. А. Пятненко [132] при ясном небе снежный покров увеличивает рассеянную радиацию также на 10—20%, а при малых высотах солнца — до 40—50%. При сплошной облач-

<sup>1</sup> Под южными районами Арктики подразумевается материковая часть Арктики и побережье окраинных арктических морей.

ности нижнего яруса рассеянная радиация над участками, покрытыми снегом и льдом, может быть в полтора раза выше, чем над тундрой. Отсюда вытекает необходимость осторожной экстраполяции в летний период года данных наблюдений островных или береговых актинометрических станций на участки окраинных арктических морей или Центральной Арктики.

Как видно из табл. 21, с сентября по март месячные суммы рассеянной радиации в целом убывают с увеличением широты места, а в арктических районах в период полярной ночи приток этой радиации равен нулю. С мая по август в высоких широтах рассеянная радиация значительна и превышает в два-три раза рассеянную радиацию в умеренных широтах. Наибольшие месячные суммы рассеянной радиации в Арктике равны в среднем 11—12 ккал/см<sup>2</sup>, а в отдельные годы они могут достигать 13—14 ккал/см<sup>2</sup>, тогда как в умеренных широтах месячные суммы составляют 5—7 ккал/см<sup>2</sup>. Годовые суммы рассеянной радиации в Арктике (45 ккал/см<sup>2</sup>) не меньше, а иногда и больше годовых величин рассеянной радиации в более южных широтах.

Таким образом, рассеянная радиация является существенным компонентом коротковолновой радиации в арктических районах. В марте—апреле, т. е. в период наибольшей повторяемости ясных дней, в Арктике приход прямой радиации и приход рассеянной радиации примерно близки: рассеянная радиация лишь в полтора раза выше прямой (табл. 22). Однако с мая по сентябрь, т. е. в сезон повышенной облачности, поступление рассеянной радиации в Арктике в три-четыре раза, а в отдельные годы в шесть-семь раз выше, чем приход прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность. В умеренных широтах рассеянная радиация больше прямой лишь в зимние месяцы, а летом она составляет лишь десятые доли от месячной суммы прямой солнечной радиации. За год приток рассеянной радиации в арктических широтах в 2—4 раза выше, чем поступление прямой солнечной радиации за это же время.

В результате повышенного прихода рассеянной радиации в Арктике общее количество коротковолновой (суммарной) радиации, несмотря на относительно малый приток прямой солнечной радиации, оказывается значительным. И хотя в течение нескольких месяцев радиация не поступает, годовые суммы суммарной радиации в Арктике (60—80 ккал/см<sup>2</sup>) лишь немногим ниже, чем в умеренных широтах, а по сравнению с такими районами, как Средняя Азия, меньше только в полтора-два раза (табл. 23, 24). Особенно велико поступление радиации в светлый период года. Если в августе—апреле величины радиации уменьшаются с возрастанием широты места, то в мае—июле в Арктике поступает радиации больше, чем в умеренных широтах, а в июне—июле в пределах самой Арктики радиация возрастает по направлению к районам Центрального полярного бассейна,

Месячные и годовые суммы рассеянной радиации (ккал/см<sup>2</sup>)

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год	Период наблюдений	Источник
СП-7 (82—87° с. ш.)	0,0	0,0	0,6	—	9,2	13,9	11,0	7,9	1,5	0,0	0,0	0,0	—	1957—1958	
СП-6 (76—80° с. ш.)	0,0	0,0	1,1	—	—	13,0	10,6	7,3	2,8	0,6	0,0	0,0	—	1957—1958	
о. Уединения . . . . .	0,0	0,1	1,7	5,0	11,1	11,6	8,4	5,1	1,8	0,2	0,0	0,0	45,0	15 лет	
Мыс Челюскин . . . . .	0,0	0,1	1,6	5,5	11,3	12,1	7,6	5,0	1,9	0,4	0,0	0,0	45,5	8 "	
о. Диксон . . . . .	0,0	0,4	2,4	6,1	18,1	10,1	7,7	5,0	2,4	0,8	0,0	0,0	46,0	17 "	
Мыс Шмидта . . . . .	0,0	0,8	3,1	5,9	10,2	9,0	6,9	4,9	2,6	0,8	0,2	0,0	44,4	19 "	
Павловск . . . . .	0,6	1,5	3,0	3,9	4,8	5,1	5,1	4,4	3,0	1,5	0,6	0,4	33,9	1931—1940	[92]
Свердловск . . . . .	1,3	2,4	4,6	5,6	6,3	6,9	6,8	5,6	4,0	2,6	1,4	0,9	48,4	1942—1951	[115]
Карадаг . . . . .	2,2	2,8	4,5	5,5	6,1	5,8	5,5	4,8	3,7	3,4	2,2	1,9	48,4	1934—1952	[17]
Ташкент . . . . .	2,2	2,5	3,4	3,9	4,2	3,5	3,2	3,0	2,6	2,7	2,0	1,8	35,0	1936—1950	[179]

Отношение рассеянной радиации к приходу прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
о. Уединения . . . . .	—	—	1,4	1,2	3,3	3,2	2,7	3,6	—	—	—	—	2,6
Мыс Челюскин . . . . .	—	—	1,4	1,6	2,9	3,2	1,7	4,5	3,8	4,0	—	—	2,5
о. Джексон . . . . .	—	—	1,3	1,6	3,5	2,7	1,8	2,5	3,0	—	—	—	2,3
Мыс Шмидта . . . . .	—	—	2,7	1,4	1,3	2,2	1,5	1,5	1,9	1,6	2,0	—	1,7
Павловск . . . . .	3,0	2,0	1,2	0,9	0,6	0,6	0,7	0,7	1,0	1,5	3,0	4,0	0,8
Свердловск . . . . .	3,3	1,7	1,4	1,2	0,8	0,8	1,0	1,0	1,5	2,2	2,3	3,0	1,1
Карагай . . . . .	1,7	1,4	1,2	0,8	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,8	1,2	1,9	0,6
Ташкент . . . . .	1,2	0,8	0,6	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,6	0,9	0,3

Месячные и годовые суммы суммарной радиации (ккал/см<sup>2</sup>) по наблюдениям советских станций

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год	Период наблюдения	Источник
Центральная Арктика:															
90° с. ш. 180 в. д.	0,0	0,0	0,0	—	—	—	13,2	7,4	1,7	0,0	0,0	0,0	—	7 лет	
85	0,0	0,0	0,7	8,5	15,4	20,2	14,2	7,6	2,3	0,0	0,0	0,0	68,9	7 "	
80	0,0	0,0	2,1	9,8	18,2	19,2	16,0	9,0	3,6	0,3	0,0	0,0	78,2	7 "	
75	0,0	0,3	3,5	10,6	16,7	18,2	14,3	9,8	4,0	0,8	0,0	0,0	78,2	7 "	
о. Уединения . . . . .	0,0	0,1	2,9	9,2	14,5	15,2	11,5	6,5	2,1	0,3	0,0	0,0	62,3	16 "	
Мыс Челюскин . . . . .	0,0	0,1	2,7	9,0	15,2	15,9	12,0	6,1	2,4	0,4	0,0	0,0	63,8	9 "	
о. Диксон . . . . .	0,0	0,4	4,2	9,8	14,3	13,7	11,9	7,0	3,2	1,0	0,0	0,0	65,5	19 "	
о. Мостах . . . . .	0,0	0,6	4,6	10,8	16,8	13,9	12,6	7,4	3,4	1,3	0,1	0,0	71,5	10 "	
Мыс Шмидта . . . . .	0,1	1,1	5,3	10,5	14,8	14,8	11,6	7,5	4,2	1,6	0,2	0,0	71,7	19 "	
Якутск . . . . .	0,9	2,7	7,6	11,7	12,8	14,6	14,2	10,6	6,1	3,4	1,2	0,5	86,3	1937, 1939—	[35]
Павловск . . . . .	0,8	2,1	5,3	8,4	12,8	14,1	12,8	10,6	6,0	2,4	0,8	0,4	76,5	1949 1931—	[92]
Свердловск . . . . .	1,8	3,8	8,0	10,4	13,8	15,2	13,8	11,3	6,6	3,8	2,0	1,2	91,7	1940— 1942—	[115]
Карадаг . . . . .	3,6	4,9	8,3	12,5	16,4	18,0	18,4	16,5	11,9	7,8	4,2	2,9	125,4	1951 1937— 1943, 1946—	[18]
Ташкент . . . . .	4,0	5,5	8,7	12,2	16,6	18,8	20,1	17,9	13,9	9,0	5,4	3,9	136,0	1936— 1950	[179]

Примечание. Величины для Центральной Арктики найдены путем осреднения данных дрейфующих станций в секторе 165—195° в. д.

Таблица 24  
 Месячные и годовые суммы суммарной радиации (ккал/см<sup>2</sup>) по наблюдениям зарубежных станций

Станция	Широта	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год	Период наблюдений	Источник
Т-3 . . . . .	86°	0,0	0,0	1,1	9,0	18,0	20,7	14,6	10,5	3,0	0,0	0,0	0,0	76,9	1933	[206]
Резольют-Бей . . . . .	74°41'	0,0	0,4	4,2	11,0	17,2	19,1	13,2	7,6	3,6	1,0	0,0	0,0	77,3	1951— 1954, 1956— 1959	
Барроу . . . . .	71 18	0,0	1,1	5,6	11,4	15,9	15,5	13,1	8,1	3,4	1,2	0,1	0,0	75,4	1951— 1959	
Аклавик . . . . .	68 14	0,1	1,4	5,8	11,6	15,6	15,3	13,8	9,1	4,7	1,9	0,3	0,0	79,6	1950— 1959	
Фэрбенкс . . . . .	64 51	0,5	2,0	6,5	11,4	14,5	15,3	13,6	10,0	5,6	2,5	0,8	0,2	82,9	1943— 1959	
Бетел . . . . .	60 47	1,2	3,0	8,2	13,2	14,2	13,3	11,5	7,5	5,8	3,5	1,3	0,7	83,4	1951— 1959	
Торонто . . . . .	43 40	2,8	4,6	11,1	12,2	13,4	15,5	14,8	12,8	8,3	6,5	3,0	2,8	107,8	1946— 1950	[24]

Примечание. Данные для зарубежных станций по годам приведены в приложении 1.

где она достигает 20 ккал/см<sup>2</sup> месяц. За три месяца (май, июнь, июль) в Арктике поступает примерно 60—75% общего годового количества суммарной радиации. Эти особенности режима радиации в светлый период года связаны с большим поступлением рассеянной радиации над льдами Центральной Арктики, обладающими, как уже говорилось, большой отражающей, а следовательно, и рассеивающей способностью, а также непрерывным поступлением радиации в период полярного дня. Доля рассеянной радиации в общем поступлении коротковолновой радиации в Центральной Арктике в летний период года составляет 75—80%, а в отдельные годы 85—90%. По окраине арктических морей эта доля несколько меньше: 60—70% (табл. 25).

Таблица 25  
Отношение рассеянной радиации к общему приходу суммарной радиации

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
о. Уединения	—	—	0,59	0,54	0,77	0,76	0,73	0,78	0,86	0,67	—	—	0,72
Мыс Челюскин	—	—	0,60	0,60	0,74	0,76	0,63	0,83	0,80	—	—	—	0,71
о. Диксон	—	—	0,57	0,62	0,77	0,73	0,65	0,71	0,75	0,80	—	—	0,70
о. Мостах	—	0,66	0,54	0,48	0,70	0,70	0,53	0,57	0,48	0,50	—	—	0,59
Мыс Шмидта	—	0,72	0,58	0,56	0,70	0,61	0,60	0,65	0,62	0,50	—	—	0,62
Павловск	0,75	0,67	0,55	0,62	0,38	0,37	0,40	0,42	0,50	0,58	0,75	0,75	0,44
Свердловск	0,78	0,63	0,58	0,54	0,46	0,46	0,49	0,50	0,59	0,68	0,70	0,75	0,53
Ташкент	0,55	0,45	0,39	0,31	0,25	0,19	0,16	0,17	0,19	0,31	0,35	0,46	0,26

Таблица 26  
Отношение прямой солнечной радиации к общему переходу суммарной радиации

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
о. Уединения	—	—	0,41	0,46	0,23	0,24	0,27	0,22	0,14	0,33	—	—	0,28
Мыс Челюскин	—	—	0,40	0,40	0,26	0,24	0,37	0,17	0,20	—	—	—	0,29
о. Диксон	—	—	0,43	0,38	0,23	0,27	0,35	0,29	0,25	0,20	—	—	0,30
о. Мостах	—	—	0,46	0,52	0,30	0,30	0,47	0,43	0,52	0,50	—	—	0,41
Мыс Шмидта	—	0,28	0,42	0,44	0,30	0,39	0,40	0,35	0,38	0,50	—	—	0,38
Павловск	0,25	0,33	0,45	0,38	0,62	0,63	0,60	0,58	0,50	0,42	0,25	0,25	0,56
Свердловск	0,22	0,37	0,42	0,46	0,54	0,54	0,51	0,50	0,41	0,32	0,30	0,25	0,47
Ташкент	0,45	0,55	0,61	0,69	0,75	0,81	0,84	0,83	0,81	0,69	0,65	0,54	0,74

За год вклад рассеянной радиации в общее поступление коротковолновой радиации в высоких широтах составляет 60—70%, а на долю прямой радиации приходится лишь 30—40%

(табл. 26). В умеренных же широтах доля прямой радиации составляет 50—75%, а рассеянной — только 25—50%.

Соотношения между приходом составляющих коротковолновой радиации на различных широтах представлены на рис. 3—5.

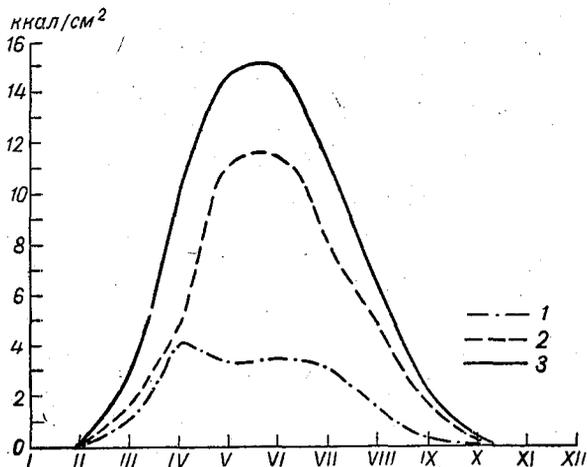


Рис. 3. Соотношения между приходом прямой (1), рассеянной (2) и суммарной (3) радиации, о. Уединения (77°30' с. ш.).

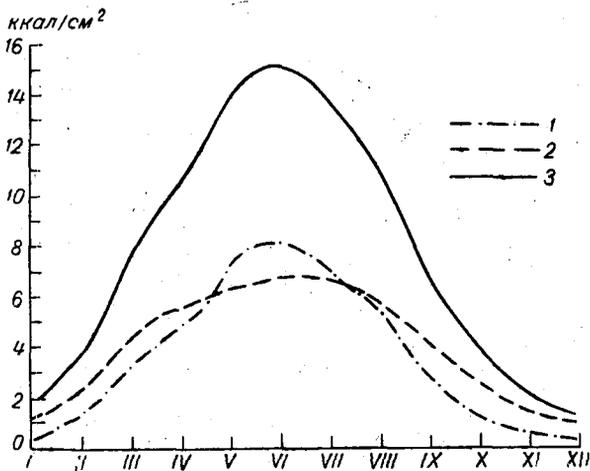


Рис. 4. Соотношения между приходом прямой (1), рассеянной (2) и суммарной (3) радиации, Свердловск (56°48' с. ш.).

Как видно, на о. Уединения (арктический район) основное поступление тепла идет за счет рассеянной радиации. В Свердловске (умеренные широты) приход прямой и рассеянной радиации примерно одинаков. В Ташкенте же, где велика повторяемость ясных дней, суммарная радиация определяется в основном приходом прямой солнечной радиации.

За год Арктика получает примерно 65% возможной суммарной радиации (см. табл. 36), т. е. столько же, сколько и умеренные широты (табл. 27). Различия выявляются лишь в годовом

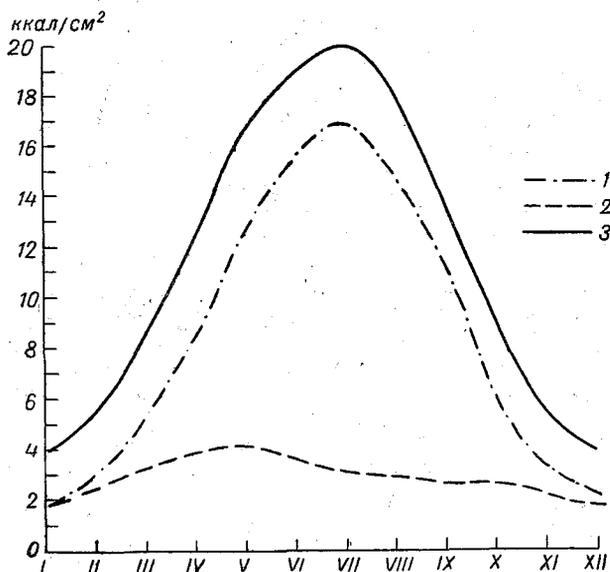


Рис. 5. Соотношения между приходом прямой (1), рассеянной (2) и суммарной (3) радиации, Ташкент (41°16' с. ш.).

ходе. Весной (в апреле), когда в Арктике повторяемость безоблачного неба наибольшая, а приход прямой и рассеянной радиации примерно одинаков, поступает до 95% возможной радиации и более. В мае, когда облачность еще незначительна, поступает до 85% радиации. В умеренных же широтах, где облачность в эти месяцы выше, чем в Арктике, поступает лишь 60—70% возможной радиации. Зато в сентябре—октябре, в период наибольшей повторяемости облаков нижнего яруса в Арктике, когда приход как прямой, так и рассеянной радиации понижен, поступает лишь 40—50% возможной суммарной радиации.

Поступающая солнечная энергия частично отражается от земной поверхности. Отражательные свойства подстилающей по-

Отношение прихода суммарной радиации в действительных условиях  
к возможной

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
о. Уединения	—	—	0,50	0,97	0,85	0,73	0,64	0,55	0,45	0,41	0,60	—	0,63
Мыс Челюскин . . . . .	—	—	0,50	0,90	0,84	0,77	0,66	0,58	0,44	0,51	0,80	—	0,66
о. Диксон . . . . .	—	—	0,80	0,95	0,80	0,73	0,60	0,57	0,49	0,51	0,59	—	0,64
о. Мостах . . . . .	—	—	0,67	0,88	0,84	0,81	0,63	0,58	0,49	0,47	0,57	—	0,66
Мыс Шмидта	—	—	0,97	0,86	0,78	0,69	0,60	0,52	0,56	0,63	0,40	—	0,69
Павловск . . . . .	0,48	0,52	0,60	0,60	0,66	0,67	0,64	0,69	0,61	0,43	0,32	0,43	0,62
Свердловск	0,70	0,76	0,76	0,68	0,67	0,68	0,65	0,66	0,58	0,56	0,61	0,65	0,67

верхности зависят от ее вида, характера и состояния. Большую часть года поверхность в Арктике представляет собой снежный покров.

На северных островах Канадского архипелага, в Северной Гренландии и островах советских арктических морей снежный покров устанавливается в первой половине сентября [260, 133 и др.]; в северной части Азиатского материка и на побережье морей Лаптевых, Восточно-Сибирского, Бофорта, на южных островах Канадского архипелага и побережье Канады — во второй половине сентября; на побережье Карского и Чукотского морей — в конце сентября — начале октября. На севере Европы снежный покров появляется лишь в середине — конце октября [50, 114]. Устойчивый снежный покров после образования первого снежного покрова устанавливается через 7—10 дней в континентальной части и на побережье Азиатского материка, через 15—20 дней на побережье Чукотского моря, а на севере Европы через 20—30 дней. На западном побережье Скандинавии и островах Северной Атлантики вследствие оттепелей наблюдается частая смена снежного покрова в течение зимы.

Разрушение снежного покрова в континентальной части рассматриваемых районов и на побережье Баренцева моря начинается в середине мая, на побережье остальной части Арктики — в первой половине июня, а на островах и наиболее северных частях материков (на Таймыре) — во второй половине июня. Северные острова Канадского архипелага в июле уже окончательно освобождаются от снега (за исключением узких ложиц и оврагов). Длительность периода неустойчивого снежного покрова весной в противоположность осени коротка. Обычно через 5—10 дней в Европе, а в остальных районах через 2—5 дней после начала разрушения устойчивого снежного покрова снег окончательно сходит.

Примерно через 10—15 дней после схода снежного покрова среднесуточные температуры воздуха переходят через 5° и начинается вегетация тундровой растительности. В южных, континентальных районах и на побережье Баренцева моря этот период длится с конца мая до конца сентября, на побережье остальной части Арктики — с середины июня по вторую половину сентября, а на островах западного сектора советской Арктики — с первой половины июля до второй половины августа. На наиболее северных островах Арктики вследствие низких температур растительность скудна.

Между концом вегетации и появлением снежного покрова проходит примерно 20—25 дней на севере Европы и Чукотке и 10—15 дней в остальных районах.

Таким образом, в течение 8—10 месяцев в большей части окраинной Арктики преобладает снежный покров и лишь на 2—4 месяца суша полностью освобождается от снега, причем и в эти месяцы в отдельные дни возможно выпадение твердых осадков.

Снежный покров обладает большой отражательной способностью. Как видно из наблюдений полярных актинометрических станций с учетом походных измерений альbedo в окрестностях станции (табл. 28), альbedo подстилающей поверхности в Арктике с ноября по май, в период устойчивого снежного покрова, велико и в среднем составляет 80—85%. Как известно, альbedo снежного покрова обладает большой изменчивостью в зависимости от состояния снега. Наибольшие измеренные значения альbedo чистого, свежевывавшего снега в условиях Арктики достигали 98%, а наименьшие в период таяния — 23—30%.

Таблица 28

Средние месячные величины альbedo (%)

Станция	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Бухта Тихая . . . . .	—	83	83	83	70	40	22	22	47	—
Мыс Челюскин . . . . .	82	82	79	77	58	22	18	21	61	—
о. Уединения . . . . .	83	83	80	79	62	33	18	22	47	—
о. Диксон . . . . .	86	86	85	85	41	20	27	35	82	86
Бухта Тикси . . . . .	86	86	86	80	35	30	30	30	66	86
Мыс Шмидта . . . . .	80	80	80	80	43	21	20	44	46	80

Большая часть материковой Арктики и побережье арктических морей представляют собой тундру. Отражательная способность тундровой поверхности после схода снежного покрова изучалась И. А. Некрасовым [124]. По его данным, альbedo сухой тундры с увядшей прошлогодней травой равняется 15—18%, со свежей зеленой травой — 12—21%, альbedo осенней тундры с увядающей растительностью 12—21%.

В несколько иных условиях находится Центральный полярный бассейн. Поверхность его почти в течение всего года скована льдом, покрытым снегом. Лишь в июле — первой половине августа снег находится в состоянии интенсивного таяния и альbedo его заметно снижается. В табл. 29 приводятся значения альbedo по наблюдениям советских дрейфующих станций. Как видно, величины альbedo снежной поверхности в Центральной Арктике несколько ниже, чем по наблюдениям в окраинной Арктике (табл. 28). Это связано с меньшей повторяемостью дней с твердыми осадками при общем ослаблении циклоничности над Центральным полярным бассейном, т. е. с уменьшением вероятности обновления поверхности свежим снегом.

Таблица 29

Средние месячные величины альbedo (%) в Центральном полярном бассейне по наблюдениям дрейфующих станций [11]

Станция	Год наблюдений	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
СП-2	1950—1951	—	—	76	69	79	69	79	86	82
СП-3	1954—1955	—	85	76	78	59	58	64	78	—
СП-4	1954—1955	—	84	77	85	79	72	79	85	—
СП-4	1955—1956	—	88	78	79	79	52 <sup>1</sup>	62 <sup>1</sup>	83	—
СП-4	1956—1957	—	83	83	80	82	77	76	72	—
СП-5	1955—1956	—	79	77	80	80	68	72	70	—
СП-6	1956—1957	79	79	82	82	79	60	58	82	87
СП-6	1957—1958	—	84	—	84	82	72	84	86	87
СП-7	1957—1958	—	82	81	78	76	62	75	82	—

<sup>1</sup> Выведено с учетом походных измерений.

Значения альbedo в апреле понижены по сравнению с альbedo в смежные месяцы. Такое явление в период устойчивого снежного покрова, очевидно, связано с некоторым уплотнением снега вследствие уменьшения повторяемости выпадения снега в период наибольшего развития антициклонов в Центральной Арктике, который приходится именно на этот месяц.

Подстилающая поверхность в Центральной Арктике имеет наиболее сложный характер в период интенсивного таяния снега (в июле—первой половине августа), когда наряду с участками снежной поверхности и обнаженного льда появляются многочисленные снежницы (озерки талой воды), разводья и т. д. В это время года измерения альbedo по постоянным актинометрическим установкам не всегда являются репрезентативными, так как они большей частью ведутся над относительно сухим участком и оказываются завышенными. В этих условиях особое значение приобретают походные измерения альbedo с учетом площади,

занятой тем или иным видом поверхности. Наиболее правильным является измерение альbedo с некоторой высоты (100—200 м), с привязного аэростата (как это делалось А. А. Дмитриевым) или с самолета [104]. Это позволяет определить общее суммарное альbedo поверхности на значительной площади, а не на каком-то ограниченном участке.

За счет малых величин альbedo участков открытой воды и озерков талой воды суммарное альbedo подстилающей поверхности может значительно снизиться. Однако в условиях Центрального полярного бассейна наряду с процессом таяния наблюдаются довольно частые снегопады, так что в отдельные дни альbedo значительно повышается. По данным походных измерений альbedo с учетом площади, занятой различными видами поверхности, средняя величина суммарного альbedo в июле равна примерно 60% (по показаниям актинометрических установок альbedo в этот месяц значительно больше — 70—75%). Во второй половине августа обычно начинается замерзание воды на поверхности льда и среднемесячное альbedo, определенное по данным походных измерений, возрастает до 70%. В отдельные дни альbedo в Центральном полярном бассейне обладает большой изменчивостью, особенно в летние месяцы. Резкие повышения альbedo обычно приходятся на дни со снегом.

Детальный анализ зависимости альbedo в Арктике от высоты солнца, облачности, состояния поверхности снега и льда производился Н. Т. Черниговским [153, 154, 155, 160, 161]. По исследованиям Черниговского, в период устойчивого снежного покрова максимальные значения альbedo большей частью приходятся на полуденные часы, однако в отдельных случаях максимум альbedo может иметь место и в утренние часы. В период интенсивного таяния снега зависимость альbedo от высоты солнца становится незаметной вследствие непрерывного существенного изменения состояния поверхности. При сплошной и значительной облачности нижнего и среднего ярусов альbedo оказывается выше, чем при ясном небе. В период таяния альbedo льда и талого снега в Центральной Арктике примерно одинаковы и в среднем равны 50%. Альbedo озерков талой воды на поверхности снега или льда зависит от состояния поверхности воды озера и цвета дна и колеблется примерно в пределах 20—35%.

Ледяной покров наблюдается не только в Центральном полярном бассейне, но и в окраинных арктических морях, где он испытывает большие сезонные изменения [186, 220]. С ноября по май моря Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское и Бофорта сплошь покрыты льдами. Благодаря теплым водам Атлантического океана Баренцево море замерзает только в северной и восточной частях. Под влиянием холодных течений и выноса льда с севера большие пространства льда сохраняются почти в течение всего года вдоль восточных берегов Гренландии

и в Баффиновом заливе [221, 223], а также в море Бофорта [264]. Многочисленные проливы и заливы Канадского архипелага забиты льдами даже в самые теплые месяцы [201, 209, 217]. Максимального развития ледяной покров на морях достигает в марте. Ощутимое разрежение льда начинается в июне. В сентябре ледовый покров достигает минимального распространения, но уже в конце сентября начинается образование молодого льда.

Большая отражательная способность подстилающей поверхности в Арктике обуславливает не только уменьшение радиации, но и некоторое ее увеличение. Как уже рассматривалось, высокое альbedo поверхности в Арктике способствует большему приходу рассеянной, а следовательно, и суммарной радиации вследствие многократного отражения радиации между земной поверхностью и нижним основанием облаков. При наличии снега суммарная радиация при ясном небе может увеличиться на 20% и более. Однако потеря тепла радиации в результате отражения является преобладающим фактором. Так, в Центральной Арктике около 75% годового количества суммарной радиации отражается обратно в атмосферу, на побережье окраинных морей и на островах — 50—60%, в умеренных широтах — лишь 25—30%, южнее — 20%. Если годовое количество суммарной радиации в Арктике (табл. 23) мало отличается от годовых сумм суммарной радиации в умеренных широтах и лишь в полтора-два раза ниже, чем в Средней Азии, то годовые величины поглощенной радиации в Арктике (15—20 ккал/см<sup>2</sup> в Центральном полярном бассейне, 25—30 ккал/см<sup>2</sup> на побережье и островах) уже в два-три раза меньше, чем в таком пункте, как Якутск, и в три—пять раз меньше, чем в Ташкенте (табл. 30). Месячные величины суммарной радиации в мае—июле даже несколько выше, чем в умеренных широтах, величины же поглощенной радиации в эти месяцы ниже в два-три раза.

## **2. Определяющие факторы и основные особенности режима длинноволновой радиации в Арктике**

Главными факторами, определяющими длинноволновое излучение в естественных условиях, являются: температура и влажность воздуха и поверхности, количество, высота и физические свойства облаков и др. Чем выше температура поверхности, тем больше ее собственное излучение. Чем выше температура и влажность воздуха и больше облачность, тем больше встречное излучение атмосферы, и наоборот. Конечная величина эффективного излучения, т. е. истинной потери тепла поверхности излучением, определяется совместным действием всех факторов.

Основной особенностью температурного режима в Арктике являются относительно низкие температуры как в зимних, так и летних условиях.

Месячные и годовые суммы поглощенной радиации (ккал/см<sup>2</sup>)

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год	Источ- ник
о. Уединения . . . . .	0,0	0,0	0,5	1,8	3,0	5,8	7,7	5,3	1,6	0,2	0,0	0,0	25,9	
Мыс Челюскин . . . . .	0,0	0,0	0,5	1,9	3,5	6,7	9,4	5,0	1,9	0,2	0,0	0,0	29,1	
о. Диксон . . . . .	0,0	0,1	0,6	1,5	2,1	8,1	9,5	5,1	2,1	0,2	0,0	0,0	29,3	
Мыс Шмидта . . . . .	0,0	0,2	1,1	2,1	3,0	8,4	10,5	6,0	2,4	0,9	0,0	0,0	34,6	
Якутск . . . . .	0,3	0,8	2,3	5,8	10,2	11,7	11,4	8,5	4,9	2,0	0,4	0,2	58,5	[35]
Свердловск . . . . .	0,4	1,1	2,6	7,4	10,8	13,1	12,4	10,0	5,4	2,8	0,6	0,3	66,9	[115]
Ташкент . . . . .	2,3	3,7	6,9	9,9	13,8	15,3	16,2	14,3	10,9	7,1	4,2	2,2	106,8	[179]

Примечание. Величины для полярных станций составлены по данным табл. 23 и 28.

В период с ноября по март в рассматриваемых районах можно выделить две области наиболее низких температур: Центральный полярный бассейн с прилегающими островами Канадского архипелага и Гренландией и северо-восток Азиатской территории СССР. Это области наиболее интенсивного выхолаживания, связанные с действием полярного и гренландского антициклонов и северо-восточного отрога сибирского антициклона.

В первой области средняя температура воздуха находится в пределах  $-30$ ,  $-35^\circ$  над Центральным полярным бассейном,  $-35$ ,  $-40^\circ$  над островами Канадского архипелага [191, 260, 270, 289 и др.] и  $-40$ ,  $-50^\circ$  над внутренними районами Гренландии [128]. Самая низкая температура в этом районе ( $-66^\circ$ ) была отмечена 9 января 1954 г. на ст. Нортайс в Гренландии ( $\varphi=78^\circ 04'$ ;  $\lambda=38^\circ 29'$  з. д.,  $H=2345$  м) [237]. При вторжениях глубоких циклонов через Северную Атлантику или Баффинов залив температура воздуха зимой в Центральном полярном бассейне и над Канадским архипелагом может повыситься до значений, близких к  $0^\circ$  [99, 281].

Во второй области низких температур средние температуры воздуха изменяются от  $-30^\circ$  на побережье до  $-40^\circ$  по мере приближения к полюсу холода. В долинах и котловинах средние температуры воздуха достигают  $-50^\circ$ . Температура воздуха ниже  $-60^\circ$  здесь обычна.

В остальных районах Арктики, подверженных в той или иной степени воздействию исландской и алеутской депрессий, температура воздуха несколько выше. В западносибирском, чукотском, аляскинском районах, над северной половиной Баффинова залива и побережьях Гренландии средняя температура воздуха  $-28$ ,  $-25^\circ$  [131, 193, 251, 200, 128 и др.], а в европейском районе около  $-10$ ,  $-15^\circ$ . Наиболее высокие температуры воздуха зимой имеют место над открытыми водными пространствами. Так, средняя температура воздуха над южной частью Баренцева моря в этот период примерно  $-3$ ,  $-5^\circ$ , а над Северной Атлантикой  $3-5^\circ$ .

Наиболее холодными месяцами являются: в континентальной части сибирского и аляскинско-канадского районов январь, в европейском, чукотском районах, на островах Канадского архипелага, побережьях Гренландии и в Центральном полярном бассейне февраль.

В апреле наблюдается переход к повышению температуры. В мае в европейском, а в июне во всех континентальных районах и на побережье средняя температура воздуха выше  $0^\circ$ . Положительная температура воздуха на арктических островах отмечается только в июле. В Центральном полярном бассейне отрицательные средние температуры воздуха сохраняются почти в течение всего года.

Максимальные температуры в материковой части Арктики, на островах и в Центральном полярном бассейне имеют место в июле. В европейском, сибирском и аляскинском районах средняя июльская температура воздуха 12—15°, на побережье Канады 10—12°, на побережье Азиатского континента 3—5°, на островах Канадского архипелага 2—4°, островах советского сектора 1—3°. Максимальные температуры на островах могут достигать 8—12° [236].

В Центральном полярном бассейне вследствие большой затраты тепла на таяние льда температура воздуха держится около 0° и составляет в среднем —0,1, —0,3°.

Над окраинными арктическими морями наибольшие значения температуры воздуха приходятся на август. В районе Баренцева моря и Баффинова залива средняя температура воздуха в августе 2—8°, над морями Карским, Лаптевых, Чукотским 2—6°, над морем Бофорта 2—4°.

Над сушей в августе, а над морем в сентябре температура воздуха начинает понижаться. В октябре температура почти во всем рассматриваемом районе, кроме Северной Атлантики, южной части Баренцева моря и европейской территории, ниже 0°.

В тесной связи с распределением температуры находится и распределение влажности воздуха. Для Арктики характерны незначительные величины абсолютной влажности, что обусловлено не только низкими температурами, но и общим малым влагосодержанием самого арктического воздуха. С декабря по март над островами Канадского архипелага, Северной Гренландией, Центральным полярным бассейном и побережьем восточносибирского района абсолютная влажность воздуха составляет примерно 0,4 мм, а близ сибирского полюса холода — лишь 0,1—0,2 мм. В остальных районах Арктики влагосодержание воздуха несколько больше: в западносибирском и чукотском районах 0,7—0,9 мм, в европейском районе и на побережье Гренландии 1,2—2 мм, над Баренцевым морем примерно 3 мм и над Северной Атлантикой 4 мм. С апреля заметно общее возрастание влажности.

Максимальная абсолютная влажность на суше и в Центральном полярном бассейне отмечается, как и температура воздуха, в июле. В этот месяц среднее значение абсолютной влажности в южной части континентальных районов 7,5—9,0 мм, на побережье Азиатского материка, северном побережье Аляски и южных островах арктической Канады 5,5—6,5 мм, на северных островах Канадского архипелага и Северной Гренландии 4,5—5 мм, а в Центральном полярном бассейне примерно 4,2 мм. Над морями максимум влажности отмечается в августе (над Баренцевым морем 6,5—7,0 мм, в Северной Атлантике 7,5—9,0 мм). В последующие месяцы с понижением температуры и замерзанием морей абсолютная влажность понижается.

Истинное излучение земной поверхности определяется ее собственной температурой, а не температурой воздуха. Для того чтобы оценить погрешности в расчетах излучения земли по температуре воздуха [30, 31, 96], необходимо знать разность температур подстилающей поверхности и воздуха. К сожалению, в настоящее время не имеется надежных данных о температуре поверхности суши. Вероятные разности температур в периоды наибольшего выхолаживания и нагревания поверхности составляют 2—4° [152]. В переходные месяцы эти разности должны соответствовать нулю. На ряде дрейфующих станций в некоторые месяцы производились измерения температуры поверхности снега с помощью электротермометров сопротивления [134 и др.]. В холодный период разности температур поверхности и воздуха оказались невелики — около 1°, за редким исключением 2°. В этом, очевидно, сказывается тепляющее влияние вод океана в результате теплообмена между подледной водой и льдом.

С большей очевидностью можно получить представление о разности температур поверхности и воздуха над участками открытой воды. В теплый сезон эти разности невелики. Наибольшая разность температур воды и воздуха имеет место в холодный период. Температура вод южной части Баренцева моря в самые холодные месяцы примерно на 6—8° выше температуры воздуха. Наибольшая разность рассматриваемых температур (12—16°) наблюдается близ границы распространения льда вследствие наибольших контрастов температур между открытой водой и выхолаживающегося над льдами воздуха (район Шпицбергена, Баффинова залива) [122].

При характерных для Арктики температурах (—50, —25°) собственное излучение земной поверхности в холодный период года должно составлять в среднем 0,20—0,30 кал/см<sup>2</sup> мин. (излучательная способность снега  $\delta=1,00$ ). В теплое время года в тундровых районах ( $\delta=0,90$ ) при температурах 5—15° излучение равно 0,45—0,50 кал/см<sup>2</sup> мин., а над льдами Центрального полярного бассейна 0,40—0,45 кал/см<sup>2</sup> мин.

Потеря тепла длинноволновым излучением зависит не только от собственного излучения земли, но и от встречного излучения атмосферы. Атмосферное излучение, как известно, обусловлено распределением температуры и влажности по вертикали. Характерной особенностью распределения температуры и влажности по высоте в Арктике является наличие инверсий. Инверсии и инверсия в арктических районах отмечаются в течение всего года [52, 188, 205, 248, 250]. Зимой это большей частью радиационные инверсии, а летом адвективные. Повторяемость инверсии в зимние месяцы в азиатском районе советской Арктики может достигать 100%, западнее 60—80%. Инверсионное распределение температуры и влажности по высоте в Арктике хорошо проявляется даже в среднемесячных величинах, особенно в холодный период.

года. Так, с декабря по март средняя вертикальная мощность инверсий в восточносибирском, чукотском, аляскинском районах и на островах Канадского архипелага примерно 1,5 км, на островах и побережье Карского моря, в западносибирском районе и в материковой части Канады 1 км, в европейском районе лишь 0,5 км, а на островах Северной Атлантики инверсии нет совсем [194]. Средняя вертикальная мощность инверсий над Центральным полярным бассейном 1—1,5 км [43, 44, 45, 62]. В апреле и ноябре инверсии повсеместно снижены примерно на 0,5 км. В летний период года инверсии отражаются на средних аэрологических данных слабее.

Повышение температуры в инверсионном слое в зимние месяцы в восточносибирском районе и арктической части Аляски и Канады составляет в среднем 1—10°, в западносибирском 2—5°, а в европейской части лишь 0,5°. В отдельных случаях рост температуры может быть значительным (до 20° и более).

С распределением температуры тесно связано и распределение влажности по высоте. В большинстве районов удельная влажность в слое инверсии зимой возрастает в среднем на 0,5 г/кг, весной — на 0,1—0,2 г/кг.

Инверсионное распределение температуры и влажности по высоте способствует увеличению атмосферного излучения в Арктике и уменьшению общего эффективного излучения, поскольку температура и влажность воздуха на высоте выше, чем у земной поверхности. На эту особенность режима длинноволнового излучения в высоких широтах указывал ряд авторов, начиная с Мосби [254] и кончая Лиллеквистом, который проводил исследования в аналогичных условиях Антарктики [233, 234]. Как показывают расчеты (см. гл. III), при учете инверсии величины излучения при ясном небе в восточных районах Арктики на 20—40%, а в западных на 10—20% ниже, чем при «нормальном» распределении температуры и влажности по высоте.

Таблица 31

Средние значения интенсивности атмосферного излучения (кал/см<sup>2</sup> мин.) при безоблачном небе

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Бухта Тихая . . .	0,23	0,21	0,21	0,26	0,32	0,36	0,37	0,37	—	0,27	0,23	0,23
Мыс Челюскин . . .	0,18	0,21	0,18	0,18	0,29	0,33	0,35	0,35	0,37	0,22	0,21	0,21
о. Уединения . . .	0,20	0,21	0,23	0,22	0,31	0,36	0,36	0,37	—	0,23	0,23	0,24
о. Диксон . . .	0,20	0,20	0,21	0,24	0,26	0,24	0,41	0,38	0,33	0,24	0,19	0,19
Бухта Тикси . . .	0,19	0,21	0,19	0,23	0,27	0,35	0,39	0,36	0,36	0,23	0,20	0,20
Мыс Шмидта . . .	0,20	0,19	0,19	0,24	0,25	0,35	0,36	0,35	0,28	0,31	0,22	0,21

Наиболее детальные исследования режима длинноволновой радиации были проведены Н. Н. Андреевой на основании материалов советского сектора Арктики. В табл. 31 и 32 приведены средние значения интенсивности излучения атмосферы и эффективного излучения земной поверхности при ясном небе по данным Андреевой. Следует учесть, что для светлого времени года (апрель — сентябрь) величины выведены не по фактическим, а по расчетным значениям (по зависимости наблюдавшихся величин излучения от температуры воздуха).

Таблица 32

Средние значения интенсивности эффективного излучения (кал/см<sup>2</sup> мин.) при безоблачном небе

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Бухта Тихая . . .	0,07	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,07
Мыс Челюскин . . .	0,08	0,07	0,09	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,10	0,08	0,09
о. Уединения . . .	0,08	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,09	0,08	0,09	0,07
о. Диксон . . .	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,11	0,10	0,12	0,13	0,12	0,11	0,09
Бухта Гикси . . .	0,06	0,06	0,08	0,08	0,10	0,13	0,13	0,12	0,11	0,09	0,07	0,07
Мыс Шмидта . . .	0,08	0,08	0,10	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,12	0,10	0,09

Как видим, величины атмосферного излучения в Арктике составляют около 0,20—0,40 кал/см<sup>2</sup> мин., а эффективного излучения 0,07—0,12 кал/см<sup>2</sup> мин. Наименьшие значения приходится на холодный период года, т. е. на наиболее низкие температуры, а наибольшие значения — на теплый период года.

Эффективное длинноволновое излучение в действительных условиях зависит также от количества, свойств и высоты облаков. Особенности распределения облачности в Арктике были рассмотрены ранее. Как уже говорилось, облака в Арктике при низких температурах обладают меньшей водностью и мощностью. Это имеет значение и для длинноволнового излучения. По наблюдениям при одних и тех же условиях облачности эффективное излучение в Арктике вследствие меньшей плотности облаков, т. е. меньшего их излучения, выше, чем в умеренных широтах.

Попытка определения атмосферного излучения при сплошной облачности нижнего и среднего ярусов по диаграмме Шехтер [28] в предположении того, что облака излучают как абсолютно черное тело, дает сильно завышенные величины по сравнению с наблюдаемыми. Точно такие же результаты были получены и Маршуновой. Это свидетельствует о том, что излучательная способность облаков в Арктике в условиях низких температур отличается от излучательной способности облаков в умеренных широтах, для которых при мощности облаков более 100 м  $\delta = 1$ .

М. С. Маршунова [116] установила зависимость излучательной способности облаков нижнего яруса в Арктике от температуры на их нижней границе. Ею были получены следующие зависимости:

$t^{\circ}$	$\geq -4$	$-6$	$-8$	$-10$	$-12$	$-18$	$-24$
$\delta$	1,00	0,97	0,93	0,90	0,89	0,87	0,85

т. е. в условиях Арктики облака излучают как абсолютно черное тело лишь при температурах их нижнего основания выше  $-4^{\circ}$ . При температуре ниже  $-4^{\circ}$  излучательная способность облаков в Арктике снижается. Особенно резко падает излучательная способность при температуре от  $-4$  до  $-10^{\circ}$ .

Зависимость излучения атмосферы от облачности в различных географических условиях рассматривалась также Б. М. Гальперин и Л. С. Кучумовой [48]. В частности, ими установлено, что ослабляющее влияние облаков на противоизлучение атмосферы в Арктике выражено слабее, чем в других широтах.

С другой стороны, в арктических районах облака находятся на относительно малой высоте. Так, по М. В. Завариной и М. К. Ромашовой [61], в холодное время года средняя высота нижней границы облаков нижнего яруса примерно 350—400 м. К лету в связи с увеличением повторяемости приподнятых туманов, переходящих в St, высота нижней границы облаков уменьшается до 200—300 м. Средняя высота нижней границы облаков среднего яруса в холодное время 1600—1700 м, в теплое время года около 2500 м. Малые высоты облаков в Арктике, особенно облаков нижнего яруса, способствуют увеличению противоизлучения атмосферы и тем самым понижению эффективного излучения. По исследованиям Андреевой, облачность верхнего яруса снижает эффективное излучение на 20—30%, среднего яруса — на 50%, а нижнего яруса — на 70—80%. Средние значения интенсивности эффективного излучения при облачности 10/10 равны примерно 0,01—0,02 кал/см<sup>2</sup> мин. В отдельных случаях противоизлучение атмосферы может превышать излучение земли (до  $-0,15$  кал/см<sup>2</sup> мин.).

В табл. 33 приведены месячные значения эффективного излучения в Арктике в действительных условиях.

В годовом ходе эффективного излучения в Арктике можно заметить некоторое понижение его в зимние и летние месяцы. Уменьшение излучения зимой связано со значительным понижением температуры подстилающей поверхности, а летом — с увеличением облачности. В умеренных широтах излучение постепенно возрастает от зимы к лету. Потеря тепла излучением в летние месяцы в Арктике в два—пять раз ниже, чем в умеренных широтах, что связано как с меньшей температурой подстилающей поверхности, так и со значительной облачностью.

Месячные и годовые суммы эффективного излучения (ккал/см<sup>2</sup>)

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год	Период наблюдений	Источник
Бухта Тихая . . .	1,9	1,8	2,1	2,0	1,7	1,6	1,6	1,4	1,1	1,5	1,9	1,7	20,3	1935—1943	
о. Уединения . . .	1,9	2,1	2,2	1,8	1,3	1,4	1,2	1,2	1,0	1,2	2,1	2,0	19,4	1935—1941, 1946—1948	
о. Даксон . . .	2,4	2,1	2,6	2,2	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	2,3	2,5	2,3	25,8	1938—1948	
Мыс Челюскин . . .	2,4	2,1	2,6	2,6	2,3	2,5	2,0	2,0	1,6	2,1	2,0	2,6	26,8	1937, 1940— 1943	
Бухта Тикси . . .	2,2	1,9	2,5	2,5	2,3	2,3	3,1	2,3	2,4	2,6	2,2	2,2	28,5	1935—1941	
Мыс Шмидта . . .	2,8	2,1	3,0	2,6	2,1	2,5	2,2	2,1	2,5	2,4	2,1	2,1	28,5	1935—1948	
Свердловск . . .	1,8	2,4	2,5	3,3	4,0	4,9	4,7	4,4	2,6	1,9	2,1	1,6	36,1	1950—1952	[115]
Карадаг . . .	2,4	2,2	3,7	4,5	6,7	6,8	6,9	7,1	6,1	4,3	2,7	2,6	56,0	1953—1956	[19]

нижнего яруса в это время года. За год в районах Центральной Арктики теряется 15—17 ккал/см<sup>2</sup> тепла за счет длинноволнового излучения, на островах и побережье арктических морей 20—28 ккал/см<sup>2</sup>, т. е. в два-три раза меньше, чем в умеренных широтах.

### 3. Радиационный баланс Арктики и годовой ход его составляющих

Вследствие относительно малого прихода солнечной радиации при большой отражающей способности подстилающей поверхности и отсутствия притока коротковолновой радиации в период полярной ночи значения радиационного баланса в Арктике преобладающую часть года отрицательны. Так, в районе Центрального полярного бассейна радиационный баланс отрицателен в течение 8 месяцев (табл. 35), а на островах и побережье окраинных арктических морей — в течение 7 месяцев (табл. 34). Средние наибольшие отрицательные суммы радиационного баланса (в декабре—январе) около —2, —2,5 ккал/см<sup>2</sup> месяц в окраинной Арктике и —1,5, —2 ккал/см<sup>2</sup> месяц в Центральном полярном бассейне. Меньшие потери радиации в Центральной Арктике связаны с меньшим излучением, особенности которого рассматривались выше.

Лишь в продолжение 4—5 месяцев радиационный баланс в Арктике положителен. Наибольшие средние многолетние суммы радиационного баланса за месяц (июль) равны в Центральном полярном бассейне 4—6 ккал/см<sup>2</sup>, а на суше 6—8 ккал/см<sup>2</sup>. Значения радиационного баланса в июле на побережье арктических морей примерно такие же, как и в умеренных широтах, что связано с большим поступлением лучистой энергии в это время года в высоких широтах.

Как уже говорилось, радиационный баланс в Арктике большую часть года отрицателен. Однако вследствие большого поступления тепла солнечной энергии в светлый период года годовые значения радиационного баланса в Арктике в среднем многолетнем выводе положительные: около 1—2 ккал/см<sup>2</sup> в восточном секторе Центрального полярного бассейна и 4—6 ккал/см<sup>2</sup> в окраинной Арктике. В отдельные годы годовые суммы радиационного баланса могут быть отрицательными (—1, —2,5 ккал/см<sup>2</sup>), но это имеет место лишь в 20—30% случаев.

Представление о соотношении между всеми составляющими радиационного баланса в Арктике можно получить из рис. 6—10. На этих рисунках изображен годовой ход основных компонентов радиационного баланса для пяти пунктов. Величины компонентов найдены как по фактическим данным (мыс Челюскин, суммарная радиация для Фэрбенкса), так и расчетным путем (Исфьорд-Радио, Исаксен, Оленёк, частично Фэрбенкс). Годовой ход составляющих радиационного баланса в Арктике простой

Месячные и годовые суммы радиационного баланса (ккал/см<sup>2</sup>)

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год	Период наблюдений	Источ-ник
о. Уединения . . .	-1,7	-2,0	-1,9	-0,4	1,7	4,2	6,1	3,1	0,5	-1,0	-2,0	-2,1	4,5	1935, 1937—1938, 1940, 1947, 1954, 1956	
Мыс Челюскин . . .	-2,2	-2,0	-1,8	-0,9	0,8	4,8	7,7	4,0	-0,1	-2,0	-1,7	-2,6	4,0	1937—1941, 1952—1955	
о. Диксон . . . . .	-2,4	-1,9	-1,9	-0,5	1,0	6,9	7,4	3,5	0,5	-1,8	-2,3	-2,2	6,3	1938—1947, 1950—1954, 1957	
Мыс Шмидта . . . . .	-2,9	-1,8	-1,7	-0,5	0,6	6,4	6,8	4,1	0,0	-1,5	-2,1	-2,1	5,3	1937—1942, 1947	
Якутск . . . . .	-2,4	-2,2	-1,7	1,7	6,0	7,9	7,4	4,7	1,1	-1,0	-2,3	-2,4	16,8		[35]
Ленинград . . . . .	-1,0	-1,5	-0,4	4,3	6,1	7,0	6,6	4,3	1,8	-0,1	-1,0	-1,6	23,6		[123]
Свердловск . . . . .	-1,4	-1,3	0,1	4,1	6,8	8,2	7,8	5,6	2,8	0,9	-1,5	-1,2	30,9		[115]
Тбилиси . . . . .	0,1	1,4	3,8	6,2	8,7	9,5	10,0	8,5	5,3	2,8	0,4	-0,5	56,2		[151]

Таблица 35

Месячные и годовые суммы радиационного баланса (ккал/см<sup>2</sup>) по наблюдениям дрейфующих станций [11]

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год	Период наблюдений
СП-2	-2,0	-2,2	-1,8	-0,1	2,5	3,8	3,7	1,5	0,4	-1,1	-1,4	-2,1	1,2	1950—1951
СП-3	-1,7	-1,6	-1,5	0,7	2,0	7,6	5,5	1,8	-0,4	-0,7	-1,7	-1,8	8,2	1954—1955
СП-4	-2,0	-1,6	-1,3	-1,7	0,9	3,4	4,0	1,8	0,0	0,0	-1,9	-2,3	-0,7	1954—1955
СП-4	-1,4	-1,2	-1,8	-0,2	2,2	3,0	5,8	2,9	-0,4	-1,3	-1,9	-1,8	3,9	1955—1956
СП-4	-1,6	-0,9	-1,0	-0,4	1,2	1,1	1,8	0,9	-0,6	-0,8	-0,6	-0,9	-1,2	1956—1957
СП-5	-1,3	-1,6	-2,1	-0,9	2,6	2,1	2,9	1,3	-0,8	-1,2	-1,8	-1,6	-2,4	1955—1956
СП-6	-1,8	-1,2	-0,5	0,6	1,3	2,3	5,0	2,0	0,0	-0,9	-1,5	-1,4	4,5	1956—1957
СП-6	-1,4	-1,8	-1,4	-	1,0	1,5	2,8	0,8	-0,9	-1,0	-1,8	-2,2	-	1957—1958
СП-7	-1,3	-1,4	-1,4	0,0	2,0	2,7	4,3	1,9	-0,6	-0,9	-2,1	-2,2	1,0	1957—1958

(как и в умеренных широтах), т. е. с одним максимумом и одним минимумом (кроме эффективного излучения).

Для первых трех наиболее северных пунктов (рис. 6—8), находящихся примерно на одной широте ( $78^\circ$ ), заметно возрастание прихода суммарной радиации, так же как и эффективного

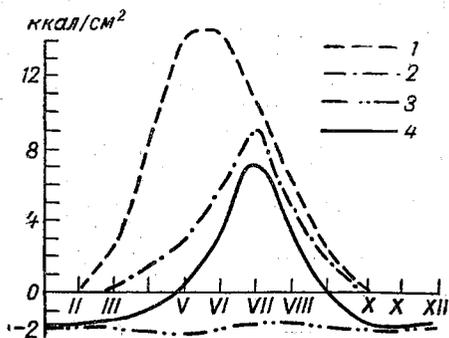


Рис. 6. Годовой ход составляющих радиационного баланса, Исфьорд-Радио ( $78^\circ 13'$  с. ш.).  $R_{\text{год}} = 4,3$  ккал/см<sup>2</sup>.  
1 — суммарная радиация, 2 — поглощенная радиация, 3 — эффективное излучение, 4 — радиационный баланс.

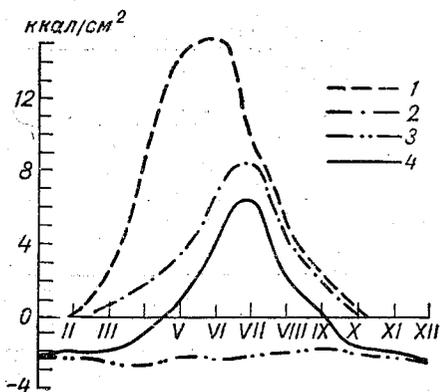


Рис. 7. Годовой ход составляющих радиационного баланса, мыс Челюскин ( $77^\circ 43'$  с. ш.).  $R_{\text{год}} = 1,0$  ккал/см<sup>2</sup>.  
Усл. обозначения см. рис. 6.

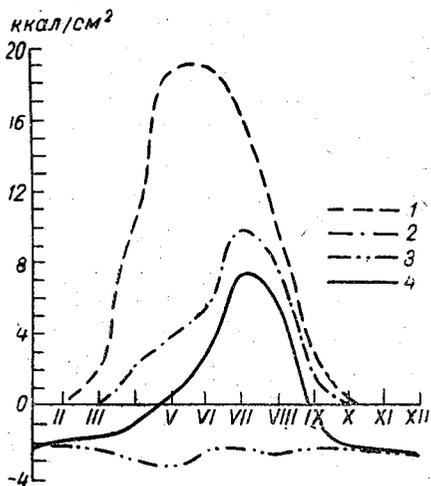


Рис. 8. Годовой ход составляющих радиационного баланса, Исаксен ( $78^\circ 47'$  с. ш.).  $R_{\text{год}} = 2,2$  ккал/см<sup>2</sup>.  
Усл. обозначения см. рис. 6.

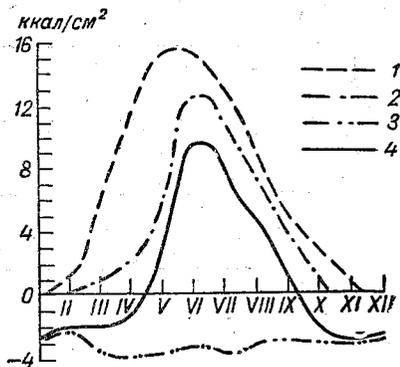


Рис. 9. Годовой ход составляющих радиационного баланса, Оленёк ( $68^\circ 30'$  с. ш.).  $R_{\text{год}} = 10,4$  ккал/см<sup>2</sup>.  
Усл. обозначения см. рис. 6.

излучения, по мере удаления от европейско-атлантического района в связи с общим уменьшением облачности с запада на восток. Абсолютные значения максимального прихода радиации в светлое время года здесь выше, чем в южной части Арктики (Оленёк, Фэрбенкс), за счет большей продолжительности дня и влияния альbedo подстилающей поверхности на повышенный приход рассеянной радиации.

Максимальные значения суммарной радиации в большей части Арктики приходятся на июнь. Для более южных пунктов (рис. 9—10) характерны большие значения эффективного излучения. Максимум поглощенной радиации в континентальной Арктике приходится, как и суммарной радиации, на июнь; для более северных пунктов четко прослеживается смещение этого максимума на июль вследствие запаздывания схода снежного покрова. В наиболее северных

районах Арктики доля поглощенной радиации в первое полугодие (до схода снежного покрова) мала и составляет, например, в мае 20—25% суммарной радиации, тогда как в континентальной части доля этой радиации 40—45%.

Годовой ход радиационного баланса в месяцы отсутствия солнечного сияния или малого прихода радиации определяется ходом эффективного излучения, а в другие месяцы — ходом поглощенной радиации. Переход через нулевые значения радиационного баланса отмечается в апреле и сентябре.

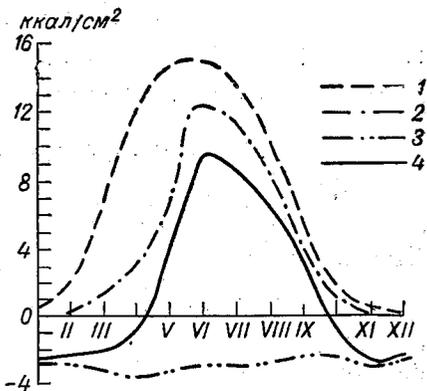


Рис. 10. Годовой ход составляющих радиационного баланса, Фэрбенкс (64°55' с. ш.).  $R_{\text{год}}=15,3$  ккал/см<sup>2</sup>.

Усл. обозначения см. рис. 6.

### ГЛАВА III

## МЕТОДИКА КЛИМАТОЛОГИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СОСТАВЛЯЮЩИХ РАДИАЦИОННОГО БАЛАНСА В ВЫСОКИХ ШИРОТАХ

Как уже говорилось, малочисленность фактических материалов наблюдений заставляет прибегать к расчетным методам определения величин радиации.

В основу методики расчета составляющих радиационного баланса в настоящей работе положена методика климатологических расчетов, принятая в Главной геофизической обсерватории [31]. Однако методика ГГО разработана в основном для

умеренных, тропических и экваториальных широт. Прежде чем приступить к расчетам радиационного баланса в высоких широтах, необходимо внести ряд уточнений применительно к арктическим районам. Общее уравнение радиационного баланса подстилающей поверхности  $R$  имеет вид

$$R = (Q + q)_n (1 - A) - E_n, \quad (1)$$

где  $(Q + q)_n (1 - A)$  — поглощенная коротковолновая радиация;  $E_n$  — эффективное длинноволновое излучение.

### 1. Расчет суммарной радиации

Суммарная радиация в действительных условиях  $(Q + q)_n$  обычно определяется по известной формуле Савинова—Онгстрема

$$(Q + q)_n = (Q + q)_0 [1 - (1 - k)n], \quad (2)$$

где  $(Q + q)_0$  — возможная суммарная радиация, или радиация безоблачного неба;  $n$  — средняя облачность;  $k$  — коэффициент, выражающий отношение действительной радиации к возможной при сплошной облачности.

Значения суммарной радиации при безоблачном небе в высоких широтах определялись рядом авторов. Так, Т. Г. Берлянд [31] дает широтное распределение величин возможной радиации до  $80^\circ$  с. ш., найденных по методу В. Н. Украинцева [149]. Значения  $(Q + q)_0$  для ряда пунктов советской Арктики (бухта Тихая, о. Уединения, о. Диксон, бухта Тикси, мыс Шмидта) определялись А. С. Каледкиной и М. С. Маршуновой по данным наблюдений в безоблачные дни. Последние величины в дальнейшем были уточнены и дополнены Б. М. Гальперин (о. Уединения, мыс Челюскин, о. Мостах, мыс Шмидта); ею же впервые были найдены значения возможной радиации для районов дрейфующих станций (СП-3, СП-4, СП-5). Поскольку повторяемость ясных дней в Арктике мала (особенно в летние и осенние месяцы), Гальперин была использована зависимость наблюдавшихся значений интенсивности радиации при безоблачном небе от высоты солнца. Полученные таким способом месячные значения радиации отличались от найденных ранее Каледкиной и Маршуновой (о. Уединения, бухта Тикси, о. Мостах, мыс Шмидта) примерно на  $\pm 10\%$ , а годовые величины — примерно на  $\pm 5\%$ . В 1959 г. Н. Н. Андреевой и Б. А. Пятенковым [11] по материалам большого числа дрейфующих станций (СП-2 — СП-7) были найдены значения  $(Q + q)_0$  для широт  $70, 80$  и  $90^\circ$  с. Величины радиации определялись ими методом численного интегрирования кривых суточного хода интенсивности суммарной радиации.

Н. Т. Черниговский и М. С. Маршунова подсчитали месяч-

ные величины возможной суммарной радиации как для полярных актинометрических станций (бухта Тихая, мыс Челюскин, о. Уединения, о. Диксон, бухта Тикси, о. Мостах, мыс Шмидта), так и для Центральной Арктики в интервале  $2^\circ$  от  $90$  до  $76^\circ$  с. ш. Так же как и Гальперин, величины радиации определялись ими по зависимости интенсивности радиации при ясном небе от высоты солнца. Полученные величины для полярных станций хорошо согласуются с упоминавшимися данными Гальперин (расхождения составляют в среднем 2—5% в сторону превышения относительно результатов Черниговского и Маршуновой). Однако для районов Центральной Арктики (для широты  $90$  и  $80^\circ$ ) значения  $(Q+q)_0$  отличаются от значений, полученных ранее Андреевой и Пятенковым. В апреле—июне величины радиации, рассчитанные Черниговским и Маршуновой, ниже на 5—15%, а с июля по сентябрь выше на 5—20%. Расхождения, очевидно, связаны с различиями в методике определения возможной радиации.

Для зарубежной Арктики величины  $(Q+q)_0$  можно определить по данным Метира. В 1955 г. Метир [246] для территории Канады, в том числе и ее арктической части, построил карты среднесуточных величин возможной радиации. Значения радиации для актинометрических станций Метир находил по методу, аналогичному методу Украинцева, для прочих станций, так же как Фритц (США) [204], — расчетным путем с учетом поглощения радиации водяным паром. Поскольку в нашем распоряжении имелись суточные суммы суммарной радиации по наблюдениям станций Бюро погоды США [196], то в дополнение к перечисленным данным нами по методу Украинцева были найдены значения  $(Q+q)_0$  для нескольких пунктов Аляски и Канады (Барроу, Фэрбенкс, Бетел, Аклавик). Расхождения в величинах радиации, рассчитанных Метиром и нами для одних и тех же пунктов (Аклавик, Фэрбенкс), составили для года примерно 1—2%, для летних месяцев 3%, что связано, очевидно, с меньшим периодом наблюдений у Метира.

Как уже указывалось в работе [36], в летние месяцы для арктических широт обнаруживаются расхождения между величинами, представленными Берлянд и найденными нами по американским данным; для широты  $71^\circ$  это расхождение составляет 11%, для широты  $68^\circ$  — 5%, а для широт  $65$  и  $60^\circ$  — лишь 1%. Согласно графику Берлянд [108, стр. 460], возможные суммы суммарной радиации систематически уменьшаются с возрастанием широты места в течение всего года, в том числе и в летние месяцы.<sup>1</sup> Между тем, как показывают материалы

<sup>1</sup> Это замечание относится к работе Т. Г. Берлянд, опубликованной в 1952 г. В более поздних ее работах получен вывод об увеличении возможной суммарной радиации в летние месяцы при возрастании широты. — Прим. ред.

Месячные суммы возможной суммарной радиации (ккал/см<sup>2</sup>)

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год	Автор
Центральная Арктика: 90° с. ш.	0,0	0,0	0,2	9,5	22,0	25,8	25,0	16,0	3,3	0,0	0,0	0,0	101,8	Н. Т. Черниговский и М. С. Маршунова
88	0,0	0,0	0,2	9,5	22,0	25,8	25,0	16,0	3,3	0,0	0,0	0,0	101,8	Они же
86	0,0	0,0	0,4	10,0	22,0	25,8	25,0	16,0	3,3	0,0	0,0	0,0	102,5	"
84	0,0	0,0	1,1	10,3	22,0	25,8	25,0	16,4	3,4	0,0	0,0	0,0	104,0	"
82	0,0	0,0	1,6	10,6	22,0	25,8	25,0	16,4	4,0	0,2	0,0	0,0	105,6	"
80	0,0	0,0	2,1	11,0	21,8	25,7	25,0	16,4	5,0	0,3	0,0	0,0	107,3	"
78	0,0	0,2	3,0	11,5	21,3	25,6	24,5	16,6	5,7	0,6	0,0	0,0	109,0	"
76	0,0	0,3	3,6	11,8	20,8	25,1	24,0	16,6	6,5	0,9	0,0	0,0	109,6	"
Бухта Тихая . . . . .	0,0	0,0	2,1	10,0	20,2	24,7	22,0	14,2	4,3	0,3	0,0	0,0	97,8	"
Мыс Челюскин . . . . .	0,0	0,2	3,0	10,7	19,7	24,0	20,8	13,9	4,7	0,5	0,0	0,0	97,5	"
о. Уединения . . . . .	0,0	0,2	3,0	10,8	20,0	23,8	21,0	14,4	5,1	0,5	0,0	0,0	98,8	"
Резольют-Бей . . . . .	0,0	0,4	3,9	12,4	20,9	22,9	21,1	14,5	6,7	1,7	0,0	0,0	104,5	Мегир
о. Диксон . . . . .	0,0	0,5	4,4	12,3	19,6	23,0	20,8	14,4	6,3	1,7	0,0	0,0	103,0	Н. Т. Черниговский и М. С. Маршунова
о. Мостах . . . . .	0,0	0,9	5,2	12,9	20,8	22,2	21,6	15,2	7,3	2,3	0,4	0,0	108,8	Они же

Стация	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год	Автор
Барроу . . . . .	0,1	1,3	6,3	13,2	20,5	22,8	21,1	14,5	7,0	2,3	0,4	0,0	109,5	М. К. Гаврилова
Мыс Шмидта . . . . .	0,1	1,0	5,5	12,2	19,0	21,5	19,5	14,4	7,5	2,4	0,5	0,0	103,6	Н. Т. Черниговский и М. С. Маршунова
Абиско . . . . .	0,0	1,2	6,2	12,2	18,8	20,5	17,1	12,7	7,1	2,9	0,0	0,0	98,7	Т. Г. Берлянд
Аквавик . . . . .	0,2	1,8	6,7	14,1	20,2	21,6	20,7	14,5	7,8	3,3	0,8	0,0	111,7	М. К. Гаврилова
Соданкюля . . . . .	0,2	1,8	7,0	14,4	19,4	19,3	19,3	15,4	9,2	4,0	1,0	0,2	111,2	Т. Г. Берлянд
Фэрбенкс . . . . .	0,7	2,7	8,0	13,7	19,3	20,9	19,7	15,0	8,9	4,3	1,3	0,3	114,8	М. К. Гаврилова
Якутск . . . . .	1,4	3,7	8,5	15,3	21,0	22,3	21,4	16,5	10,4	5,6	2,2	0,8	129,1	Т. Г. Берлянд
Бетел . . . . .	1,7	4,5	9,8	15,5	20,2	21,4	20,2	16,1	10,7	6,1	2,6	1,0	129,8	М. К. Гаврилова
Павловск . . . . .	1,6	4,0	8,9	14,0	19,5	21,0	20,1	15,3	9,8	5,6	2,5	1,0	123,3	Т. Г. Берлянд
Черчилль . . . . .	2,3	4,6	10,3	15,8	20,9	21,8	21,1	16,3	10,3	5,1	2,3	1,4	132,2	Метир
Свердловск . . . . .	2,7	5,3	10,9	15,7	20,3	21,8	20,9	17,0	11,7	6,8	3,4	2,0	138,5	Т. Г. Берлянд
Гдьяня . . . . .	3,0	5,3	11,3	16,2	18,5	19,2	18,1	15,9	11,5	7,6	3,9	2,7	133,2	"
Эдмонтон . . . . .	3,4	6,0	11,7	16,0	20,5	21,3	20,5	17,1	12,2	7,7	3,9	2,6	142,9	Метир
Саратов . . . . .	4,5	7,0	11,9	16,0	20,4	21,2	20,8	17,3	12,4	8,5	4,9	3,5	148,4	Т. Г. Берлянд
Виннипег . . . . .	4,5	7,2	12,8	16,8	20,2	21,4	20,8	17,7	13,0	8,8	4,7	4,0	151,9	Метир
Карлсруэ . . . . .	3,9	6,5	11,9	17,2	21,2	22,0	21,2	17,5	13,3	9,4	5,2	3,0	152,3	Т. Г. Берлянд

наблюдений американских станций и советских дрейфующих станций, величины  $(Q+q)_0$  с мая по август в Арктике выше, чем в умеренных широтах. График возможной суммарной радиации Берлянд построен в 1950 г., причем для высоких широт по данным довольно ограниченного в то время числа пунктов. В числе этих пунктов была бухта Тихая, материалы наблю-

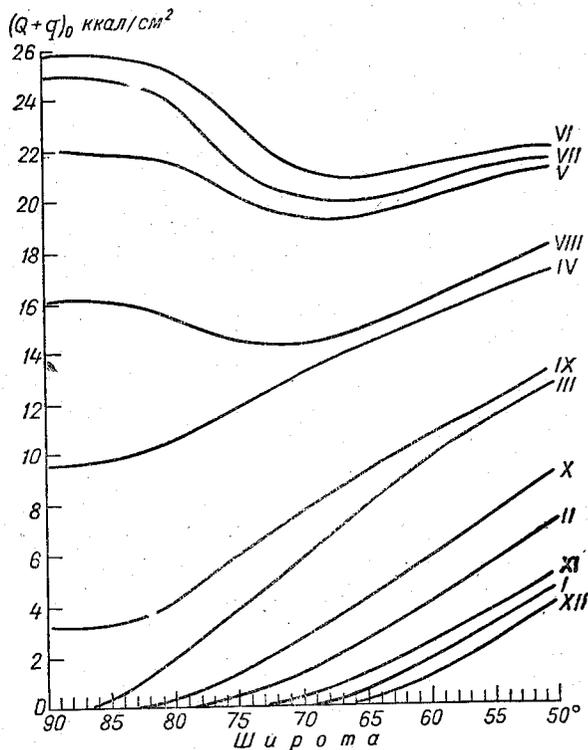


Рис. 11. Широтные изменения месячных величин возможной суммарной радиации.

дений которой, как уже говорилось, в настоящее время признаны нерепрезентативными (суммарная радиация сильно занижена).

Располагая большим числом данных (табл. 36), используя наблюдения в Центральной Арктике и американских станций, мы имели возможность построить график широтного хода возможной суммарной радиации для всех месяцев года в пределах от 50 до 90° с. ш. Согласно последним исследованиям Берлянд, все величины, полученные ранее по методу Украинцева или по методу, близкому к нему (Т. Г. Берлянд — материалы ГГО, М. К. Гаврилова [36], Метир [246]), при составлении табл. 36 были уменьшены на 5%, так как этот метод обычно дает несколько большие величины, скорее относящиеся к условиям

хорошей прозрачности атмосферы, чем к условиям средней прозрачности.

Как видно на рис. 11, значения возможной суммарной радиации уменьшаются с возрастанием широты в период с сентября по апрель, с мая по август они уменьшаются лишь до 67° с. ш., а далее возрастают. Такое возрастание возможной суммарной радиации в арктических широтах по сравнению с умеренными широтами обусловлено большей прозрачностью атмосферы в Арктике и главным образом непрерывным поступлением радиации в период полярного дня при большой отражающей и рассеивающей способности подстилающей поверхности в Центральном полярном бассейне.

Следует заметить, что график широтного хода возможной радиации на рис. 11 для самых высоких широт в мае—сентябре несколько отличается от графика широтного хода возможной суммарной радиации, построенного нами в 1957 г. и опубликованного в работе [37]. Обобщение материала наблюдений дрейфующих станций позволяет в настоящее время уточнить полученные ранее данные. При общем сохранении особенностей широтного хода кривые в пределах широт 83—90° оказываются более выровненными, что, очевидно, объясняется большим единообразием условий в Центральной Арктике как по продолжительности солнечного сияния в период полярного дня и прозрачности атмосферы, так и по характеру подстилающей поверхности. Расхождения в абсолютных величинах по старому и новому графикам следующие:

Месяц	График	Широта (град.)				
		90	85	80	75	70
Май	Старый . . . . .	23,6	23,2	21,8	20,2	
	Новый . . . . .	22,0	22,0	21,6	20,2	
Июнь	Старый . . . . .	25,6	25,4	24,4	23,0	21,5
	Новый . . . . .	25,8	25,8	25,3	23,3	21,5
Июль	Старый . . . . .	24,5	24,4	23,2	21,4	
	Новый . . . . .	25,0	24,9	24,0	21,4	
Август	Старый . . . . .	16,5	16,4	15,5		
	Новый . . . . .	16,2	16,2	15,5		
Сентябрь	Старый . . . . .	1,8	2,6	4,2		
	Новый . . . . .	3,2	3,4	4,2		

Как видим, в приполюсном районе новые данные, полученные для мая и августа, меньше старых величин, а для июня, июля, сентября больше. Для более южных широт и других месяцев значения радиации, определенные как по старому, так и по новому графику, одинаковы. Уточнение графика широтного

хода возможной радиации в высоких широтах не отразилось на расчетах и картах как суммарной радиации, опубликованных в этой же работе (см. также гл. IV), так и других составляющих радиационного баланса [38], поскольку расчеты в основном производились для пунктов южнее  $80^\circ$  с. ш., а для района Центрального полярного бассейна были использованы фактические данные.

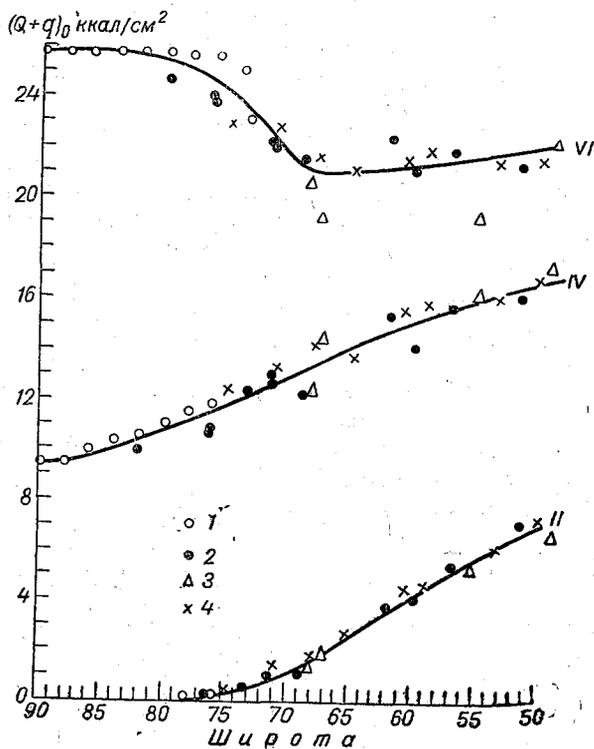


Рис. 12. Распределение месячных величин возможной суммарной радиации по станциям.

1 — Центральный полярный бассейн, 2 — советские станции, 3 — европейские станции, 4 — американские станции.

Кривые на рис. 11 дают представление об осредненных широтных значениях суммарной радиации. Однако возможная суммарная радиация изменяется и в долготном направлении. О разбросе величин радиации для одной и той же широты можно судить по рис. 12. На рисунке, например, можно заметить, что точки, соответствующие значениям возможной радиации для района Центрального полярного бассейна (восточный сектор) и американских станций, ложатся несколько выше то-

чек, соответствующих данным советских полярных и особенно европейских станций. Абсолютные отклонения значений радиации от осредненной кривой составляют примерно  $\pm 0,5$  ккал/см<sup>2</sup> месяц, а наибольшие отклонения могут достигать  $\pm 1$  ккал/см<sup>2</sup> месяц. Однако в настоящее время материала о возможной радиации для высоких широт еще недостаточно, чтобы сделать окончательные выводы. Различия в значениях радиации для разных станций могут быть вызваны не только естественными причинами (пониженной прозрачностью атмосферы над сушей в европейских районах, повышенной рассеянной, а следовательно, и суммарной радиацией над льдами Центрального полярного бассейна и т. д.), но и инструментальными (влиянием паразитной радиации при измерении сферическим пиранометром Эпплея на американских станциях, которое особенно может сказаться при малых высотах солнца в арктических широтах), а также разницей в периоде наблюдений и методическими различиями в определении величин радиации разными авторами. По мере накопления материала этот вопрос в дальнейшем может быть уточнен.

Абсолютные значения возможной суммарной радиации для каждой широты, принятые в настоящей работе для расчета суммарной радиации на основании графика рис. 11, приведены в приложении 2.

Коэффициент  $k$ , необходимый для расчета суммарной радиации по формуле Савинова—Онгстрема, был определен непосредственно из формулы (2) по значениям возможной суммарной радиации и облачности для тех пунктов, для которых имелись средние многолетние величины фактической радиации  $(Q+q)_n$  (о. Уединения, о. Диксон, мыс. Челюскин, о. Мостах, мыс Шмидта, Барроу, Фэрбенкс, Бетел, Резольют-Бей, Павловск, Свердловск, Якутск). Данные по средней облачности использовались за те же годы, что и величины фактической радиации.

Как известно, коэффициент  $k$  зависит от высоты солнца, формы и свойств облаков, а также от отражательной способности подстилающей поверхности. Чем больше высота солнца, чем больше альbedo поверхности и чем меньше плотность облаков, тем больше коэффициент  $k$ . Обычно  $k$  увеличивается с возрастанием широты места, достигая наибольших значений в арктических широтах, поскольку облачность в Арктике, отличающаяся малой водностью и меньшей мощностью, обладает большей рассеивающей способностью, что увеличивает приток суммарной радиации за счет рассеянной. Кроме того, как уже неоднократно говорилось, подстилающая поверхность в Арктике характеризуется высокой отражательной способностью, что также увеличивает долю рассеянной радиации в общем приходе солнечного тепла в результате многократного отраже-

ния радиации между подстилающей поверхностью и облаками:

Найденные вышеуказанным способом величины коэффициента  $k$  были проинтерполированы и осреднены для широт в интервале  $5^\circ$  (от  $60$  до  $80^\circ$  с. ш.). Как оказалось, годовые

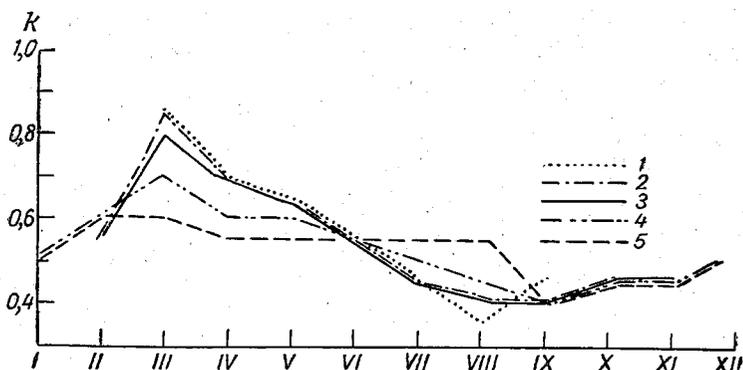


Рис. 13. Широтные изменения месячных значений коэффициента  $k$  (западносибирский сектор).

Широта: 1 —  $80^\circ$ , 2 —  $75^\circ$ , 3 —  $70^\circ$ , 4 —  $65^\circ$ , 5 —  $60^\circ$ .

значения коэффициента  $k$  изменяются примерно от 0,50 на широте  $60^\circ$  до 0,60 на широте  $75-80^\circ$ . Широтное изменение месячных значений коэффициента  $k$  (рис. 13) при переходе от

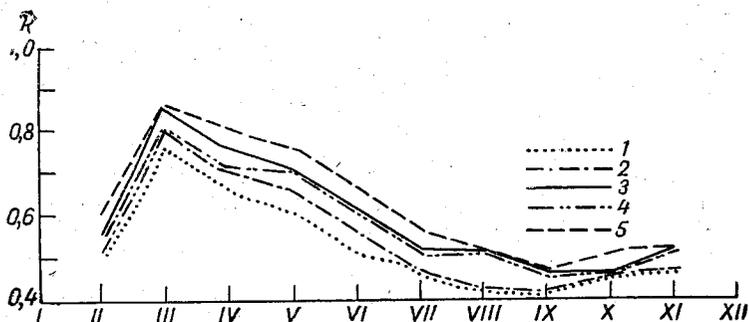


Рис. 14. Долготные изменения месячных значений коэффициента  $k$  на широте  $70^\circ$ .

Сектор: 1 — европейский, 2 — западносибирский, 3 — восточносибирский, 4 — чукотский, 5 — американский.

умеренных широт к арктическим ( $60-70^\circ$ ) выражено лучше, чем в пределах собственно Арктики ( $70-80^\circ$ ), что связано с большим однообразием условий в арктических районах.

Помимо широтного хода, обнаруживается долготное изменение величин коэффициента  $k$  (рис. 14). Значения  $k$  увеличи-

ваются к востоку от Атлантики по мере возрастания континентальности района, причем долготное изменение коэффициента  $k$  выражено более четко, чем широтное изменение этого коэффициента в высоких широтах. Поэтому при расчете суммарной радиации в действительных условиях целесообразнее определять широтные значения  $k$  для различных районов: Северной Атлантики и Европы, Западной Сибири, Восточной Сибири, чукотского, американско-канадского района и Гренландии (табл. 37), хотя при малом числе опорных пунктов найденные значения коэффициентов  $k$  весьма приближенны. Наибольшие расхождения абсолютных величин суммарной радиации, найденных по значениям коэффициента  $k$ , характерным для данного района, и среднеширотным его значениям, достигают 1—2 ккал/см<sup>2</sup> в летние месяцы, что соответствует ошибке в 7—20%. В другие месяцы абсолютные различия получаемых величин меньше.

Как видно на рис. 13 и 14, коэффициент  $k$  имеет хорошо выраженный годовой ход. Максимальные значения  $k$  в Арктике (0,70—0,85) приходятся на конец зимы (март), когда отражательная способность подстилающей поверхности еще достаточно велика, а облака относительно тонки, ибо именно в этот период отмечается наибольшая повторяемость облаков высоких форм в связи с наибольшим развитием антициклонов и ослаблением циклонической деятельности. В дальнейшем с увеличением повторяемости облаков нижнего яруса  $k$  уменьшается, а в конце мая—июне (со сходом снежного покрова) значительно падает, достигая минимальных значений (0,40—0,45) в августе—сентябре, когда облачность наиболее мощная, а альбедо поверхности минимальное. Затем с установлением снежного покрова коэффициент  $k$  начинает возрастать, но вследствие малых высот солнца не достигает больших значений.

Как видим, коэффициент  $k$  в арктических широтах в течение года изменяется в два раза. Таким образом, при расчете месячных значений суммарной радиации в Арктике необходимо учитывать месячные значения  $k$ . Использование же среднегодовых значений  $k$  при расчете месячных величин суммарной радиации (как это делается при подобных расчетах для умеренных широт [100], где ход этого коэффициента не столь значителен) в условиях Арктики приводит к ошибкам, достигающим 20—30%. Например, разница в значении коэффициента 0,05 при расчете  $(Q+q)_n$  дает различия примерно в 10—15%.

При определении суммарной радиации в действительных условиях для зарубежных и советских полярных станций использовались непосредственные данные о средней облачности. Для пунктов СССР южнее 70° с. ш. (станции ГУГМС) средняя облачность определена по повторяемости общей облачности в различных градах, поскольку величины средней облачности

Значения коэффициента  $k$ , принятые для расчета суммарной радиации

Широта	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Атлантико-европейский сектор													
80°		0,55	0,80	0,65	0,60	0,55	0,40	0,35	0,40	0,50			0,45
75		0,50	0,75	0,65	0,60	0,50	0,40	0,35	0,40	0,45			0,45
70		0,45	0,60	0,55	0,55	0,50	0,45	0,45	0,40	0,45	0,45		0,50
65	0,45	0,40	0,40	0,40	0,45	0,50	0,50	0,50	0,45	0,40	0,45	0,45	0,50
60	0,40												0,45—0,50
Западносибирский сектор													
80		0,55	0,85	0,70	0,65	0,55	0,45	0,35	0,45	0,50			0,50
75		0,50	0,80	0,70	0,65	0,55	0,45	0,40	0,40	0,45			0,50
70		0,60	0,70	0,60	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,45	0,45		0,55
65	0,50	0,60	0,60	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,40	0,45	0,45	0,50	0,55
60	0,50												0,55
Восточносибирский сектор													
75		0,55	0,85	0,75	0,75	0,60	0,50	0,50	0,45	0,45			0,55
70		0,55	0,85	0,75	0,70	0,60	0,50	0,50	0,45	0,45	0,50		0,55
65	0,50	0,60	0,80	0,70	0,65	0,60	0,50	0,50	0,40	0,50	0,50	0,50	0,55
60	0,50	0,65	0,75	0,65	0,60	0,60	0,55	0,50	0,40	0,50	0,50	0,50	0,55

Широта	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
--------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	-----

Чукотский сектор

70		0,55	0,86	0,70	0,70	0,60	0,50	0,50	0,45	0,45	0,50		
65	0,50	0,55	0,75	0,70	0,65	0,60	0,50	0,50	0,40	0,50	0,50	0,50	0,55
60	0,50	0,60	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,40	0,45	0,50	0,50	0,50	0,55

Американский сектор

80		0,55	0,90	0,85	0,80	0,75	0,65	0,55	0,55	0,50			0,60
75		0,60	0,90	0,85	0,75	0,70	0,65	0,55	0,55	0,50	0,50	0,50	0,60
70		0,60	0,85	0,80	0,75	0,65	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,60
65	0,55	0,60	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,55
60	0,55	0,60	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,40	0,45	0,50	0,50	0,50	0,50—0,55

Гренландия

80		0,55	0,90	0,85	0,75	0,75	0,65	0,55	0,55	0,50			0,60
75		0,55	0,85	0,75	0,70	0,60	0,55	0,45	0,50	0,50	0,50	0,50	0,60
70		0,55	0,80	0,70	0,70	0,60	0,50	0,45	0,45	0,45	0,50	0,50	0,60
65	0,50	0,55	0,70	0,60	0,60	0,55	0,50	0,45	0,45	0,45	0,50	0,50	0,55
60	0,50	0,50	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,45	0,40	0,45	0,45	0,50

Средняя облачность по непосредственным наблюдениям и средняя облачность, рассчитанная по повторяемости общей облачности в различных градациях

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Амдерма (1934—1950 гг.)													
Наблюденная облачность . . . . .	6,8	6,7	6,5	7,6	8,5	8,3	7,7	8,1	8,5	8,7	8,6	7,4	7,8
Рассчитанная облачность . . . . .	6,5	6,4	6,3	7,2	7,9	7,6	7,2	7,5	7,8	8,0	7,9	7,0	7,3
Различие в абсолютных величинах . . . . .	0,3	0,3	0,2	0,4	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,4	0,5
Различие в процентах . . . . .	4	4	3	5	7	8	6	7	8	8	8	5	6
Волочанка (1934—1946, 1949—1950 гг.)													
Наблюденная облачность . . . . .	6,2	6,3	5,3	6,2	7,5	7,6	7,6	8,2	7,9	7,8	6,0	6,4	6,9
Рассчитанная облачность . . . . .	5,9	6,0	5,2	6,0	7,0	7,1	7,1	7,6	7,4	7,3	5,7	6,1	6,5
Различие в абсолютных величинах . . . . .	0,3	0,3	0,1	0,2	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,3	0,3	0,4
Различие в процентах . . . . .	5	5	2	3	7	7	7	7	6	6	5	5	6
Кресты Кодымские (1940—1950 гг.)													
Наблюденная облачность . . . . .	5,8	5,8	5,0	4,8	5,9	6,9	7,2	7,7	7,3	8,0	6,4	5,6	6,4
Рассчитанная облачность . . . . .	5,6	5,6	5,0	4,8	5,8	6,6	6,9	7,2	6,9	7,4	6,1	5,5	6,1
Различие в абсолютных величинах . . . . .	0,2	0,2	0,0	0,0	0,1	0,3	0,3	0,5	0,4	0,6	0,3	0,1	0,3
Различие в процентах . . . . .	3	3	0	0	2	4	4	6	5	7	5	2	5

для этих станций не опубликованы. Полученные таким способом значения облачности могут не совпадать с наблюдаемыми (за один и тот же период), так как для каждой градации облачность подсчитывается по среднему ее баллу, тогда как в действительности наибольшая повторяемость облачности в данной градации может приходиться как на наибольшие, так и на наименьшие ее значения. Для севера Евразийского континента облачность, найденная по повторяемости общей облачности в различных градациях, оказалась примерно на 0,5 балла меньше наблюдаемой (табл. 38) или составляет в среднем 5—7% расхождения. Однако рассчитанная суммарная радиация при различии облачности в 0,5 балла отличается приблизительно на 5%, что соответствует примерно 0,3—0,5 ккал/см<sup>2</sup>.

## 2. Расчет поглощенной радиации

Величины поглощенной радиации  $(Q+q)_n(1-A)$  получены по расчетным значениям суммарной радиации и средним месячным альбедо (табл. 39).

Таблица 39

Среднее альбедо, принятое для расчета поглощенной радиации

Вид поверхности	Альбедо (%)	Примечание
Устойчивый снежный покров для широт более 70° . . . . .	85	
Устойчивый снежный покров для широт 65—70° . . . . .	80	Для Скандинавии и Кольского полуострова альбедо 75%
Устойчивый снежный покров для широт 60—65° . . . . .	75	Для Европейской территории СССР и прибрежных районов альбедо 70%
Неустойчивый снежный покров . . . . .	45	Могут сохраняться следы снега между камнями, в отдельные дни возможны снегопады
Тундра после схода снежного покрова до начала вегетации . . . . .	25	
Тундра в вегетационный период . . . . .	20	
Тундра после вегетации до появления снежного покрова . . . . .	15	

Для пунктов вне зоны тундры для периода вегетации величины альбедо брались по обычно принятым их значениям для соответствующего вида поверхности [31]. Альбедо для переходных месяцев схода и установления снежного покрова подсчитывалось с учетом числа дней с тем или иным характером подстилающей поверхности.

Альbedo для Центрального полярного бассейна осреднено по наблюдениям дрейфующих станций (см. табл. 29) с учетом стационарных и походных измерений (табл. 40).

Таблица 40

Средние месячные значения альbedo (%) для Центрального полярного бассейна

III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
85	78	80	80	60	70	80	85

Как известно, ледяной покров в Центральном полярном бассейне несплошной: он состоит из отдельных ледяных полей различной протяженности, разбитых трещинами и разводьями. Однако в период с сентября по май участки открытой воды в процентном соотношении имеют небольшую площадь, поэтому при общем расчете поглощенной радиации в эти месяцы сплоченность льда можно приблизительно принять равной 10. Для июля и августа средняя сплоченность льда была принята равной 9.

Для окраинных арктических морей, помимо средней границы распространения льда, учитывалась средняя сплоченность его для каждого месяца. По соотношению участков воды и льда определялось среднее суммарное альbedo.

Альbedo открытой водной поверхности принималось согласно общепринятым данным [31].

### 3. Расчет эффективного излучения

Эффективное излучение в действительных условиях рассчитывалось по формуле

$$E_n = E_0(1 - cn^2), \quad (3)$$

где  $E_0$  — эффективное излучение при безоблачном небе;  $n$  — средняя облачность;  $c$  — коэффициент, характеризующий влияние облаков на эффективное излучение.

Характер зависимости эффективного излучения от облачности в Арктике исследовался ранее Д. А. Дрогайцевым. Для бухты Тихой и о. Диксон (окраины арктических морей) им была получена криволинейная связь, а для о. Уединения (центральная часть Карского моря) — линейная связь. Это навело Дрогайцева на мысль, что радиационные свойства облаков неодинаковы по акватории моря. Однако построенные нами графики зависимости эффективного излучения от облачности (рис. 15—18) криволинейны для всей Арктики, в том числе и для о. Уединения (рис. 16). Это подтверждает необходимость расчета излучения по формуле (3), а не по линейной формуле типа  $E_n = E_0(1 - cn)$ . Характер связи, полученной Дрогайцевым для о. Уединения, очевидно, связан с малым числом данных.

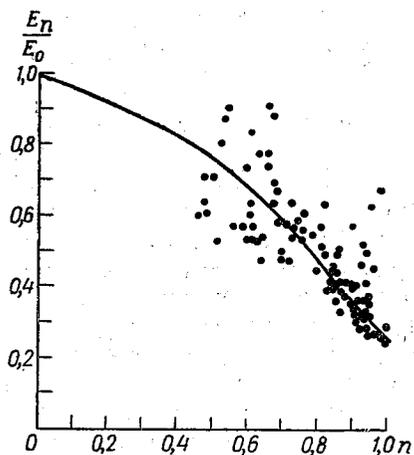


Рис. 15. Зависимость эффективного излучения  $\frac{E_n}{E_0}$  от общей облачности  $n$ , бухта Тихая.

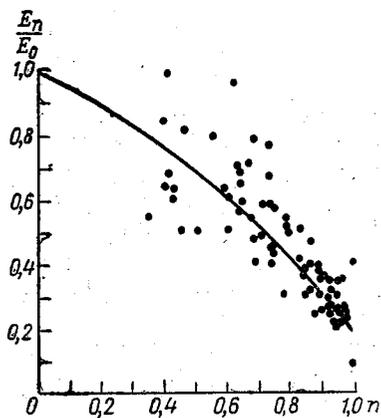


Рис. 16. Зависимость эффективного излучения  $\frac{E_n}{E_0}$  от общей облачности  $n$ , о. Уединения.

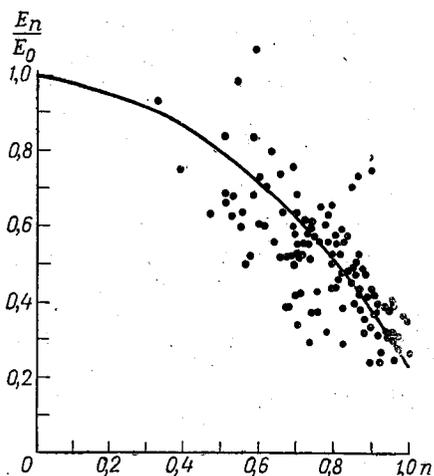


Рис. 17. Зависимость эффективного излучения  $\frac{E_n}{E_0}$  от общей облачности  $n$ , о. Диксон.

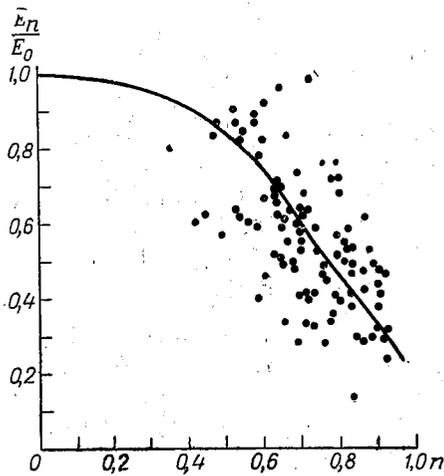


Рис. 18. Зависимость эффективного излучения  $\frac{E_n}{E_0}$  от общей облачности  $n$ , мыс Шмидта.

Строго говоря, более точным методом определения излучения является расчет эффективного излучения с учетом облачности различных ярусов, как это делал Н. Г. Евфимов [65]. Однако при массовых климатологических расчетах в условиях Арктики этот метод пока неприменим, поскольку еще не имеется надежных данных об облачности различных ярусов.

В настоящее время существует много методов определения величин эффективного излучения при безоблачном небе: теоретические методы (К. Я. Кондратьев [101], М. Е. Берлянд [23]), графические (Мюгге-Меллер, Эльзассер, А. А. Дмитриев, Ф. Н. Шехтер [28, 165], Е. Д. Ковалева [97, 98]), эмпирические (формула Онгстрема, Брента и др.). Достоинства и недостатки каждого метода были тщательно проанализированы в 1951 г. Т. В. Кирилловой [95]. Но большинство методов (формула Онгстрема и Брента и их видоизменения, графики Ковалевой и пр.) применимо при «нормальном» распределении температуры и влажности с высотой. В Арктике же, где инверсии отмечаются, как уже говорилось в главе II, не только зимой, но и в течение всего года, вертикальные градиенты температуры и влажности существенно отличаются от обычных, особенно в нижнем двухкилометровом слое, оказывающем наибольшее воздействие на эффективное излучение. Наиболее обоснованными в таких случаях являются расчеты по радиационной диаграмме Ф. Н. Шехтер, учитывающей послойное распределение температуры и влажности с высотой.

Для проверки применимости того или иного метода в условиях Арктики были рассчитаны средние месячные интенсивности эффективного излучения при безоблачном небе для ряда пунктов советской и зарубежной Арктики (более 20 пунктов) по методу Е. Д. Ковалевой, формуле М. Е. Берлянда и диаграмме Ф. Н. Шехтер (по средним месячным аэрологическим данным [218, 262 и др.]).

Как выяснилось, значения возможного эффективного излучения, найденные по графику Ковалевой, систематически завышены примерно на 20—30%, а величины, вычисленные по формуле Берлянда, на 10—20% выше значений эффективного излучения, полученных по диаграмме Шехтер. Причем, как это можно заметить из табл. 42, разности величин, рассчитанных по формуле Берлянда и диаграмме Шехтер, увеличиваются по мере возрастания континентальности района и особенно велики для зимних месяцев (до 30—40%), когда отмечается наибольшая повторяемость инверсий, влияющая и на среднемесячное распределение температуры и влажности с высотой. Однако расчеты по диаграмме Шехтер трудоемки и неудобны при массовых климатологических расчетах, тем более что средние многолетние аэрологические данные ограничены, особенно для территории зарубежной Арктики. Поэтому при расчетах эффек-

тивного излучения для полярных станций можно воспользоваться формулой Берлянда

$$E_0 = \delta \sigma T^4 (0,39 - 0,058 \sqrt{e}), \quad (4)$$

где  $T$  — температура воздуха;  $e$  — абсолютная влажность в мм;  $\delta$  — коэффициент излучения;  $\sigma$  — постоянная Стефана—Больцмана. Затем полученные величины следует уменьшить для районов с маловыраженными инверсиями (европейский сектор) на 10%, а для районов с большой повторяемостью инверсий (восточносибирский, аляскинский, канадский) на 20%. Разница в расчетах интенсивности эффективного излучения в 20% (что составляет примерно 0,02 ккал/см<sup>2</sup>мин.) в месячной сумме приводит к разности в 1 ккал/см<sup>2</sup>, что при малых абсолютных значениях эффективного излучения соответствует расхождению до 50%.

Излучательная способность  $\delta$  устойчивого снежного покрова, согласно исследованиям ААНИИ, принималась при расчетах равной 1,00, а свободной от снега подстилающей поверхности 0,90. Излучательная способность водной поверхности принималась равной 0,95.

Однако при рассмотренных выше расчетах эффективного излучения учитывается температура и влажность воздуха. К сожалению, в настоящее время нет надежных данных о температуре подстилающей поверхности суши не только арктических районов, но и умеренных широт. Косвенный же учет разности температур подстилающей поверхности и воздуха по методу М. И. Будыко через составляющие теплового баланса [30, 31] в условиях Арктики в настоящее время невозможен. Поэтому пришлось ограничиться довольно грубым учетом влияния этого фактора, а именно были сопоставлены расчетные значения эффективного излучения при безоблачном небе и величины  $E_0$ , найденные для этих же условий из непосредственных наблюдений, и определены поправки. Как оказалось, поправки территориально и по месяцам распределялись довольно закономерно. В холодное время года они отрицательные (около -0,02, -0,01 ккал/см<sup>2</sup>мин.), поскольку температура подстилающей поверхности ниже температуры воздуха, а в теплое время года положительные (от 0,01 до 0,02 ккал/см<sup>2</sup>мин.). В переходные месяцы (март—апрель и октябрь—ноябрь для южных районов и май—июнь для северных) поправки равны нулю. Следует указать, что приводимые поправки представляют собой не «чистую» поправку на разность температур подстилающей поверхности и воздуха, а некоторую суммарную поправку, включающую и методические различия величин, получаемых по расчетам и наблюдениям.

По полученным значениям эффективного излучения при безоблачном небе  $E_0$  и средней облачности  $n$  были найдены

Средняя интенсивность эффективного излучения (кал/см<sup>2</sup> мин.) при безоблачном небе, рассчитанная по диаграмме Ф. Н. Шехтер ( $\delta=1,00$ )

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Баренцбург	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Бухта Тихая	0,10	0,11	0,11	0,11	0,12	0,11	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10
Мыс Желания	0,10	0,10	0,10	0,11	0,12	0,11	0,10	0,11	0,12	0,11	0,12	0,11
Мурманск	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,12	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12
Архангельск	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11
Сортавала	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,12
Сыктывкар	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,09
Амдерма	0,10	0,10	0,10	0,11	0,12	0,11	0,09	0,10	0,11	0,12	0,11	0,11
о. Диксон	0,09	0,10	0,09	0,11	0,12	0,11	0,10	0,11	0,12	0,12	0,11	0,10
Мыс Челюскин	0,09	0,07	0,08	0,10	0,11	0,11	0,10	0,11	0,12	0,11	0,12	0,10
Бухта Тикси	—	—	0,08	0,10	0,11	0,11	0,10	0,11	0,12	0,12	0,11	0,11
о. Котельный	0,09	0,09	0,09	0,10	0,11	0,11	0,10	0,12	0,13	0,11	0,11	0,10
о. Четырехстоловой	—	—	0,10	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,11	0,12	0,10	0,10
Кресты Колымские	0,09	0,09	—	0,09	0,12	0,13	0,11	0,11	0,12	0,11	0,09	—
Мыс Шмидта	0,10	0,11	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,12	0,10	0,09
Уэлен	0,10	0,11	0,11	0,12	0,11	0,10	0,10	0,10	0,11	0,12	0,11	0,12
Бухта Провидения	0,10	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12
Барроу	0,09	0,09	0,09	0,10	0,11	0,10	0,10	0,12	0,12	0,12	0,12	0,10
Фэрбенкс	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,12	0,11	0,11	0,12	0,12	0,11	—
Ривер-Клайд	—	—	—	0,12	0,12	0,12	0,12	—	—	—	—	—

Интенсивность эффективного излучения (кал/см<sup>2</sup> мин.) при безоблачном небе, рассчитанная по формуле  
 М. Е. Берлянда (1) и диаграмме Ф. Н. Шехтер (2) ( $\delta=1,00$ )

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Баренцбург	1	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
	2	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Мурманск	1	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
	2	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12
Мыс Челюскин	1	0,12	0,11	0,12	0,12	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
	2	0,09	0,07	0,08	0,10	0,11	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,10
Мыс Шмидта	1	0,11	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,11
	2	0,09	0,09	0,08	0,09	0,10	0,11	0,10	0,10	0,12	0,10	0,09
Барроу	1	0,11	0,11	0,11	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
	2	0,09	0,09	0,09	0,10	0,11	0,10	0,12	0,12	0,12	0,12	0,10

величины эффективного излучения в действительных условиях  $E_n$  по формуле (3).

Коэффициент  $c$  был определен из формулы (3) по материалам шести арктических станций (бухта Тихая, о. Уединения, о. Диксон, мыс Челюскин, бухта Тикси, мыс Шмидта), для которых имелись наблюденные значения  $E_0$  и  $E_n$ , при этом средняя облачность определялась для тех же лет, что и эффективное излучение  $E_n$ .

Для периода декабрь—март приближенно можно принять следующие значения коэффициента  $c$  для общей облачности:

Широта	$c$
65° . . . . .	0,80
70 . . . . .	0,85
75—80 (европейский сектор с малой повторяемостью инверсий) . . . . .	0,90
75—80 (районы с большой повторяемостью инверсий) . . . . .	0,95

Увеличение коэффициента  $c$  в Арктике связано с уменьшением высоты облаков в высоких широтах и усилением инверсий, т. е. повышением температуры на уровне нижней границы облака, что повышает противоизлучение облаков и уменьшает общее эффективное излучение подстилающей поверхности.

Коэффициент  $c$  в теплый период (май—октябрь) мало изменяется с широтой, и для всех широт (от 60 до 80° с. ш.) его можно принять равным 0,80. Это, очевидно, связано с уменьшением контраста свойств облаков арктических и умеренных широт в теплый период года.

При расчете эффективного излучения с открытой водной поверхности вносились поправки для непосредственного учета разности температур поверхности воды  $\theta_w$  и воздуха  $\theta$  [31]. Тогда

$$E_n = E_0(1 - cn^2) + 0,33(\theta_w - \theta). \quad (5)$$

В этой формуле  $\theta_w - \theta$  определялось по материалам ААНИИ, а для Баренцева моря и Северной Атлантики бралось из работ [122 и др.].

Для величин  $E_n$ , рассчитанных для суши, поправка на разность температур подстилающей поверхности и воздуха была введена по приближенной оценке, указанной выше, в значения  $E_0$ .

Эффективное излучение для Центрального полярного бассейна в полярную ночь оценивалось по наблюденным величинам радиационного баланса, поскольку в этот период года радиа-

ционный баланс подстилающей поверхности целиком определяется эффективным излучением. Для светлой части года  $E_n$  найдено расчетным путем.

На основании полученных значений поглощенной радиации и эффективного излучения определялись величины радиационного баланса  $R$ .

Таким образом, составляющие радиационного баланса в настоящей работе определены следующим путем.

1. Суммарная радиация рассчитывалась по формуле Савинова — Онгстрема (2). Значения возможной радиации снимались с графика рис. 11 или определялись по приложению 2. По табл. 37 для каждого района найдены месячные значения коэффициента  $k$ . Данные о средней облачности  $n$  для советских полярных станций получены по непосредственным наблюдениям, для станций ГУГМС пересчитаны по повторяемости общей облачности в различных градациях. Средняя облачность для Аляски подсчитана по данным, опубликованным в американских периодических изданиях [196, 253], для Канады, Гренландии, Северной Атлантики и Скандинавии — по различным источникам (см. введение).

2. Поглощенная радиация определялась по найденным значениям суммарной радиации и альбедо. Величины альбедо оценивались согласно табл. 39 и 40. Для переходных месяцев учитывалось количество дней с тем или иным характером подстилающей поверхности (устойчивый снежный покров, неустойчивый снежный покров, обнаженная поверхность, начало и конец вегетации и т. д.). Для окраинных арктических морей и Центрального полярного бассейна учитывалась средняя сплоченность льда, по которой определялось суммарное альбедо.

3. Эффективное излучение рассчитано по формуле (3). Ввиду малой пространственной изменчивости величина возможного эффективного излучения экстраполировалась по данным табл. 41. Для районов, для которых данных табл. 41 недостаточно (Канада, Гренландия),  $E_0$  рассчитывалось по формуле Берлянда и уменьшалось на 10% для атлантико-европейского сектора и 20% для районов с сильно выраженными инверсиями. Коэффициент  $c$ , характеризующий влияние общей облачности на эффективное излучение, принимался согласно изложенному выше.

При расчете излучения с открытой водной поверхности непосредственно учитывалась температура воды, а для суши поправка на разность температур подстилающей поверхности и воздуха оценивалась приближенно, косвенным путем. Для участков различной сплоченности льда находилось суммарное излучение, рассчитанное для открытой воды и льда. Значения эффективного излучения для ледяной поверхности находились путем экстраполяции расчетных данных для окраинных и островных полярных станций и показаний дрейфующих станций.

4. Радиационный баланс получен как разность поглощенной коротковолновой радиации и эффективного длинноволнового излучения согласно формуле (1).

Все расчеты составляющих радиационного баланса выполнены как для собственно Арктики, так и для сопредельных райо-

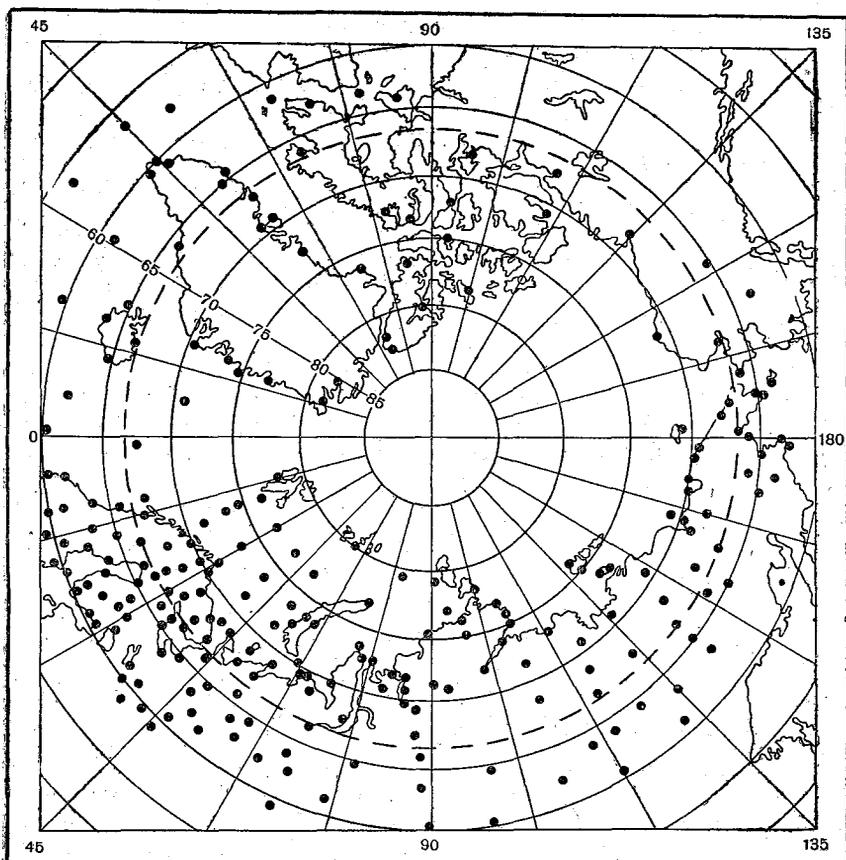


Рис. 19. Расположение станций, для которых выполнены расчеты составляющих радиационного баланса.

нов примерно до широты  $60^\circ$ . Величины рассчитаны для 241 пункта (рис. 19, приложение 5). Кроме того, для определения поглощенной радиации и эффективного излучения и соответственно радиационного баланса по суммарному альбедо и эффективному излучению на участках различной сплоченности льда вся акватория морей была разделена на отдельные квад-

раты (общим числом около 200) различных размеров в зависимости от района.

Расчетные величины составляющих радиационного баланса представлены как средние многолетние, период которых приближенно определяется периодом осреднения данных по облачности, входящих в расчетные формулы. Вследствие использования данных из различных источников этот период для разных районов неодинаков. Например, для советских станций, в том числе и арктических, он составляет примерно 15—20 лет (1930—1950 гг.), для станций Аляски — 15 лет (1940—1956 гг.), Канадского архипелага, где метеорологическая сеть создана в 40-х годах [185, 260, 261] — от 10 до 5 лет (1940—1950 гг.) и т. д.

#### 4. Точность расчета составляющих радиационного баланса в высоких широтах

В заключение данной главы рассмотрим точность определения составляющих радиационного баланса по принятой методике. К сожалению, из-за малочисленности пунктов, где велись непосредственные измерения, сопоставление расчетных и наблюдаемых величин ограничено. Все то небольшое число актинометрических станций с более или менее длительным периодом наблюдений было использовано для обоснования изложенного метода. Однако все расчеты произведены по обобщенной методике, т. е. значения элементов и коэффициентов, входящих в расчетные формулы, несколько отличаются от полученных для каждой станции. Исходя из этого, возможно сравнить расчетные величины, полученные по общей методике, с материалами наблюдений актинометрических станций. Результаты этого сопоставления представлены в табл. 43 и на рис. 20.

Как видно, наибольшей точностью обладают расчеты по суммарной радиации. Абсолютные отклонения месячных значений составляют в среднем 0,1—0,5 ккал/см<sup>2</sup> и лишь для некоторых летних месяцев превышают 1 ккал/см<sup>2</sup>. Таким образом, можно считать, что средняя точность расчета месячных величин суммарной радиации составляет 5—10%, а годовых 2—5%. Абсолютные отклонения других составляющих приблизительно равны 0,5 ккал/см<sup>2</sup> месяц. Для поглощенной радиации это соответствует точности расчета примерно в 10—15%, эффективного излучения — 15—20% и радиационного баланса — 20—30%. В целом отклонения расчетных величин от фактических не превышают средней изменчивости каждого из рассматриваемых элементов по сравнению со средней многолетней (см. гл. IV).

Из табл. 43 можно заметить, что наибольшие различия между расчетными и наблюдаемыми значениями относятся к станциям с малым периодом наблюдений, а наименьшие — к станциям с большим числом лет измерений (о. Диксон,

Таблица 43  
Средние отклонения рассчитанных величин составляющих радиационного баланса от фактических (ккал/см<sup>2</sup> месяц)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
о. Диксон													
а) суммарная радиация													
Фактическая величина (1938—1954)	0,0	0,5	4,0	9,6	14,0	13,9	11,6	6,9	3,1	0,9	0,0	0,0	64,5
Рассчитанная величина	0,0	0,5	4,0	9,7	13,9	13,8	11,5	6,9	3,0	0,9	0,0	0,0	64,2
Абсолютное отклонение	0,0	0,0	0,0	+0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	-0,3
Отклонение (%)	0	0	0	1	1	1	1	0	3	0	0	0	0,5
б) поглощенная радиация													
Фактическая величина	0,0	0,1	0,6	1,4	2,1	3,4	9,0	5,2	1,9	0,2	0,0	0,0	28,8
Рассчитанная величина	0,0	0,1	0,6	1,5	2,1	7,2	8,8	5,5	2,4	0,2	0,0	0,0	28,4
Абсолютное отклонение	0,0	0,0	0,0	+0,1	0,0	-1,2	-0,2	+0,3	+0,5	0,0	0,0	0,0	-0,4
Отклонение (%)	0	0	0	7	0	14	2	6	26	0	0	0	1
в) эффективное излучение													
Фактическая величина (1938—1948)	2,4	2,1	2,6	2,2	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	2,3	2,5	2,3	25,8
Рассчитанная величина	2,5	2,2	2,4	2,6	2,2	1,9	1,9	1,9	1,9	2,0	2,1	2,6	26,2
Абсолютное отклонение	0,1	+0,1	-0,2	+0,4	+0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,3	-0,4	+0,3	+0,4
Отклонение (%)	4	5	8	18	28	0	0	0	0	13	16	13	2
г) радиационный баланс													
Фактическая величина (1938—1947)	-2,4	-2,0	-2,0	-0,7	0,5	6,5	7,2	3,3	0,0	-2,1	-2,5	-2,3	3,5
Рассчитанная величина	-2,5	-2,1	-1,8	-1,1	-0,1	5,3	6,9	3,6	0,5	-1,8	-2,1	-2,6	2,2
Абсолютное отклонение	-0,1	+0,2	+0,2	-0,4	-0,6	-1,2	-0,3	+0,3	+0,5	+1,3	+0,4	-0,3	-1,3
Отклонение (%)	4	5	10	57	120	18	4	9	14	16	16	13	37

Мыс Челюскин  
а) суммарная радиация

Фактическая величина (1937, 1941, 1952—1954) . . . . .	0,0	0,0	2,6	8,6	14,3	15,4	9,6	5,2	2,2	0,4	0,0	0,0	58,3
Расчитанная величина . . . . .	0,0	0,2	2,6	8,9	15,0	15,0	12,1	6,1	2,4	0,4	0,0	0,0	62,7
Абсолютное отклонение . . . . .	0,0	+0,2	0,0	+0,3	+0,7	-0,4	+2,5	+0,9	+0,2	0,0	0,0	0,0	+4,4
Отклонение (%) . . . . .	0	20	0	3	5	2	26	17	9	0	0	0	8

б) поглощенная радиация

Фактическая величина . . . . .	0,0	0,0	0,5	1,8	3,2	6,6	8,6	4,6	1,9	0,1	0,0	0,0	27,3
Расчитанная величина . . . . .	0,0	0,0	0,4	1,3	2,2	4,5	9,1	4,9	1,1	0,1	0,0	0,0	23,6
Абсолютное отклонение . . . . .	0,0	0,0	-0,1	-0,5	-1,0	-2,1	+0,5	+0,3	-0,8	0,0	0,0	0,0	-3,7
Отклонение (%) . . . . .	0	0	20	28	31	32	6	7	40	0	0	0	14

в) эффективное излучение

Фактическая величина (1940—1943) . . . . .	2,4	2,1	2,6	2,6	2,3	2,5	2,0	2,0	1,6	2,1	2,0	2,6	26,8
Расчитанная величина . . . . .	2,2	2,2	3,0	2,6	2,1	2,2	1,8	1,6	1,6	2,0	2,9	2,7	26,9
Абсолютное отклонение . . . . .	-0,2	+0,1	+0,4	0,0	-0,2	-0,3	-0,2	-0,4	0,0	-0,1	+0,9	+0,1	+0,1
Отклонение (%) . . . . .	8	5	15	0	9	12	10	20	0	5	45	4	0

Бухта Тикси

а) суммарная радиация

Фактическая величина (1935—1941) . . . . .	0,0	0,7	4,8	10,5	15,8	12,8	12,4	8,0	3,9	1,3	0,1	0,0	70,3
Расчитанная величина . . . . .	0,0	0,8	4,6	10,7	14,9	14,7	12,3	8,2	3,8	1,3	0,1	0,0	71,4
Абсолютное отклонение . . . . .	0,0	+0,1	-0,2	+0,2	-0,9	+1,9	-0,1	+0,2	-0,1	0,0	0,0	0,0	+1,1
Отклонение (%) . . . . .	0	14	4	2	6	15	1	2	3	0	0	0	2

б) поглощенная радиация

Фактическая величина . . . . .	0,0	0,1	0,7	1,5	3,0	8,3	9,0	5,6	2,9	0,4	0,0	0,0	31,5
Расчитанная величина . . . . .	0,0	0,1	0,7	1,6	3,0	8,2	9,8	6,6	3,0	0,8	0,0	0,0	33,3
Абсолютное отклонение . . . . .	0,0	0,0	0,0	+0,1	0,0	-0,1	+0,8	+1,0	+0,1	-0,1	0,0	0,0	+1,8
Отклонение (%) . . . . .	0	0	0	7	0	1	9	18	34	25	0	0	6

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
----------------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	-----

в) эффективное излучение

Фактическая величина (1935—1941)	2,2	1,9	2,5	2,5	2,8	2,3	3,1	2,3	2,5	2,6	2,2	2,2	29,1
Рассчитанная величина	2,6	2,3	2,4	2,3	2,4	2,0	2,1	2,0	2,2	2,5	2,8	2,9	28,5
Абсолютное отклонение	+0,4	+0,4	-0,1	-0,2	-0,4	-0,3	-1,0	-0,3	-0,3	-0,1	-0,6	+0,7	-0,6
Отклонение (%)	18	21	4	8	14	13	32	13	12	4	30	32	2

г) радиационный баланс

Фактическая величина (1936—1940)	-2,1	-1,9	-1,8	1,1	0,4	5,9	5,7	3,3	0,5	-2,2	-2,4	-2,3	2,0
Рассчитанная величина	-2,6	-2,2	-1,7	0,7	0,6	6,2	7,7	4,6	0,8	-2,2	-2,8	-2,9	4,8
Абсолютное отклонение	-0,5	-0,3	+0,1	+0,4	+0,2	+0,3	+2,0	+1,3	+0,3	0,6	-0,6	-0,6	+2,8
Отклонение (%)	24	16	6	36	50	5	35	40	60	25	25	26	40

о. Мостах

а) суммарная радиация

Фактическая величина (1945—1956)	0,0	0,7	4,7	10,7	16,5	13,9	12,4	7,3	3,4	0,2	0,1	0,0	71,1
Рассчитанная величина	0,0	0,9	5,1	11,0	15,0	14,5	12,4	8,2	3,9	1,4	0,2	0,0	72,6
Абсолютное отклонение	0,0	+0,2	+0,4	+0,1	-1,5	+0,6	0,0	+0,9	+0,5	+0,2	+0,1	0,0	+1,5
Отклонение (%)	0	30	8	1	9	4	0	12	15	17	100	0	2

Мыс Шмидта

а) суммарная радиация

Фактическая величина (1936—1943, 1954)	0,1	1,1	5,4	10,6	14,9	15,5	11,8	7,7	4,3	1,6	0,2	0,0	73,2
Рассчитанная величина	0,1	1,1	5,4	10,6	15,2	14,5	12,0	8,2	4,2	1,6	0,4	0,0	73,3
Абсолютное отклонение	0,0	0,0	0,0	0,0	+0,3	-1,0	+0,2	+0,5	-0,1	0,0	+0,2	0,0	+0,1
Отклонение (%)	0	0	0	0	2	6	2	6	0	0	100	0	0

Фактическая величина	0,0	0,2	1,1	2,1	2,8	8,8	9,0	2,4	0,0	0,0	24,4
Рассчитанная величина	0,0	0,2	1,1	2,1	3,4	8,1	9,6	2,7	0,4	0,1	34,3
Абсолютное отклонение	0,0	0,0	0,0	0,0	+0,6	-0,7	+0,6	+0,3	-0,5	+0,1	+0,9
Отклонение (%)	0	0	0	0	21	8	7	12	56	0	4

6) поглощенная радиация

Фактическая величина	2,8	2,1	3,0	2,6	2,1	2,5	2,2	2,1	2,4	2,1	2,1	28,5
(1935—1948)	2,5	2,3	2,7	2,6	2,2	2,4	1,9	1,9	2,2	2,2	2,6	27,2
Рассчитанная величина	-0,3	+0,2	-0,3	0,0	+0,1	-0,1	-0,3	-0,6	-0,2	+0,1	+0,5	-1,3
Абсолютное отклонение	11	10	10	0	5	4	14	24	3	5	24	5
Отклонение (%)												

в) эффективное излучение

Фактическая величина	-2,9	-1,8	-1,7	-0,5	0,6	6,4	6,8	4,1	-1,5	-2,1	-2,1	5,3
(1937—1942, 1947)	-2,5	-2,1	-1,6	-0,5	1,2	5,7	7,7	4,9	-1,8	-2,1	-2,6	6,1
Рассчитанная величина	+0,4	-0,3	+0,1	0,0	+0,6	-0,7	+0,9	+0,8	-0,3	0,0	-0,5	+0,8
Абсолютное отклонение	14	17	6	0	100	11	13	20	20	0	24	15
Отклонение (%)												

г) радиационный баланс

Фактическая величина	0,0	1,1	5,5	11,4	16,4	15,6	13,3	8,3	1,2	0,1	0,0	76,2
(1951—1957)	0,0	1,0	5,1	11,3	15,4	15,1	15,0	8,1	1,4	0,2	0,0	76,1
Рассчитанная величина	0,0	-0,1	-0,4	-0,1	-1,0	-0,5	+1,7	-0,2	+0,2	+0,1	0,0	-0,1
Абсолютное отклонение	0	9	7	1	1	3	13	2	17	100	0	0
Отклонение (%)												

а) суммарная радиация

Фактическая величина	0,5	2,0	6,5	11,4	14,5	15,0	13,9	10,0	2,4	0,8	0,2	82,6
(1943—1957)	0,5	2,0	6,6	11,4	14,6	14,6	13,5	9,2	2,6	0,9	0,2	81,1
Рассчитанная величина	0,0	0,0	+0,1	0,0	+0,1	-0,4	-0,6	-0,8	+0,2	+0,1	0,0	-1,5
Абсолютное отклонение	0	0	1	0	1	3	4	8	8	12	0	2
Отклонение (%)												

Фэрбенкс

а) суммарная радиация

Фактическая величина	1,2	3,1	8,3	12,8	14,3	13,4	11,0	7,5	3,6	1,4	0,7	82,2
(1951—1957)	1,0	2,8	7,4	11,4	13,7	13,5	11,4	7,0	3,4	1,4	0,6	79,2
Рассчитанная величина	-0,2	-0,3	-0,9	-1,4	-0,6	+0,1	+0,4	-0,5	-0,2	0,0	-0,1	3,7
Абсолютное отклонение	17	10	11	11	4	7	4	7	6	0	14	4
Отклонение (%)												

Бетел

а) суммарная радиация

Фактическая величина	1,2	3,1	8,3	12,8	14,3	13,4	11,0	7,5	3,6	1,4	0,7	82,2
(1951—1957)	1,0	2,8	7,4	11,4	13,7	13,5	11,4	7,0	3,4	1,4	0,6	79,2
Рассчитанная величина	-0,2	-0,3	-0,9	-1,4	-0,6	+0,1	+0,4	-0,5	-0,2	0,0	-0,1	3,7
Абсолютное отклонение	17	10	11	11	4	7	4	7	6	0	14	4
Отклонение (%)												

мыс Шмидта, Фэрбенкс). Большие отклонения в расчете величин самого радиационного баланса связаны с суммарной ошибкой определения всех его составляющих. Кроме того, из-за ма-

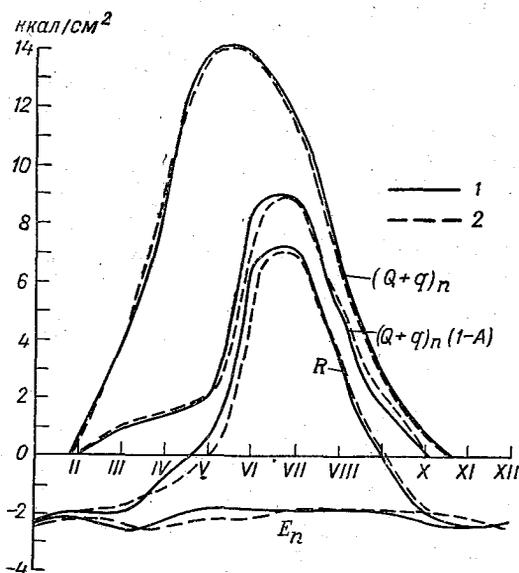


Рис. 20. Сравнение годового хода фактических (1) и расчетных (2) величин составляющих радиационного баланса, о. Диксон.

лых значений самих величин относительное расхождение кажется на первый взгляд значительным. Однако абсолютное отклонение радиационного баланса от фактической величины составляет лишь 0,5 ккал/см² месяц, что вполне удовлетворительно при общем климатологическом анализе.

#### ГЛАВА IV

### ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВЛЯЮЩИХ РАДИАЦИОННОГО БАЛАНСА В АРКТИКЕ

По имеющимся фактическим величинам (см. опорные пункты на рис. 1) и полученным по вышеуказанной методике расчетным значениям построены годовые и месячные карты основных составляющих радиационного баланса Арктики. Составлено четыре серии карт: суммарной радиации, поглощенной радиации, эффективного излучения и радиационного баланса, всего 52 карты.

На месячных картах суммарной радиации изолинии проведены в основном через 1 ккал/см<sup>2</sup>, в местах большого сгущения изолиний через 2 ккал/см<sup>2</sup>, в месяцы малого прихода тепла через 0,5 ккал/см<sup>2</sup>. Точно так же дано распределение радиации над открытой водной поверхностью и материковой частью Арктики на картах поглощенной радиации и радиационного баланса. Над ледовой поверхностью Центрального полярного бассейна и окраинных арктических морей, где полученные значения радиации ориентировочны из-за кратковременности наблюдений дрейфующих станций и грубо определено суммарное альbedo и эффективное излучение над участками различной сплошности льда, изолинии проведены через 2 ккал/см<sup>2</sup>. Пунктирные линии на картах свидетельствуют о приближенном представлении распределения элементов из-за малочисленности исходных данных.

Распределение суммарной радиации в Центральном полярном бассейне составлено по фактическим показаниям дрейфующих станций «Северный полюс», а распределение других составляющих радиационного баланса — как по фактическим, так и расчетным (главным образом для ледных условий) величинам.

На картах поглощенной радиации и радиационного баланса величины даны для трех видов подстилающей поверхности: для суши, воды и льда. Строго говоря, при переходе с ледовой поверхности к открытой водной не должно быть резкого разрыва изолиний, так как окраина ледовой поверхности не является раз навсегда закрепленной, а подвижна и местами происходит постепенное разрежение от сплошного льда к открытой воде. Но для ряда месяцев в переходной зоне получается очень большое сгущение изолиний, поэтому для упрощения технического оформления карт изолинии при переходе от границы ледовой поверхности к открытой водной разорваны.

Линии равных значений радиации на годовых картах проведены через 10 ккал/см<sup>2</sup>. Из-за сложности технического оформления вследствие большой подвижности льда в течение года границы льда на этих картах не выделены. Однако области распространения льда на годовых картах подчеркиваются конфигурацией изолиний.

Перейдем к рассмотрению основных закономерностей распределения составляющих радиационного баланса в Арктике.

### 1. Суммарная радиация

Годовые величины<sup>1</sup> суммарной радиации в действительных условиях (рис. 21) уменьшаются по мере продвижения в глубь

<sup>1</sup> В связи с появлением новых данных карты суммарной радиации в районе Центрального полярного бассейна в мае, июле, сентябре и за год несколько уточнены по сравнению с ранее опубликованными картами [37]. Карты остальных составляющих радиационного баланса [38] остались такими же.

Арктики. Так, в западной части советского сектора  $(Q+q)_n$  уменьшается примерно от 70 ккал/см<sup>2</sup> близ полярного круга до величин, меньших 60 ккал/см<sup>2</sup>, на широте 80°.

Годовой приход солнечной радиации в зарубежной Арктике больше: в канадской Арктике у полярного круга около 85 ккал/см<sup>2</sup>, а на широте 80° более 70 ккал/см<sup>2</sup>. Это нашло отражение в расположении изолиний: они смещены в сторону советского сектора, а в атлантико-европейском секторе образовалась

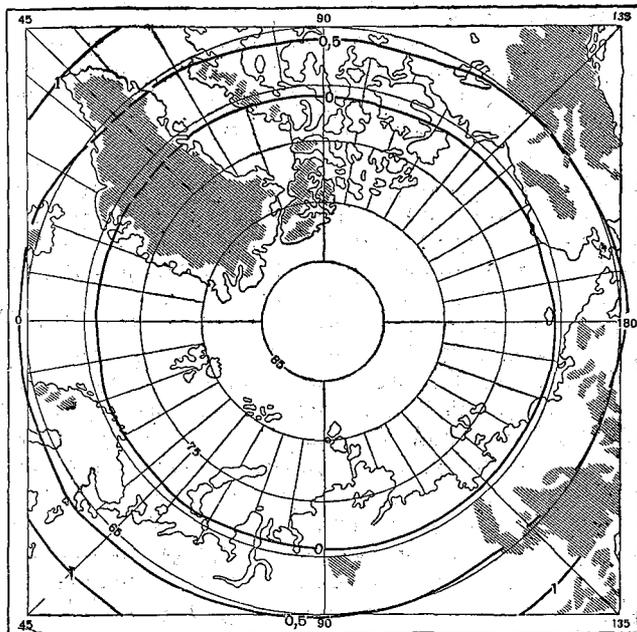


Рис. 21. Суммарная радиация (ккал/см<sup>2</sup> год). Год.

область пониженного прихода радиации. В северо-восточной части Канадского архипелага и в Гренландии значения суммарной радиации повышены.

Подобное распределение суммарной радиации тесно связано с условиями облачности. Атлантико-европейский сектор, где отмечаются наименьшие величины радиации, является, как уже рассматривалось в главе II, самым облачным районом Арктики. К востоку от него количество облачности в основном уменьшается, и самыми малооблачными во всей Арктике оказываются районы северо-восточной части Канадского архипелага и Северной Гренландии, что и обеспечивает здесь большой приток радиации. Над Баффиновым заливом количество облачности

увеличивается и приход суммарной радиации становится меньше.

По месяцам (рис. 22—33) суммарная радиация в Арктике распределяется следующим образом.

В январе в большей части Арктики стоит полярная ночь. Приток радиации в этот период, естественно, равен нулю. Нулевая изолиния идет примерно по широте  $71^\circ$ . На широте полярного круга поступает менее  $0,5$  ккал/см<sup>2</sup>.

В феврале в южной половине Арктики полярная ночь уже проходит. Нулевая изолиния смещается к северу до  $78^\circ$  с. ш. В самом малооблачном районе, канадской Арктике, на широте полярного круга поступает уже  $2$  ккал/см<sup>2</sup>, в остальных районах, где облачность несколько выше, на этой же широте за месяц приходит примерно  $1,5$  ккал/см<sup>2</sup>.

В марте, когда в околополюсном районе полярная ночь только кончается, а в южных районах Арктики приход радиации уже существует, суммарная радиация изменяется на рассматриваемой территории в шесть-семь раз: от  $6$  ккал/см<sup>2</sup> у полярного круга до величин, меньших  $1$  ккал/см<sup>2</sup> близ района полюса. Распределение величин радиации в это время года имеет еще широтный характер с некоторым смещением изолиний в сторону Атлантики. Как уже говорилось, на конец зимы — начало весны в Арктике приходится минимум облачности и наибольшая повторяемость ясных дней.

В апреле четкий широтный ход суммарной радиации существенно нарушается. Изолинии вытягиваются в сторону более облачных районов — Северной Атлантики и Чукотского моря. На одной и той же широте в континентальных районах приход радиации выше. Значения суммарной радиации в этот месяц изменяются от  $9$  до  $12$  ккал/см<sup>2</sup>.

В мае и в последующие три месяца зависимость распределения суммарной радиации от облачности становится еще больше. Влияние астрономических факторов в это время года (малая высота солнца в арктических широтах) сглаживается непрерывным поступлением радиации в период полярного дня. Появляются отдельные очаги повышенного (Центральная Арктика и побережье восточносибирского района) и пониженного (атлантико-европейский сектор, Чукотское море) прихода радиации. В эти месяцы в арктических районах радиации поступает гораздо больше, чем в умеренных широтах, что связано как с большей продолжительностью дня, так и влиянием высокого альbedo поверхности на повышенный приход рассеянной радиации над льдами Центральной Арктики и отдельных участков окраинных арктических морей.

В мае в Северной Атлантике и Баренцевом море месячная сумма суммарной радиации составляет только  $12$ — $15$  ккал/см<sup>2</sup>, в районе Чукотского моря  $14$ — $15$  ккал/см<sup>2</sup>, тогда как в море

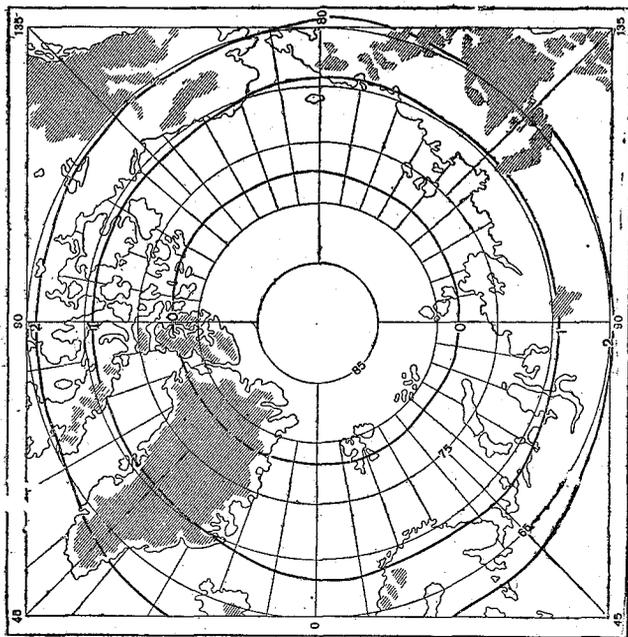


Рис. 22. Суммарная радиация (ккал/см<sup>2</sup> месц). Январь.

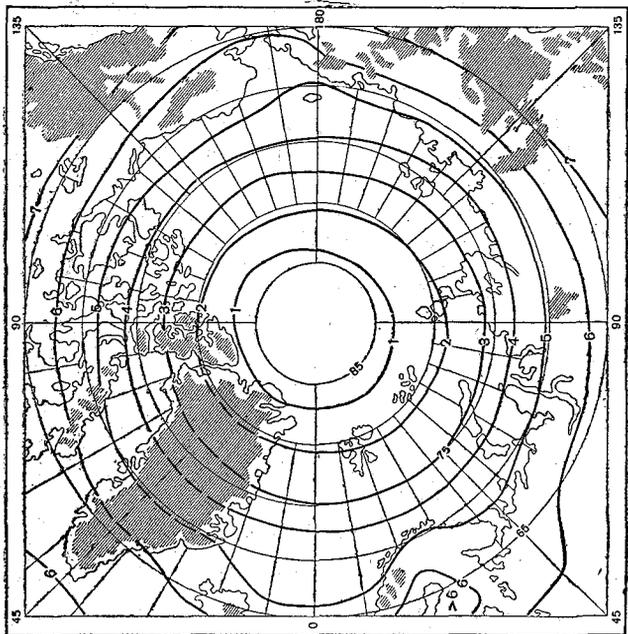


Рис. 23. Суммарная радиация (ккал/см<sup>2</sup> месц). Февраль.

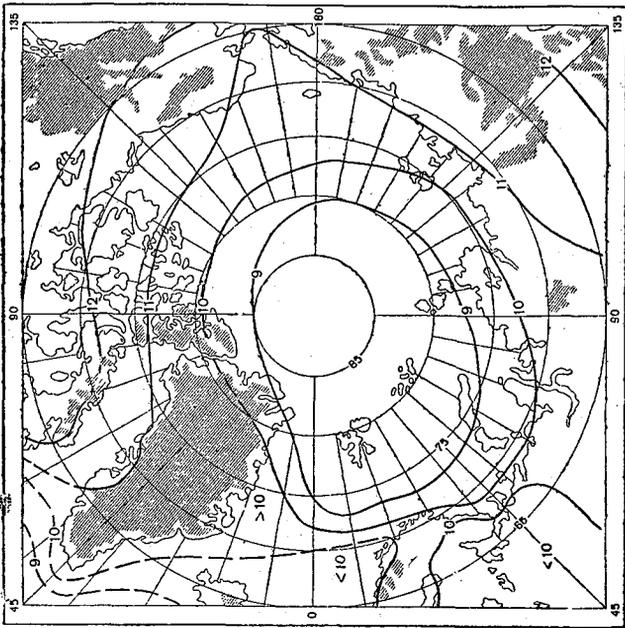


Рис. 24. Суммарная радиация (ккал/см<sup>2</sup> месяц). Март.

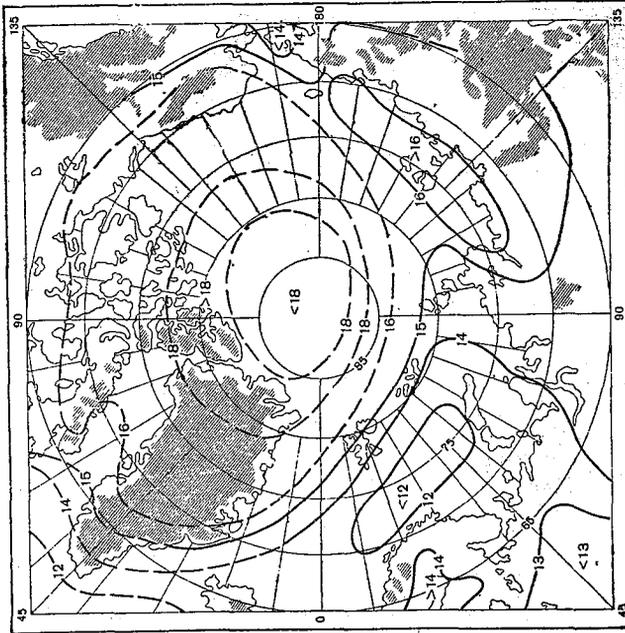


Рис. 25. Суммарная радиация (ккал/см<sup>2</sup> месяц). Апрель.

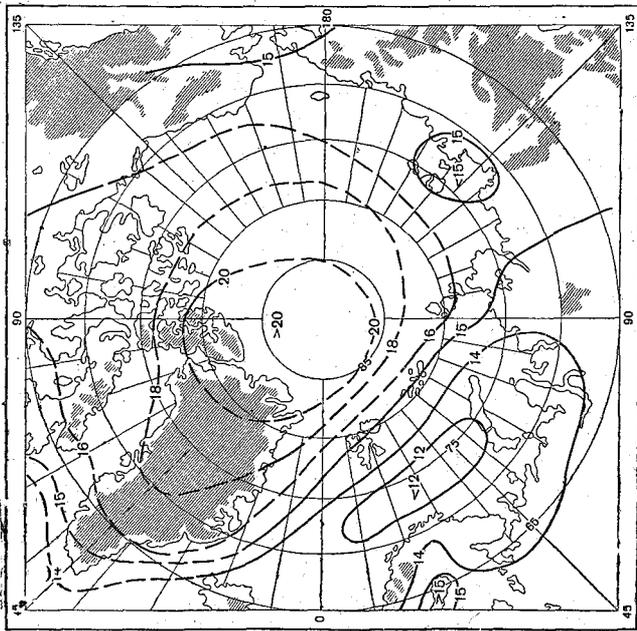


Рис. 26. Суммарная радиация (ккал/см<sup>2</sup> месяц). Май.

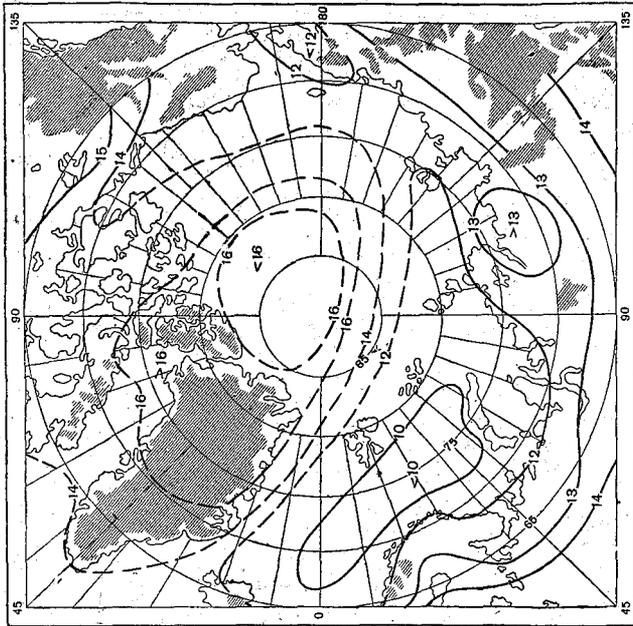


Рис. 27. Суммарная радиация (ккал/см<sup>2</sup> месяц). Июнь.

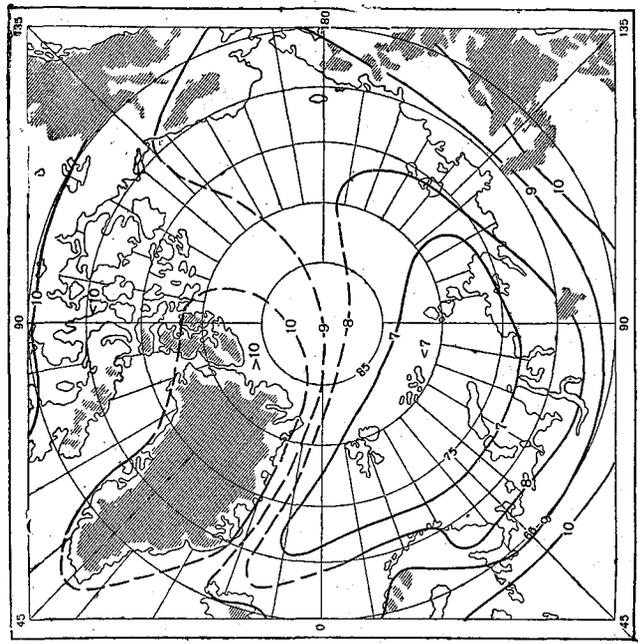


Рис. 28. Суммарная радиация (ккал/см<sup>2</sup> месяц). Июль.

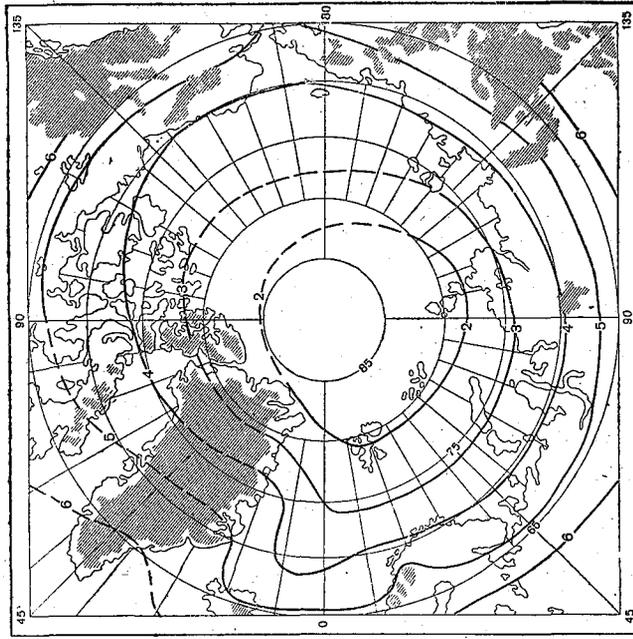


Рис. 29. Суммарная радиация (ккал/см<sup>2</sup> месяц). Август.

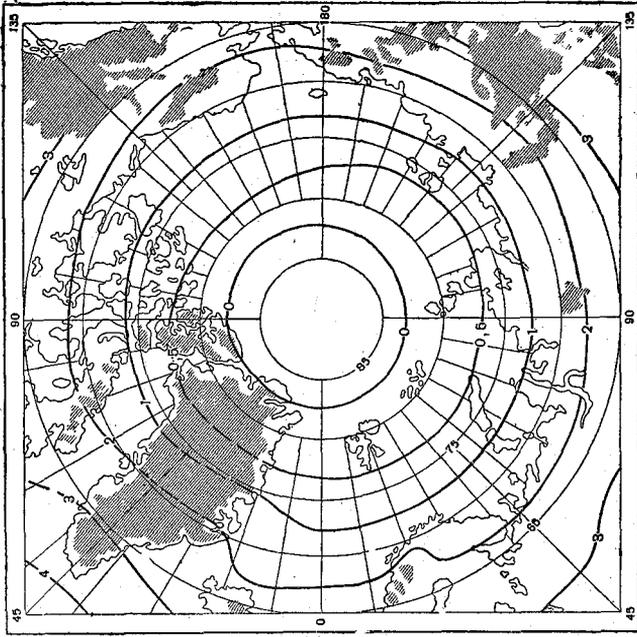


Рис. 30. Суммарная радиация (ккал/см<sup>2</sup> месяц). Сентябрь.

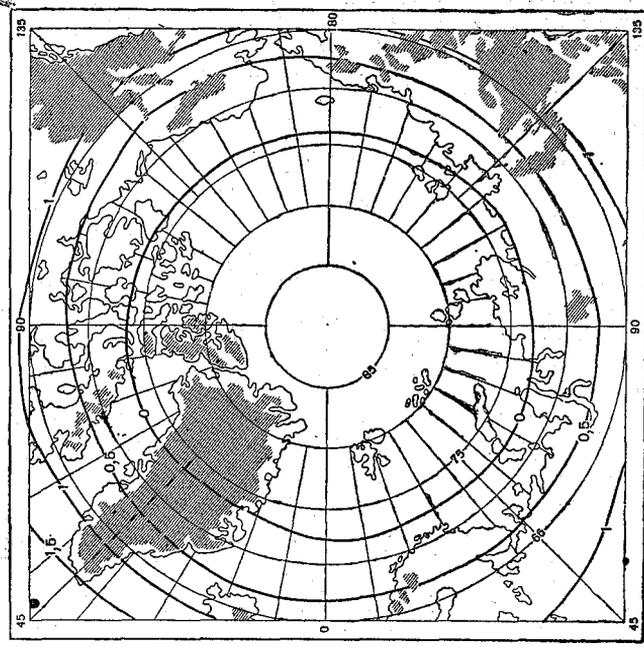


Рис. 31. Суммарная радиация (ккал/см<sup>2</sup> месяц). Октябрь.

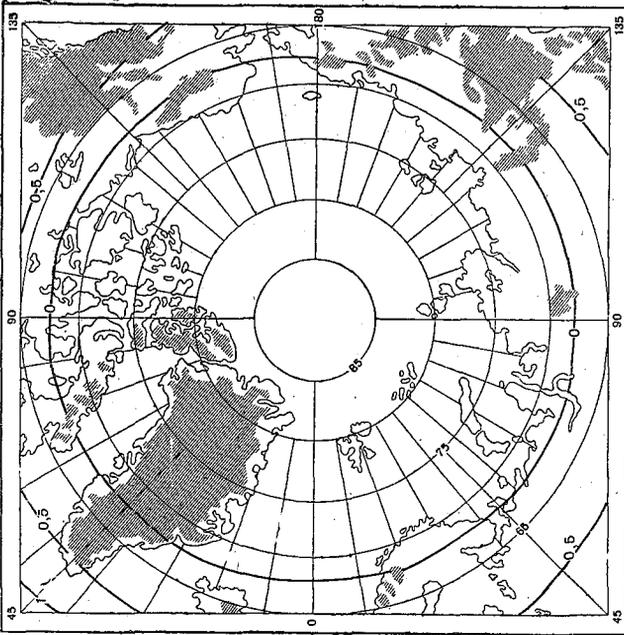


Рис. 32. Суммарная радиация (ккал/см<sup>2</sup> месяц). Ноябрь.

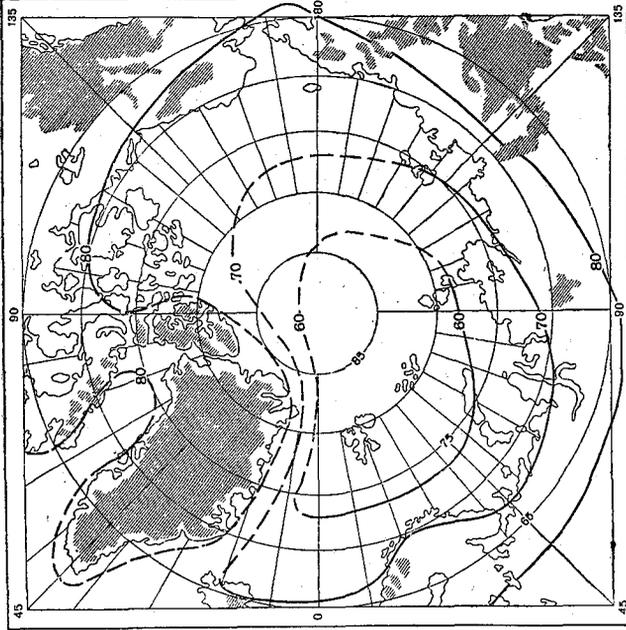


Рис. 33. Суммарная радиация (ккал/см<sup>2</sup> месяц). Декабрь.

Лаптевых и Восточно-Сибирском море — более 16 ккал/см<sup>2</sup>. Но особенно велико поступление радиации над льдами Центрального полярного бассейна (до 18 ккал/см<sup>2</sup>). В целом (кроме атлантических районов) суммарная радиация в Арктике в этом месяце примерно на 2—5 ккал/см<sup>2</sup> выше, чем в умеренных широтах.

Июнь — месяц наибольшего прихода радиации в Арктике. Особенности распределения радиации в этот месяц те же, что и в мае, но порайонные контрасты увеличиваются. Очаг наибольшего прихода радиации в Центральной Арктике смещается в сторону северной части Канадского архипелага в Гренландии, где облачность несколько меньше (5—6 баллов), чем в восточном секторе Центрального полярного бассейна (7—8 баллов). В канадско-гренландском секторе Центральной Арктики в июне поступает более 20 ккал/см<sup>2</sup> тепла, а над Баренцевым морем — менее 12 ккал/см<sup>2</sup>. Таким образом, контрасты в приходе радиации в пределах собственно Арктики достигают в июне 8 ккал/см<sup>2</sup>.

В июле характер распределения радиации такой же, как и в два предыдущих месяца. Однако приток радиации с уменьшением высоты солнца начинает уменьшаться. Кроме того, в июле значительно возрастает и облачность (до 9 баллов в Центральном полярном бассейне и в окраинных морях). В северной половине Гренландии и Канадского архипелага (облачность 6—8 баллов) месячная сумма суммарной радиации составляет примерно 16 ккал/см<sup>2</sup>, в Северной Атлантике и Баренцевом море (облачность 9 баллов, но более плотные облака, чем в восточном секторе ЦПБ) около 10 ккал/см<sup>2</sup>, над остальными окраинными морями около 12 ккал/см<sup>2</sup>, в континентальных частях Арктики (облачность 6—6,5 балла) 13—15 ккал/см<sup>2</sup>.

В августе в связи с повсеместным увеличением облачности (над морями и в Центральной Арктике более 9 баллов, на континентах 7—8 баллов) очаги повышенного прихода радиации исчезают, сохраняясь только над Гренландией, но зато область пониженного прихода радиации над Атлантикой распространяется в глубь Арктики. Сумма радиации в этот месяц 7—10 ккал/см<sup>2</sup>.

В сентябре распределение суммарной радиации в Арктике снова приобретает четкий широтный характер, изменяясь примерно в пять раз от южных арктических районов до полюса. На конец лета и осень в Арктике приходится, как уже говорилось, максимум облачности, когда в отдельные годы местами вероятность ясного неба равна нулю, что снижает и без того малый приток радиации в осенний период перед наступлением полярной ночи. В сентябре близ полюса поступает около 1 ккал/см<sup>2</sup> тепла, на широте полярного круга 5 ккал/см<sup>2</sup>.

В октябре с наступлением полярной ночи снова появляется нулевая изолиния (примерно по 82° с. ш.). На широте

полярного круга месячная сумма суммарной радиации составляет лишь 2—2,5 ккал/см<sup>2</sup>.

В ноябре нулевая изолиния опускается до 78—79° с. ш. На южной границе рассматриваемой территории поступает 0,5—0,7 ккал/см<sup>2</sup> тепла.

Декабрь — месяц наибольшего распространения полярной ночи. До 68-й параллели радиация не поступает.

В годовом ходе месячных сумм суммарной радиации в Арктике наименьшие значения приходится на зимние месяцы, когда в период полярной ночи приток солнечной радиации отсутствует. Максимум суммарной радиации совпадает с наибольшим притоком возможной радиации и отмечается в мае или июне в зависимости от облачности того или иного района.

В годовом приходе советский сектор Арктики получает около 60% возможной суммарной радиации, американско-канадский сектор — несколько больше: около 70%, что связано с меньшей годовой облачностью в последнем секторе.

## 2. Поглощенная радиация

Распределение месячных величин поглощенной радиации (рис. 34—46) определяется характером распределения суммарной радиации и особенностями отражательной способности подстилающей поверхности в каждом районе в тот или иной месяц.

Месяцы малого прихода солнечной радиации в Арктике совпадают с периодом залегания снежного покрова, отражающего до 80—85% поступающей радиации. В результате этого нулевые изолинии поглощенной радиации в Арктике проходят намного южнее нулевых изолиний суммарной радиации. Например, в январе (см. рис. 21) приход радиации равен нулю севернее 71° с. ш., тогда как нулевая изолиния поглощенной радиации (рис. 34) проходит вблизи полярного круга, т. е. то небольшое количество радиации, которое поступает в этот месяц в зоне 66—71° с. ш. почти полностью отражается обратно в атмосферу. Южнее полярного круга (до 60° с.ш.) также поглощается мало радиации (около 0,25 ккал/см<sup>2</sup>). Над открытыми участками водного пространства Северной Атлантики и юго-западной части Баренцева моря изолинии поглощенной радиации по сравнению с сушей несколько смещены к северу, поскольку отражательная способность воды почти в 10 раз меньше отражательной способности снега.

В феврале сохраняются январские особенности распределения поглощенной радиации. Только изолинии смещаются к северу в связи с большим поступлением лучистой энергии в этот месяц вследствие окончания полярной ночи в южной половине Арктики.

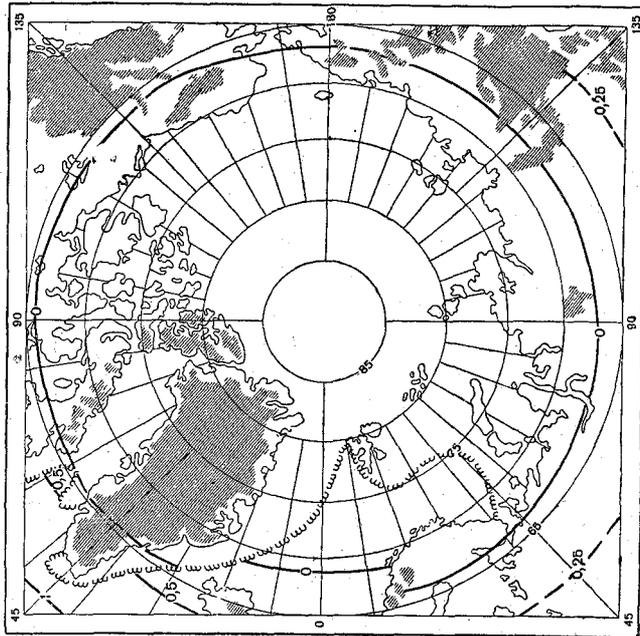


Рис. 34. Поглощенная радиация (ккал/см<sup>2</sup> месяца).  
Январь.

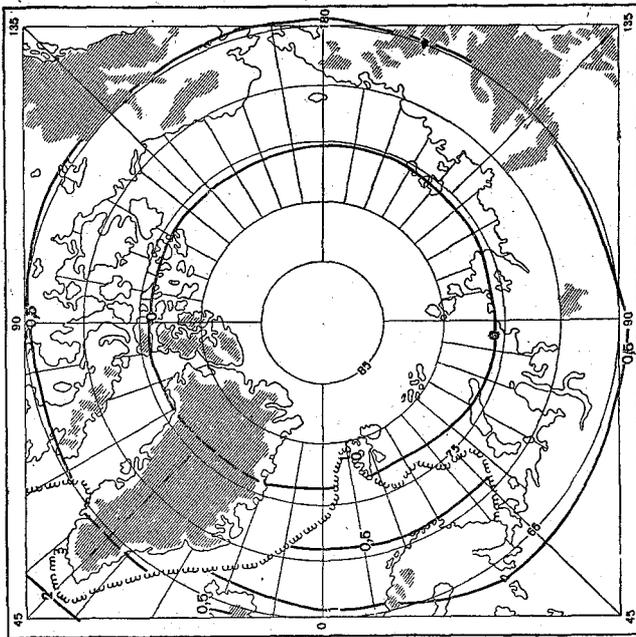


Рис. 35. Поглощенная радиация (ккал/см<sup>2</sup> месяца).  
Февраль.

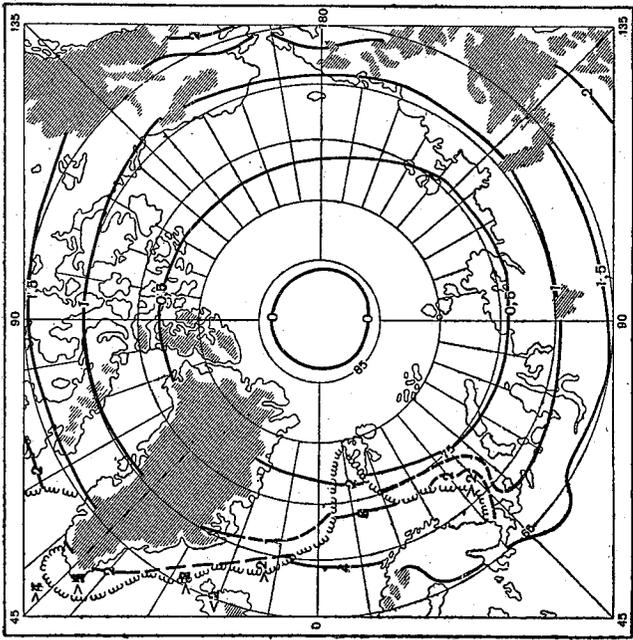


Рис. 36. Поглощенная радиация (ккал/см<sup>2</sup> месяц) . Март.

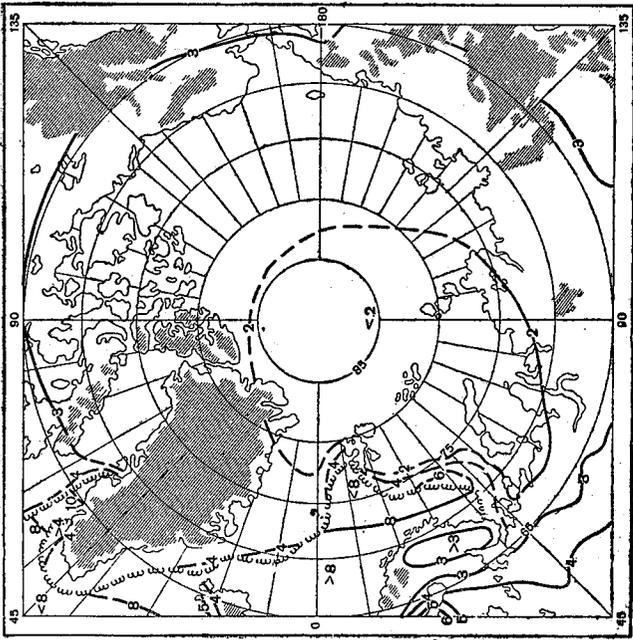


Рис. 37. Поглощенная радиация (ккал/см<sup>2</sup> месяц).  
Апрель.

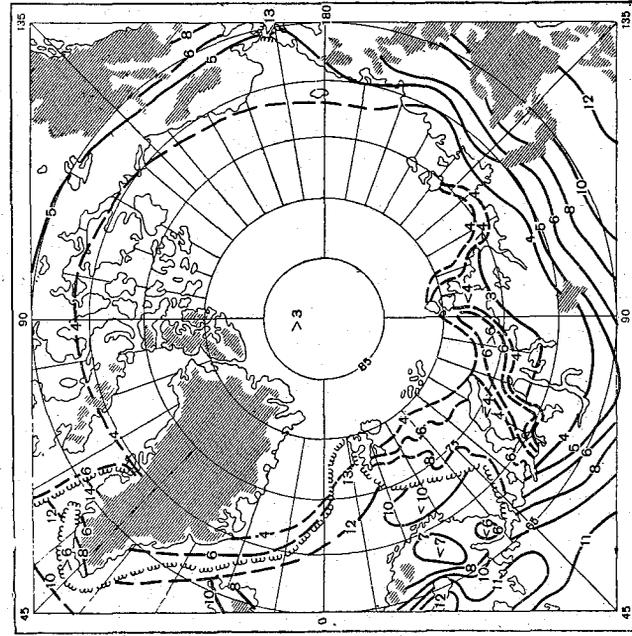


Рис. 38. Поглощенная радиация (ккал/см<sup>2</sup> месяц). Май.

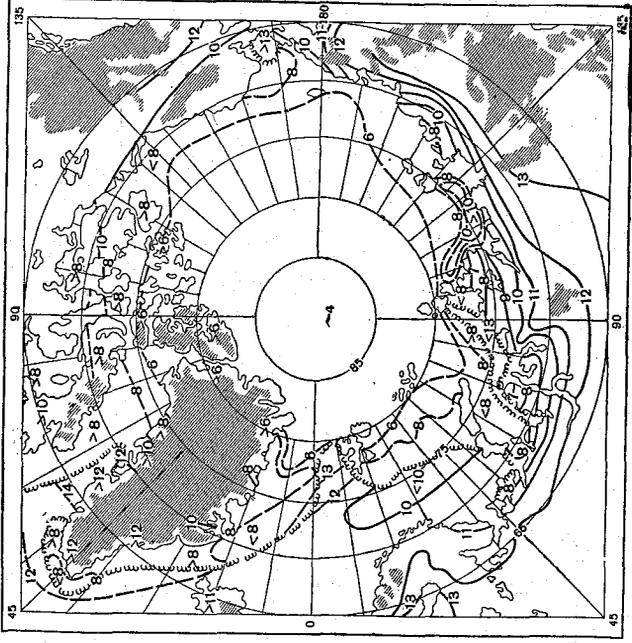


Рис. 39. Поглощенная радиация (ккал/см<sup>2</sup> месяц). Июнь.

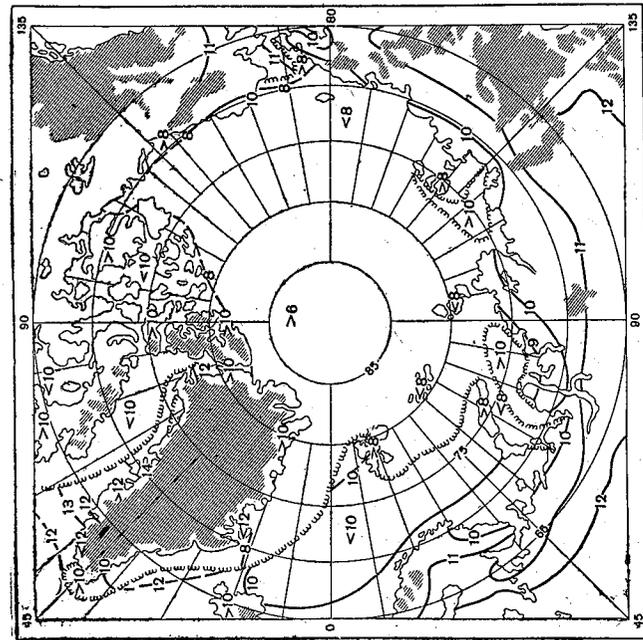


Рис. 40. Поглощенная радиация (ккал/см<sup>2</sup> месяц). Июль.

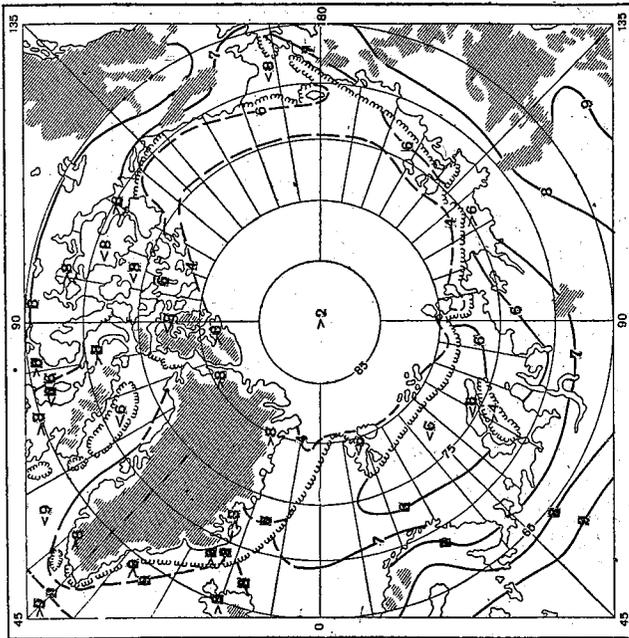


Рис. 41. Поглощенная радиация (ккал/см<sup>2</sup> месяц). Август.

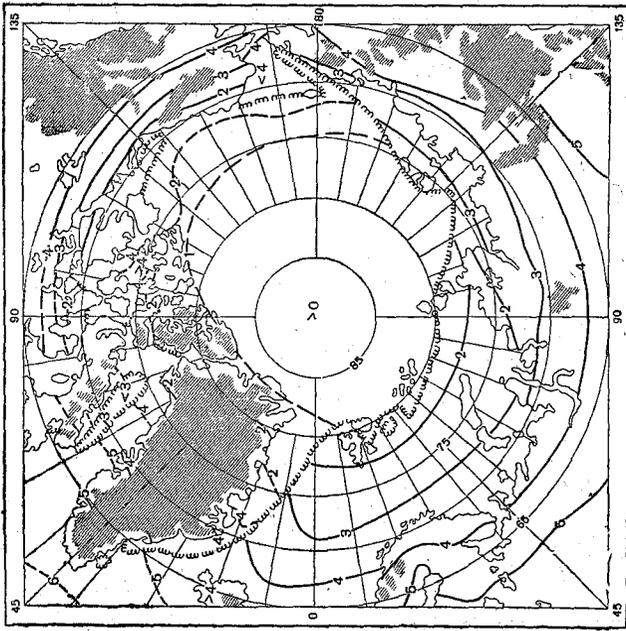


Рис. 42. Поглощенная радиация (ккал/см<sup>2</sup> месяц).  
Сентябрь.

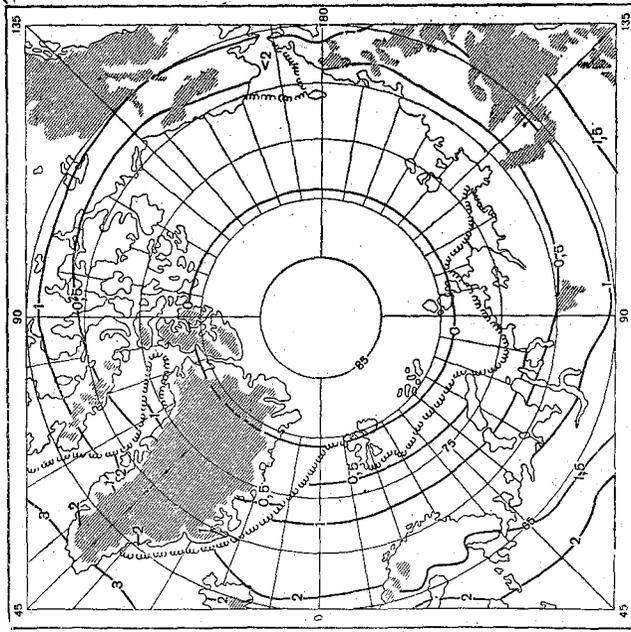


Рис. 43. Поглощенная радиация (ккал/см<sup>2</sup> месяц).  
Октябрь.

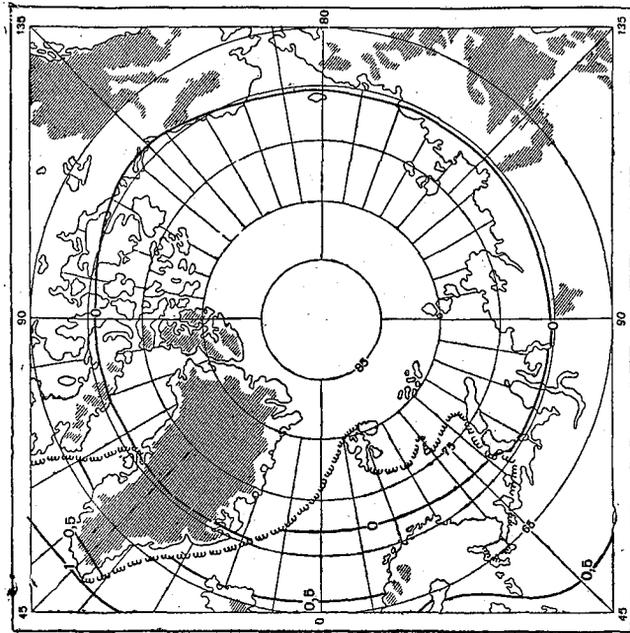


Рис. 44. Поглощенная радиация (ккал/см<sup>2</sup> месяц).  
Ноябрь.

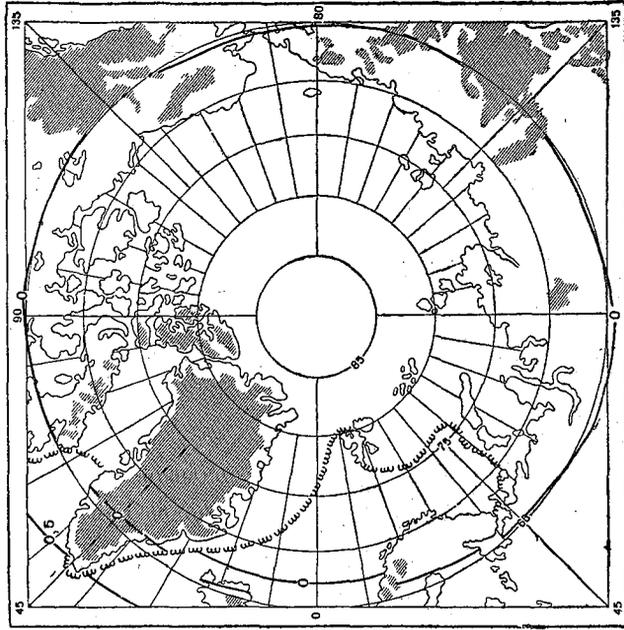


Рис. 45. Поглощенная радиация (ккал/см<sup>2</sup> месяц).  
Декабрь.

В марте поглощенная радиация равна нулю лишь в приполюсном районе, на широте полярного круга поглощается немногим менее  $1,5 \text{ ккал/см}^2$  тепла. На открытых участках Баренцева и Норвежского морей поглощается от 3 до 4  $\text{ккал/см}^2$  тепла. В марте становится заметным различие в поглощении радиации по ледовой границе на участках различной сплоченности льда.

В апреле широтный характер распределения поглощенной радиации сохраняется лишь в районах сплошного залегания

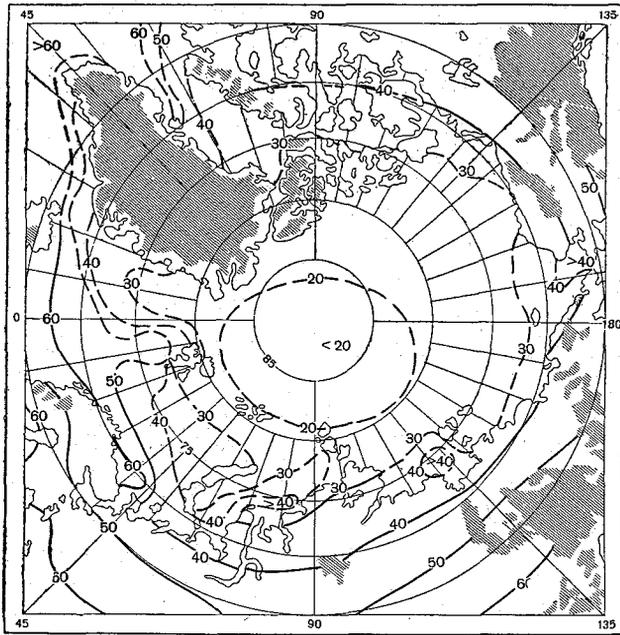


Рис. 46. Поглощенная радиация ( $\text{ккал/см}^2 \text{ год}$ ).  
Год.

снежного покрова. В Центральной Арктике поглощается до  $2 \text{ ккал/см}^2$ , а в континентальной части — немногим менее  $3 \text{ ккал/см}^2$ . В западных районах атлантико-европейского сектора условия более разнообразны. По северному побережью Финского залива, где снег начинает сходить, поглощается до  $4\text{—}5 \text{ ккал/см}^2$  тепла, а во внутренних районах Кольского полуострова — около  $3 \text{ ккал/см}^2$ . Севернее на участках сплошного льда поглощается примерно  $2 \text{ ккал/см}^2$ , на открытых участках воды — около  $8 \text{ ккал/см}^2$ , в переходной зоне от сплошного льда к открытой воде — от 3 до  $7 \text{ ккал/см}^2$ .

В мае и в последующий месяц распределение поглощенной радиации усложняется, что связано с началом схода снежного покрова, даты которого различны в разных районах обширной территории Арктики. В это время года характер подстилающей поверхности в Арктике пестр. Если в южных и западных районах Арктики снег окончательно сходит в мае, то в Центральном полярном бассейне он сохраняется до июля—августа.

В мае на широте полярного круга в континентальных районах поглощается от 4 до 8 ккал/см<sup>2</sup> тепла. В Центральной Арктике, Восточно-Сибирском и Чукотском морях, а также в море Бофорта, где снежный покров еще сплошной, поглощается от 3 до 4 ккал/см<sup>2</sup> тепла. К западу от Восточно-Сибирского моря разреженность льда увеличивается. На отдельных участках Карского и Гренландского морей поглощается от 4 до 6 ккал/см<sup>2</sup>, а в северной половине Баренцева моря — от 4 до 8 ккал/см<sup>2</sup>. На открытых участках морей Северной Атлантики поглощается 10—12 ккал/см<sup>2</sup> тепла, т. е. в два-три раза больше, чем в остальных окраинных морях.

В июне в континентальных районах, полностью свободных от снега, поглощается наибольшее количество радиации, поскольку на июнь приходится наибольшая величина суммарной радиации. На широте полярного круга поглощенная радиация составляет 12—13 ккал/см<sup>2</sup> в европейском и аляскинском районах и немногим меньше в канадском районе, где сход снежного покрова несколько задерживается. На островах окраинных арктических морей и Канадского архипелага, где снег еще полностью сохраняется, величина поглощенной радиации составляет 6—8 ккал/см<sup>2</sup>, а в районе Центрального полярного бассейна — около 4 ккал/см<sup>2</sup>. В окраинных морях западнее Восточно-Сибирского моря наблюдается большое сгущение изолиний в связи с продолжающимся разрежением ледового покрова. В Карском море и юго-западной части Чукотского моря появляются участки открытой воды. Значения поглощенной радиации над участками открытой воды в Северной Атлантике и южной половине Баренцева моря примерно такие же, как и в мае (10—12 ккал/см<sup>2</sup>), поскольку приход суммарной радиации в июне в связи с возрастанием облачности не отличается существенно от прихода радиации в мае. В июне участки открытой воды в этих районах поглощают наибольшее количество тепла за год.

В июле распределение поглощенной радиации менее сложно, чем в два предыдущих месяца, поскольку на суше повсеместно снег уже сошел, а на огромном пространстве Центрального полярного бассейна он находится в состоянии начального таяния. В Центральной Арктике, на островах окраинных морей и в наиболее северных частях материков (на Таймыре) в июле поглощается наибольшее в году количество радиации, ибо только в июле после схода снежного покрова аль-

бедо в этих районах имеет наименьшее значение, а приход радиации хотя и ниже, чем в июне, но еще достаточно велик. В этот месяц в указанных районах поглощается от 6 (в Центральной Арктике) до 8—10 ккал/см<sup>2</sup> тепла (на островах Канадского архипелага и в северной части Таймыра). На материке на широте полярного круга поглощается около 11 ккал/см<sup>2</sup>. В морях Карском, Лаптевых, Чукотском появляются большие пространства воды, поглощающие до 10 ккал/см<sup>2</sup> и более, т. е. столько же, сколько воды Северной Атлантики и Баренцева моря.

Следует заметить, что если суммарная радиация в светлое время года в высоких широтах имеет повышенные значения по сравнению с умеренными широтами, то величины поглощенной радиации в целом уменьшаются с ростом широты места, поскольку к Центральной Арктике увеличивается отражательная способность поверхности.

В августе значения поглощенной радиации в связи с общим ослаблением поступления солнечной энергии уменьшаются. В материковой части Арктики поглощается от 7 до 8 ккал/см<sup>2</sup> тепла. Значительные участки открытой воды в окраинных морях поглощают от 6 до 7 ккал/см<sup>2</sup>. В Центральном полярном бассейне поглощенная радиация составляет лишь 2—4 ккал/см<sup>2</sup>.

В сентябре приход суммарной радиации продолжает уменьшаться, кроме того, в Центральной Арктике и на наиболее северных островах начинает устанавливаться снежный покров. В Центральном полярном бассейне величина поглощенной радиации близка к нулю. В сентябре участки открытой воды в окраинных морях достигают максимального распространения. Однако вследствие пониженного поступления радиации на этих участках поглощается лишь от 2 до 3 ккал/см<sup>2</sup> тепла. В континентальных районах поглощенная радиация составляет от 3 до 4,5 ккал/см<sup>2</sup>.

В октябре участки открытой воды сокращаются, в большей части Арктики образуется снежный покров, отражающий значительное количество лучистой энергии при малом ее поступлении. В большей части Арктики поглощенная радиация составляет от 0 до 1 ккал/см<sup>2</sup>. Лишь в европейской части, где установление снежного покрова запаздывает, и на участках открытой водной поверхности в южной половине Баренцева, Норвежского и Гренландского морей и Баффинова залива поглощается от 1 до 2 ккал/см<sup>2</sup> тепла.

В ноябре до 70° с. ш. поглощенная радиация равна нулю, а на широте полярного круга поглощается лишь 0,2—0,3 ккал/см<sup>2</sup> тепла.

В декабре почти на всей рассматриваемой территории поглощенная радиация равна нулю.

Следует отметить, что в зимние месяцы разница в альбедо суши и открытой воды незначительно сказывается на различии

в распределении поглощенной радиации, поскольку приход радиации как над сушей, так и водой мал. Наибольшие различия в поглощении радиации водной поверхностью и сушей отмечаются в апреле—мае, когда приток радиации достаточно ощутим, а контрасты отражения велики. Открытая водная поверхность в это время года поглощает солнечного тепла в три-четыре раза больше, чем снежная поверхность. В дальнейшем, со сходом снежного покрова, т. е. уменьшением альбедо, различие в поглощении тепла рассматриваемыми поверхностями сглаживается, и в августе крайние арктические моря поглощают столько же тепла, сколько и тундровая поверхность в континентальной части Арктики.

За год (рис. 46) подстилающая поверхность материковой Арктики поглощает от 30 (на широте  $75^\circ$ ) до 45—50 ккал/см<sup>2</sup> (на широте полярного круга). В Центральном полярном бассейне поглощается около 20 ккал/см<sup>2</sup> солнечного тепла. На островах североамериканского архипелага и в его многочисленных проливах, в Баффиновом заливе, в Северной Гренландии и в арктических морях годовая сумма поглощенной радиации составляет примерно 30—40 ккал/см<sup>2</sup>. Те участки Баренцева моря, морей Карского, Лаптевых, Берингова, где летом есть пространства открытой воды, поглощают до 50 ккал/см<sup>2</sup> тепла, районы южной половины Баренцева моря и северной части Норвежского моря — от 50 до 60 ккал/см<sup>2</sup>.

### 3. Эффективное излучение

Характер пространственного распределения величин эффективного излучения от месяца к месяцу меняется мало. Исходя из этого, целесообразно не приводить карты эффективного излучения для каждого месяца, а ограничиться картами для января (рис. 47) и июля (рис. 48).

Анализ полученного материала показывает, что почти в течение всего года месячные величины  $E_n$  в Центральном полярном бассейне меньше 2 ккал/см<sup>2</sup>. В холодное время года это связано с низкими отрицательными температурами, т. е. с малыми значениями  $E_0$ . В теплое время года  $E_0$  в Центральной Арктике несколько возрастает и мало отличается от  $E_0$  в более южных широтах, где с увеличением температуры значительно возрастает и абсолютная влажность воздуха, но зато существенно повышается облачность, что снижает эффективное излучение в действительных условиях. Кроме того, проявляется влияние увеличения противоизлучения атмосферы в условиях как зимних, так и летних инверсий. Малые значения эффективного излучения отмечаются и на островах европейского сектора вследствие большой облачности во все месяцы года.

В остальных районах Арктики эффективное излучение больше 2 ккал/см<sup>2</sup> месяц, с марта по сентябрь в глубь конти-

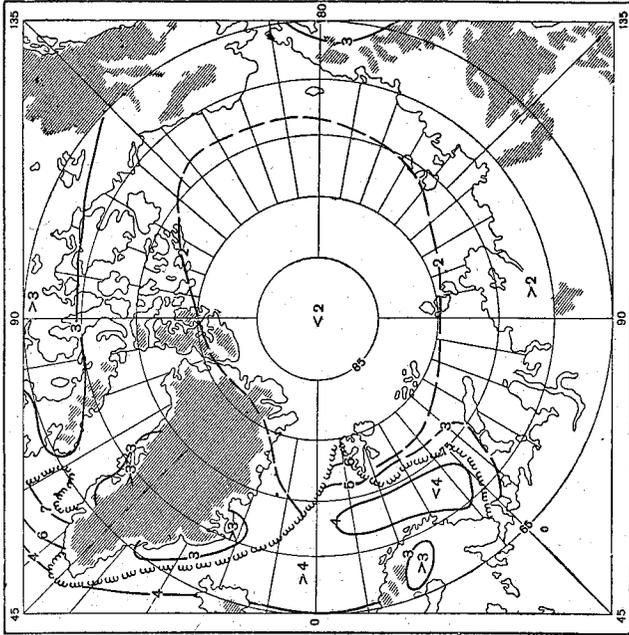


Рис. 47. Эффективное излучение (ккал/см<sup>2</sup> месяц).  
Январь.

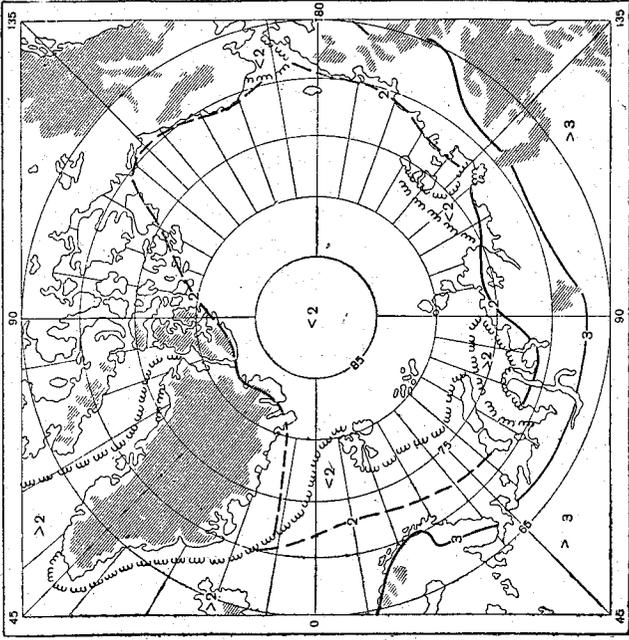


Рис. 48. Эффективное излучение (ккал/см<sup>2</sup> месяц).  
Июль.

нента (уменьшается облачность)  $E_n$  увеличивается до 3,0—3,5 ккал/см<sup>2</sup> месяц.

Следует отметить большие контрасты величин эффективного излучения в холодный период года по показаниям полярных станций и над открытой водной поверхностью близ границы льдов. Особенно это выражено в районе Шпицбергена и Баффинова залива. С ноября по март эффективное излучение над открытой водой в Баренцевом море и у восточного побережья

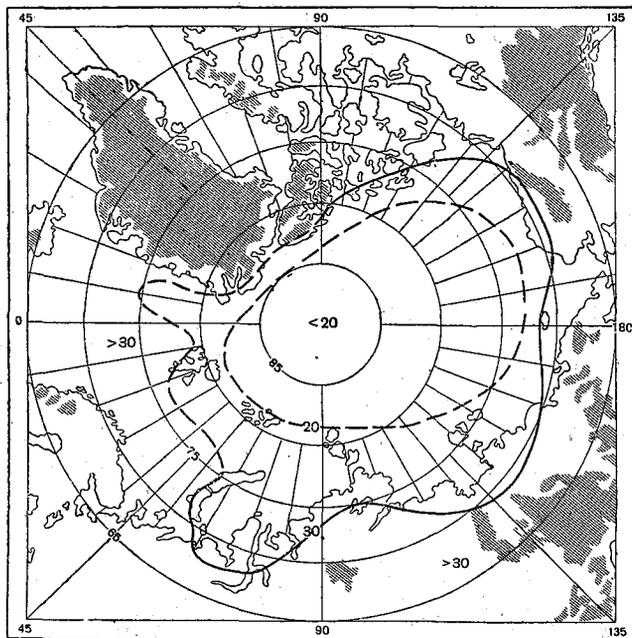


Рис. 49. Эффективное излучение (ккал/см<sup>2</sup> год). Год.

Гренландии примерно в два раза больше, чем на побережье (4—5 и 2,3—2,5 ккал/см<sup>2</sup>), а у Шпицбергена и западного побережья Гренландии — в три-четыре раза (6—8 и 2—2,5 ккал/см<sup>2</sup>). Это явление связано со значительными контрастами температур воздуха и водной поверхности в холодное время года (до 10—14°). Таким образом, при детальном анализе радиационного баланса в высоких широтах, в частности в Центральном полярном бассейне, в зимние месяцы необходимо учитывать излучение над разводьями. На это указывают и исследования Д. Л. Лайхтмана и Л. А. Ключниковой [112]. В теплую половину года эти различия уменьшаются, и с июня по сентябрь

излучение над водой и сушей почти одинаково (около 2 ккал/см<sup>2</sup>).

Годовые суммы эффективного излучения в Центральной Арктике (рис. 49) составляют около 20 ккал/см<sup>2</sup>, в прибрежной части Арктики — от 25 до 28 ккал/см<sup>2</sup>, в районе североамериканского архипелага, Гренландии и материковой Арктики — более 30 ккал/см<sup>2</sup>. Крайние арктические моря излучают от 30 до 40 ккал/см<sup>2</sup> (Баренцево море), а открытая вода у Шпицбергена и в Баффиновом заливе — до 50 ккал/см<sup>2</sup>.

#### 4. Радиационный баланс

Рассмотрим карты радиационного баланса (рис. 50—62).

Январь, февраль. В эти месяцы значения радиационного баланса целиком или в значительной степени определяются величинами эффективного излучения, поскольку приход солнечной радиации мал, а в период полярной ночи отсутствует вообще. Для распределения радиационного баланса в эти месяцы характерны несколько меньшие (по абсолютной величине) отрицательные значения баланса (больше — 2 ккал/см<sup>2</sup>) в Центральном полярном бассейне и на островах европейского сектора, связанные с малыми значениями эффективного излучения в этих районах, как уже указывалось выше. К югу отрицательные значения радиационного баланса возрастают до — 2,5, — 3 ккал/см<sup>2</sup> месяц. Наибольшие отрицательные значения радиационного баланса в зимние месяцы (до — 5, — 6 ккал/см<sup>2</sup>) отмечаются над открытой водной поверхностью, особенно в районе Шпицбергена, вдоль восточного побережья Гренландии и в Баффиновом заливе. Это обусловлено большими значениями эффективного излучения, связанного, как уже говорилось, со значительными контрастами температур воздуха и воды. На январь так же как и на декабрь (рис. 61), приходится наибольшие отрицательные величины радиационного баланса в Арктике.

В марте над открытой водной поверхностью намечается переход от отрицательных месячных значений радиационного баланса к положительным. Близ границы льдов у Шпицбергена и в Баффиновом заливе баланс еще отрицателен, а в Северной Атлантике южнее 68—69° с. ш. уже положителен. В остальной части Арктики сохраняются примерно те же закономерности, что и в феврале.

В апреле над открытой водой и в местах наибольшего разрежения льда баланс положителен. На континенте переход к положительным значениям баланса имеет место южнее 65° с. ш. В остальной части Арктики радиационный баланс хотя и отрицателен, но составляет 1 ккал/см<sup>2</sup>.

Май. В светлый период года значения радиационного баланса в Арктике больше определяются величинами поглощенной радиации, а не эффективного излучения, как это имеет место

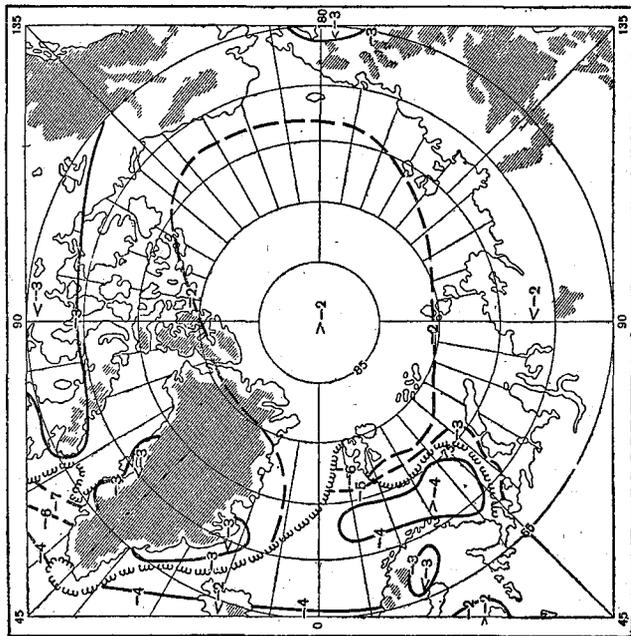


Рис. 50. Радиационный баланс (ккал/см<sup>2</sup> месяц).  
Январь.

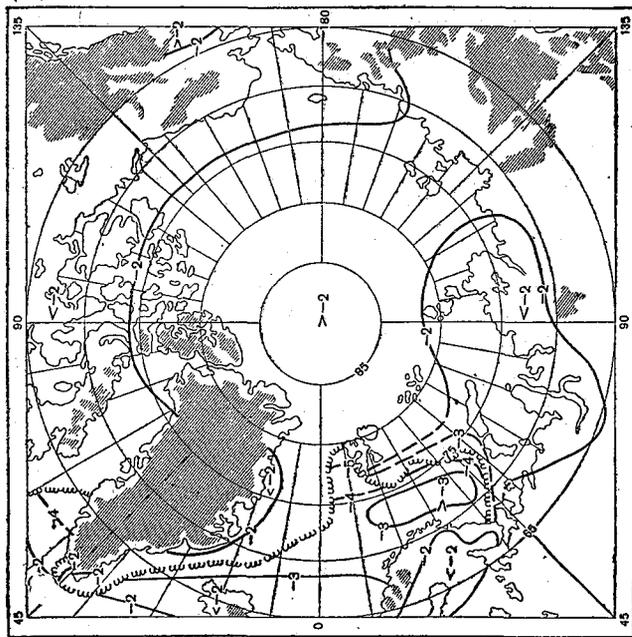


Рис. 51. Радиационный баланс (ккал/см<sup>2</sup> месяц).  
Февраль.

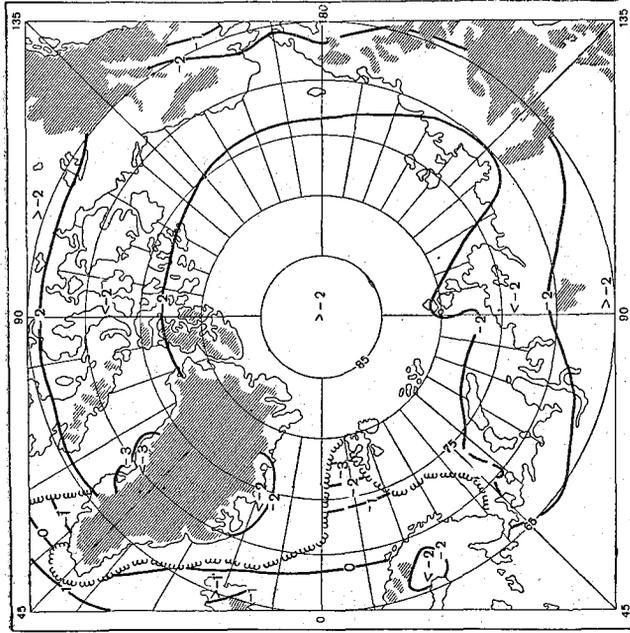


Рис. 52. Радиационный баланс (ккал/см<sup>2</sup>·месц). Март.

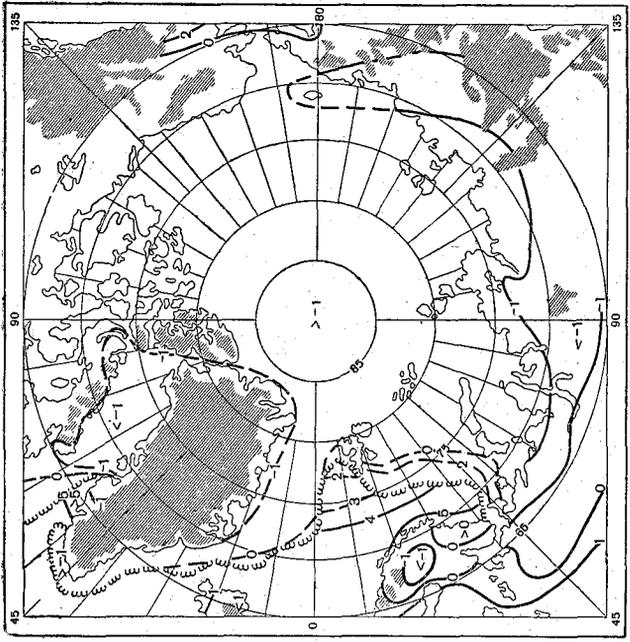


Рис. 53. Радиационный баланс (ккал/см<sup>2</sup>·месц). Апрель.

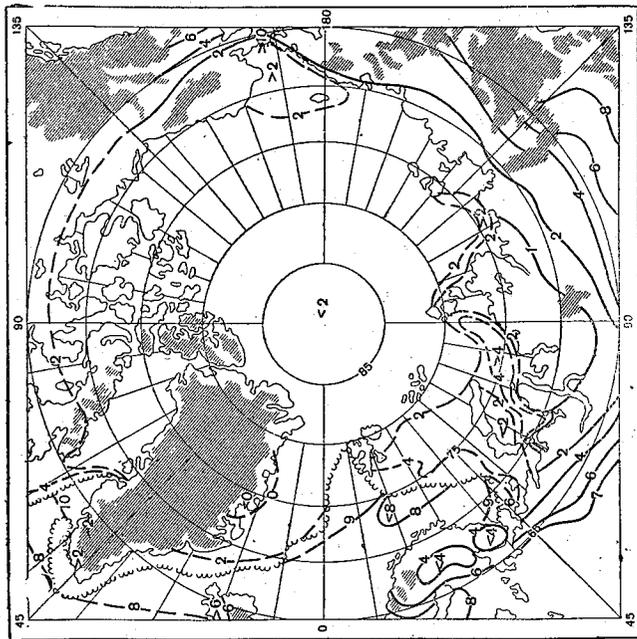


Рис. 54. Радиационный баланс (ккал/см<sup>2</sup>месяц). Май.

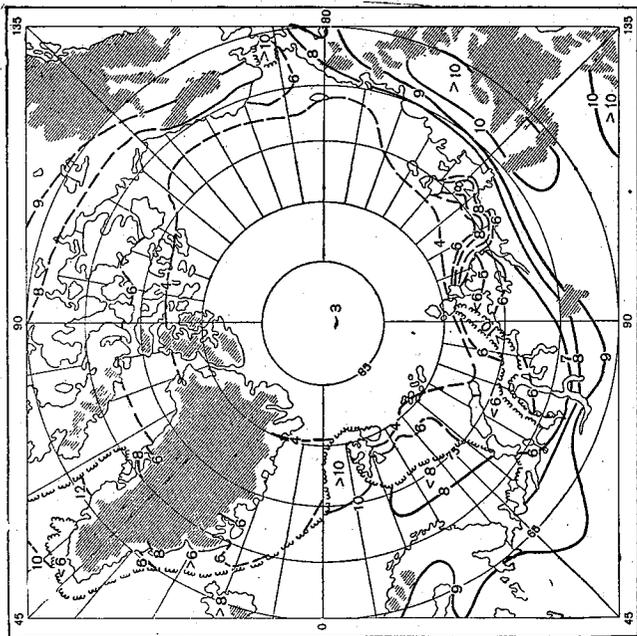


Рис. 55. Радиационный баланс (ккал/см<sup>2</sup>месяц). Июнь.

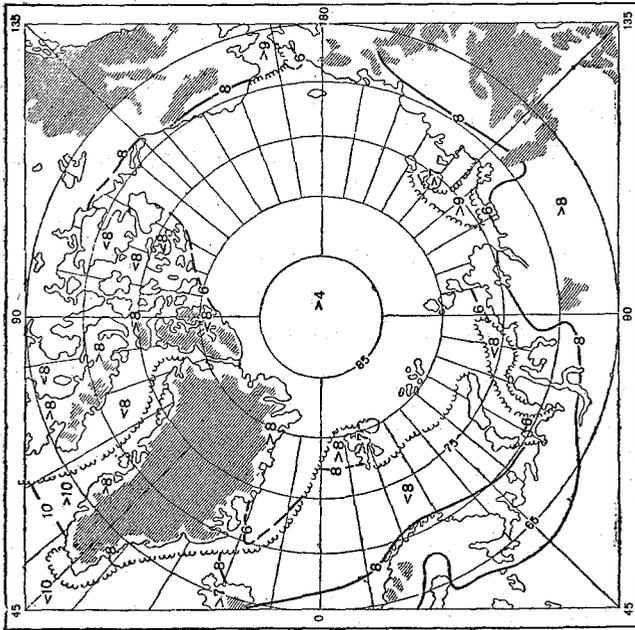


Рис. 56. Радиационный баланс (ккал/см<sup>2</sup> месяц). Июль.

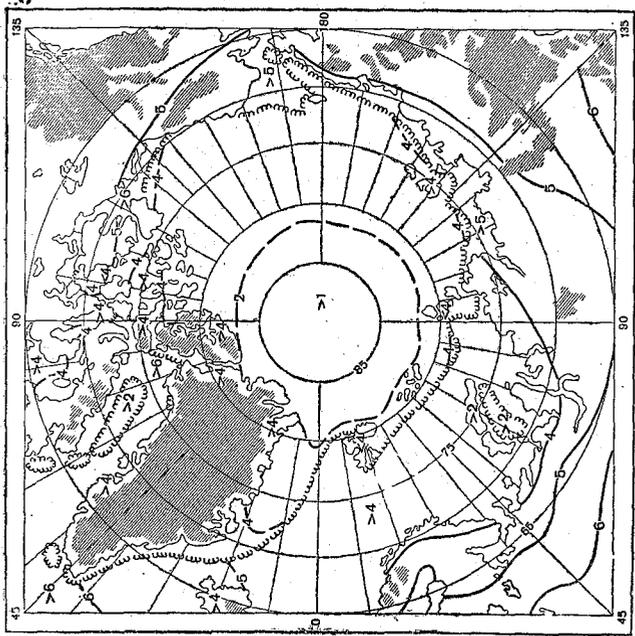


Рис. 57. Радиационный баланс (ккал/см<sup>2</sup> месяц). Август.

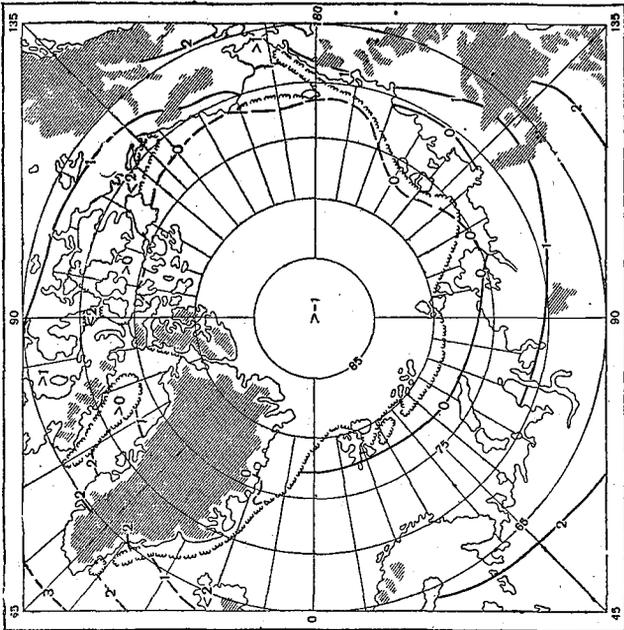


Рис. 58. Радиационный баланс (ккал/см<sup>2</sup> месяц).  
Сентябрь.

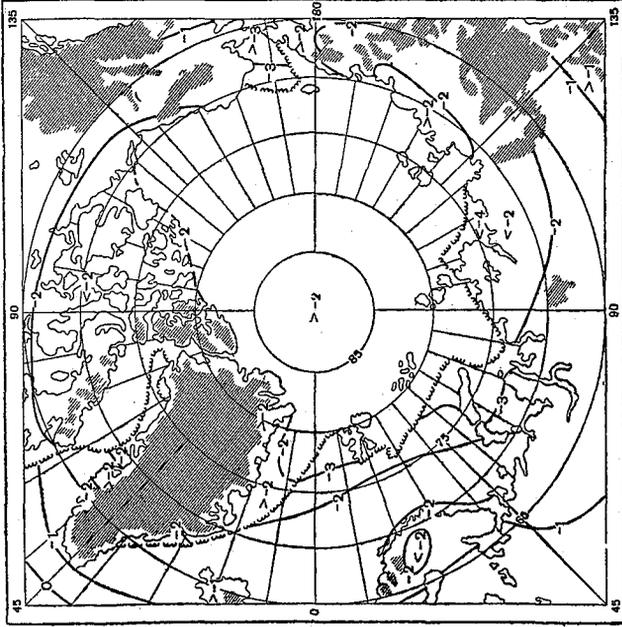


Рис. 59. Радиационный баланс (ккал/см<sup>2</sup> месяц).  
Октябрь.

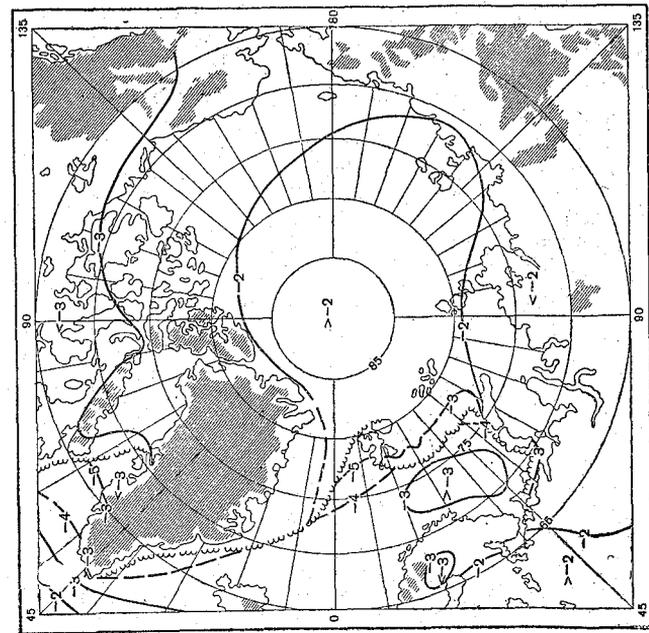


Рис. 60. Радиационный баланс (ккал/см<sup>2</sup> месяц).  
Ноябрь.

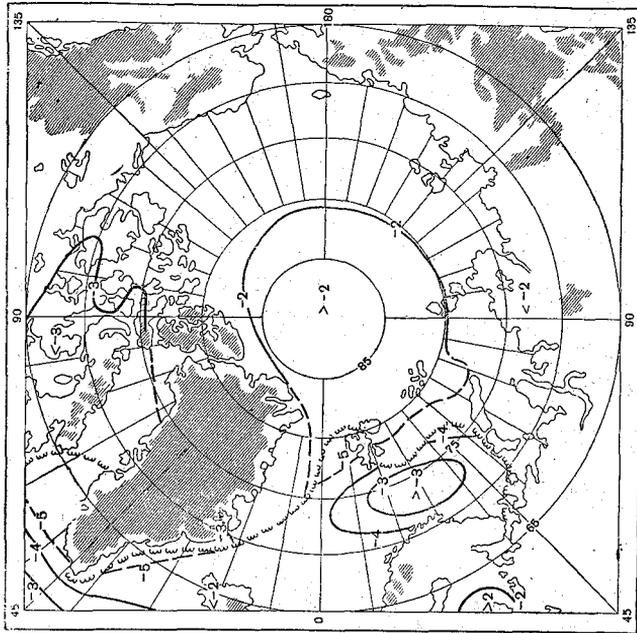


Рис. 61. Радиационный баланс (ккал/см<sup>2</sup> месяц).  
Декабрь.

зимой. В мае радиационный баланс повсеместно положителен.

На широте полярного круга на материке он составляет примерно 2—4 ккал/см<sup>2</sup>, в европейской части 5—6 ккал/см<sup>2</sup>, а во внутренних районах Скандинавии и Кольского полуострова, где сход снега несколько запаздывает по сравнению с побережьем, менее 4 ккал/см<sup>2</sup>. На Таймыре, побережье окраинных морей, Канадском архипелаге, в Гренландии и Центральной Арктике, где снежный покров сохраняется полностью, радиационный баланс меньше 2 ккал/см<sup>2</sup>. На открытых участках воды в Северной Атлантике и Баренцевом море баланс равен 8—9 ккал/см<sup>2</sup>.

В июне радиационный баланс повсюду возрастает. В материковой части Арктики в этот месяц он достигает наибольших за год значений (9—10 ккал/см<sup>2</sup>). Примерно такие же значения имеет радиационный баланс и на участках открытой воды в Северной Атлантике, Баренцевом и Карском морях. В Центральной Арктике, на островах окраинных морей и Канадского архипелага, где снег еще окончательно не сошел, баланс колеблется в пределах 3—6 ккал/см<sup>2</sup>.

В июле в материковой части Арктики и на водных пространствах в связи с уменьшением величин поглощенной радиации при общем ослаблении прихода радиации радиационный баланс начинает уменьшаться и имеет значения около 8 ккал/см<sup>2</sup>. В Центральной Арктике, на островах арктических морей и Канадского архипелага, на побережье Гренландии, где снег сошел или находится в состоянии интенсивного таяния, радиационный баланс достигает наибольших значений (4—7 ккал/см<sup>2</sup>), поскольку и значения поглощенной радиации в этот месяц наибольшие.

В августе повсеместно радиационный баланс уменьшается. В Центральной Арктике он немногим более 1 ккал/см<sup>2</sup>. На островах Канадского архипелага, по побережью и ледовой окраине арктических морей радиационный баланс составляет около 4 ккал/см<sup>2</sup>. На материках на широте полярного круга он равен примерно 5 ккал/см<sup>2</sup>.

В сентябре в Центральной Арктике месячные суммы радиационного баланса отрицательны (около —1 ккал/см<sup>2</sup>). На открытых водных пространствах и участках суши примерно до 76—77° с. ш. проходит нулевая изолиния радиационного баланса. Южнее радиационный баланс положителен (до 1,5 ккал/см<sup>2</sup> на широте полярного круга).

В октябре во всей Арктике радиационный баланс отрицателен. В Центральной Арктике и прилегающих районах его значения несколько больше —2 ккал/см<sup>2</sup>, а южнее — ниже —2 ккал/см<sup>2</sup>, т. е. на характер распределения радиационного баланса накладывают отпечаток особенности распределения

эффективного излучения. Контрасты величин излучения у ледовой границы выражены не ярко.

В ноябре и декабре особенности режима радиационного баланса те же, что и в январе и феврале, т. е. отмечаются повышенные отрицательные значения баланса в Центральной Арктике (более  $-2$  ккал/см<sup>2</sup>) и несколько пониженные значения в материковых районах (ниже  $-2$  ккал/см<sup>2</sup>). Близ границы распространения льда в Баренцевом море, у Шпицбергена,

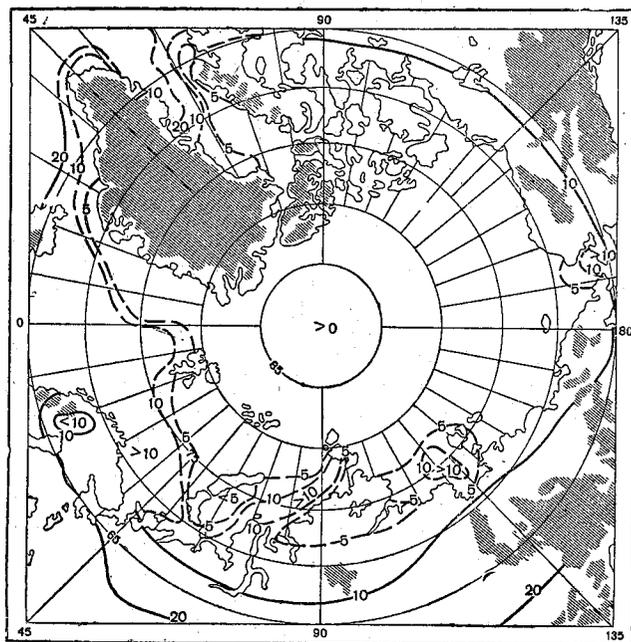


Рис. 62. Радиационный баланс (ккал/см<sup>2</sup> год). Год.

в Гренландском море и в Баффиновом заливе контрасты величин эффективного излучения, а следовательно, и радиационного баланса с возрастанием разности температур воды и воздуха увеличиваются (до 5 ккал/см<sup>2</sup>).

Годовые суммы радиационного баланса (рис. 62) в материковой части Арктики положительные и изменяются примерно от 3—5 ккал/см<sup>2</sup> в районе Таймыра и Канадского архипелага до 10—15 ккал/см<sup>2</sup> на широте полярного круга в Евразии и 10 ккал/см<sup>2</sup> в Северной Америке.

Годовые суммы радиационного баланса в Центральном полярном бассейне также положительные: примерно около 2 ккал/см<sup>2</sup> в восточной части (сибирско-алюсский сектор) до

величин, близких к нулю в европейском и гренландском районах.

Малые значения радиационного баланса в европейском секторе Центрального полярного бассейна связаны с меньшим приходом суммарной радиации по сравнению с остальной частью Центральной Арктики вследствие значительной облачности в этом районе, подверженном большему влиянию атлантических воздушных масс. В Северной Гренландии, на севере Канадского архипелага и прилегающих к ним районов Полярного бассейна годовой приход суммарной радиации самый большой в Арктике. Однако в результате высокой повторяемости ясного неба здесь велика и годовая сумма эффективного излучения, вследствие чего в конечном итоге годовые суммы радиационного баланса оказываются малыми. В восточном секторе Центральной Арктики в теплое время года облачность тоже велика, но, очевидно, вследствие меньшей водности и мощности она отличается по физическим свойствам от облачности в близатлантическом районе, т. е. обладает большой пропускающей и рассеивающей способностью, что обуславливает повышенный приток суммарной радиации, а следовательно, и большую годовую сумму радиационного баланса. Необходимо также учесть, что величины радиационного баланса в восточной части Центрального полярного бассейна получены в основном по материалам дрейфующих станций с небольшим периодом наблюдений. Годовые суммы баланса, рассчитанные по данным этих станций, в основном положительные (табл. 35). Однако, как будет показано дальше, годовые величины радиационного баланса обладают большой относительной изменчивостью. В отдельные годы они могут быть как положительными, так и отрицательными. Таким образом, утверждение о среднем многолетнем положительном балансе Центральной Арктики, может быть, преждевременно. Очевидно, в среднем выводе радиационный баланс Центрального полярного бассейна близок к нулю.

Годовые величины радиационного баланса окраинных арктических морей колеблются от 5 до 10 ккал/см<sup>2</sup>. Наименьшие годовые величины радиационного баланса приходятся на районы ледяных массивов, сохраняющихся в течение длительного времени. В местах, где в летние месяцы имеются большие участки открытой воды, годовые суммы радиационного баланса достигают 15—20 ккал/см<sup>2</sup>. Южная часть Баренцева моря, северная половина Норвежского моря получают за год примерно от 20 до 25 ккал/см<sup>2</sup> тепла.

Сравним построенные нами карты с подобными картами, полученными ранее другими авторами. Как уже говорилось, в 1955 г. Метир дал распределение среднесуточных значений суммарной радиации по месяцам в Канаде [247]. Величины ра-

диации для арктических районов были определены расчетным путем. На картах Метира над Баффиновой Землей выделяется область большого прихода суммарной радиации. Однако представляется, что значения суммарной радиации в этом районе сильно завышены, так как по условиям облачности эта часть Канадского архипелага мало отличается от прилегающих островов, а на побережье Баффинова залива облачность даже значительно повышается. Для остальной территории Северной Канады и Канадского архипелага полученные нами месячные суммы суммарной радиации в основном хорошо согласуются с величинами суммарной радиации, рассчитанными по картам Метира.

В 1955 г. Т. Г. Берлянд и Н. А. Ефимова опубликовали детальные карты суммарной радиации и радиационного баланса для территории Советского Союза примерно до  $80^\circ$  с. ш. [26]. Таким образом, имеется возможность сравнить полученные карты распределения суммарной радиации и радиационного баланса в районах, относящихся к советскому сектору Арктики. Значения месячных величин суммарной радиации, необходимые для построения подобных карт в малоосвещенных районах, Берлянд и Ефимова рассчитали по среднегодовым и среднеширотным значениям коэффициента  $k$ . Как оказалось, изолинии годовых значений суммарной радиации, проведенные на наших картах, хорошо согласуются (с небольшими отклонениями в восточной части) с соответствующими изолиниями на картах вышеуказанных авторов, поскольку среднегодовые значения  $k$ , найденные нами, соответствуют или немного превышают значения этого коэффициента, полученные ранее Берлянд для рассматриваемых широт [31]. Что касается месячных карт суммарной радиации, то для месяцев, когда значения  $k$  больше годовых (март—июнь), изолинии суммарной радиации на наших картах смещены к северу, а для месяцев с меньшими величинами  $k$  (август—ноябрь) — к югу по сравнению с соответствующими изолиниями на картах Советского Союза. Кроме того, на наших картах для летних месяцев распределение суммарной радиации более сложное, чем на сравниваемых картах. Величины радиационного баланса на представленных картах в холодное время года (с октября по апрель) меньше (примерно на  $1$  ккал/см<sup>2</sup>), а в теплое время больше (в мае и августе на  $1$  ккал/см<sup>2</sup>, в июне—июле на  $2$  ккал/см<sup>2</sup>), чем на картах, построенных для Советского Союза. Изолинии годовых карт радиационного баланса приблизительно совпадают. Указанные расхождения в месячных значениях радиационного баланса связаны с некоторым различием в методике расчета всех составляющих, принятых в настоящей работе и вышеуказанными авторами. Кроме того, в нашем распоряжении было большее количество материала.

## 5. Изменчивость составляющих радиационного баланса в Арктике

Выше рассмотрено распределение средних многолетних величин радиационного баланса в Арктике. В отдельные годы величины радиационного баланса могут существенно отклоняться от средних. Так, например, на о. Диксон за период наблюдений с 1938 по 1947 г. при среднем многолетнем годовом значении радиационного баланса  $3,5$  ккал/см<sup>2</sup> крайние значения баланса составляли  $7,9$  ккал/см<sup>2</sup> (1938 г.) —  $2,3$  ккал/см<sup>2</sup> (1940 г.).

Изменчивость радиационного баланса определяется изменчивостью всех его составляющих. Основной компонент радиационного баланса — суммарная радиация — обладает относительной устойчивостью, так как при изменении облачности меняются соотношения между приходом прямой и рассеянной радиации. Как показал анализ изменчивости суммарной радиации для ряда станций (табл. 44), средние отклонения месячных величин суммарной радиации невелики и составляют примерно 8—10% средней многолетней (за исключением месяцев малого прихода радиации, для которых относительная изменчивость может быть большой). Крайние отклонения месячных величин суммарной радиации за отдельные годы редко превышают 25%. Анализ погрешностей величин суммарной радиации по методу С. М. Горленко [51] показывает, что в условиях Арктики для определения значений радиации с точностью 10% средней многолетней достаточно 1—2 лет наблюдений. Таким образом, для общего климатического анализа использованные нами материалы фактических наблюдений за сравнительно короткий период (5 лет и более) вполне приемлемы.

Средняя абсолютная изменчивость эффективного излучения (табл. 45) составляет примерно  $0,5$  ккал/см<sup>2</sup> месяц, или в среднем около 20%. Абсолютная изменчивость самой величины радиационного баланса (табл. 46) примерно одинакова для всех месяцев и составляет около  $0,5$  ккал/см<sup>2</sup>. Однако вклад этой величины в процентном выражении в разные периоды года различен. Для месяцев малых значений радиационного баланса, особенно для переходных, это составляет 50% и более, а крайние отклонения в отдельные годы могут достигать 150% и более. Для летнего периода больших значений баланса относительная изменчивость радиационного баланса составляет примерно лишь 10%. Малая изменчивость радиационного баланса в летние месяцы связана с обратным соотношением изменчивости величин суммарной радиации и эффективного излучения при изменении облачности, тогда как в зимние месяцы изменчивость радиационного баланса целиком определяется изменчивостью только эффективного излучения.

Средняя изменчивость суммарной радиации

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
----------------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----

о. Уединения

Среднее (1935—1941, 1947—1954)	0,0	0,1	2,8	9,1	14,7	15,0	10,7	5,4	2,1	0,3	0,0	0,0
Среднее абсолютное отклонение	—	—	$\pm 0,3$	$\pm 0,7$	$\pm 1,3$	$\pm 1,3$	$\pm 2,0$	$\pm 0,5$	$\pm 0,3$	$\pm 0,1$	—	—
Среднее отклонение (%)	—	—	11	8	9	8	19	9	14	33	—	—

о. Диксон

Среднее (1938—1954)	0,0	0,5	4,0	9,6	14,0	13,9	11,6	6,9	3,1	0,9	0,0	0,0
Среднее абсолютное отклонение	—	$\pm 0,1$	$\pm 0,3$	$\pm 0,9$	$\pm 1,1$	$\pm 1,2$	$\pm 0,9$	$\pm 0,4$	$\pm 0,3$	$\pm 0,1$	—	—
Среднее отклонение (%)	—	20	8	9	8	9	8	6	10	11	—	—

о. Мостах

Среднее (1945—1956)	0,0	0,7	4,7	10,9	16,5	13,9	12,4	7,3	3,4	1,2	0,1	0,0
Среднее абсолютное отклонение	—	$\pm 0,1$	$\pm 0,7$	$\pm 1,1$	$\pm 0,7$	$\pm 1,4$	$\pm 1,9$	$\pm 1,0$	$\pm 0,7$	$\pm 0,2$	—	—
Среднее отклонение (%)	—	14	15	10	4	10	15	14	21	17	—	—

## Мыс Шмидта

Среднее (1936—1943, 1946—1954)	0,1	1,1	5,4	10,6	14,9	15,5	11,8	7,7	4,3	1,6	0,0
Среднее абсолютное отклонение . . .	—	±0,1	±0,5	±0,6	±1,0	±1,6	±0,9	±0,7	±0,4	±0,2	—
Среднее отклонение (%) . . . . .	—	9	9	6	7	10	8	9	9	13	—

## Якутск

Среднее (1937, 1939—1949)	0,8	2,8	7,5	11,4	12,9	14,8	14,1	10,7	6,3	3,1	1,2	0,4
Среднее абсолютное отклонение . . .	±0,1	±0,1	±0,5	±0,5	±0,6	±1,2	±0,7	±1,0	±0,5	±0,3	±0,2	±0,1
Среднее отклонение (%) . . . . .	12	4	7	4	5	8	5	9	8	10	17	25 <sub>9</sub>

## Фэрбенкс

Среднее (1943—1957)	0,5	2,0	6,5	11,4	14,5	15,0	13,9	10,0	5,4	2,4	0,8	0,2
Среднее абсолютное отклонение . . .	±0,1	±0,3	±0,5	±0,8	±1,1	±1,2	±0,8	±1,0	±0,6	±0,4	±0,2	—
Среднее отклонение (%) . . . . .	20	15	8	7	8	8	6	10	11	17	25	—

## Аклавик

Среднее (1950—1957)	0,1	1,4	5,9	11,7	15,8	15,1	14,0	9,0	4,7	1,8	0,8	0
Среднее абсолютное отклонение . . .	—	±0,2	±0,4	±0,4	±1,1	±1,0	±0,5	±0,5	±0,4	±0,2	±0,1	—
Среднее отклонение (%) . . . . .	—	14	7	3	7	7	4	6	9	11	33	—

Средняя изменчивость эффективного излучения

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Бухта Тихая												
Среднее (1934—1943) . . . . .	1,9	1,8	2,1	2,0	1,7	1,6	1,6	1,4	1,1	1,5	1,9	1,7
Среднее абсолютное отклонение . . . . .	$\pm 0,4$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$
Среднее отклонение (%) . . . . .	21	11	10	19	18	19	6	14	9	13	10	12
о. Диксон												
Среднее (1938—1949) . . . . .	2,4	2,1	2,6	2,2	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	2,3	2,5	2,3
Среднее абсолютное отклонение . . . . .	$\pm 0,2$	$\pm 0,4$	$\pm 0,6$	$\pm 0,4$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,4$	$\pm 0,4$	$\pm 0,4$	$\pm 0,5$
Среднее отклонение (%) . . . . .	8	19	23	18	28	26	16	15	21	17	16	22
Бухта Тикси												
Среднее (1935—1941) . . . . .	2,2	1,9	2,5	2,5	2,8	2,3	3,1	2,3	2,5	2,6	2,2	2,2
Среднее абсолютное отклонение . . . . .	$\pm 0,3$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,4$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,4$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$
Среднее отклонение (%) . . . . .	14	11	12	20	14	13	16	17	20	19	23	32
Мыс Шмидта												
Среднее (1935—1948, 1946—1948)	2,8	2,1	3,0	2,6	2,1	2,5	2,2	2,1	2,5	2,4	2,1	2,1
Среднее абсолютное отклонение . . . . .	$\pm 0,7$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,6$	$\pm 0,4$	$\pm 0,4$	$\pm 0,5$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$	$\pm 0,7$	$\pm 0,7$
Среднее отклонение (%) . . . . .	25	24	17	23	19	16	23	14	20	29	33	33

Средняя изменчивость радиационного баланса

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
----------------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	-----

о. Диксон

Среднее (1938—1947) . . . . .	-2,4	-2,0	-2,0	-0,7	0,5	6,5	7,2	3,3	0,0	-2,1	-2,5	-2,3	3,5
Среднее абсолютное отклонение . . . . .	±0,2	±0,4	±0,6	±0,4	±0,3	±0,5	±0,6	±0,4	±0,4	±0,4	±0,4	±0,6	±3,4
Среднее отклонение (%) . . . . .	8	20	30	40	60	8	8	12	19	16	26	97	

Мыс Шмидта

Среднее (1937—1942, 1947) . . . . .	-2,9	-1,8	-1,7	-0,5	0,6	6,4	6,8	4,1	0,0	-1,5	-2,1	-2,1	5,3
Среднее абсолютное отклонение . . . . .	±0,7	±0,5	±0,4	±0,6	±0,5	±0,5	±0,7	±0,3	±0,6	±0,6	±0,8	±0,9	±3,9
Среднее отклонение (%) . . . . .	24	28	24	120	84	8	10	7	40	37	43	74	

Таковы основные особенности и закономерности географического распределения составляющих радиационного баланса как в советской, так и зарубежной Арктике. Однако, как уже говорилось, из-за отсутствия большого материала фактических наблюдений, а также ограниченности общего климатологического материала, необходимого для расчетов, особенно для Центрального полярного бассейна, североамериканского архипелага и Гренландии, приведенные карты весьма схематичны. Продолжающиеся наблюдения актинометрических и дрейфующих станций, а также наблюдения в период Международного геофизического года могут внести некоторые количественные изменения, но общие выявленные закономерности распределения составляющих радиационного баланса в Арктике должны сохраниться.

## ГЛАВА V

### РОЛЬ РАДИАЦИОННОГО БАЛАНСА В ТЕПЛОМ РЕЖИМЕ АРКТИКИ

Как уже упоминалось, радиационный баланс является важнейшей составляющей теплового баланса, определяющего тепловой режим многих процессов.

Поступающая на поверхность коротковолновая радиация частично проникает в глубь воды, снега и льда. Проникающая способность лучистой энергии зависит не только от ее спектрального состава, но и от прозрачности воды и структуры снега и льда. В опресненной и замутненной воде заливов и близ устья рек количество проникающей радиации меньше, чем в собственно арктических морях. Так, например, по наблюдениям П. П. Кузьмина в Кандалакшском заливе Белого моря [107] в верхнем 20-сантиметровом слое воды поглощается до 50% радиации, а в метровом слое — до 95%. Коротковолновая радиация проникает лишь до глубины 10—12 м, максимум до 20 м. В Карском море [8] даже на глубину 2 м проникает около 25% радиации, поступающей на поверхность, а полное поглощение отмечается только на глубине 30 м и более.

По данным опытов, поставленных на дрейфующих и полярных станциях [153, 154, 155, 161], слой сухого снега толщиной 5 см пропускает примерно 8—10% радиации (без учета эффекта альбедо), 10 см — 4—8%. При благоприятных условиях даже до глубины 20 см может проникать до 15% радиации. Пропускающая и поглощающая способность снега сильно меняется в течение года [106]. Например, весной талый снег пропускает меньшее количество радиации, так как большее количество энергии в верхнем слое снега поглощается водой. Лед пропускает

большее количество энергии. По измерениям у острова Уединения [153] морской лед толщиной 40—45 см пропускает до 25% радиации.

Приникновение радиации в снег и лед имеет большое значение для их теплового режима. Так, по наблюдениям в Арктике даже при температурах ниже  $-10$ ,  $-15^{\circ}$  весной при благоприятных условиях облучения отмечается таяние снега [176], что, безусловно, связано с поглощением лучистой энергии в верхнем слое, целиком идущей на изменение теплосодержания снега.

К сожалению, в настоящее время тепловой баланс арктических районов вследствие недостаточной надежности методики непосредственных измерений и расчета элементов теплового баланса изучен слабо. Некоторые данные можно найти лишь для отдельных арктических морей (западного сектора советской Арктики) и дрейфующих станций.

По исследованиям В. В. Тимонова и П. П. Кузьмина [147] и уточненным расчетам А. Ф. Шишко [166] немногим менее  $\frac{2}{3}$  тепла в Белом море поступает от Солнца и только около  $\frac{1}{4}$  тепла — в результате водообмена с другими морями. Остальное количество тепла это море получает за счет процессов льдообразования (7%) и материкового стока (4%). Около 50% тепла теряется длинноволновым излучением, 35% — за счет турбулентного теплообмена и испарения. Остальное тепло идет на водообмен и таяние льда.

Открытые арктические моря, где большое значение приобретают морские течения, значительную долю тепла получают благодаря морской адвекции, хотя и радиация играет существенную роль. Так, по новейшим расчетам Е. И. Серякова для открытой водной поверхности южной части Баренцева моря [142], в годовом выводе около 55% тепла приносится морскими течениями, доля поглощенной радиации составляет более 40%. Остальное тепло поступает в результате теплообмена с атмосферой. Роль лучистого теплообмена и других факторов в потере тепла примерно одинакова. Так, на испарение затрачивается около 36% тепла, на турбулентный теплообмен с атмосферой — 35%, 30% тепла расходуется путем длинноволнового излучения.

В. В. Шулейкин [171] для Карского моря получил, что вклад радиации в общее поступление тепловой энергии примерно такой же, как и для Баренцева моря (40%). Около 40% тепла приносится атлантическими водами, 5% тепла поступает за счет материкового стока, 15% составляет тепло льдообразования. На турбулентный теплообмен с атмосферой и излучение расходуется около 55% тепла, на испарение — 30%, на таяние льда — около 15%.

Для Центральной Арктики оценка составляющих теплового баланса ледяного поля впервые была произведена Г. Н. Яков-

левым по материалам дрейфующей станции СП-2 [173, 174, 175]. Как им подмечено, основной статьей теплового баланса является радиационный баланс, определяющий сезонные особенности остальных составляющих. Например, после перехода радиационного баланса через нуль турбулентный теплообмен с атмосферой также меняет свой знак, а его годовой ход является зеркальным отражением годового хода радиационного баланса. Величины турбулентного теплообмена с атмосферой в Центральном полярном бассейне отрицательные, так как поверхность льда получает из атмосферы больше тепла, чем теряет. Месячные значения затраты тепла на испарение и турбулентный теплообмен с атмосферой относительно невелики, что связано с малыми градиентами температуры и влажности воздуха в Арктике.

В 1955—1956 гг. Главной геофизической обсерваторией и АНИИ на дрейфующих станциях СП-4 и СП-5 были организованы специальные исследования по тепловому балансу в Центральной Арктике [109, 110, 27, 55, 111, 144]. В табл. 47 приводятся месячные суммы основных составляющих теплового баланса, вычисленные по данным Д. Л. Лайхтмана [111]. Радиационный баланс  $R$  в табл. 47 приведен как остаточный член теплового баланса, поскольку автор дал только значения турбулентного теплообмена с атмосферой  $P$ , затраты тепла на испарение  $LE$ , тепловой поток в лед  $B$  и тепло таяния льда  $L \frac{dm}{dt}$ .

В июле, когда во всей Центральной Арктике имеет место таяние снега и льда, около 40% тепла расходуется на таяние, а около 45% — на испарение. Остальное количество тепла идет на турбулентный теплообмен с атмосферой. В остальные месяцы теплого периода (в июне и августе), когда таяние еще не началось или уже почти прекратилось, основной расходной статьей теплового баланса является испарение (60—65%); 40—35% тепла уходит в атмосферу. Тепловой поток в лед в этот период почти равен нулю, так как большое количество тепла идет на таяние или испарение. В полярную ночь или в месяцы, когда радиационный баланс отрицателен, основное количество уходящей радиации компенсируется притоком тепла из атмосферы (70—75%) и притоком тепла снизу (30—25%), от океанических вод, поскольку температура поверхности воды подо льдом выше, чем на поверхности льда. В зимние месяцы затраты тепла на испарение вследствие малых значений градиента влажности и благодаря постоянному наличию инверсии почти равны нулю. В целом за год ледовый покров в Центральном полярном бассейне получает тепло как за счет лучистой энергии, так и за счет теплообмена с атмосферой и подледной водой. Поступающее за год тепло расходуется на испарение и таяние льда.

Попытка определить тепловой баланс поверхности суши на территории Арктики была сделана С. А. Бакаловым, Б. А. Дерюгиным и К. А. Сычевым в районе Амдермы (тундровая и песчаная почва) [15]. Однако расчеты относятся только к тепловому периоду года. Кроме того, затраты тепла на испарение и теплообмен с грунтом оценивались совместно.

Таблица 47

Месячные суммы составляющих теплового баланса в Центральной Арктике (ккал/см<sup>2</sup>)

Элемент	I	II	III	IV	V	VI	VII
<i>R</i>	-2,0	-2,2	-2,0	-1,0	3,8	4,4	5,2
<i>P</i>	-1,5	-1,7	-1,5	-0,9	2,2	1,4	0,9
<i>LE</i>	0,0	-0,0	0,0	0,3	1,8	3,0	2,3
<i>B</i>	-0,5	-0,5	-0,5	-0,4	-0,2	0,0	0,0
$L \frac{dm}{dt}$	—	—	—	—	—	—	2,0

Элемент	VIII	IX	X	XI	XII	Год
<i>R</i>	2,5	-0,1	-0,8	-1,4	-1,8	(4,6)
<i>P</i>	0,9	-0,3	-0,6	-1,0	-1,3	-3,4
<i>LE</i>	1,6	0,4	0,2	-0,0	-0,0	9,6
<i>B</i>	0,0	-0,2	-0,4	-0,4	-0,5	-3,6
$L \frac{dm}{dt}$	—	—	—	—	—	2,0

Приближенное представление о тепловом балансе суши в Арктике по всем его основным составляющим и в различные сезоны года можно получить по наблюдениям и расчетам, выполненным автором в период МГГ для высокогорной станции Сунтар-Хаята в Восточной Сибири [39], условия которой как по климатическим признакам, так и по характеру подстилающей поверхности аналогичны условиям арктических районов, в частности островам Канадского архипелага. Как оказалось, в теплый период года после схода снежного покрова (июль—август) 55—65% тепла радиационного баланса идет на испарение, 30—20% — на турбулентный теплообмен с атмосферой и около 10—15% уходит в глубь почвы, чего достаточно для протаивания грунта за сезон на 70—80 см. Зимой потеря тепла излучением деликом компенсируется притоком тепла из атмо-

сферы, поскольку поток тепла из почвы вследствие сильного промерзания его, в отличие от поверхности воды подо льдом в Центральной Арктике, ничтожно мал.

Большую роль радиационный баланс играет в жизни арктических ледников, особенно в период их таяния. По наблюдениям Онгстрема [182], Свердрупа [275] и Олсона [256] на Шпицбергене, Эриксона [199] в Гренландии, Валлена [287] в Швеции, Ворда [288] и Орвига [259] на Баффиновой Земле и др. 55—70% тепла, идущего на таяние ледника, поступает с лучистой энергией. По наблюдениям на одном из ледников в районе ст. Сунтар-Хаята [40, 41], в период таяния 75—80% тепла идет за счет радиационного баланса, около 15% поступает из атмосферы в результате турбулентного теплообмена, 10—5% — за счет тепла конденсации. Поскольку основным источником тепла таяния является лучистая энергия, особенности сезонного и суточного хода таяния ледника следуют в основном изменениям радиационного баланса. Как отметил А. О. Кеммерих [94], таяние ледников в заполярных районах Северного Урала протекает более интенсивно, чем в горах Тянь-Шаня и Памира, что связано как с меньшей высотой ледников над уровнем моря, так и с непрерывным поступлением лучистой энергии в период полярного дня, в результате чего таяние в арктических районах продолжается и в ночные часы.

По расчетам Д. Б. Карелина [93] в прибрежной части арктических морей может стаять от 3 до 5 м льда, на архипелаге Северная Земля — до 1 м. По наблюдениям на дрейфующих станциях [175 и др.] и полярных ледниках за короткое арктическое лето стаивает от 20 до 50 см чистого льда и более (не считая таяния снежного покрова).

Данные по радиационному балансу и отдельным его составляющим в арктических районах находят широкое применение при различных расчетных работах: расчете выхолаживания поверхности и интенсивности инверсий [58, 205, 272, 276, 294], расчете термического режима морей [121], льда [177], промерзания и протаивания грунтов [146], образования и таяния льда [56, 57, 64] и т. д. Лучистая энергия может использоваться и используется в арктических районах в различных тепломелиоративных и других технических целях. Так, например, Н. Н. Калигин [85] указывал на наиболее рациональное устройство теплиц в Арктике для максимального использования лучистой энергии. Девис [197] предлагает использовать солнечную радиацию в Гренландии для обогрева помещений и пр. И. П. Георгиевский [49], Н. Т. Черниговский и др. в условиях Арктики поставили опыты по ускорению таяния снега и льда методом зачернения или окрашивания. Альbedo поверхности при этом снижалось в 2—4 раза, таяние ускорялось в 6—10 раз, а вскрытие льда происходило на 1—2 недели раньше, чем в есте-

ственных условиях. Точно такие же опыты проводились Ландсбергом в США [231].

В последние годы в ледоисследовательской лаборатории ААНИИ проводились большие работы по разработке методов ускорения таяния льда в Арктике в целях удлинения сроков навигации [127]. При распылении с самолета наибольший эффект дает уголь и шлак (300—350 г/м<sup>2</sup>) и смесь желтого песка и угля (400 г/м<sup>2</sup>). Опыление производится за 1,5—2 месяца до перехода температуры воздуха через 0°, т. е. в середине апреля—начале мая. Канал шириной 15—17 м и длиной 20—40 км полностью протаивает за 1—1,5 месяца после опыления и на 2—3 недели раньше, чем в окружающем районе.

Протаивание многолетнемерзлых пород методом регулирования составляющих радиационного и теплового баланса [14, 150, 164] признано в настоящее время одним из наиболее эффективных и дешевых способов при различных работах на Крайнем Севере и широко используется в практике мерзлотоведов и различных строительных и проектных организаций. Основной принцип воздействия заключается в уменьшении затрат тепла на отражение (снижение альбедо чернением) и эффективное излучение. В теплый период года также принимаются меры по уменьшению затрат тепла на испарение. Наиболее рациональным методом оттаивания мелкодисперсных пород признано послойное снятие протаявшего грунта с повторением всех операций для каждого последующего обнаженного слоя. Для уменьшения выхолаживания участка путем излучения зимой используются различные укрытия. При применении тепловой мелиорации эффективность оттаивания грунтов в 3—4 раза выше, чем в естественных условиях.

В последнее время делаются попытки использовать данные по радиационному и тепловому балансу в различных прогнозных целях, в частности при прогнозе ледовитости арктических морей, интенсивности снеготаяния, промерзания и протаивания грунтов и т. д. Однако эти методы пока разработаны недостаточно.

## ГЛАВА VI

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАДИАЦИОННОГО КЛИМАТА АРКТИКИ И АНТАРКТИКИ

Антарктика является географическим аналогом Арктики в южном полушарии, поэтому сопоставление особенностей радиационного режима этих двух удаленных друг от друга районов представляет большой интерес.

Измерения элементов радиационного баланса в Антарктике немногочисленны.

Первые актинометрические наблюдения в Антарктике были проведены Лиллеквистом на ст. Модхейм ( $\varphi=71^{\circ}03'$  ю. ш.,  $\lambda=10^{\circ}56'$  з. д.) во время норвежско-британско-шведской экспедиции 1949—1952 гг. [233]. Им были поставлены детальные измерения прямой и суммарной радиации, альbedo поверхности, эффективного излучения, проникновения радиации в глубь снега и пр. Величины радиационного баланса определялись расчетным путем.

В 1951—1952 гг. Лёве [235] провел непосредственные измерения радиационного баланса в порте Мартин на Земле Адели ( $\varphi=66^{\circ}49'$  ю. ш.,  $\lambda=141^{\circ}21'$  в. д.). Остальные составляющие были определены им на основании расчетных формул.

Большие актинометрические работы в Антарктике с 1956 г. проводят советские антарктические экспедиции. На ст. Мирный ( $\varphi=66^{\circ}33'$  ю. ш.,  $\lambda=93^{\circ}10'$  в. д.,  $H=35$  м) ведутся систематические наблюдения за всеми компонентами радиационного баланса. Кроме того, в отдельные годы велись наблюдения за некоторыми составляющими на ст. Оазис ( $\varphi=66^{\circ}16'$  ю. ш.,  $\lambda=100^{\circ}44'$  в. д.,  $H=15$  м) и на ст. Пионерская ( $\varphi=69^{\circ}44'$  ю. ш.,  $\lambda=95^{\circ}30'$  в. д.,  $H=2700$  м).

Материалы актинометрических измерений первой советской антарктической экспедиции обобщены Н. П. Русиным [135, 136, 137, 138, 139, 140], а второй экспедиции — И. Д. Копаневым [102, 103].

Анализ имеющихся данных и сопоставление их с материалом наблюдений арктических станций вскрывают ряд особенностей радиационного режима Антарктики. Интенсивность прямой солнечной радиации в Антарктике несколько выше, чем в арктических районах. Так, по материалам советских антарктических станций максимальные полуденные значения интенсивности прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность летом южного полушария (в декабре) составляли  $1,50$  кал/см<sup>2</sup> мин. и несколько больше (на ст. Пионерская), а по наблюдениям второй антарктической экспедиции — даже  $1,57$  кал/см<sup>2</sup> мин. В арктических же районах, как уже было показано (см. гл. II), максимальные значения интенсивности прямой солнечной радиации в среднем равны  $1,40$ — $1,50$  кал/см<sup>2</sup> мин. и фактически не превышали  $1,49$  кал/см<sup>2</sup> мин. (см. табл. 5).

В целом абсолютные значения интенсивности прямой радиации в Антарктике выше значений радиации на тех же широтах в Арктике примерно на 6—7%. Это связано с рядом причин. Во-первых, летом южного полушария Земля наиболее близко расположена к Солнцу (точка перигелия — 1/1), а летом северного полушария наиболее удалена от него (точка афелия — 3/VII). Это нашло отражение в величинах возможной радиации, полученных Т. Г. Берлянд [25]. В летние месяцы суточные

суммы суммарной радиации при ясном небе в высоких широтах южного полушария на 4—5% выше, чем на тех же широтах в северном полушарии. Во-вторых, прозрачность атмосферы в Антарктике вследствие большой чистоты и чрезвычайной сухости воздуха выше, даже чем в Арктике. Это подтверждается расчетами Л. Г. Махоткина [119]. Кроме того, следует учесть, что такие станции, как Пионерская, находятся на значительной высоте (2700 м), тогда как высота арктических станций редко больше 30 м.

Наибольшие месячные суммы прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность в Антарктике достигали 12 ккал/см<sup>2</sup>, в то время как в Арктике на широте 70° они равны в среднем 5—6 ккал/см<sup>2</sup> и даже в отдельные годы не превышали 9 ккал/см<sup>2</sup>.

За год прямая радиация в Антарктике составляет примерно 40% суммарной радиации, весной — 40—50%, а летом — до 50—60%. В арктических же районах (см. табл. 26) вклад прямой радиации в суммарную равен лишь 30—40% за год, а летом он снижается до 20%. Повышенные значения прямой солнечной радиации в Антарктике обусловлены не только большей интенсивностью прямой радиации в отдельные моменты времени, но и меньшей общей облачностью в Антарктике по сравнению с Арктикой, что обеспечивает больший месячный и годовой вклад прямой радиации. На побережье Антарктиды летом облачность составляет лишь 5—7 баллов, тогда как на арктическом побережье она доходит до 9 баллов. Особенно мала в Антарктике повторяемость облаков нижнего яруса. Так, в Мирном, как указывает Русин, в 1956 г. было отмечено всего лишь 33 дня со сплошной облачностью нижнего яруса.

Как уже говорилось, облака в Арктике отличаются большой пропускающей способностью. Однако в Антарктике эта особенность выражена еще сильнее. Так, по наблюдениям Русина [139] суммарная радиация в Мирном при сплошной облачности нижнего яруса снижалась намного меньше, чем при тех же условиях в Арктике.

Особенности режима рассеянной радиации в Антарктике примерно такие же, как и в Арктике, т. е. наибольшие значения этой радиации (до 1,05 ккал/см<sup>2</sup> мин.) отмечаются при сплошной облачности. Большое воздействие на рассеянную радиацию, как и в Арктике, оказывает высокая отражательная способность подстилающей поверхности. В ясные дни интенсивность рассеянной радиации снижается до 0,08—0,12 ккал/см<sup>2</sup> мин. Однако вследствие меньшей повторяемости облачности суммы рассеянной радиации на побережье Антарктиды (около 8 ккал/см<sup>2</sup>) летом ниже, чем на побережье арктических морей (10—12 ккал/см<sup>2</sup>). В годовом выводе доля рас-

сеянной радиации в суммарной в Антарктике составляет примерно 60% (в Арктике до 70%).

Суммарная радиация в Антарктике вследствие большего вклада прямой солнечной радиации оказывается значительной и превышает суммарную радиацию в арктических районах примерно на 20—30%. В декабре 1956 г. на ст. Пионерская месячная сумма составляла около 24 ккал/см<sup>2</sup>, тогда как в Арктике даже в гренландском секторе Центрального полярного бассейна, где отмечаются наибольшие значения радиации летом, суммарная радиация равна только 20 ккал/см<sup>2</sup>.

Годовые величины суммарной радиации в Антарктике составляют около 95 ккал/см<sup>2</sup>; в Арктике даже на островах Канадского архипелага суммарная радиация за год не превышает 85 ккал/см<sup>2</sup>, а в советском секторе она равна лишь 70—75 ккал/см<sup>2</sup>.

Отражательная способность подстилающей поверхности в Антарктике вследствие того, что снег здесь более чист и мелок, выше, чем в Арктике. Почти в течение всего года альbedo здесь равно 85—90%, и даже летом на побережье, где происходит перекристаллизация снега в связи с подтаиванием его на поверхности в дневные часы, альbedo снижается только до 70—80%. Летом в Антарктике альbedo уменьшается значительно только в оазисах (15%), причем это ощутимо сказывается даже на приходе суммарной радиации. Как отмечает Русин [138], примерно при одинаковой облачности суммарная радиация в оазисе Бангера на 20—30% ниже, чем в Мирном.

В результате, несмотря на повышенную суммарную радиацию, величины поглощенной радиации в Антарктике меньше. Наибольшие месячные суммы поглощенной радиации в Антарктике 4—5 ккал/см<sup>2</sup>, в Арктике они в два раза выше (8—10 ккал/см<sup>2</sup>).

Эффективное излучение в Антарктике, так же как и в Арктике, в сильной степени зависит от инверсий. Абсолютные значения эффективного излучения в зимние месяцы мало отличаются от абсолютных величин излучения на арктических станциях, особенно в Центральном полярном бассейне. Однако при малой облачности излучение в Антарктике летом достигает 4 ккал/см<sup>2</sup>, т. е. в полтора-два раза выше, чем в Арктике (см. табл. 33).

Вследствие большой потери тепла отражением и излучением радиационный баланс в Антарктике в течение 7—8 месяцев на побережье и 10 месяцев во внутренних континентальных районах отрицательный. В зимние месяцы радиационный баланс не ниже, чем в Центральной Арктике (—1,5, —2,0 ккал/см<sup>2</sup>). Но месячные суммы радиационного баланса летом примерно на 2 ккал/см<sup>2</sup> ниже, чем в Центральном полярном бассейне (см. табл. 35), где летом наблюдается интенсив-

Месячные суммы составляющих радиационного баланса (ккал/см<sup>2</sup>) на различных станциях в Антарктике

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Прямая радиация на горизонтальную поверхность													
Мирный	10,1	7,1	2,8	0,7	0,0	0,0	0,0	0,5	2,2	6,1	9,5	12,5	—
Пионерская	9,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12,1	—
Рассеянная радиация													
Мирный	8,3	5,7	2,8	1,1	0,4	0,1	0,2	1,0	2,7	5,8	7,7	7,5	43,3
Пионерская	12,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11,8	—
Суммарная радиация													
Мирный	18,4	12,8	5,6	1,8	4,0	0,1	0,2	1,5	4,9	11,9	17,2	20,0	94,8
Пионерская	21,9	—	—	—	—	0,0	0,0	0,9	4,7	10,4	20,0	23,9	—
Оазис	13,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12,0	15,7	—
Молхейм	18,1	11,5	6,3	1,6	0,1	0,0	0,0	0,7	4,2	11,0	18,4	21,8	93,7
Порт Маргин	16,1	9,5	5,6	2,0	0,2	0,0	0,1	1,0	3,6	9,4	14,0	16,8	78,4
Поглощенная радиация													
Мирный	4,5	—	0,9	0,3	0,0	0,0	0,1	0,2	0,5	3,0	5,3	3,8	—
Пионерская	2,8	—	—	—	—	0,0	0,0	0,1	0,7	1,9	4,2	5,3	—
Эффективное излучение													
Мирный	0,3	—	1,8	1,9	1,9	1,7	2,0	2,6	2,0	3,7	4,3	—	—
Пионерская	1,6	—	—	—	—	1,3	1,2	1,6	1,5	2,5	4,3	3,7	—
Радиационный баланс													
Мирный	—	—	-0,9	-1,6	-1,9	-1,7	-1,9	-2,4	-1,5	-0,7	1,0	3,7	—
Пионерская	1,2	—	-0,8	-1,3	-1,5	-1,3	-1,2	-1,5	-0,8	-0,6	-0,1	1,6	—
Молхейм	0,3	-0,5	-0,8	-1,3	-1,5	-1,4	-1,4	-1,4	-1,0	-0,6	-0,1	0,7	-9,0
Порт Маргин	1,8	0,7	0,2	-0,8	-0,9	-1,0	-1,0	-0,7	-1,5	-0,4	0,1	1,4	-5,3

ное таяние снега и льда, вследствие чего поглощенная радиация даже над льдами Центральной Арктики выше, чем в Антарктике. В результате этого годовой радиационный баланс в Антарктике постоянно отрицателен ( $-2$ ,  $-9$  ккал/см<sup>2</sup>), тогда как в Арктике он большей частью положителен.

В табл. 48 приведены месячные величины составляющих радиационного баланса для ряда антарктических станций по данным Русина [139] (для сравнения см. табл. 20, 21, 23, 24, 30, 33, 34, 35).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные выводы и задачи дальнейшего исследования радиационного климата Арктики

1. Арктика — одна из наименее изученных в отношении радиационного климата областей земного шара. Имеющиеся как в советской, так и зарубежной литературе мировые карты охватывают в основном территорию южнее Северного полярного круга. Это было связано как с малочисленностью исходных данных, так и с недостаточной разработанностью методов расчета составляющих радиационного баланса в высоких широтах.

2. Измерение радиации в арктических широтах было начато еще в начале XIX в. Однако до 30-х годов XX в. в советской Арктике и до 50-х годов в зарубежной Арктике исследование радиационного режима носило исключительно экспедиционный характер.

3. В советской Арктике действует около 5 постоянных актинометрических станций с периодом наблюдения от 10 до 20 лет и более 20 станций с периодом наблюдений менее 10 лет. В продолжение почти 10 лет ведутся наблюдения и в Центральной полярном бассейне. На всех советских станциях с момента организации актинометрической сети производятся измерения всех элементов радиационного баланса.

В зарубежной Арктике изучение радиационного режима ограничивается главным образом узко гляциологическими задачами. На актинометрических станциях (общей численностью менее 10 станций), созданных в основном в 1950—1951 гг. под руководством Бюро погоды США, измеряется только суммарная радиация.

4. Благодаря работам как советских, так и зарубежных исследователей наиболее изучены особенности режима коротковолновой радиации. Длинноволновая радиация и собственно радиационный баланс изучены менее детально.

5. Из-за большой прозрачности атмосферы в Арктике интенсивность прямой солнечной радиации при одних и тех же мас-

сах воздуха в арктических районах оказывается примерно на 20% выше, чем в умеренных широтах. Однако вследствие большой повторяемости облачности, особенно в светлый период года, суммы прямой солнечной радиации в Арктике составляют лишь 20—30% возможной прямой радиации, годовые величины прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность (15—30 ккал/см<sup>2</sup>) в два раза ниже, чем в умеренных широтах и районах Средней Азии.

6. Вследствие малой плотности облаков в Арктике, т. е. их большой пропускающей и рассеивающей способности, а также благодаря высоким отражательным и рассеивающим способностям снега и льда, существенное значение в арктических условиях приобретает рассеянная радиация. В Арктике приход этой радиации в два-четыре раза выше, чем прямой солнечной радиации. Несмотря на отсутствие поступления рассеянной радиации в полярную ночь, годовые суммы рассеянной радиации в Арктике (около 45 ккал/см<sup>2</sup>) не ниже, а иногда и выше годовых величин рассеянной радиации в более южных широтах.

7. В связи с большим приходом рассеянной радиации в высоких широтах (60—70% суммарной радиации) общее количество поступающей здесь коротковолновой радиации за год (60—80 ккал/см<sup>2</sup>) лишь немногим меньше, чем в умеренных широтах, а в светлый период года даже больше прихода суммарной радиации в более южных районах.

8. Однако вследствие длительного залегания снежного покрова в большей части Арктики и сохранения льда в Центральном полярном бассейне в течение всего года от 50 до 75% поступающей за год энергии отражается обратно в атмосферу, в результате чего величины поглощенной радиации в Арктике за год (15—30 ккал/см<sup>2</sup>) оказываются в два—пять раз ниже, чем в умеренных широтах.

9. Одним из факторов, оказывающих воздействие на режим длинноволновой радиации в Арктике, является инверсионное распределение температуры и влажности воздуха с высотой и малая высота нижней границы облаков. Это должно увеличивать противоизлучение атмосферы и уменьшать общее эффективное излучение. С другой стороны, облака в Арктике, обладающие малой плотностью и меньшей излучательной способностью при низких температурах, должны излучать меньшее количество радиации, чем облака в умеренных широтах. В конечном итоге подстилающая поверхность в Арктике за год теряет тепла (15—17 ккал/см<sup>2</sup>) излучением в два-три раза меньше, чем в умеренных широтах. Малые величины эффективного излучения в Арктике связаны как с низкими температурами подстилающей поверхности в течение всего года, так и значительным развитием инверсий в холодный период года и увеличением облачности в теплый сезон года.

10. Вследствие отсутствия прихода радиации в период полярной ночи или малого прихода ее при большой потере тепла отражением радиационный баланс в Арктике преобладающую часть года (7—8 месяцев) отрицателен. Однако за счет значительного поступления радиации в период полярного дня годовые суммы радиационного баланса (2—6 ккал/см<sup>2</sup>) в Арктике оказываются положительными.

11. Годовой ход составляющих радиационного баланса повсеместно простой. Максимум суммарной радиации в большей части Арктики приходится на июнь, в период полярной ночи радиация равна нулю. Максимум поглощенной радиации смещается по мере продвижения от южных районов к Центральной Арктике с июня на июль, что связано с запаздыванием схода снежного покрова к северу. Особенности годового хода радиационного баланса в зимние месяцы определяются ходом эффективного излучения, а в летние — поглощенной радиации. Переход радиационного баланса через нуль в большей части Арктики совершается в апреле и сентябре.

12. Анализ большого количества материала наблюдений американских и дрейфующих станций показывает, что возможная суммарная радиация в высоких широтах в период с мая по август не уменьшается с возрастанием широты места, как это до сих пор представлялось, а увеличивается. Это связано как с большей прозрачностью атмосферы, так и непрерывным поступлением солнечной энергии в арктических районах в период полярного дня, а также повышенным приходом рассеянной радиации над льдами Центрального полярного бассейна.

13. Коэффициент  $k$ , входящий в расчетную формулу суммарной радиации Савинова—Онгстрема и характеризующий отношение радиации при сплошной облачности к радиации при безоблачном небе, в арктических широтах испытывает большой годовой ход. Значения его в течение года изменяются в два раза: от 0,70—0,80 до 0,30—0,40. Помимо широтного изменения, обнаруживается и долготное изменение этого коэффициента. Таким образом, расчет суммарной радиации в арктических условиях по средним годовым и средним широтным значениям  $k$ , как это делается для умеренных широт, неприменим. В противном случае это может привести к ошибкам до 20—30%.

14. При расчете величин поглощенной радиации в окраинных арктических морях и Центральном полярном бассейне в летний сезон следует определять суммарную величину альбедо для участков различной сплоченности льда и поверхности разного вида, поскольку ледяной покров не сплошной и не однородный.

15. В условиях инверсионного распределения температуры и влажности воздуха в арктических районах расчет эффектив-

ного излучения по принятым для умеренных широт методам (формулы Онгстрема, Брента, М. Е. Берлянда, графики Е. Д. Ковалевой) не совсем применим, так как это приводит к ошибкам до 20—30%. Более приемлемы для арктических условий расчеты по радиационной диаграмме Ф. Н. Шехтер, учитывающей послойное распределение температуры и влажности с высотой.

16. Коэффициент  $c$  в расчетной формуле эффективного излучения в действительных условиях, характеризующий зависимость излучения от облачности, в холодный период года в арктических районах возрастает. Это связано с повышением противоизлучения при инверсионном состоянии атмосферы и малой высоте нижней границы облаков в Арктике. В летние месяцы коэффициент  $c$  с широтой изменяется мало, что, очевидно, обусловлено выравниванием свойств облаков в арктических умеренных широтах в теплый сезон года.

17. Средняя точность расчета годовых величин суммарной радиации в высоких широтах составляет 2—5%, а месячных — 5—10%. Точность расчета поглощенной радиации примерно 10—15%, эффективного излучения 15—20% и радиационного баланса 20—30%. В целом точность расчета составляющих радиационного баланса в высоких широтах по предлагаемой методике находится в пределах средней изменчивости каждого элемента.

18. Из закономерностей географического распределения годовых величин суммарной радиации следует отметить несколько повышенный приход ее в американско-гренландском секторе (70—85 ккал/см<sup>2</sup>) и несколько пониженный в Северной Атлантике и европейском секторе (60—70 ккал/см<sup>2</sup>). Такое распределение радиации тесно связано с особенностями географического распределения облачности.

Распределение месячных величин суммарной радиации с сентября по апрель имеет в основном широтный характер. В светлый период года, когда влияние астрономических факторов сглаживается, большое значение в распределении радиации имеет облачность. В мае—июле приход суммарной радиации в Арктике на 1—3 ккал/см<sup>2</sup> выше, чем в умеренных широтах. Наибольший приход радиации имеет место в Центральном полярном бассейне (до 20 ккал/см<sup>2</sup>).

19. Величины поглощенной радиации уменьшаются с возрастанием широты места во все месяцы года, так как альbedo подстилающей поверхности повышается к Центральной Арктике. Наибольшие значения поглощенной радиации в материковой части Арктики и над открытой водной поверхностью имеют место в июне (10—12 ккал/см<sup>2</sup>), а в Центральной Арктике и на наиболее северных островах и частях материков — в июле (6—10 ккал/см<sup>2</sup>). Годовая величина поглощенной

радиации изменяется от 20 ккал/см<sup>2</sup> в Центральной Арктике до 50—60 ккал/см<sup>2</sup> в южной половине Баренцева моря и северной части Норвежского моря.

20. Изменение месячных величин эффективного излучения от месяца к месяцу довольно незначительно. В Центральной Арктике отмечаются несколько пониженные значения излучения (менее 2 ккал/см<sup>2</sup>), постепенно повышающиеся к южным районам (до 3 ккал/см<sup>2</sup>). Зимой наблюдается резкое увеличение излучения вблизи границы распространения льда, что связано с большими контрастами температуры воды и воздуха, выходящегося над ледяным полем.

За год каждый квадратный сантиметр поверхности теряет излучением от 20 (Центральная Арктика) до 50—60 ккал тепла (открытое море) вблизи границы льда.

21. С сентября по март в Центральной Арктике и с октября по март по всей Арктике радиационный баланс отрицателен. В Центральном полярном бассейне зимой радиационный баланс несколько выше (более — 2 ккал/см<sup>2</sup> месяц), чем в других районах, что связано с меньшей потерей тепла излучением. В материковой части Арктики и на открытых водных пространствах наибольшие значения радиационного баланса имеют место в июне (9—10 ккал/см<sup>2</sup>), а в Центральной Арктике и на северных островах — в июле (4—7 ккал/см<sup>2</sup>).

Годовые суммы радиационного баланса почти повсеместно положительны: от 10—15 ккал/см<sup>2</sup> на полярном круге на континенте до 0—2 ккал/см<sup>2</sup> в Центральном полярном бассейне.

22. Составляющие радиационного баланса в арктических широтах могут существенно отклоняться от средней многолетней величины. Наименьшей изменчивостью обладает суммарная радиация (8—10%). Эффективное излучение изменяется в среднем на 20%, а радиационный баланс — от 10% в летний период до 50% и более в переходные сезоны, когда абсолютные значения радиационного баланса малы.

23. Вследствие малочисленности исходных данных для обоснования методики расчета и ограниченности климатического материала для Центральной Арктики, Гренландии и Канады, представленные карты на данном этапе схематичны. Продолжающиеся наблюдения актинометрических станций могут в будущем внести некоторые количественные изменения, однако общие выявленные закономерности пространственного распределения элементов радиационного баланса должны сохраниться.

24. Радиационный баланс является важнейшей составляющей теплового баланса в Арктике. В тепловом режиме вод окраинных арктических морей тепло поглощенной радиации составляет от 40 до 70% приходной части теплового баланса, а потеря тепла излучением — от 30 до 50% расхода.

С сезонными изменениями величин радиационного баланса

связано и изменение знака такой составляющей теплового баланса, как турбулентный теплообмен с атмосферой над сушей и над льдами Центрального полярного бассейна.

Большую роль радиационный баланс играет в жизни ледников, особенно в период их таяния. Так, по многочисленным наблюдениям 50—70% тепла, идущего на таяние льда, поступает за счет лучистой энергии.

25. Данные о радиационном балансе арктических районов широко используются при различных расчетных работах, например, при определении выхолаживания поверхности и интенсивности инверсий, при расчете термического режима морей, льда, при определении промерзания и протаивания грунтов и т. п.

Лучистая энергия в Арктике также используется при различных теплоемодифицирующих и других технических мероприятиях для ускорения таяния снега и льда, оттаивания мерзлых грунтов и т. д.

26. Сравнительная характеристика радиационного режима Арктики и Антарктики показывает, что в Антарктике вследствие большей прозрачности атмосферы, меньшей облачности и по другим причинам как интенсивность, так и месячные суммы прямой солнечной радиации выше, чем в Арктике, а величины рассеянной радиации ниже. Вследствие большего вклада прямой солнечной радиации суммарная радиация в Антарктике на 20—30% выше, чем в Арктике. Однако отражательная способность подстилающей поверхности в Антарктике выше, в результате чего величины поглощенной радиации в Антарктике в два раза ниже, чем в Арктике. Зимой в Антарктике излучением теряется столько же тепла, сколько и в Арктике, однако летом излучение вследствие меньшей облачности в два раза выше, чем в Арктике. В конечном итоге в результате большой потери тепла отражением и излучением радиационный баланс в Антарктике отрицателен в течение 7—10 месяцев, в том числе и в годовом выводе, тогда как в Арктике годовые суммы радиационного баланса положительны.

27. В представленной работе невозможно было охватить все вопросы, связанные с исследованием радиационного климата в высоких широтах. Дальнейшее исследование радиации в Арктике включает следующие вопросы:

1) сравнительная характеристика величин радиации, получаемых при измерении в арктических широтах по пиранометру Янишевского и американскому пиранометру Эпплея;

2) анализ долготного изменения величин возможно суммарной радиации в высоких широтах;

3) детальное исследование зависимости эффективного излучения в Арктике от инверсионного распределения температуры и влажности и физических свойств облачности;

4) дальнейшее усовершенствование методики расчета для высоких широт. Уточнение средних коэффициентов  $k$  и  $c$  расчетных формул суммарной радиации и эффективного излучения в действительных условиях для различных районов. Исследование этих коэффициентов в зависимости от облаков различного яруса;

5) установление закономерностей суточного хода составляющих радиационного баланса;

6) анализ режима составляющих радиационного баланса при различных метеорологических условиях;

7) дальнейшее уточнение средних карт составляющих радиационного баланса;

8) детальные исследования элементов радиационного баланса для конкретных районов Арктики;

9) исследование режима радиационного баланса и его составляющих по годам;

10) изучение радиационного баланса в соотношении с другими компонентами теплового баланса;

11) исследование возможности использования данных о радиационном балансе в прогностических целях: при прогнозе ледовитости, взаимодействия подстилающей поверхности с атмосферой, промерзания и протаивания грунтов, таяния ледника и т. д.

Выше приведен только примерный круг вопросов, связанных с исследованием радиационного режима в Арктике. Некоторые из них уже решаются в ААНИИ (например, вопросы 3, 6, 8 и др.). Другие требуют или постановки специальных наблюдений (1), или большого количества материала с длительным периодом измерений (2, 4, 7, 10), или специальных теоретических разработок (11).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аверкиев М. С. Расчет возможных сумм прямой солнечной радиации с учетом различной прозрачности атмосферы. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 1, 1958.
2. Аверкиев М. С. Суммарная радиация и ее компоненты при безоблачном небе в зависимости от прозрачности атмосферы для широт 40—70°. Вестн. МГУ, сер. биол., почвовед., геол., геогр., № 4, 1958.
3. Актинометрические наблюдения 2-го Международного полярного года 1932-33 г. Под ред. Н. Н. Калитина. Гидрометеоздат, Л.—М., 1937.
4. Актинометрические наблюдения в бухте Тихой (Земля Франца-Иосифа) и на о. Уединения, 1933/34—1934/35 гг. Вып. 1. Труды АНИИ, т. 80, 1937.
5. Актинометрические наблюдения полярных станций Главного управления Северного морского пути, 1935/36 г. Вып. 2. Труды АНИИ, т. 117, 1939.
6. Актинометрические наблюдения полярных станций Главного управления Северного морского пути, 1935—1937 гг. Вып. 3. Труды АНИИ, т. 136, 1939.
7. Актинометрические работы во время 2-го Международного полярного года. Бюлл. Пост. актинометр. комисс., № 3 (17), 1930.
8. Андреева Н. Н. Фотопиранометр НМС-2. Труды АНИИ, т. 217, 1959.
9. Андреева Н. Н. Результаты исследования чувствительности балансомеров и пиргеометров. Труды ААНИИ, т. 229, 1961.
10. Андреева Н. Н., Маршурнова М. С. Применение термоэлектрических балансомеров и пиргеометров для определения эффективного излучения. Метеорол. и гидрол., № 4, 1955.
11. Андреева Н. Н., Пятненко Б. А. Некоторые особенности радиационного баланса в Центральной Арктике. Пробл. Аркт., вып. 7, 1959.
12. Атлас мира. ГУГК, М., 1954.
13. Атлас теплового баланса. Под ред. М. И. Будыко. Гидрометеоздат, Л., 1955.
14. Бакакин В. П. Опыт управления теплообменом деятельного слоя мерзлых горных пород в целях повышения эффективности их разработки. Изд. АН СССР, М., 1955.
15. Бакалов С. А., Дерюгин В. А., Сычев К. А. Радиационный и тепловой баланс поверхности суши в Арктике. Труды ГГО, вып. 92, 1959.
16. Барашкова Е. П. Прямая радиация в Карадаге. Труды ГГО, вып. 68, 1957.
17. Барашкова Е. П. Рассеянная радиация в Карадаге. Труды ГГО, вып. 80, 1959.
18. Барашкова Е. П. Некоторые закономерности в режиме суммарной радиации. Труды ГГО, вып. 80, 1959.

19. Барашкова Е. П. Длинноволновый баланс подстилающей поверхности по наблюдениям в Карадаге. Труды ГГО, вып. 100, 1960.
20. Березкин Вл. А. Актинометрические наблюдения в районе о. Врангеля в августе 1929 г. Метеорол. вестн., № 9—12, 1929.
21. Березкин Вл. А. Актинометрические наблюдения в Атлантическом, Тихом и Индийском океанах, выполненные за время плавания на л/к «Красин» и п/х «Свирьстрой» с 23/III 1934 г. по 21/III 1935 г. Труды ГГО, вып. 22, 1938.
22. Березкин Вл. А. Руководство по актинометрии для полярных гидрометеорологических станций Главного управления Северного морского пути. Вып. 1—3. Изд-во Главсевморпути, Л., 1937, 1938.
23. Берлянд М. Е., Берлянд Т. Г. Определение эффективного излучения земли с учетом влияния облачности. Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 1, 1952.
24. Берлянд Т. Г. Годовой ход суммарной солнечной радиации по данным фактических наблюдений. Труды ГГО, вып. 48 (110), 1954.
25. Берлянд Т. Г. Методика климатологических расчетов суммарной радиации Метеорол. и гидрол., № 6, 1960.
26. Берлянд Т. Г., Ефимова Н. А. Месячные карты суммарной солнечной радиации и радиационного баланса территории Советского Союза. Труды ГГО, вып. 50 (112), 1955.
27. Беспалов Д. П. О теплообмене между атмосферой и океаном в Центральной Арктике. Труды ААНИИ, т. 226, 1959.
28. Борушко И. С., Кириллова Т. В., Ковалева Е. Д., Лайхтман Д. Л., Цейтин Г. Х., Шехтер Ф. Н. Руководство по предвычислению температуры поверхности почвы в отдельной точке. Труды ГГО, вып. 27 (89), 1951.
29. Брызгин Н. Н. К вопросу об альбедо поверхности дрейфующих льдов. Пробл. Аркт., вып. 1, 1959.
30. Будыко М. И. Тепловой баланс земной поверхности. Гидрометеоздат, Л., 1956.
31. Будыко М. И., Берлянд Т. Г., Зубенок Л. И. Методика климатологических расчетов составляющих теплового баланса. Труды ГГО, вып. 48 (110), 1954.
32. Ведерников В. А. Дрейф станции «Северный полюс-7». Пробл. Аркт., вып. 6, 1959.
33. Визе В. Ю. Климат морей советской Арктики. Изд-во Главсевморпути, Л.—М., 1940.
34. Витвицкий Г. М. Климаты Средней Америки. Географгиз, М., 1953.
35. Гаврилова М. К. Радиационный баланс района Якутска. Вестн. МГУ, сер. биол., почвовед., геол., геогр., № 6, 1954.
36. Гаврилова М. К. Суммарная радиация в Аляске. Труды ГГО, вып. 68 (130), 1957.
37. Гаврилова М. К. Суммарная радиация в советской и зарубежной Арктике. Труды АНИИ, т. 217, 1958.
38. Гаврилова М. К. Радиационный баланс Арктики. Труды ГГО, вып. 92, 1959.
39. Гаврилова М. К. Тепловой баланс высокогорной станции Сунтар-Хаята. Сб. «Исследования ледников и ледниковых районов», вып. 1. Изд. АН СССР, М., 1961.
40. Гаврилова М. К. Радиационный и тепловой баланс одного из ледников Сунтар-Хаята. Сб. «Исследования ледников и ледниковых районов», вып. 1. Изд. АН СССР, М., 1961.
41. Гаврилова М. К. Тепловой режим таяния ледника в хребте Сунтар-Хаята. Сб. «Тепло- и массообмен в мерзлых почвах и горных породах». Изд. АН СССР, М., 1961.
42. Гаевский В. Л. О некоторых особенностях радиационного режима Центральной Арктики. Труды ААНИИ, т. 226, 1959.

43. Гайгеров С. С. Некоторые результаты аэрологических наблюдений на дрейфующей станции «Северный полюс-4» летом 1955 г. Метеорол. и гидрол., № 6, 1959.
44. Гайгеров С. С. Аэрологические наблюдения на дрейфующей станции «Северный полюс-4» в 1955—1959 гг. Труды ЦАО, вып. 18, 1957.
45. Гайгеров С. С. Атмосферные процессы в Центральной Арктике. Природа, № 12, 1957.
46. Гальперин Б. М. Солнечная радиация при различных облаках в советской Арктике. Труды ЛГМИ, вып. 9, 1960.
47. Гальперин Б. М. О суммарной и рассеянной радиации в Арктике. Труды ААНИИ, т. 229, 1961.
48. Гальперин Б. М., Кучумова Л. С. О влиянии облачности на излучение атмосферы. Метеорол. и гидрол. № 8, 1959.
49. Георгиевский Н. П. Опыт ускорения таяния снега и льда в районе мыса Шмидта в 1937 г. Сб. «Северный морской путь», т. XIII. Изд-во Главсевморпути, Л., 1939.
50. Глебова М. Я. Снежный покров в Западной Европе. Труды ГГО, вып. 85, 1958.
51. Горленко С. М. К вопросу об устойчивости реального солнечного кадастра. Бюлл. Пост. актиометр. комисс. № 1 (24), 1933.
52. Гутерман И. Г. Температурные условия по вертикали над Землей Франца-Иосифа. Метеорол. и гидрол., № 6, 1938.
53. Дергач А. Л. Микрофизические характеристики низкой облачности и туманов. Труды ААНИИ, т. 228, 1959.
54. Дергач А. Л., Забродский Г. М., Морачевский В. Г. Опыт комплексного исследования облаков типа St — Sc и туманов в Арктике. Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 1, 1960.
55. Доронин Ю. П. Турбулентный теплообмен между ледяным покровом и атмосферой. Труды ААНИИ, т. 226, 1959.
56. Доронин Ю. П. К расчету весеннего ледотаяния. Труды ААНИИ, т. 226, 1959.
57. Доронин Ю. П. К методике расчета радиационного баланса снежно-ледяного покрова в Арктике. Труды ААНИИ, т. 229, 1961.
58. Дрогайцев Д. А. Зимнее выхолаживание арктических полей. Пробл. Севера, вып. 1, 1958.
59. Заварина М. В., Дюжева О. Г. Горизонтальная протяженность облаков в Арктике. Пробл. Аркт., вып. 6, 1959.
60. Заварина М. В., Ромашева М. К. Мощность облаков над арктическими морями и Центральной Арктикой. Пробл. Аркт., № 2, 1957.
61. Заварина М. В., Ромашева М. К. Высота нижней границы облаков над Арктикой. Труды АНИИ, т. 217, 1959.
62. Зайчиков П. Ф. Результаты аэрологических наблюдений дрейфующей станции СП-4 за время экспедиции 1949 г. Труды ЦАО, вып. 22, 1958.
63. Зверева С. В. Прозрачность атмосферы в Арктике. Труды ААНИИ, т. 229, 1961.
64. Зубов Н. Н. О скорости таяния льда. Пробл. Аркт., № 5, 1940.
65. Евфимов Н. Г. Величины сумм эффективного излучения для некоторых пунктов СССР. Метеорол. и гидрол., № 5, 1939.
66. Каледкина А. С. Прямая радиация солнца в Верхоянске по наблюдениям за три года. Пробл. Аркт., № 5, 1939.
67. Каледкина А. С. Радиационный баланс бухты Тихой. Пробл. Аркт., № 12, 1939.
68. Каледкина А. С. Радиационный баланс мыса Шмидта. Пробл. Аркт., № 1, 1941.
69. Калитин Н. Н. Радиационные и поляриметрические наблюдения, произведенные в г. Архангельске и Белом море летом 1920 г. Метеорол. вестн., № 1—12, 1921.

70. К а л и т и н Н. Н. Радиационные, поляриметрические и облачные наблюдения, произведенные в августе и сентябре 1921 г. Гидрографической экспедицией Северного Ледовитого океана. Зап. по гидрографии, т. XLVIII, 1924.
71. К а л и т и н Н. Н. Несколько данных о приходе-расходе лучистой энергии для Маточкина Шара. Изв. ГГО, № 4, 1929.
72. К а л и т и н Н. Н. Что нужно ждать от постановки актинометрических наблюдений в полярной области. *Arctica*, кн. II, 1934.
73. К а л и т и н Н. Н. О суммарной радиации весной и летом на Земле Франца-Иосифа. Бюлл. Аркт. ин-та, № 11—12, 1934.
74. К а л и т и н Н. Н. О солнечном сиянии на Земле Франца-Иосифа. Бюлл. Аркт. ин-та, № 1—2, 1935.
75. К а л и т и н Н. Н. Напряжение солнечной радиации в Арктике. Труды АНИИ, т. 39, 1936.
76. К а л и т и н Н. Н. О прозрачности льда для ультрафиолетовой радиации Солнца. Труды АНИИ, т. 39, 1936.
77. К а л и т и н Н. Н. О величинах рассеянной радиации атмосферы в Арктике. *Arctica*, кн. IV, 1936.
78. К а л и т и н Н. Н. Рассеянная радиация атмосферы в условиях Арктики. Изв. АН СССР, отд. мат. и естеств. наук, сер. геогр. и геофиз., № 2—3, 1938.
79. К а л и т и н Н. Н. Актинометрия. Гидрометеиздат, Л. — М., 1938.
80. К а л и т и н Н. Н. Максимальные суточные суммы рассеянной радиации атмосферы в Арктике. Пробл. Аркт., № 9, 1939.
81. К а л и т и н Н. Н. Проникновение света сквозь снег. Пробл. Аркт., № 3, 1939.
82. К а л и т и н Н. Н. Суммарная радиация в Арктике. Пробл. Аркт., № 1, 1940.
83. К а л и т и н Н. Н. О методике излучения прозрачности снега для коротковолновой солнечной радиации. Пробл. Аркт., № 4, 1940.
84. К а л и т и н Н. Н. О суммах тепла солнечной радиации в Арктике. Пробл. Аркт., № 10, 1940.
85. К а л и т и н Н. Н. Солнце Арктики. Природа, № 8, 1940.
86. К а л и т и н Н. Н. Об изучении радиационных свойств атмосферы в Арктике. Пробл. Аркт., № 5, 1941.
87. К а л и т и н Н. Н. О величинах напряжения солнечной радиации в Арктике. АН СССР, нов. сер., т. 31, № 4, 1941.
88. К а л и т и н Н. Н. Напряжение радиации полуденного солнца в Арктике. Пробл. Аркт., № 3, (1943) 1945.
89. К а л и т и н Н. Н. Вариации месячных сумм тепла солнечной радиации. Метеорол. и гидрол., № 1, 1946.
90. К а л и т и н Н. Н. О максимальных величинах напряжения солнечной радиации. АН СССР, нов. сер., т. 52, № 4, 1946.
91. К а л и т и н Н. Н. Развитие актинометрических работ в СССР за последние 30 лет. Изв. АН СССР, сер. геогр. и геофиз., т. XI, № 5, 1947.
92. К а л и т и н Н. Н. Суммарная радиация в Павловске. Труды ГГО, вып. 19 (81), 1949.
93. К а р е л и н Д. Б. Таяние льда в Арктике. Пробл. Аркт., № 5, 1940.
94. К е м м е р и х А. О. Новый район оледенения (ледники Полярного Урала). Природа, № 2, 1960.
95. К и р и л л о в а Т. В. Сравнительная оценка различных методов определения эффективного излучения у земной поверхности. Труды ГГО, вып. 27 (89), 1951.
96. К и р и л л о в а Т. В., К о в а л е в а Е. Д. О введении поправок при определении эффективного излучения и противоизлучения по наземным данным. Труды ГГО, вып. 27 (89), 1951.
97. К о в а л е в а Е. Д. О расчете эффективного излучения земной поверхности и противоизлучения атмосферы. Труды ГГО, вып. 27 (89), 1951.

98. Ковалева Е. Д. Учет распределения водяного пара при определении эффективного излучения и противоизлучения атмосферы. Труды ГГО, вып. 37 (99), 1952.
99. Комова О. Н. Об адвекции тепла зимой в центре Арктического бассейна. Пробл. Севера, вып. 1, 1958.
100. Кондратьев К. Я. Лучистая энергия Солнца. Гидрометеоздат, Л., 1954.
101. Кондратьев К. Я. Лучистый теплообмен в атмосфере. Гидрометеоздат, Л., 1956.
102. Копанев И. Д. О радиационном балансе Восточной Антарктиды. Инф. бюлл. Сов. антаркт. экспед., № 6, 1959.
103. Копанев И. Д. Тепловой режим снежного покрова в Антарктиде. Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 12, 1959.
104. Коптев А. П. Альbedo облаков, воды и снежно-ледяной поверхности. Труды ААНИИ, т. 229, 1961.
105. Кузнецов М. А. Актинометрические наблюдения в Арктике. Метеорол. и гидрол., № 3—4, 1935.
106. Кузнецов М. А. Главная причина закономерного уменьшения альbedo тающего снежного покрова. Пробл. Аркт. и Антракт., вып. 3, 1960.
107. Кузьмин П. П. Радиация, отраженная от поверхности моря и поглощенная слоями воды различной глубины. Метеорол. и гидрол., № 7—8, 1939.
108. Курс климатологии. Под ред. Е. С. Рубинштейн. Ч. I и II. Гидрометеоздат, Л., 1952.
109. Кучеров Н. В., Стернзат М. С. Аппаратура и методика исследований на станциях «Северный полюс-4» и «Северный полюс-5». Труды ААНИИ, т. 226, 1959.
110. Лайхтман Д. Л. Строение пограничного слоя атмосферы в Арктике. Сб. «Современные проблемы метеорологии приземного слоя воздуха». Под ред. М. И. Будыко. Гидрометеоздат, Л., 1958.
111. Лайхтман Д. Л. Некоторые закономерности теплового режима Центральной Арктики. Труды ААНИИ, т. 226, 1959.
112. Лайхтман Д. Л., Ключиникова Л. А. Роль разводов в тепловом балансе Арктики. Труды ГГО, вып. 69, 1957.
113. Лебедев А. Н., Писарева Г. П. Климатические сезоны СССР. Труды ГГО, вып. 62 (124), 1956.
114. Леонтьева Е. А. Климатическое описание Финляндии. Гидрометеоздат, Л. — М., 1937.
115. Лилеев М. В. Характеристика радиационного баланса и его составных частей в районе Свердловска. Труды ГГО, вып. 50 (112), 1955.
116. Маршунова М. С. О расчете баланса длиноволновой радиации при пасмурном небе в Арктике. Труды ААНИИ, т. 226, 1958.
117. Маршунова М. С. Основные закономерности радиационного баланса подстилающей поверхности и атмосферы в Арктике. Труды ААНИИ, т. 229, 1961.
118. Материалы наблюдений научно-исследовательских дрейфующих станций «Северный полюс-4», «Северный полюс-5», «Северный полюс-6», 1956—1957 гг., т. II. Метеорология, актинометрия. Под ред. К. А. Сычева. Изд-во «Морской транспорт», Л., 1959.
119. Махоткин Л. Г. Прозрачность атмосферы в Арктике и Антарктике. Труды ГГО, вып. 100, 1960.
120. Мерцалова О. Б. Радиационный баланс поверхности южной части Баренцева моря. Метеорол. и гидрол., № 6, 1938.
121. Милейко Г. Н. Расчет потерь тепла поверхностью Баренцева моря для определения температуры воды и кромки льда. Труды ЦИП, вып. 57, 1957.
122. Морской атлас, т. II. М., 1953.

123. Мухенберг В. В. Радиационный и тепловой баланс района Ленинграда. Метеорол. и гидрол., № 4, 1953.
124. Некрасов И. А. Годовой ход альбеда во внутренних районах Чукотки. Природа, № 12, 1958.
125. Овчинников Л. Ф. Опыт расчета радиационного баланса по суммарной радиации. Пробл. Аркт., вып. 2, 1960.
126. Овчинников Л. Ф. Радиационный баланс Новосибирских островов. Труды ААНИИ, т. 229, 1961.
127. Песчанский И. С. Солнце и лед. Природа, № 7, 1960.
128. Петерсен Х. Климат и служба погоды. Сб. «Гренландия». ИЛ, М., 1953.
129. Пивоварова З. И., Плешкова Т. Т. Актинометрические наблюдения в СССР во время Международного геофизического года. Труды ГГО, вып. 96, 1960.
130. Пиотрович В. В. Краткие результаты гидрофизических наблюдений на л/к «Красин». Сб. «Научн. результаты экспедиции на л/к «Красин» в 1935 г.». Изд-во Главсевморпути, Л., 1936.
131. Прик З. М. Среднее положение приземных барических и термических полей в Арктике. Труды АНИИ, т. 217, 1959.
132. Пятненков Б. А. Влияние альбеда на приход суммарной радиации в Арктике. Труды АНИИ, т. 217, 1959.
133. Результаты наблюдений над снежным покровом на полярных станциях, 1936/37—1953/54 гг. Труды ААНИИ, т. 227, 1959.
134. Результаты научно-исследовательских работ дрейфующих станций «Северный полюс-4» и «Северный полюс-5», 1955—1956 гг., т. III. Метеорология, актинометрия. Под ред. Н. А. Волкова. Изд-во «Морской транспорт», Л., 1958.
135. Русин Н. П. Метеорологические процессы в приземном слое воздуха в Антарктиде. Сб. «Современные проблемы метеорологии приземного слоя воздуха». Под ред. М. И. Будыко. Гидрометеиздат, Л., 1958.
136. Русин Н. П. Радиационный баланс снежной поверхности в Антарктиде. Инф. бюлл. Сов. антаркт. экспед., № 2, 1958.
137. Русин Н. П. Метеорологический режим антарктических оазисов и их влияние на окружающую ледяную поверхность. Метеорол.и гидрол., № 3, 1958.
138. Русин Н. П. Климат Антарктиды. Гидрометеиздат, Л., 1959.
139. Русин Н. П. Радиационный баланс снежной поверхности Антарктиды. Труды ГГО, вып. 96, 1960.
140. Русин Н. П. Метеорология приземного слоя воздуха Антарктиды. Гидрометеиздат, Л., 1961.
141. Самойленко В. С. Актинометрические наблюдения в Баренцевом море и на Новой Земле. Труды Морск. научн. ин-та, т. IV, вып. 2, 1929.
142. Серяков Е. И. Тепловой баланс поверхности южной части Баренцева моря. Мат-лы конференции по проблеме взаимодействия атмосферы в северной части Атлантического океана, вып., 5. Гидрометеиздат, Л., 1959.
143. Сиротов К. М. Краткий климатический очерк западного района северо-восточной части Атлантического океана. Труды ГОИН, вып. 20 (32), 1952.
144. Сметаникова А. В. Теплообмен между океаном и атмосферой в Арктике и зимний период. Труды ААНИИ, т. 229, 1961.
145. Сохрина Р. Ф., Челпанова О. М., Шарова В. Я. Давление воздуха, температура воздуха и атмосферные осадки северного полушария. Гидрометеиздат, Л., 1959.
146. Сычев К. А. Тепловой баланс деятельного слоя вечной мерзлоты в летний период. Пробл. Аркт. и Антаркт., вып. 1, 1959.
147. Тимонов В. В., Кузьмин П. П. Опыт приближенного определения теплового баланса Белого моря. Труды ГГИ, вып. 8, 1939.

148. Тихомиров Е. И. Геофизические исследования в Советской Арктике. Пробл. Аркт., № 3, 1938.
149. Украинцев В. Н. Приближенное вычисление сумм прямой и рассеянной радиации. Метеорол. и гидрол., № 6, 1939.
150. Фотнев С. М. Условия эффективности различных способов тепловой мелиорации. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 6, 1957.
151. Цуцкеридзе Я. А. Режим солнечной радиации Тбилиси. Труды Тбил. НИГМИ, вып. 6, 1959.
152. Чаплыгин Е. И. О температуре почвы в Арктике. Пробл. Аркт., № 9, 1939.
153. Черниговский Н. Т. Несколько опытов над радиационными свойствами снега и льда Карского моря у о. Уединения в 1935 г. Arctica, кн. IV, 1936.
154. Черниговский Н. Т. О радиационных свойствах снега и льда в проливе Бориса Вилькицкого у мыса Челюскина. Пробл. Аркт., № 1, 1938.
155. Черниговский Н. Т. О радиационных свойствах снегового покрова и льда арктических морей. Пробл. Аркт., № 6, 1939.
156. Черниговский Н. Т. Опыт определения радиационного баланса Карского моря. Пробл. Аркт. № 3, 1940.
157. Черниговский Н. Т. Опыт определения радиационного баланса арктических морей. Пробл. Аркт., № 5, 1940.
158. Черниговский Н. Т. Актинометрические наблюдения. Экспедиция на самолете «СССР-Н-169» в район «полюса недоступности». Изд-во Главсевморпути, М.—Л., 1946.
159. Черниговский Н. Т. Наблюдения над суммарной радиацией на о. Врангеля. Пробл. Аркт., № 2, 1948.
160. Черниговский Н. Т. Радиационные свойства снега и льда в Арктике. Мат-лы совещания по изучению льда и снега. Изд. АН СССР, М., 1951.
161. Черниговский Н. Т. О радиационных свойствах снега Центральной Арктики. Труды Эльбрусской экспедиции, т. 1 (4). Нальчик, Кабардино-Балкарское книжн. изд-во, 1959.
162. Черниговский Н. Т. Актинометрические исследования в советской Арктике. Пробл. Аркт. и Антаркт., вып. 4, 1960.
163. Черниговский Н. Т. Некоторые характеристики радиационного климата Центральной Арктики. Труды ААНИИ, т. 229, 1961.
164. Швецов П. Ф. Итоги научно-исследовательских работ по тепловой мелиорации мерзлых горных пород и холодных почв и задачи дальнейших исследований. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 5 1957.
165. Шехтер Ф. Н. К вычислению лучистых потоков тепла в атмосфере. Труды ГГО, вып. 22 (84), 1950.
166. Шишко А. Ф. Новое вычисление элементов теплового баланса Белого моря. Метеорол. и гидрол., № 5, 1948.
167. Шпаковская Р. Н. Способ получения напряжения солнечной радиации при помощи гелиографа. Пробл. Аркт., № 6, 1939.
168. Шпаковская Р. Н. Вычисление приближенных величин суммарной радиации для Арктики. Пробл. Аркт., № 11, 1940.
169. Шпаковская Р. Н. Радиационный баланс о. Уединения. Пробл. Аркт., № 4, 1940.
170. Шпаковская Р. Н. Радиационный баланс бухты Тикси. Пробл. Аркт., № 6, 1940.
171. Шулейкин В. В. Элементы теплового режима Карского моря. Труды Таймырской гидрогр. экспед., ч. II. Изд. гидрогр. отдела УМС, Л., 1935.
172. Яковлев Г. Н. Актинометрические наблюдения. Методы наблюдений научно-исслед. дрейфующих станций 1950/51 г., т. IV. Изд-во «Водный транспорт», Л.—М., 1954.

173. Яковлев Г. Н. Турбулентный теплообмен ледяного покрова с воздухом в Центральной Арктике. Пробл. Аркт., № 2, 1957.
174. Яковлев Г. Н. Тепловой баланс ледяного покрова Центральной Арктики. Проблемы Аркт., вып. 5, 1958.
175. Яковлев Г. Н. Тепловой поток испарения с поверхности ледяного покрова в Центральной Арктике. Пробл. Аркт. и Антаркт., вып. 1, 1959.
176. Яковлев Г. Н. Снежный покров на дрейфующих льдах Центральной Арктики. Пробл. Аркт. и Антаркт., № 3, 1960.
177. Янес А. В. О расчете тепловых потоков в ледяном покрове. Пробл. Аркт. и Антаркт., вып. 1, 1959.
178. Ярославцев И. Н. Напряжение прямой солнечной радиации в Средней Азии. Труды ГУГМС, вып. 1, 1947.
179. Ярославцев И. И. О колебаниях месячных и годовых сумм теплоты радиаций солнца, неба и земли. Труды ТГО вып. 13, 1957.
180. Ångström A. Recording solar radiation. A study of the radiation climate of the surroundings of Stockholm. Medd. Stat. Met. Hydr. Anst. Medd. 4(3), 1928.
181. Ångström A. On the total radiation from sun and sky at Sveanor. Geogr. ann., Årg. XV, Hf. 2—3, 1933.
182. Ångström A. On the dependence of ablation on air temperature, radiation and wind. Geogr. Ann., Årg. XV, Hf. 4, 1933.
183. Ångström A. The effective radiation during the second international polar year. Medd. Stat. Met. Hydr. Anst., 6(8), 1936.
184. Ångström A. and Tryselius O. Total radiation from sun and sky at Abisko. Geogr. Ann., Årg. XVI, Hf. I, 1934.
185. Arctic weather stations. Weather, vol. IX, No 5, 1954.
186. Atlas der Vereisungsverhältnisse Rußlands und Finnlands, ihrer Küstengewässer sowie wirtschaftlich und militärisch wichtigen Binnenwasserstraßen mit Textichen und Tabellen. Oberkommando der Kriegsmarine, 1942.
187. Auren T. E. Radiation climate in Scandinavian Peninsula. Archiv für Met., Astr. och. Fys., Bd 24, Hf. 5, 1939.
188. Belmont A. D. Lower tropospheric inversions at ice island T. 3. Polar Atm. Sympos., part I, Meteorol. Sec. (AGARD, Oslo, 2—8 July, 1950). Pergamon press, London—New York—Paris—Los-Angeles, 1958.
189. Birkeland B. J. and Föyn N. J. Klima von Nordwesteuropa und den Inseln von Island bis Franz-Joseph-Land. Handbuch der Klimatologie, Bd. 3, T. L, Berlin, 1932.
190. Black J. N. The distribution of solar radiation over the earth's surface. Archiv für Met., Geoph. und Biokl., Ser. B, B. 7, Hf. 2, 1956.
191. Boyghner M. A. The climate of Canada. QJRMS, vol. 63, July, 1937.
192. Brooks C. F. and Brooks E. S. Sunshine records; a comparative study of the burning-glass and thermometric systems. Journ. of Met., vol. 4, No 4, 1947.
193. Brooks F., Connor A. and oth. Climatic maps of North America. Harv. Univer. Press., Cambr., Mass., 1936.
194. Cannegeiter H. G. and Bleeker W. Mitlere Temperatur- und Feuchtigkeitwerte über Holland und Reykjavik. Beitr. zur Physik der freien Atm. Bd. 24. Hf. 2, 1937.
195. Climatological data. Alaska section. U. S. Dep. of Agricult., Weather Bur., Washington.
196. Climatological data. National Summary. U. S. Weather Bur., 1950—1959.
197. Davis H. M. Solar heater for arctic desert. Science News Letter, vol. 69, No 2. January 14, 1956.
198. Diamond M., Gerdel R. W. Radiation measurements on the Greenland ice cap. Publ. Assoc. Internat. Hydrol. Sci., No 46, 1958.

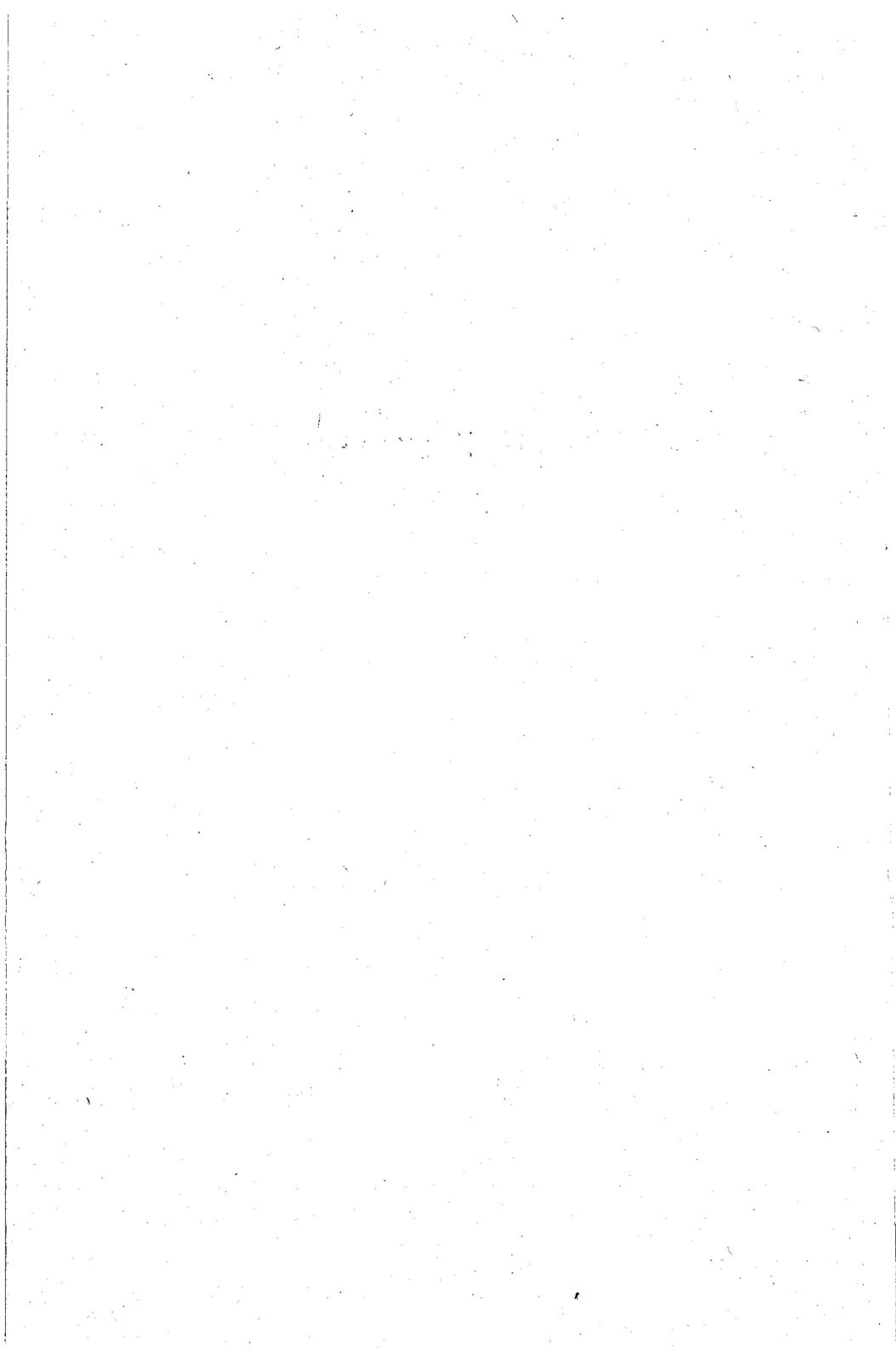
199. Eriksson B. E. Meteorological records and the ablation on the Fröya Glacier in relation to radiation and meteorological conditions. *Geogr. Ann., Arg.* XXIV, Hf. 1—2, 1942.
200. Fitton E. M. The climates of Alaska. *MWR*, vol. 58, No 3, 1930.
201. Forward C. N. Sea ice conditions along the Hudson Bay Route. *Geograph. Bull.*, No 8, 1956.
202. Franklin J. Narrative of a second expedition to the Polar Sea in the years 1825, 1826 and 1827. John Murray, London, 1828.
203. Fristrup B. Meteorological observations for Jørgen Brónlunds Fjord. *Medd. om Grónland*, Bd 127, No 4, 1952.
204. Fritz S. Solar radiation during cloudless days. *Heat. and Ventil.*, vol. 46, No 1, 1949.
205. Fritz S. Radiational inversions and surface temperature changes. *MWR*, vol. 86, No 4, 1958.
206. Fritz S. Solar radiation measurements in the Arctic ocean. *Polar. Atm. Sympos.*, part I, Met. Sec. (AGARD, Oslo, 2—8 July, 1950). London—New York—Paris—Los-Angeles. Pergamon Press. 1958.
207. Fritz S. and Mac-Donald T. Average solar radiation in the United States, *Heat. and Ventil.*, vol. 46, No 6, 1949.
208. Frost R. L. A climatological review of the Alaska—Yukon plateau. *MWR*, No 8, 1934.
209. Fry E. Sea supply of the arctic weather stations. *The Canad. Surveyor*, vol. XII, No 10, 1955.
210. Georgi J. Die Eismittestation. *Deutsche Grónland Expedition A. Wegener 1929 und 1930-31. Wiss. Ergebnisse*, Bd 4, Hf. 1, Leipzig, 1935.
211. Georgi J. Das Klima des Nordgrónlandischen Inlandeises. Nachtrag zum „Klima von Eismitte“. *Ann. Met.*, Bd. 8, No 9—10, 1959.
212. Götz F. W. P. Zum Strahlungsklima des Spitzbergensommers; Strahlungs und Ozonmessungen in der Königsbucht, 1929. *Beitr. zur Geophys.*, Bd 31, 1931.
213. Hamilton R. A., Rollitt G. Climatological tables for the site of the expedition's base at Britannia S6 and the station on the inland ice „Northice“. *Eedd. Gronland*, vol. 158, No 2, 1957.
214. Hamilton R. A., Rollitt G. Meteorological observations at „Northice“ Greenland. *Medd. Gronland*, vol. 158, No 3, 1957.
215. Hamilton R. A. The meteorology of North Greenland during the mid-summer period. *Quart. J. Roy. Met. Soc.*, vol. 84, No 360, 1958.
216. Hamilton R. A. The meteorology of North Greenland during the mid-winter period. *Quart. J. Roy. Met. Soc.*, vol. 84, No 362, 1958.
217. Hare F. K. and Montgomery M. R. Ice, open water, and winter climate in the Eastern Arctic of North America. *Arctic*, vol. 2, No 2, 3, 1949.
218. Henry T. J. G. and Armstrong G. R. Aerological data for Northern Canada. *Dep. of Transp. Met. Div. Toronto*, 1949.
219. Holzapfel R. Die weststation und die Station Umanak. *Deutsche Grónland-Expedition. A. Wegener, 1929, 1930-31. Wiss. Ergebnisse*, Bd 4, Hf. 1, Leipzig, 1935.
220. Ice atlas of the Northern hemisphere. *The Hydr. Off. U. S. Navy, Washington*, 1946.
221. International ice observation and ice patrol service in the North Atlantic ocean. *U. S. Treasury Dep. Coast Guard. Bull. No 32, Washington*, 1947.
222. *International Polar Year, 1882—1883. British expedition to fort Rae. London*, 1886.
223. Isforholdene i de Arctiske have. *Publ. fra det. Danske Met. inst. Årbøger. København*.
224. Kalaja P. Die Zeiten von Sonnenschein, Dämmerung und Dunkelheit in Verschiedenen Breiten. *Suomen geol. laitoksen julkaisuja*, No 49, 1958.

225. Kerähen J. und Lunelund H. Über die Sonnen- und Himmelsstrahlung in Sodankylä Während des Polarjares 1932-33. Suomalainen Friedeak., Petsamo observ., Veröffentlichungen, Spezielle untersuch. von dem Intern. Polarjahr 1932-33, No 2, 1938.
226. Kimball H. Solar radiation intensities within the Arctic circule. MWR, vol. 59, No 4, 1931.
227. Kimball H. Solar radiation intensities in arctic regions. Gerl. Beitr. zur Geoph., Bd. 32, 1931.
228. Klima des kanadischen Archipels und Grönlands. Handbuch der Klimatol., Bd 2, T. K., Berlin, 1935.
229. Koenig L. S., Greenaway K. R., Moira Dunbar, and Hattersley-Smith G. Arctic ice islands. Arctic, vol. 5, No 2, 1952.
230. Kopp W. Diskussion der Ergebnisse der Oststation in Scoresbysund. Deutschen Grönland-Expedition A. Wegener 1929 und 1930-31. Wiss. Ergebnisse, Bd 4, Hf. 2, Leipzig, 1939.
231. Landsberg H. The use of solar energy for the melting of ice. Bull. Amer. Met. Soc., vol. 21, No 3, 1940.
232. Les observations meteorologiques de la Station Française du Groenland. Expéditions Polaires Françaises. Miss. Paul-Emile Victor. Exp. Arct., Ser. N, Paris, 1954.
233. Liljequist G. H. Energy exchange of an Antarctic snow-field. Norweg.—Brit.—Swed. Antarct. exped., 1949—1952. Scient. Res., vol. 2, part 1, ser. A, B, C, D, Oslo, 1957.
234. Liljequist G. H. Long-wave radiation and turbulent heat transfer in the Antarctic winter and the development of surface inversions. Polar Arm. Sympos., part I, Meteorol. Sec. (AGARD, Oslo, July 2—8, 1950). London—New York—Paris—Lot-Angelos, Pergamon press, 1958.
235. Loewe E. Etudes de glaciologie en Terra Adelie, 1951—1952. Expedition Polaires Françaises. Paris, 1956.
236. Longley R. Temperature variations at Resolute, Northwest Territories. Quart. J. Roy. Met. Soc., vol. 84, No 362, 1958.
237. Lowest temperature in Greenland. MWR, vol. 86, No 3, 1958.
238. Lufttemperaturen i Norge 1861—1955. Bd 2 Maneds-og årsmiddeltemperaturer. Maksimums-og minimumstemperaturer. Norske meteorol. inst. Oslo, 1957. H. Aschehoug and Co.
239. Lunelund H. Über die Wärme- und Lichtstrahlung in Finnland. Soc. Scient. Fenn. Comment. Phys.-Mat., T. 2, No 11, 1923—26.
240. Lunelund H. Beiträge zur kenntnis der Wärmestrahlung in Finland. Soc. Scient. Fenn. comment. Phys.-Mat., T. 3, No 4, 1926.
241. Lunelund H. Contribution to the knowledge of solar radiation in Finland. Soc. Scient. Fenn., comment. Phys.-Mat., T. VII, 1934.
242. Lunelund H. Sonnenstrahlung und Trübungsfaktor in Finnland. Met. Zeit., Bd 51, Hf. 12, 1934.
243. Lunelund H. In Finnland eingestrahlte Wärmemengen. Soc. Scient. Fenn. comment. Phys.-Mat., T. XI, No 2, 1940.
244. Mac-Donald T. H. Some characteristics of the Eppley pyrheliometer. MWR, vol. 79, No 8, 1951.
245. Mac-Donald T. H. Measurement of solar radiation in the Arctic. Bull. of the National Res. Council, No 122, Apr. 1951, Washington.
246. Mateer C. L. Average insolation in Canada during cloudless days. Canad. Journ. of Technol., vol. 33, No 1, 1955.
247. Mateer C. L. A preliminary estimate of the average insolation in Canada. Canad. Journ. of Agricult. Sci., vol. 35, No 6, 1955.
248. Meteorological office discussion. Synoptic meteorology of the polar regions. Met. Mag., vol. 86, No 1019, 1957.
249. Meteorologisk aarbog. 2-den del: Grönland Publ. fra det Danske Met. inst. København.

250. Miller D. H. The influence of snow cover on local climate in Greenland. Journ. of Met., vol. 13, No 1, 1956.
251. Mitchell J., Murray Jr. The weather and climate of Alaska. Weatherwise, vol. 11, No 5, 1958.
252. Monthly record of meteorological observations Dominion of Canada.
253. Monthly Weather Review. U. S. Weather Bureau, 1940—1949.
254. Mosby H. Sunshine and radiation. The Norwegian North Polar expedition with „Maud“ 1918—1925. Scientific Results, vol. 1a, No 7, Bergen, 1932.
255. Norsk meteorologisk Årbok. Det Norske Meteorologiske Institutt, Oslo.
256. Olsson H. Sunshine and radiation, Mount Nordenskiöld, Spitsbergen Geogr. Ann., Årg. XVIII, Hf. I, 1936.
257. Olsson H. Radiation measurements on Isachsen's Plateau. Geogr. ann., Årg. XVIII, Hf. 3—4, 1936.
258. Olsson H. and Schüpp W. Die atmosphärische Trübung in Spitzbergen. Geogr. Ann., Årg. XXXII, Hf. 3—4, 1950.
259. Orvig S. Glacial- meteorological observations on icecaps in Baffin Island. Geogr. Ann., Årg. XXXVI, Hf. 3, 4, 1954.
260. Rae R. W. Climate of the Canadian Arctic Archipelago. Can. Dep. of Transp., Toronto, 1951.
261. Rae R. W. Meteorological activities in the Canadian Arctic. Arctic, vol. 7, No 3—4, 1954.
262. Ratner B. Upper air average values of temperature, pressure, and relative humidity over the United States and Alaska. Washington, 1945.
263. Report of the international polar expedition to point Barrow, Alaska. Meteorology, p. 203—360. Washington, 1885.
264. Researches in the Arctic ocean. Nature, vol. 177, No 4522, June 30, 1956.
265. Rüthe K. Die Grönland- Expedition der Universität Oxford, 1938. Polarforschung, Jahrgang 11, Hf. 1, June 30, 1941.
266. Sailing directions for East Greenland and Iceland. U. S. Navy Hydr. off., Pub. No 75, 1951.
267. Sailing directions for Baffin Bay and Davis Strait. U. S. Navy Hydr. off. Pub. No 76, 1952.
268. Sailing directions for Northern Canada U. S. Navy Hydr. off. Pub. No 77, 1951.
269. Sailing directions for the Northwest and North coasts of Norway. U. S. Navy Hydr. off., Pub. No 136, 1952.
270. Sim V. Geographical aspects of weather and climate at Europa, Northwest Territories. Geogr. Bull., No 10, 1957.
271. Solar radiation at Polaris Bay. Terrestrial radiation. Scientific results of the U. S. Arctic expedition. Steamer „Polaris“, C. F. Hall commanding. vol. 1, Physical observations. Washington, 1876.
272. Stoll A. M. and Hardy J. D. Thermal radiation measurements in summer and winter Alaskan climates. Amer. Geoph. Union, Transactions, vol. 36, No 2, 1955.
273. Sugden J. C. and Mott P. G. Oxford university Greenland expedition, 1938. The Geogr. Journ., vol. XCV, No 1, 1940.
274. Sunshine and cloudiness at selected stations in the United States, Alaska, Hawaii and Puerto Rico. Technical Paper, U. S. Weather Bureau, No 12, 1951.
275. Sverdrup H. The ablation on Isachsen's Plateau and on the Fourteenth of July Glacier in relation to radiation and meteorological conditions. Geogr. ann., Årg. XVII, Hf. 3—4, 1935.
276. Sverdrup H. Some problems in arctic meteorology. Proc. of the Toronto Meteor. conference 1953. London, 1954.
277. Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut. Årsbok. Stockholm.
278. Technical Paper. U. S. Dep. of commerce. Weather Bureau. Washington.

279. Temperatures of selected stations in the United States, Alaska, Hawaii and Puerto Rico. Technical Paper, U. S. Weather Bureau, No 9, 1948.
280. Thomas M. K. Climatological Atlas of Canada. Ottawa, 1953.
281. Thomas M. K., Titus R. L. Abnormally mild temperatures in the Canadian Arctic during January 1958. MWR, vol. 86, No 1, 1958.
282. Thryselius O. On the turbidity of polar air. Sverige Stat. Meteor. — Hydr. anst. Meddelanden. Ser. uppsatser, No 7, 1936.
283. Tollner H. Messungen der Wärmeausstrahlung in der Polarnacht 1932/33 auf Jan Mayen. Akad. der Wiss. in Wien, Mathemat.-natur. wiss. klasse. Sitzungberichte, Abteilung IIa, Bd 143, Hf. 1—10, 1934.
284. Tollner H. Ausstrahlungsmessungen in der Polarnacht 1932/1933 auf Jan Mayen. Met. Zeit., Bd 52, Hf. 5, 1935.
285. U. S. Navy marine climatic atlas of the world, vol. I. North Atlantic ocean. Washington, 1955.
286. Vedrattan. Monadaryfirlit samid a vedurstofunni. Reykjavik.
287. Wallen C. C. Glacial meteorological investigations on the Karsa Glacier in Swedish lappland 1942-48. Geogr. ann., Årg. XXX, Hf. 3—4, 1948.
288. Ward W. H. The exchange at the surface of the Barnes Ice cap during the ablation period. The Journ. of Glaciol., vol. 2, No 13, Apr., 1953.
289. Ward R. D., Brooks C. F. and Connor A. J. The climates of North America. Handbuch der Klimatologie, Bd II, Teil J. Berlin, 1936.
290. Weather in home waters and the North Eastern Atlantic, vol. II, p. 7. The Norwegian and Barents seas. London, 1941.
291. Wegener K. Ergänzungen für Eismitte. Deutschen Grönland-Exped. A. Wegener. 1929 und 1930/31. Wiss. Ergebnisse, Bd 4, Hf. 2. Leipzig, 1939.
292. Westman J. Mesures de l'intensité de la radiation solaire faites en 1899 et en 1900 à la Station d'hivernage suédoise à la baie de Treuzenberg, Spitzber. Miss. scient. pour la mesure d'un arc de méridien au Spitzberg, entreprises en 1899—1902. T. II, sec. VIII-e, B. Radiation Solaire. Stockholm, 1903.
293. Wexler H. Observations of nocturnal radiation at Fairbanks, Alaska, and Fargo, N. Dak. MWR, supplement, No 46, 1941.
294. Wexler H. Cooling in the lower atmosphere and the structure of polar continental air. MWR, vol. 64, No 4, 1936.
295. Woertz B. B. and Hand J. F. The characteristics of the Eppley pyrhe-liometer. MWR, vol. 69, No 5, 1941.
296. Wood C. P., Gleason J. J. Weather and flying in Alaska. Weatherwise, vol. 11, No 5, 1958.

# ПРИЛОЖЕНИЯ



ПРИЛОЖЕНИЕ 1

МЕСЯЧНЫЕ СУММЫ СУММАРНОЙ РАДИАЦИИ (ккал/см<sup>2</sup>) ПО ГОДАМ  
ПО НАБЛЮДЕНИЯМ ЗАРУБЕЖНЫХ СТАНЦИЙ

Годы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	-----

Барроу (φ=71°18' с. ш., λ=156°17' з. д., H=9 м)

1951					17,5	16,4	12,2	7,9	1,3	0,7	0,0	0,0	
1952	0,0	1,2	5,5	12,3	17,6		13,2	9,1	3,8	1,2	0,1	0,0	
1953	0,0	0,8	5,4	11,8					3,9		0,1	0,0	
1954	0,0	0,9	4,9	10,1	15,1	15,6	12,4	7,6	3,5	1,0	0,1	0,0	71,2
1955	0,0	1,3	5,2	11,5	15,8	15,0	14,8	9,2	4,0	1,5	0,1	0,0	78,4
1956	0,0	1,1	5,8	11,8	15,7	15,7	13,8	8,0	4,0	1,4	0,1	0,0	77,4
1957	0,0	1,1	6,2	11,4	14,8	13,6	13,2	7,3	3,1	1,2	0,1	0,0	72,0
1958	0,0	1,2	5,4	10,9	15,6	15,1	13,5	7,8	3,4	1,2	0,1	0,0	74,2
1959			6,2	10,9	14,8	17,1	12,0						

Фэрбенкс (φ=64°51' с. ш., λ=147°52' з. д., H=169 м)

1943			5,4	10,3	14,5	16,8	14,8	8,6	5,2				
1944					12,8	15,1	14,1	8,7	4,2	1,7	0,6	0,1	
1945	0,3	1,3	6,0		14,3	13,2	12,4	8,2	4,8		1,0	0,1	
1946		1,2		11,9	12,6	15,4	13,5	9,4		2,5			
1947		1,6		10,8	14,4	16,9	13,1	9,8	5,3	2,6		0,1	
1948	0,5	2,4	5,9	9,4	16,0	12,7	12,5			2,2	0,6		
1949					15,0	13,1	13,2	10,9	5,8	2,2			
1950	0,5	2,6	6,4		13,8	16,8	14,5	11,8	6,0	2,6	0,9	0,2	
1951	0,5	1,9	7,3	11,6	16,0	16,1	14,4			3,0	0,7	0,2	
1952	0,6	2,4	7,2	12,1	14,1	15,9	13,5	10,8	5,5	2,3	0,6	0,2	85,2
1953	0,7	1,8	7,3	12,2			15,4	9,8	6,2	2,9	0,9	0,2	
1954	0,6	2,4	6,9	12,6	18,0	15,4	13,6	10,9	6,5	2,9	0,6	0,2	90,6
1955	0,5	1,9	6,2	11,4	13,6	14,6	14,6	10,2	6,2	2,3	1,0	0,2	82,7
1956	0,6	2,0	6,3	12,1	13,5	15,5	14,9	9,1	5,4	2,5	0,9	0,2	83,0
1957	0,4	2,0	6,3	11,2	14,9	17,0	13,5	10,0	5,1	2,5	0,6	0,2	83,7
1958	0,6	2,2	6,7	11,4	14,6	15,3	13,5	10,4	5,9	3,1			
1959							10,5						

Бетел (φ=60°47' с. ш., λ=161°41' з. д., H=8 м)

1951		2,5	8,2	10,5	13,0	12,2	9,6	6,0	5,8	4,4			
1952	1,1	3,0	8,5	13,7	15,8	13,5	10,3	7,6	6,3	2,8	1,2	0,8	84,6
1953	1,2	2,9	9,3	13,1	12,8	14,4	14,5	7,5	6,0	4,2	1,6	0,7	88,2
1954	1,5	3,8	7,9	13,9	17,3	15,6	10,8	6,5	5,0		1,1	0,7	
1955	1,0	3,2	7,9	13,0	13,3	10,0	10,0	8,4	4,7	3,7	1,4	0,6	77,2
1956	1,5	2,8		13,9	13,7	14,7	11,1	8,8	5,9	2,9	1,8	0,8	
1957	1,1	3,2	7,7	10,9	14,8	15,6	13,3	7,3	7,1	2,5	1,0	0,8	85,3
1958	1,1	3,0	6,6	12,2	13,6	10,5	11,5	8,2	5,6	4,2	1,3	0,5	78,3
1959	1,2		9,8	15,6	13,2	13,6	12,1						

Годы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	-----

Резольют-Бей ( $\varphi=74^{\circ}41'$  с. ш.,  $\lambda=94^{\circ}54'$  з. д.,  $H=56$  м)

1951	0,0	0,4											
1952	0,0	0,3	4,2	11,3									
1953	0,0				18,3	17,7	13,3	6,5		1,0	0,0	0,0	
1954	0,0	0,4	4,1	11,8	16,6								
1955													
1956	0,0		4,9	10,6	19,3	21,3	13,8	7,9	3,9	1,0	0,0	0,0	
1957	0,0	0,4						12,2	7,5	3,6	1,1	0,0	0,0
1958	0,0		4,0	10,9	15,3	18,2	13,5	8,6	3,3	0,9	0,0	0,0	
1959	0,0	0,3	3,7	10,4									

Аклавик ( $\varphi=68^{\circ}14'$  с. ш.,  $\lambda=134^{\circ}50'$  з. д.,  $H=8$  м)

1950	0,1	1,9	6,4	12,3	15,3	13,5	13,9	8,6	4,7		0,4	0,0	
1951	0,3	1,5	6,6	10,8	15,5	14,1	13,3	9,6	3,7	2,4	0,3	0,0	78,1
1952			5,5	11,9	15,1	16,8	13,2	8,8	4,5				
1953	0,1	1,2	6,3	11,3	15,0	15,0	14,0	8,6	4,3	1,5	0,3	0,0	77,6
1954	0,1	1,3	5,5	12,0	18,1	16,7	15,3	10,2	5,1	1,6	0,2	0,0	86,1
1955	0,1	1,4	6,2	11,6	17,3	14,5	14,3	9,1	5,6	1,9	0,3	0,0	82,3
1956	0,1	1,5	5,4	12,2	14,3	15,0	14,0	8,0	4,8	1,8	0,2	0,0	77,3
1957	0,1	1,2	5,5	12,3	16,3	14,9	12,5	9,3	4,3	2,1	0,2	0,0	78,7
1958	0,1	1,4	5,1	10,4	14,8	16,9	13,4	9,9	5,2	1,7	0,2	0,0	79,1
1959	0,1	1,2	5,6	10,9	14,2								

Тулэ ( $\varphi=76^{\circ}33'$  с. ш.,  $\lambda=68^{\circ}49'$  з. д.,  $H=45$  м)

1951			3,3	10,0	17,2								
------	--	--	-----	------	------	--	--	--	--	--	--	--	--

Кьеблавик ( $\varphi=63^{\circ}57'$  с. ш.,  $\lambda=22^{\circ}57'$  в. д.,  $H=50$  м)

1951	0,2	1,5	5,6	8,5	9,4	14,8		12,1	5,3	3,2	0,9	0,3	
1952			4,7	9,3	12,3							0,1	
1953	0,3	1,4	3,3	11,2	12,2	12,2				1,5			

Примечание. Месячные суммы вычислены по ежесуточным значениям суммарной радиации, публикуемым в «Climatological data» [212], для случаев, когда по тому или иному месяцу приводятся данные более чем за 25 дней.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

**МЕСЯЧНЫЕ СУММЫ ВОЗМОЖНОЙ СУММАРНОЙ РАДИАЦИИ**  
(ккал/см<sup>2</sup>) ПО ШИРОТАМ

Широта (град.)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
90	0,0	0,0	0,0	9,5	22,0	25,8	25,0	16,2	3,2	0,0	0,0	0,0	101,7
89	0,0	0,0	0,0	9,5	22,0	25,8	25,0	16,2	3,2	0,0	0,0	0,0	101,7
88	0,0	0,0	0,0	9,6	22,0	25,8	25,0	16,2	3,2	0,0	0,0	0,0	101,8
87	0,0	0,0	0,1	9,7	22,0	25,8	25,0	16,2	3,2	0,0	0,0	0,0	102,0
86	0,0	0,0	0,2	9,8	22,0	25,8	25,0	16,2	3,3	0,0	0,0	0,0	102,3
85	0,0	0,0	0,4	9,9	22,0	25,8	24,9	16,2	3,4	0,0	0,0	0,0	102,6
84	0,0	0,0	0,7	10,0	21,9	25,7	24,8	16,1	3,5	0,0	0,0	0,0	102,7
83	0,0	0,0	1,0	10,1	21,9	25,6	24,6	16,0	3,6	0,0	0,0	0,0	102,8
82	0,0	0,0	1,3	10,2	21,8	25,5	24,4	15,9	3,8	0,1	0,0	0,0	103,0
81	0,0	0,0	1,7	10,4	21,7	25,4	24,2	15,7	4,0	0,2	0,0	0,0	103,3
80	0,0	0,0	2,0	10,6	21,6	25,3	24,0	15,5	4,2	0,3	0,0	0,0	103,5
79	0,0	0,1	2,4	10,8	21,3	25,0	23,5	15,2	4,6	0,5	0,0	0,0	103,4
78	0,0	0,2	2,8	11,0	21,0	24,5	23,0	14,9	4,9	0,7	0,0	0,0	103,0
77	0,0	0,3	3,2	11,3	20,7	24,0	22,4	14,7	5,3	0,9	0,0	0,0	102,8
76	0,0	0,4	3,5	11,6	20,4	23,6	21,8	14,6	5,6	1,1	0,0	0,0	102,6
75	0,0	0,5	3,8	11,9	20,2	23,3	21,4	14,5	5,9	1,3	0,0	0,0	102,8
74	0,0	0,6	4,2	12,2	20,0	22,6	21,1	14,4	6,3	1,6	0,0	0,0	103,0
73	0,0	0,8	4,6	12,4	19,8	22,3	20,8	14,4	6,7	1,9	0,1	0,0	103,8
72	0,0	1,0	5,0	12,7	19,6	22,0	20,5	14,4	7,0	2,2	0,2	0,0	104,6
71	0,0	1,2	5,5	12,9	19,5	21,6	20,3	14,4	7,3	2,5	0,3	0,0	105,5
70	0,1	1,4	5,8	13,1	19,3	21,3	20,1	14,4	7,6	2,8	0,4	0,0	106,3
69	0,1	1,6	6,2	13,3	19,2	21,0	20,0	14,4	7,9	3,1	0,6	0,0	107,4
68	0,2	1,8	6,6	13,5	19,2	20,9	19,9	14,4	8,2	3,4	0,8	0,1	109,0
67	0,3	2,0	7,0	13,7	19,2	20,8	19,8	14,5	8,6	3,7	1,0	0,1	110,7
66	0,5	2,3	7,4	13,9	19,2	20,8	19,8	14,7	8,9	4,0	1,2	0,2	112,9
65	0,7	2,6	7,8	14,1	19,3	20,8	19,9	14,9	9,2	4,3	1,4	0,3	115,3
64	0,9	2,9	8,2	14,4	19,4	20,8	20,0	15,1	9,5	4,6	1,6	0,4	117,8
63	1,5	3,2	8,5	14,6	19,5	20,9	20,1	15,3	9,7	4,9	1,8	0,6	120,6
62	1,3	3,5	8,9	14,8	19,6	21,0	20,2	15,5	10,0	5,2	2,0	0,7	122,7
61	1,5	3,8	9,2	15,0	19,8	21,1	20,3	15,8	10,4	5,5	2,2	0,9	125,5
60	1,8	4,1	9,6	15,2	19,9	21,2	20,5	16,0	10,6	5,8	2,5	1,1	128,3
59	2,0	4,4	10,0	15,4	20,1	21,3	20,6	16,2	10,9	6,2	2,7	1,4	131,2
58	2,3	4,7	10,3	15,6	20,2	21,4	20,7	16,4	11,2	6,5	3,0	1,6	133,9
57	2,6	5,0	10,7	15,8	20,3	21,5	20,8	16,6	11,5	6,8	3,3	1,9	136,8
56	2,9	5,3	11,0	16,0	20,4	21,6	20,9	16,8	11,7	7,2	3,5	2,2	139,5
55	3,1	5,6	11,3	16,1	20,5	21,6	21,0	17,0	12,0	7,5	3,8	2,5	142,0
54	3,4	5,8	11,6	16,3	20,6	21,7	21,1	17,2	12,2	7,9	4,0	2,8	144,6
53	3,6	6,2	11,8	16,5	20,7	21,7	21,2	17,4	12,5	8,2	4,3	3,1	147,2
52	3,9	6,5	12,1	16,7	20,8	21,8	21,3	17,6	12,7	8,5	4,5	3,4	149,8
51	4,1	6,8	12,4	16,8	20,9	21,8	21,3	17,8	13,0	8,8	4,8	3,7	152,2
50	4,4	7,1	12,7	17,0	21,0	21,8	21,4	18,0	13,2	9,4	5,0	4,0	155,0

СПИСОК СТАНЦИЙ

**Баренцево море**

1. Точка № 1
2. Точка № 2
3. Точка № 3
4. Точка № 4
5. Точка № 5
6. Точка № 6
7. Точка № 7
8. Точка № 8
9. Точка № 9
10. Точка № 10
11. Точка № 11
12. Точка № 12
13. Точка № 13
14. Точка № 14

**Баренцево море  
(побережье и острова)**

15. Рудольфа, остров
16. Тихая, бухта
17. Желания, мыс
18. Русская Гавань
19. Столбовой, мыс
20. Малые Кармакулы
21. Бугрино
22. Индига
23. Канин Нос
24. Святой Нос
25. Кола
26. Вардё (Норвегия)

**Белое море  
(побережье и острова)**

27. Терско-Орловский Маяк
28. Кузомень
29. Гридино
30. Кемь
31. Архангельск
32. Онега
33. Мезень

**Карское море  
(побережье и острова)**

34. Визе, остров
35. Выходной, мыс
36. Вайгач, остров
37. Югорский Шар
38. Амдерма
39. Усть-Кара
40. Марс-Сале
41. Белый, остров

42. Дровяной, мыс
43. Гыда-Ямо
44. Лескина, мыс
45. Сопочная Корга
46. Стерлегова, мыс
47. Таймыры, устье реки
48. Русский, остров
49. Домашний, остров

**Море Лаптевых  
(побережье и острова)**

50. Малый Таймыр, остров
51. Андрея, остров
52. Прончищевой, бухта
53. Преображения, остров
54. Косистый, мыс
55. Усть-Оленёк
56. Кигилях, мыс
57. Санникова, пролив
58. Котельный, остров

**Восточно-Сибирское море  
(побережье и острова)**

59. Шалаурова, мыс
60. Четырехстолбовой остров
61. Амбарчик, бухта
62. Айон, остров
63. Певек
64. Валькаркай
65. Биллингса, мыс

**Чукотское море  
(побережье и острова)**

66. Врангеля, остров
67. Ванкарем
68. Колючин, остров
69. Сердце-Камень, мыс
70. Уэлен

**Берингово море  
(побережье и острова)**

71. Ратманова, остров
72. Чаплина, мыс
73. Провидения, бухта
74. Креста, залив
75. Уэлькаль
76. Анадырь
77. Угольная, бухта
78. Наварин, мыс
79. Гамбелл (США)

**Европейская территория СССР**  
(примерно до 60° с. ш.)

80. Имандра
81. Краснощелье
82. Сортавала
83. Выборг
84. Вытегра
85. Белозерск
86. Каргополь
87. Вологда
88. Тотьма
89. Никольск
90. Великий Устюг
91. Сыктывкар
92. Яренск
93. Сура
94. Койнас
95. Оксино
96. Усть-Цильма
97. Усть-Ухта
98. Усть-Щугор
99. Троицко-Печорский

**Западная Сибирь**  
(примерно до 60° с. ш.)

100. Новый Порт
101. Салехард
102. Березов
103. Няксимволь
104. Кондинское
105. Леуши
106. Сургут
107. Тарко-Сале
108. Ярцево

**Восточная Сибирь**  
(примерно до 60° с. ш.)

109. Таймырское озеро
110. Хатанга
111. Волочанка
112. Кресты Таймырские
113. Усть-Енисейский порт
114. Дудинка
115. Игарка
116. Туруханск
117. Тура
118. Верхне-Имбатское
119. Таимба
120. Саскылах
121. Оленёк
122. Туой-Хая
123. Нюрба
124. Вилюйск
125. Олекминск

126. Амга
127. Крест-Хольджай
128. Сангар
129. Жиганск
130. Джарджан
131. Булун
132. Казачье
133. Верхоянск
134. Оймякон
135. Усть-Нера
136. Усть-Мома
137. Дружина
138. Чокурдах
139. Кресты Колымские
140. Среднеколымск
141. Зырянка
142. Усть-Олой
143. Островное
144. Снежное
145. Марково
146. Березово

**Аляска**

147. Барроу
148. Коцебу
149. Ном
150. Фэрбенкс
151. Мак-Грат
152. Бетел
153. Анкоридж

**Канада**

154. Алерт
155. Форт-Конгер
156. Юрика-Саунд
157. Исаксен
158. Маут-Бей
159. Крейг-Харбор
160. Резольют-Бей
161. Холмен-Айленд
162. Аклавик
163. Коппермайн
164. Симпсон, пролив
165. Форт-Росс
166. Арктик-Бей
167. Понд-Иллет
168. Ривер-Клайд
169. Пангниртунг
170. Лейк-Харбор
171. Саутгемптон-Айленд  
Харбор)
172. Ноттингем, остров
173. Резольюшен, остров
174. Хиброн
175. Нейн

(Корал-

## Гренландия

176. Туле
177. Упернивик
178. Годхавн
179. Хольстейнборг
180. Корнок
181. Готхоб
182. Ивигтут
183. Наноргалик
184. Торгильсбу
185. Ангмагсалик
186. Скорсбисунн
187. Мюгбукта
188. Сабин, остров
189. Датская Гавань
190. Йорген-Брёнландс-Фьорд
191. Норд

## Северная Атлантика

192. Точка № 15
193. Точка № 16
194. Точка № 17
195. Точка № 18
196. Точка № 19
197. Точка № 20

## Атлантико-европейский сектор (побережье и острова)

198. Ян-Майен, остров
199. Гримсей
200. Стиккисхоульмур
201. Вестманниэр
202. Беруфьёрдур
203. Торсхавн
204. Леруик
205. Берген

206. Флуре
207. Тронхейм
208. Брённей
209. Скомвер
210. Тромсё
211. Альта
212. Медвежий, остров
213. Исфьорд-Радио

## Норвегия, Швеция, Финляндия

214. Лиллехаммер
215. Осло
216. Карлстад
217. Стокгольм
218. Фалун
219. Эстерсунд
220. Хернёсанд
221. Умео
222. Стенселе
223. Хапаранда
224. Йокмокк
225. Каресуандо
226. Петсамо
227. Инари
228. Соданкюля
229. Куолярви
230. Рованиэми
231. Кусамо
232. Оулу (Улеаборг)
233. Кааяни
234. Пиэлисьярви
235. Куопио
236. Ювяскюля
237. Васа
238. Тампере (Таммерфорс)
239. Турку (Або)
240. Марианхамина
241. Котка

АЛФАВИТНЫЙ СПИСОК СТАНЦИЙ

№ станции	Станция	№ станции	Станция
62	Айон, остров	199	Гримсей
162	Аклавик	43	Гыда-Ямо
154	Алерт	189	Датская Гавань
211	Альта	130	Джарджан
61	Амбарчик, бухта	49	Домашний, остров
126	Амга	42	Дровяной, мыс
38	Амдерма	137	Дружина
76	Анадырь	114	Дудинка
185	Ангмагсалик	17	Желания, мыс
51	Андрея, остров	129	Жиганск
153	Анкоридж	141	Зырянка
166	Арктик-Бей	182	Ивигтут
31	Архангельск	115	Игарка
147	Барроу	80	Имандра
85	Белозерск	227	Инари
41	Белый, остров	22	Индига
205	Берген	157	Исаксен
102	Березов	213	Исфьорд-Радио
146	Березово	224	Йокмокк
202	Беруфьёрдур	190	Йорген-Брёнландс-Фьорд
152	Бетел	132	Казачье
65	Биллингса, мыс	23	Канин Нос
208	Брённей	86	Каргополь
21	Бугрино	225	Карсуандо
131	Булу	216	Карлстад
36	Вайгач, остров	233	Каяни
64	Валькаркай	30	Кемь
67	Ванкарем	56	Кигилях, мыс
26	Вардэ	94	Койнас
237	Васа	25	Кола
90	Великий Устюг	68	Колючин, остров
118	Верхне-Имбатское	104	Кондинское
133	Верхоянск	163	Копермайн
201	Вестманниэр	180	Корнок
34	Визе, остров	54	Косистый, мыс
124	Вилуйск	58	Котельный, остров
87	Вологда	251	Котка
111	Волочанка	148	Коцебу
66	Врангеля, остров	81	Краснощелье
83	Выборг	159	Крейг-Харбор
84	Вытегра	127	Крест-Хольджай
35	Выходной, мыс	74	Креста, залив
79	Гамбелл (США)	139	Кресты Колымские
178	Годхавн	112	Кресты Таймырские
181	Готхоб	28	Кузомень
29	Гридино	229	Куолярви

№ станции	Станция	№ станции	Станция
235	Куопио	48	Русский, остров
231	Кусамо	188	Сабин, остров
170	Лейк-Харбор	101	Салехард
204	Леруик	128	Сангар
44	Лескина, мыс	57	Санникова, пролив
105	Леуши	120	Саскылах
214	Лиллехаммер	171	Саутгемптон-Айленд (Корал-Харбор)
151	Мак-Грат	24	Святой Нос
20	Малые Кармакулы	69	Сердце-Камень, мыс
50	Малый Таймыр, остров	164	Симпсон, пролив
40	Маре-Сале	209	Скомвер
240	Марианхамина	186	Скорсбисунн
145	Марково	144	Снежное
158	Маут-Бей	228	Соданкюля
212	Медвежий, остров	45	Сопочная Корга
33	Мезень	82	Сортавала
187	Мюгбукта	140	Среднеколымск
78	Наварин, мыс	222	Стенселе
183	Нанорталик	46	Стерлегова, мыс
175	Нейн	200	Стиккисхоульмур
89	Никольск	217	Стокгольм
100	Новый Порт	19	Столбовой, мыс
149	Ном	93	Сура
191	Норд	106	Сургут
172	Ноттингем, остров	91	Сыктывкар
123	Нюрба	119	Таимба
103	Няксимволь	109	Таймырское озеро
134	Оймякон	47	Таймыры, устье реки
95	Оксино	238	Тампере (Таммерфорс)
125	Олекминск	107	Тарко-Сале
121	Оленёк	27	Терско-Орловский Маяк
32	Онега	16	Тихая, бухта
215	Осло	184	Торгильсбу
143	Островное	203	Торсхавн
232	Оулу (Улеаборг)	88	Тотьма
169	Пангниртунг	1	Точка № 1
63	Певек	2	Точка № 2
226	Петсамо	3	Точка № 3
234	Пиэлисьярви	4	Точка № 4
167	Понд-Инлет	5	Точка № 5
53	Преображения, остров	6	Точка № 6
73	Провидения, бухта	7	Точка № 7
52	Прончищевой, бухта	8	Точка № 8
71	Ратманова, остров	9	Точка № 9
160	Резольют-Бей	10	Точка № 10
173	Резольюшен, остров	11	Точка № 11
168	Ривер-Клайд	12	Точка № 12
230	Рованиэми	13	Точка № 13
15	Рудольфа, остров	14	Точка № 14
18	Русская Гавань		

№ станции	Станция	№ станции	Станция
192	Точка № 15	98	Усть-Щугор
193	Точка № 16	70	Уэлен
194	Точка № 17	75	Уэлькаль
195	Точка № 18	218	Фалун
196	Точка № 19	206	Флуре
197	Точка № 20	155	Форт-Конгер
99	Троицко-Печерский	165	Форт-Росс
210	Тромсё	150	Фэрбенкс
207	Тронхейм	223	Хапаранда
176	Туле	110	
122	Туой-Хая	220	Хернёсанд
117	Тура	174	Хиброн
239	Турку (Або)	161	Холмен-Айленд
116	Туруханск	179	Хольстейнбург
77	Угольная, бухта	72	Чаплина, мыс
221	Умео	60	Четырехстолбовой, остров
177	Упернивик	138	Чокурдах
113	Усть-Енисейский порт	59	Шалаурова, мыс
39	Усть-Кара	219	Эстерсунд
136	Усть-Мома	236	Ювяскюля
135	Усть-Нера	37	Югорский Шар
55	Усть-Оленёк	156	Юрика-Саунд
142	Усть-Олой	198	Ян-Майен, остров
97	Усть-Ухта	92	Яренск
96	Усть-Цильма	108	Ярцево

Средние месячные расчетные величины составляющих радиационного баланса (ккал/см<sup>2</sup>)

Элемент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
<b>Баренцево море</b>													
1. Точка № 1													
Суммарная радиация	0,0	0,3	2,7	8,8	12,9	12,3	8,7	7,3	2,8	0,6	0,0	0,0	56,4
Поглощенная радиация	0,0	0,1	0,9	4,4	9,0	9,6	7,8	6,4	2,4	0,5	0,0	0,0	41,1
Эффективное излучение	—	—	—	—	—	—	1,7	2,6	2,2	2,8	3,2	—	—
Радиационный баланс	—	—	—	—	—	—	6,1	3,8	0,2	-2,3	-3,2	—	—
2. Точка № 2													
Суммарная радиация	0,0	0,3	2,4	7,3	11,6	11,6	9,8	6,6	2,7	0,5	0,0	0,0	52,8
Поглощенная радиация	0,0	0,1	0,4	1,1	6,4	9,0	8,8	5,8	2,3	0,4	0,0	0,0	34,3
Эффективное излучение	—	—	—	—	—	—	2,1	1,5	1,9	2,4	2,8	3,1	—
Радиационный баланс	—	—	—	—	—	—	6,7	4,3	0,4	-2,0	-2,8	-3,1	—
3. Точка № 3													
Суммарная радиация	0,0	0,3	2,3	7,3	11,4	10,4	8,7	6,6	2,7	0,5	0,0	0,0	50,2
Поглощенная радиация	0,0	0,1	0,3	1,1	6,3	8,1	7,8	5,8	2,3	0,4	0,0	0,0	32,2
Эффективное излучение	—	—	—	—	—	—	1,6	1,3	1,9	2,6	3,8	4,4	—
Радиационный баланс	—	—	—	—	—	—	6,2	4,5	0,4	-2,2	-3,8	-4,4	—
4. Точка № 4													
Суммарная радиация	0,0	0,3	2,4	7,2	11,4	10,2	8,7	6,6	2,7	0,6	0,0	0,0	50,1
Поглощенная радиация	0,0	0,1	0,4	1,1	6,3	8,0	7,8	5,8	2,3	0,5	0,0	0,0	32,3
Эффективное излучение	—	—	—	—	—	—	1,8	1,7	1,4	3,3	4,4	5,1	—
Радиационный баланс	—	—	—	—	—	—	6,0	4,1	0,9	-2,8	-4,4	-5,1	—

## 5. Точка № 5

Суммарная радиация	0,0	0,5	2,9	7,8	10,6	10,2	9,9	6,8	3,1	0,8	0,0	0,0	52,6
Поглощенная радиация	0,0	0,4	2,3	6,8	9,6	9,2	8,9	6,0	2,6	0,6	0,0	0,0	46,4
Эффективное излучение	—	3,2	2,9	3,4	2,4	1,7	1,9	1,9	1,7	2,2	2,9	2,9	—
Радиационный баланс	—	-2,8	-0,6	3,4	7,2	7,5	7,0	4,1	0,9	-1,6	-2,9	-2,9	—

## 6. Точка № 6

Суммарная радиация	0,0	0,5	2,6	7,7	10,6	10,6	8,4	6,5	3,1	0,8	0,0	0,0	50,8
Поглощенная радиация	0,0	0,4	2,1	6,7	9,5	9,6	7,6	5,7	2,6	0,6	0,0	0,0	44,8
Эффективное излучение	3,0	3,1	3,1	3,1	2,5	2,3	1,2	1,3	1,5	2,2	2,5	2,3	28,1
Радиационный баланс	-3,0	-2,7	-1,0	3,6	7,0	7,3	6,4	4,4	1,1	-1,6	-2,5	-2,3	16,7

## 7. Точка № 7

Суммарная радиация	0,0	0,5	2,9	7,7	10,8	10,6	9,1	6,8	3,3	0,8	0,0	0,0	52,5
Поглощенная радиация	0,0	0,4	1,4	3,9	7,5	9,6	8,2	6,0	2,8	0,6	0,0	0,0	40,4
Эффективное излучение	3,2	3,0	3,6	3,2	2,5	2,2	2,2	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	31,9
Радиационный баланс	-3,2	-2,6	-2,2	0,7	3,0	7,2	6,0	4,0	0,6	-1,8	-2,6	-2,8	8,5

## 8. Точка № 8

Суммарная радиация	0,0	0,5	3,0	7,7	10,4	10,0	8,4	6,5	3,3	0,8	0,0	0,0	50,6
Поглощенная радиация	0,0	0,2	0,4	1,2	5,7	9,0	7,6	5,7	2,8	1,3	0,0	0,0	33,9
Эффективное излучение	—	—	—	—	—	1,7	1,9	1,6	2,4	3,4	3,7	4,7	—
Радиационный баланс	—	—	—	—	—	7,3	5,7	4,1	0,4	-2,1	-3,7	-4,7	—

## 9. Точка № 9

Суммарная радиация	0,0	0,7	4,5	9,3	12,9	12,3	12,0	7,2	3,5	1,3	0,2	0,0	63,9
Поглощенная радиация	0,0	0,5	3,8	8,3	11,7	11,2	10,9	6,5	3,0	1,1	0,2	0,0	57,2
Эффективное излучение	4,4	4,4	4,6	3,2	2,9	2,3	2,4	2,4	2,5	3,5	2,9	4,0	39,5
Радиационный баланс	-4,4	-3,9	-0,8	5,1	8,8	8,9	8,5	4,1	0,5	-2,4	-2,7	-4,0	17,7

## 10. Точка № 10

Суммарная радиация	0,0	0,7	4,3	9,2	13,1	12,7	11,0	7,3	3,7	1,3	0,1	0,0	63,4
Поглощенная радиация	0,0	0,5	3,6	8,2	11,9	11,6	10,0	6,6	3,2	1,1	0,1	0,0	56,8
Эффективное излучение	4,5	4,0	4,0	3,3	2,8	2,4	2,3	2,5	2,7	3,1	2,8	4,0	38,4
Радиационный баланс	-4,5	-3,5	-0,4	4,9	8,1	9,2	7,7	4,1	0,5	-2,0	-2,7	-4,0	18,4

Элемент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
11. Точка № 11													
Суммарная радиация	0,0	0,7	4,3	9,0	12,9	12,7	11,6	7,5	3,7	1,3	0,1	0,0	63,8
Поглощенная радиация	0,0	0,5	3,6	8,0	11,7	11,6	10,5	6,7	3,2	1,1	-0,1	0,0	57,0
Эффективное излучение	3,1	3,4	3,3	3,1	2,6	1,9	2,6	2,5	2,7	3,2	2,5	3,0	33,9
Радиационный баланс	-3,1	-2,9	0,3	4,9	9,1	9,7	7,9	4,2	0,5	-2,1	-2,4	-3,0	23,1
12. Точка № 12													
Суммарная радиация	0,0	0,7	4,3	9,3	12,7	12,1	11,0	7,2	3,4	1,2	0,1	0,0	62,0
Поглощенная радиация	0,0	0,2	0,6	1,4	7,0	11,0	10,0	6,5	3,0	1,0	0,1	0,0	40,8
Эффективное излучение	4,5	4,8	5,1	4,0	2,4	1,7	2,2	2,1	2,0	2,0	2,8	3,5	37,7
Радиационный баланс	-4,5	-4,6	-4,5	-2,6	4,6	9,3	7,8	4,4	1,0	-1,6	-2,7	-3,5	3,1
13. Точка № 13													
Суммарная радиация	0,0	0,9	4,9	9,6	13,0	13,2	12,4	7,5	4,1	1,7	0,3	0,0	67,6
Поглощенная радиация	0,0	0,7	4,1	8,5	11,8	12,0	11,3	6,8	3,6	1,4	0,2	0,0	60,4
Эффективное излучение	3,0	4,0	3,4	3,1	2,6	2,7	2,7	2,1	2,7	3,5	3,5	3,4	36,7
Радиационный баланс	-3,0	-3,3	0,7	5,4	9,2	9,3	8,6	4,7	0,9	-2,1	-3,3	-3,4	23,7
14. Точка № 14													
Суммарная радиация	0,1	1,0	5,1	10,0	13,1	12,8	11,8	7,5	4,0	1,6	0,3	0,0	67,3
Поглощенная радиация	0,0	0,2	1,0	2,0	7,9	9,0	10,7	6,8	3,5	1,4	0,2	0,0	42,7
Эффективное излучение	—	—	—	—	—	2,8	3,0	2,6	2,5	2,7	3,3	4,8	—
Радиационный баланс	—	—	—	—	—	6,2	7,7	4,2	1,0	-1,3	-3,1	-4,8	—
Баренцево море (побережье и острова)													
15. Рудольфа, остров													
Суммарная радиация	0,0	0,0	1,2	8,2	16,3	15,1	10,9	6,6	1,5	0,1	0,0	0,0	59,9
Поглощенная радиация	0,0	0,0	0,2	1,2	3,3	4,5	6,5	5,1	0,6	0,0	0,0	0,0	21,4
Эффективное излучение	2,2	2,0	2,2	2,2	1,8	1,4	1,6	1,4	1,3	1,7	2,2	2,4	22,4
Радиационный баланс	-2,2	-2,0	-2,0	-1,0	1,5	3,1	4,9	3,7	-0,7	-1,7	-2,2	-2,4	-1,0

16. Тихая, бухта

Суммарная радиация	0,0	1,7	8,1	14,4	14,9	11,1	6,3	1,9	0,2	0,0	0,0	58,6
Поглощенная радиация	0,0	0,3	1,2	2,9	4,5	6,7	4,9	0,9	0,0	0,0	0,0	21,4
Эффективное излучение	1,9	2,1	2,0	1,7	1,6	1,6	1,4	1,1	1,5	1,9	1,7	20,3
Радиационный баланс	-1,9	-1,8	-0,8	1,2	2,9	5,1	3,5	-0,2	-1,5	-1,9	-1,7	1,1

17. Желания, мыс

Суммарная радиация	0,0	2,8	8,4	13,2	13,2	10,8	6,2	2,5	0,5	0,0	0,0	57,8
Поглощенная радиация	0,0	0,4	1,7	2,5	5,3	7,6	5,1	1,4	0,1	0,0	0,0	24,1
Эффективное излучение	2,3	2,2	1,7	1,5	1,6	1,8	1,6	1,4	1,2	1,9	2,0	21,7
Радиационный баланс	-2,3	-2,2	-2,1	0,0	1,0	3,7	3,5	0,0	-1,1	-1,9	-2,0	2,4

18. Русская Гавань

Суммарная радиация	0,0	3,0	8,5	13,5	13,2	10,4	6,3	2,7	0,6	0,0	0,0	58,5
Поглощенная радиация	0,0	0,4	1,7	2,7	5,3	7,3	5,2	1,7	0,2	0,0	0,0	24,5
Эффективное излучение	2,2	2,1	2,3	1,8	1,9	1,6	1,7	1,9	1,7	1,9	2,0	23,5
Радиационный баланс	-2,2	-2,1	-0,6	0,9	3,4	5,7	3,5	-0,2	-1,5	-1,9	-2,0	1,0

19. Столбовой, мыс

Суммарная радиация	0,0	3,7	9,0	13,1	13,7	11,1	6,5	3,1	1,0	0,0	0,0	61,7
Поглощенная радиация	0,0	0,1	0,6	1,8	2,6	5,7	5,3	2,3	0,3	0,0	0,0	27,6
Эффективное излучение	2,4	2,3	2,2	1,9	2,4	2,2	2,0	2,0	2,2	2,0	2,3	26,7
Радиационный баланс	-2,4	-2,2	-0,4	0,7	3,3	6,7	3,3	0,3	-1,9	-2,0	-2,3	0,9

20. Малые Кармакулы

Суммарная радиация	0,0	4,0	9,2	13,2	13,7	12,2	7,2	3,4	0,9	0,1	0,0	64,5
Поглощенная радиация	0,0	0,6	1,8	2,6	8,5	10,0	5,9	2,9	0,5	0,0	0,0	32,9
Эффективное излучение	2,3	2,3	2,6	2,1	2,4	2,5	2,2	2,1	2,2	2,1	2,4	28,1
Радиационный баланс	-2,3	-2,2	-0,8	0,5	6,1	7,5	3,7	0,8	-1,7	-2,1	-2,4	4,8

Элемент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
---------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	-----

## 21. Бугрино

Суммарная радиация	0,1	1,0	5,1	10,0	13,1	13,0	12,0	7,9	4,2	1,7	0,3	0,0	68,4
Поглощенная радиация	0,0	0,2	1,0	2,0	3,9	8,3	9,9	6,5	3,5	1,0	0,1	0,0	36,4
Эффективное излучение	2,3	2,3	3,0	2,7	2,7	2,6	2,8	2,7	2,4	2,5	2,3	2,2	30,5
Радиационный баланс	-2,3	-2,1	-2,0	-0,7	1,2	5,7	7,1	3,8	1,1	-1,5	-2,2	-2,2	5,9

## 22. Индига

Суммарная радиация	0,1	1,2	5,5	10,7	13,4	13,6	12,5	8,1	4,4	1,9	0,4	0,0	71,8
Поглощенная радиация	0,0	0,2	1,1	2,1	5,5	10,6	10,3	6,7	3,7	1,3	0,1	0,0	41,6
Эффективное излучение	2,3	2,1	2,9	3,4	2,7	2,9	3,1	2,8	2,2	2,5	2,1	2,0	31,0
Радиационный баланс	-2,3	-1,9	-1,8	-1,3	2,8	7,7	7,2	3,9	1,5	-1,2	-2,0	-2,0	10,6

## 23. Канин Нос

Суммарная радиация	0,1	1,0	5,1	10,4	13,4	13,2	12,0	7,9	4,2	1,7	0,3	0,0	69,3
Поглощенная радиация	0,0	0,2	1,0	2,1	5,4	10,2	9,8	6,5	3,5	1,2	0,1	0,0	40,0
Эффективное излучение	2,2	2,1	3,0	3,2	2,8	2,6	2,8	2,7	2,4	2,4	2,1	2,1	30,4
Радиационный баланс	-2,2	-1,9	-2,0	-1,1	2,6	7,6	7,0	3,8	1,1	-1,2	-2,0	-2,1	9,6

## 24. Святой Нос

Суммарная радиация	0,1	1,1	5,4	10,1	13,4	13,4	12,1	8,1	4,4	1,9	0,4	0,0	70,4
Поглощенная радиация	0,0	0,3	1,4	3,0	7,1	10,7	9,9	6,6	3,6	1,3	0,2	0,0	44,1
Эффективное излучение	2,4	2,2	2,7	3,0	2,9	2,7	2,9	2,5	2,3	2,1	2,3	2,6	30,6
Радиационный баланс	-2,2	-1,9	-1,3	0,0	4,2	8,0	7,0	4,1	1,3	-0,8	-2,1	-2,6	13,5

## 25. Кола

Суммарная радиация	0,1	1,0	5,1	9,9	13,0	13,2	11,8	7,5	4,0	1,7	0,3	0,0	67,6
Поглощенная радиация	0,0	0,2	1,3	3,0	7,3	11,1	9,9	6,3	3,4	1,2	0,1	0,0	43,8
Эффективное излучение	2,3	2,1	2,8	2,9	2,5	2,6	2,7	2,4	2,2	2,4	2,1	2,1	29,1
Радиационный баланс	-2,3	-1,9	-1,5	0,1	4,8	8,5	7,2	3,9	1,2	-1,2	-2,0	-2,1	14,7

## 26. Вардэ (Норвегия)

Суммарная радиация	0,1	0,8	4,6	10,5	13,6	13,5	12,3	7,9	4,0	1,5	0,2	0,0	69,0
Поглощенная радиация	0,0	0,2	1,2	2,6	7,5	11,1	10,1	6,5	3,4	1,1	0,1	0,0	43,8
Эффективное излучение	2,2	2,1	2,6	2,9	2,8	2,6	2,9	2,7	2,4	2,6	2,1	2,2	30,1
Радиационный баланс	-2,2	-1,9	-1,4	-0,3	4,7	8,5	7,2	3,8	1,0	-1,5	-2,0	-2,2	13,7

## Белое море (побережье и острова)

## 27. Терско-Орловский Маяк

Суммарная радиация	0,2	1,2	5,0	9,3	12,9	13,3	12,3	8,7	4,8	2,0	0,6	0,1	70,4
Поглощенная радиация	0,0	0,3	1,2	2,8	6,5	11,2	10,1	7,1	4,0	1,3	0,2	0,0	44,7
Эффективное излучение	2,6	2,3	3,0	3,0	2,9	2,7	3,0	2,6	2,2	2,6	2,4	2,4	31,7
Радиационный баланс	-2,6	-2,0	-1,8	-0,2	3,6	8,5	7,1	4,5	1,8	-1,3	-2,2	-2,4	13,0

## 28. Кузомень

Суммарная радиация	0,3	1,4	5,5	9,7	13,2	13,9	13,3	9,0	5,0	2,2	0,7	0,1	74,3
Поглощенная радиация	0,0	0,3	1,4	2,9	7,9	11,9	11,4	7,7	4,3	1,6	0,3	0,0	49,7
Эффективное излучение	2,4	2,4	3,2	3,3	3,2	3,0	3,5	2,6	2,7	2,8	2,5	2,6	34,2
Радиационный баланс	-2,4	-2,1	-1,8	-0,4	4,7	8,9	7,9	5,1	1,6	-1,2	-2,2	-2,6	15,5

## 29. Гридино

Суммарная радиация	0,3	1,4	5,5	9,7	13,2	13,8	12,9	9,1	5,1	2,3	0,6	0,1	74,0
Поглощенная радиация	0,0	0,3	1,4	2,9	8,0	11,9	11,1	7,8	4,4	1,7	0,3	0,0	49,8
Эффективное излучение	2,6	2,5	3,2	3,3	3,1	3,1	3,3	2,7	2,7	2,6	2,4	2,5	34,0
Радиационный баланс	-2,6	-2,2	-1,8	-0,4	4,9	8,8	7,8	5,1	1,7	-0,9	-2,1	-2,5	15,8

Элемент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
---------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	-----

## 30. Кемь

Суммарная радиация	0,4	1,5	5,7	9,7	13,1	13,7	12,5	8,8	5,0	2,2	0,8	0,2	73,6
Поглощенная радиация	0,1	0,4	1,7	3,4	10,7	11,8	10,7	7,6	4,3	1,6	0,4	0,1	52,8
Эффективное излучение	2,4	2,2	3,1	3,2	3,0	2,9	3,1	2,5	2,5	2,5	2,1	2,1	31,6
Радиационный баланс	-2,3	-1,8	-1,4	0,2	7,7	8,9	7,6	5,1	1,8	-0,9	-1,7	-2,0	21,2

## 31. Архангельск

Суммарная радиация	0,4	1,5	5,5	9,6	12,9	13,7	12,3	8,8	4,9	2,1	0,7	0,2	72,6
Поглощенная радиация	0,1	0,4	1,6	3,1	10,6	11,8	10,6	7,6	4,2	1,5	0,3	0,1	51,9
Эффективное излучение	2,1	2,0	2,8	3,0	3,1	2,9	3,0	2,7	2,4	2,2	1,8	1,9	29,9
Радиационный баланс	-2,0	-1,6	-1,2	0,1	7,5	8,9	7,6	4,9	1,8	-0,7	-1,5	-1,8	22,0

## 32. Онега

Суммарная радиация	0,5	1,7	6,0	10,1	13,8	14,4	13,0	9,6	5,3	2,4	0,9	0,2	77,9
Поглощенная радиация	0,1	0,5	1,8	3,6	11,9	12,4	11,2	8,3	4,6	1,8	0,4	0,1	56,7
Эффективное излучение	2,4	2,2	3,1	3,3	3,6	3,3	3,5	3,2	2,7	2,6	2,2	2,2	34,3
Радиационный баланс	-2,3	-1,7	-1,3	0,3	8,3	9,1	7,7	5,1	1,9	-0,8	-1,8	-2,1	22,4

## 33. Мезень

Суммарная радиация	0,3	1,4	5,4	9,8	13,0	13,9	12,7	9,1	4,9	2,1	0,7	0,1	73,4
Поглощенная радиация	0,1	0,3	1,1	2,0	8,2	12,0	10,9	7,8	4,2	1,5	0,3	0,0	48,4
Эффективное излучение	2,5	2,3	3,1	3,3	3,3	3,1	3,2	3,0	2,6	2,6	2,4	2,4	33,8
Радиационный баланс	-2,4	-2,0	-2,0	-1,3	4,9	8,9	7,7	4,8	1,6	-1,1	-2,1	-2,4	14,6

## Карское море (побережье и острова)

## 34. Визе, остров

Суммарная радиация	0,0	0,0	1,9	8,5	13,8	14,0	11,0	5,8	1,8	0,2	0,0	0,0	57,0
Поглощенная радиация	0,0	0,0	0,3	1,3	2,8	4,2	6,6	4,6	0,8	0,0	0,0	0,0	20,6
Эффективное излучение	2,1	2,2	1,9	2,4	1,5	1,3	1,7	1,3	1,1	1,4	2,0	2,3	21,2
Радиационный баланс	-2,1	-2,2	-1,6	-1,1	1,3	2,9	4,9	3,3	-0,3	-1,4	-2,0	-2,3	0,6

## 35. Выходной, мвс

Суммарная радиация	0,0	0,5	4,1	9,5	14,3	14,9	13,1	7,6	3,4	1,1	0,1	0,0	68,6
Поглощенная радиация	0,0	0,1	0,6	1,9	2,9	7,7	10,5	6,2	2,7	0,5	0,0	0,0	33,1
Эффективное излучение	2,2	2,0	2,5	2,1	2,4	2,6	2,5	2,5	2,2	2,8	2,3	2,1	28,2
Радиационный баланс	-2,2	-1,9	-1,9	-0,2	0,5	5,1	8,0	3,7	0,5	-1,3	-2,3	-2,1	4,9

## 36. Вайгач, остров

Суммарная радиация	0,1	0,9	4,8	9,8	13,0	12,8	12,1	7,5	3,7	1,4	0,2	0,0	66,3
Поглощенная радиация	0,0	0,2	1,0	2,0	3,2	7,5	9,4	6,1	3,1	0,8	0,1	0,0	33,4
Эффективное излучение	2,3	2,2	3,1	2,9	2,5	2,4	2,3	2,2	1,9	2,1	1,9	2,2	28,0
Радиационный баланс	-2,3	-2,0	-2,1	-0,9	0,7	5,1	7,1	3,9	1,2	-1,3	-1,8	-2,2	5,4

## 37. Югорский Шар

Суммарная радиация	0,1	0,9	4,9	9,7	12,7	12,8	11,7	7,3	3,7	1,5	0,2	0,0	65,5
Поглощенная радиация	0,0	0,2	1,0	1,9	3,2	7,9	8,9	6,0	3,1	0,9	0,1	0,0	33,2
Эффективное излучение	2,4	2,3	3,2	2,7	2,3	2,3	2,2	2,0	1,8	2,1	1,9	1,8	27,0
Радиационный баланс	-2,4	-2,1	-2,2	-0,8	0,9	5,6	6,7	4,0	1,3	-1,2	-1,8	-1,8	6,2

## 38. Амдерма

Суммарная радиация	0,1	0,9	4,9	9,7	12,7	12,8	11,7	7,3	3,7	1,5	0,2	0,0	65,5
Поглощенная радиация	0,0	0,2	1,0	1,9	3,2	7,9	8,9	6,0	3,1	0,9	0,1	0,0	33,2
Эффективное излучение	2,4	2,2	3,1	2,6	2,3	2,2	2,1	2,1	1,8	2,0	1,8	2,4	27,0
Радиационный баланс	-2,4	-2,0	-2,1	-0,7	0,9	5,7	6,8	3,9	1,3	-1,1	-1,7	-2,4	6,2

## 39. Усть-Кара

Суммарная радиация	0,1	1,1	5,2	9,9	12,7	12,4	11,6	7,0	3,8	1,6	0,3	0,0	65,7
Поглощенная радиация	0,0	0,2	1,0	2,0	3,2	7,8	9,2	5,7	3,2	0,9	0,1	0,0	33,3
Эффективное излучение	2,4	2,3	3,1	2,7	2,2	2,2	2,2	1,9	1,8	1,9	2,0	2,6	27,3
Радиационный баланс	-2,4	-2,1	-2,1	-0,7	1,0	5,6	7,0	3,8	1,4	-1,0	-1,9	-2,6	6,0

Элемент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
40. Маре-Сале													
Суммарная радиация	0,1	0,9	5,2	10,5	13,9	13,8	12,9	7,9	4,0	1,6	0,2	0,0	71,0
Поглощенная радиация	0,0	0,2	1,0	2,1	3,5	9,0	10,4	6,6	3,4	0,7	0,0	0,0	36,9
Эффективное излучение	2,6	2,5	3,3	3,1	2,4	2,4	2,6	2,3	2,1	2,4	2,4	2,4	30,5
Радиационный баланс	-2,6	-2,3	-2,3	-1,0	1,1	6,6	7,8	4,3	1,3	-1,7	-2,4	-2,4	6,4
41. Белый, остров													
Суммарная радиация	0,0	0,5	4,0	9,9	14,1	13,9	11,5	6,9	3,1	0,9	0,1	0,0	64,9
Поглощенная радиация	0,0	0,1	0,6	2,0	2,8	6,1	8,2	5,7	2,5	0,3	0,0	0,0	28,3
Эффективное излучение	2,5	2,4	2,8	2,3	2,1	2,0	1,8	1,9	1,8	2,1	2,1	2,3	26,1
Радиационный баланс	-2,5	-2,3	-2,2	-0,3	0,7	4,1	6,4	3,8	0,7	-1,8	-2,1	-2,3	2,2
42. Дровяной, мыс													
Суммарная радиация	0,0	0,7	4,4	10,0	13,6	14,0	11,4	7,1	3,3	1,1	0,1	0,0	65,7
Поглощенная радиация	0,0	0,1	0,7	2,0	2,7	7,0	8,1	5,8	2,7	0,4	0,0	0,0	29,5
Эффективное излучение	2,5	2,5	3,0	2,3	1,9	2,1	1,9	2,0	1,9	2,1	2,3	2,4	26,9
Радиационный баланс	-2,5	-2,4	-2,3	-0,3	-0,8	4,9	6,2	3,8	0,8	-1,7	-2,3	-2,4	2,6
43. Гыда-Ямо													
Суммарная радиация	0,0	0,8	4,9	10,3	13,8	13,6	11,6	7,2	3,6	1,3	0,2	0,0	67,3
Поглощенная радиация	0,0	0,1	0,7	2,1	3,4	8,8	9,2	5,9	3,1	0,6	0,0	0,0	33,9
Эффективное излучение	2,6	2,3	3,0	2,8	2,3	2,1	2,0	2,1	2,0	2,0	2,7	2,7	28,6
Радиационный баланс	-2,6	-2,2	-2,3	-0,7	1,1	6,7	7,2	3,8	1,1	-1,4	-2,7	-2,7	5,3
44. Лескина, мыс													
Суммарная радиация	0,0	0,7	4,3	10,1	14,0	14,1	11,7	7,1	3,3	1,1	0,1	0,0	66,5
Поглощенная радиация	0,0	0,1	0,6	2,0	2,8	10,0	9,5	5,8	2,6	0,4	0,0	0,0	33,8
Эффективное излучение	2,4	2,4	2,9	2,7	2,2	2,2	2,0	2,1	1,8	1,9	2,5	2,4	27,5
Радиационный баланс	-2,4	-2,3	-2,3	-0,7	0,6	7,8	7,5	3,7	3,8	-1,5	-2,5	-2,4	6,3

45. Сопочная Корга

Суммарная радиация	0,0	0,8	4,5	10,3	14,1	13,6	12,1	7,3	3,4	1,1	0,1	0,0	67,3
Поглощенная радиация	0,0	0,1	0,7	2,1	2,8	9,7	9,8	6,0	2,7	0,4	0,0	0,0	34,3
Эффективное излучение	2,8	2,8	3,1	2,9	2,4	1,9	2,2	2,2	2,0	2,0	2,7	2,7	29,7
Радиационный баланс	-2,8	-2,1	-2,4	-0,8	0,4	7,8	7,6	3,8	0,7	-1,6	-2,7	-2,7	4,6

46. Стерлегова, мыс

Суммарная радиация	0,0	0,4	3,4	9,6	14,4	14,7	11,6	6,7	2,7	0,7	0,0	0,0	64,2
Поглощенная радиация	0,0	0,1	0,5	1,9	2,9	8,5	9,0	5,5	1,9	0,2	0,0	0,0	30,5
Эффективное излучение	2,5	2,3	2,9	2,5	2,0	2,2	1,7	1,7	1,7	2,2	3,1	2,7	27,5
Радиационный баланс	-2,5	-2,2	-2,4	-0,6	0,9	6,3	7,3	3,8	0,2	-2,0	-3,1	-2,7	3,0

47. Таймыры, устье реки

Суммарная радиация	0,0	0,3	3,2	9,5	14,9	15,3	12,1	6,7	2,6	0,6	0,0	0,0	65,2
Поглощенная радиация	0,0	0,0	0,5	1,9	3,0	7,7	9,4	4,5	1,6	0,2	0,0	0,0	29,8
Эффективное излучение	2,6	2,1	3,0	2,9	2,4	2,5	2,0	1,7	1,7	2,3	2,7	2,9	28,8
Радиационный баланс	-2,6	-2,1	-2,5	-1,0	0,6	5,2	7,4	3,8	-0,1	-2,1	-2,7	-2,9	1,0

48. Русский, остров

Суммарная радиация	0,0	0,2	3,0	9,4	15,1	15,3	12,1	6,9	2,3	0,5	0,0	0,0	64,8
Поглощенная радиация	0,0	0,0	0,4	1,9	3,0	7,0	9,4	5,7	1,4	0,1	0,0	0,0	28,9
Эффективное излучение	2,6	2,1	2,6	3,1	2,4	2,4	1,9	1,8	1,5	1,8	2,3	2,7	27,2
Радиационный баланс	-2,6	-2,1	-2,2	-1,2	0,6	4,6	7,5	3,9	-0,1	-1,7	-2,3	-2,7	1,7

49. Домашний, остров

Суммарная радиация	0,0	0,0	2,0	8,9	14,7	16,3	11,5	6,7	2,0	0,2	0,0	0,0	62,3
Поглощенная радиация	0,0	0,0	0,3	1,3	2,9	4,9	6,9	5,4	0,9	0,0	0,0	0,0	22,6
Эффективное излучение	2,2	2,0	2,3	2,5	2,0	2,4	1,8	1,8	1,4	2,0	2,4	2,4	25,2
Радиационный баланс	-2,2	-2,0	-2,0	-1,2	0,9	2,5	5,1	3,6	-0,5	-2,0	-2,4	-2,4	-2,6

Элемент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
---------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	-----

## Море Лаптевых (побережье и острова)

## 50. Малый Таймыр, остров

Суммарная радиация	0,0	0,2	2,6	9,0	14,8	15,7	12,8	7,6	2,4	0,4	0,0	0,0	65,5
Поглощенная радиация	0,0	0,0	0,4	1,8	3,0	6,3	10,0	5,9	1,2	0,1	0,0	0,0	28,7
Эффективное излучение	2,7	2,2	2,7	3,0	2,1	2,0	2,2	2,4	1,6	1,8	2,4	2,6	27,7
Радиационный баланс	-2,7	-2,2	-2,3	-1,2	0,9	4,3	7,8	3,5	-0,4	-1,7	-2,4	-2,6	1,0

## 51. Андрия, остров

Суммарная радиация	0,0	0,2	2,9	8,9	14,5	14,3	12,2	6,8	2,4	0,5	0,0	0,0	62,7
Поглощенная радиация	0,0	0,0	0,4	1,8	2,9	6,3	9,1	5,6	1,2	0,1	0,0	0,0	27,4
Эффективное излучение	2,3	2,1	2,6	2,4	2,1	1,9	1,9	1,7	1,7	1,9	2,3	2,5	25,4
Радиационный баланс	-2,3	-2,1	-2,2	-0,6	0,8	4,4	7,2	3,9	-0,5	-1,8	-2,3	-2,5	2,0

## 52. Прончищевой, бухта

Суммарная радиация	0,0	0,3	3,2	9,8	16,5	15,5	13,0	8,3	3,0	0,6	0,0	0,0	70,2
Поглощенная радиация	0,0	0,0	0,5	2,0	3,3	8,0	9,8	6,8	1,6	0,1	0,0	0,0	32,1
Эффективное излучение	2,3	2,1	2,4	2,7	2,6	2,1	1,9	2,0	2,1	2,2	2,5	2,7	27,6
Радиационный баланс	-2,3	-2,1	-1,9	-0,7	0,7	5,9	7,9	4,8	-0,5	-2,1	-2,5	-2,7	4,5

## 53. Преображения, остров

Суммарная радиация	0,0	0,4	3,6	10,0	16,4	15,6	13,3	8,6	3,1	0,8	0,0	0,0	71,8
Поглощенная радиация	0,0	0,1	0,5	2,0	3,2	9,4	10,0	7,0	2,4	0,3	0,0	0,0	34,9
Эффективное излучение	2,4	2,2	2,8	2,7	2,6	2,3	2,2	2,2	1,9	2,3	2,6	2,9	29,1
Радиационный баланс	-2,4	-2,1	-2,3	-0,7	0,6	7,1	7,8	4,8	0,5	-2,0	-2,6	-2,9	5,8

## 54. Косистый, мыс

Суммарная радиация	0,0	0,4	3,9	10,4	16,4	15,8	13,7	8,5	3,3	0,9	0,0	0,0	73,3
Поглощенная радиация	0,0	0,1	0,6	2,1	3,3	9,6	10,9	7,0	2,3	0,2	0,0	0,0	36,1
Эффективное излучение	2,5	2,3	2,8	2,9	2,6	2,5	2,6	2,2	1,9	2,5	2,7	2,7	30,2
Радиационный баланс	-2,5	-2,2	-2,2	-0,8	0,7	7,1	8,3	4,8	0,4	-2,3	-2,7	-2,7	5,9

## 55. Усть-Оленёк

Суммарная радиация	0,0	0,6	4,3	10,7	16,2	16,1	13,3	8,8	3,8	1,1	0,1	0,0	75,0
Поглощенная радиация	0,0	0,1	0,6	2,1	4,0	10,6	10,9	7,2	2,8	0,3	0,0	0,0	38,6
Эффективное излучение	2,2	2,0	2,9	2,6	2,7	2,8	2,5	2,5	2,5	2,5	2,2	2,1	29,5
Радиационный баланс	-2,2	-1,9	-2,3	-0,5	1,3	7,8	8,4	4,7	0,3	-2,2	-2,2	-2,1	9,1

## 56. Кигильях, мыс

Суммарная радиация	0,0	0,5	4,1	10,6	16,1	15,0	12,5	8,2	3,4	1,0	0,1	0,0	71,5
Поглощенная радиация	0,0	0,1	0,6	2,1	3,2	10,0	9,4	6,7	2,4	0,4	0,0	0,0	34,9
Эффективное излучение	1,8	1,8	2,4	2,5	2,4	2,1	2,1	2,0	2,0	1,8	1,9	1,8	24,6
Радиационный баланс	-1,8	-1,7	-1,8	-0,4	0,8	7,9	7,3	4,7	0,4	-1,4	-1,9	-1,8	10,3

## 57. Санникова, пролив

Суммарная радиация	0,0	0,4	3,6	10,1	16,0	14,7	12,0	8,1	3,1	0,8	0,0	0,0	68,8
Поглощенная радиация	0,0	0,1	0,5	2,0	3,2	7,9	9,0	6,6	1,3	0,2	0,0	0,0	30,8
Эффективное излучение	2,2	1,9	2,3	2,4	1,9	1,7	1,7	1,9	1,7	2,1	2,0	2,1	23,9
Радиационный баланс	-2,2	-1,8	-1,8	-0,4	1,3	6,2	7,3	4,7	-0,4	-1,9	-2,0	-2,1	6,9

## 58. Когельный, остров

Суммарная радиация	0,0	0,3	3,3	9,7	16,1	15,1	11,9	8,0	2,7	0,6	0,0	0,0	67,7
Поглощенная радиация	0,0	0,0	0,5	1,9	3,2	7,6	8,9	6,6	1,5	0,1	0,0	0,0	30,3
Эффективное излучение	2,2	1,8	2,4	2,2	2,1	1,9	1,8	1,7	1,5	1,9	1,9	2,1	23,5
Радиационный баланс	-2,2	-1,8	-1,9	-0,3	1,1	5,7	7,1	4,9	0,0	-1,8	-1,9	-2,1	6,8

Элемент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
---------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	-----

## Восточно-Сибирское море (побережье и острова)

## 59. Шалаурова, мыс

Суммарная радиация	0,0	0,4	3,6	10,1	16,0	14,7	12,0	8,1	3,1	0,8	0,0	0,0	68,8
Поглощенная радиация	0,0	0,1	0,5	2,0	3,2	7,9	9,0	6,6	1,3	0,2	0,0	0,0	30,8
Эффективное излучение	2,2	1,9	2,3	2,4	1,9	1,7	1,7	1,9	1,7	2,1	2,0	2,1	23,9
Радиационный баланс	-2,2	-1,8	-1,8	-0,4	1,3	6,2	7,3	4,7	-0,4	-1,9	-2,0	-2,1	6,9

## 60. Четырехстолбовой, остров

Суммарная радиация	0,0	1,0	5,2	11,3	14,9	14,6	12,1	8,4	3,8	1,4	0,2	0,0	72,9
Поглощенная радиация	0,0	0,2	1,0	2,3	4,5	10,5	9,9	6,9	2,4	0,4	0,0	0,0	38,1
Эффективное излучение	2,7	2,4	3,6	3,8	2,7	2,3	2,2	1,9	1,9	2,4	2,7	2,8	31,4
Радиационный баланс	-2,7	-2,2	-2,6	-1,5	1,8	8,2	7,7	5,0	0,5	-2,0	-2,7	-2,8	6,7

## 61. Амбарчик, бухта

Суммарная радиация	0,1	1,1	5,6	11,5	15,5	15,2	12,6	8,8	4,5	1,7	0,3	0,0	76,9
Поглощенная радиация	0,0	0,2	1,1	2,3	5,1	11,4	10,3	7,2	3,7	0,6	0,1	6,0	42,0
Эффективное излучение	2,7	2,4	3,6	3,7	3,4	2,6	2,5	2,2	2,5	2,4	2,8	2,9	33,7
Радиационный баланс	-2,7	-2,2	-2,5	-1,4	1,7	8,8	7,8	5,0	1,2	-1,8	-2,7	-2,9	8,3

## 62. Айон, остров

Суммарная радиация	0,1	1,0	5,2	11,1	16,0	15,5	13,1	9,1	4,3	1,6	0,3	0,0	77,3
Поглощенная радиация	0,0	0,2	1,0	2,2	5,6	11,6	10,7	7,5	2,5	0,5	0,1	0,0	41,9
Эффективное излучение	2,7	2,5	3,4	3,8	3,3	2,7	2,7	2,5	2,4	2,7	2,8	3,0	34,5
Радиационный баланс	-2,7	-2,3	-2,4	-1,6	2,3	8,9	8,0	5,0	0,1	-2,2	-2,7	-3,0	7,4

## 63. Певек

Суммарная радиация	0,1	1,0	5,2	11,1	16,0	15,3	13,1	9,1	4,3	1,6	0,3	0,0	77,1
Поглощенная радиация	0,0	0,2	1,0	2,2	6,9	12,2	10,7	7,5	3,4	0,5	0,1	0,0	44,7
Эффективное излучение	2,5	2,5	2,8	3,8	3,1	2,9	2,7	2,5	2,3	2,7	2,8	3,0	33,6
Радиационный баланс	-2,5	-2,3	-1,8	-1,6	3,8	9,3	8,0	5,0	1,1	-2,2	-2,7	-3,0	11,1

## 64. Валькаркай

Суммарная радиация	0,1	1,0	5,2	11,0	15,4	14,5	11,9	8,4	4,1	1,5	0,3	0,0	73,4
Поглощенная радиация	0,0	0,2	1,0	2,2	4,6	10,1	9,8	6,9	2,8	0,4	0,1	0,0	38,1
Эффективное излучение	2,6	2,4	3,4	3,4	2,9	2,3	2,1	1,9	2,1	2,3	2,3	3,0	30,7
Радиационный баланс	-2,6	-2,2	-2,4	-1,2	1,7	7,8	7,7	5,0	0,7	-1,9	-2,3	-3,0	7,4

## 65. Биллингса, мыс

Суммарная радиация	0,1	1,0	5,2	10,7	15,4	14,7	11,7	8,4	4,0	1,5	0,3	0,0	73,4
Поглощенная радиация	0,0	0,2	1,0	2,1	4,6	8,2	9,8	6,9	2,4	0,6	0,1	0,0	35,9
Эффективное излучение	2,6	2,3	3,3	3,0	2,6	2,3	2,1	1,9	2,0	2,3	2,3	2,6	29,3
Радиационный баланс	-2,6	-2,1	-2,3	-0,9	2,0	5,9	7,7	5,0	0,4	-1,7	-2,2	-2,6	6,6

## Чукотское море (побережье и острова)

## 66. Врангеля, остров

Суммарная радиация	0,0	0,9	4,9	10,7	15,0	15,1	12,6	8,5	3,9	1,4	0,2	0,0	73,2
Поглощенная радиация	0,0	0,2	1,0	2,1	4,5	11,3	10,3	7,0	2,9	0,7	0,0	0,0	40,0
Эффективное излучение	2,8	2,4	3,5	3,2	2,3	2,5	2,3	2,0	2,2	2,7	2,7	2,9	31,5
Радиационный баланс	-2,8	-2,2	-2,5	-1,1	2,2	8,8	8,0	5,0	0,7	-2,0	-2,7	-2,9	8,5

## 67. Ванкарем

Суммарная радиация	0,1	1,3	5,9	10,9	14,8	15,3	12,3	8,6	4,3	1,8	0,5	0,1	75,9
Поглощенная радиация	0,0	0,3	1,2	2,2	4,5	9,6	10,1	7,2	3,7	0,9	0,1	0,0	39,8
Эффективное излучение	2,7	2,4	3,4	2,9	2,4	2,9	2,3	2,1	2,0	2,1	2,1	2,8	30,1
Радиационный баланс	-2,7	-2,1	-2,2	-0,7	2,1	6,7	7,8	5,1	1,7	-1,2	-2,0	-2,8	9,7

Элемент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
---------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	-----

## 68. Колючин, остров

Суммарная радиация	0,2	1,5	6,1	11,4	14,0	15,0	11,9	8,7	4,2	2,1	0,6	0,1	75,8
Поглощенная радиация	0,0	0,3	1,2	2,3	4,9	10,5	9,8	7,3	3,2	0,8	0,1	0,0	40,4
Эффективное излучение	2,6	3,7	3,7	3,5	2,5	2,8	2,2	2,2	2,1	2,0	2,3	3,1	31,6
Радиационный баланс	-2,6	-2,3	-2,5	-1,2	2,4	7,7	7,6	5,1	1,1	-1,2	-2,2	-3,1	8,8

## 69. Сердце - Камень, мыс

Суммарная радиация	0,2	1,5	5,9	11,0	13,6	14,6	11,9	8,4	4,0	2,0	0,6	0,1	73,8
Поглощенная радиация	0,0	0,3	1,2	2,2	4,1	8,0	9,8	6,9	3,1	0,8	0,1	0,0	36,5
Эффективное излучение	2,8	2,5	3,1	3,0	2,2	2,5	2,1	1,9	1,7	2,0	1,9	2,9	28,6
Радиационный баланс	-2,8	-2,2	-1,9	-0,8	1,9	5,5	7,7	5,0	1,4	-1,2	-1,8	-2,9	7,9

## 70. Узлен

Суммарная радиация	0,3	1,7	6,3	10,8	13,4	14,6	11,7	8,5	4,3	2,3	0,7	0,1	74,7
Поглощенная радиация	0,0	0,3	1,3	2,2	4,0	8,2	9,6	7,0	3,7	1,2	0,2	0,0	37,7
Эффективное излучение	2,9	2,7	3,4	2,9	2,0	2,5	2,0	1,9	1,9	2,1	2,2	3,1	29,6
Радиационный баланс	-2,9	-2,4	-2,1	-0,7	2,0	5,7	7,6	5,1	1,8	-0,9	-2,0	-3,1	8,1

## Берингово море (побережье и острова)

## 71. Ратманова, остров

Суммарная радиация	0,4	1,7	6,3	11,0	13,6	14,8	11,7	8,7	4,4	2,3	0,7	0,1	75,7
Поглощенная радиация	0,1	0,4	1,6	2,7	4,1	9,6	9,6	7,1	3,7	1,1	0,2	0,0	40,2
Эффективное излучение	3,0	2,9	3,5	3,2	2,1	2,6	2,6	2,0	2,0	2,1	2,4	3,0	30,8
Радиационный баланс	-2,9	-2,5	-1,9	-0,5	2,0	7,0	7,6	5,1	1,7	-1,0	-2,2	-3,0	9,4

## 72. Чаплина, мыс

Суммарная радиация	0,6	2,1	6,8	11,4	14,0	14,5	11,2	8,5	4,8	2,7	0,9	0,3	77,8
Поглощенная радиация	0,2	0,6	2,0	3,4	5,6	10,6	9,2	7,0	4,0	2,0	0,3	0,1	45,0
Эффективное излучение	2,8	3,0	3,5	3,3	2,4	2,7	1,7	1,8	2,2	2,3	2,6	3,3	31,6
Радиационный баланс	-2,6	-2,4	-1,5	0,1	3,2	7,9	7,5	5,2	1,8	-0,3	-2,3	-3,2	13,4

## 73. Провидения, бухта

Суммарная радиация	0,6	2,0	6,8	11,3	14,1	15,0	11,4	8,9	5,0	2,8	1,0	0,3	79,2
Поглощенная радиация	0,2	0,6	2,0	3,4	5,4	11,1	9,4	7,3	4,2	1,9	0,4	0,1	46,0
Эффективное излучение	3,0	2,9	3,5	3,2	2,6	2,9	1,8	2,0	2,3	2,9	3,0	3,7	33,8
Радиационный баланс	-2,8	-2,3	-1,5	0,2	2,8	8,2	7,6	5,3	1,9	-1,0	-2,6	-3,6	12,2

## 74. Креста, залив

Суммарная радиация	0,4	1,7	6,4	11,1	14,4	14,6	11,5	8,7	4,7	2,5	0,8	0,1	76,9
Поглощенная радиация	0,1	0,5	1,9	3,3	5,5	9,9	9,4	7,1	3,9	1,6	0,3	0,0	43,5
Эффективное излучение	3,1	3,1	3,5	3,1	2,9	2,6	1,9	2,3	2,4	2,9	3,2	3,9	34,9
Радиационный баланс	-3,0	-2,6	-1,6	0,2	2,6	7,3	7,5	4,8	1,5	-1,3	-2,9	-3,9	8,6

## 75. Уэлькаль

Суммарная радиация	0,4	1,8	6,0	11,5	14,8	14,8	12,3	9,5	5,1	2,7	0,8	0,1	79,8
Поглощенная радиация	0,1	0,5	1,8	3,4	5,7	10,8	10,1	7,8	4,3	1,7	0,3	0,0	46,5
Эффективное излучение	3,1	2,9	3,5	3,4	3,1	2,8	2,6	2,8	2,7	2,8	3,3	3,4	36,4
Радиационный баланс	-3,0	-2,4	-1,7	0,0	2,6	8,0	7,5	5,0	1,6	-1,1	-3,0	-3,4	10,1

## 76. Анадырь

Суммарная радиация	0,5	1,9	6,8	11,7	14,9	15,4	12,7	9,2	5,3	2,9	0,9	0,2	82,4
Поглощенная радиация	0,1	0,6	2,0	3,5	5,8	11,8	10,4	7,5	4,5	1,7	0,3	0,1	48,3
Эффективное излучение	3,1	2,6	3,6	3,6	3,2	3,2	2,8	2,6	2,9	3,0	3,2	3,3	37,1
Радиационный баланс	-3,0	-2,0	-1,6	-0,1	2,6	8,6	7,6	4,9	1,6	-1,3	-2,9	-3,2	11,2

Элемент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
---------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	-----

## 77. Угольная, бухта

Суммарная радиация	0,8	2,3	7,4	11,5	14,4	14,8	12,1	9,2	5,1	2,9	1,1	0,4	82,0
Поглощенная радиация	0,2	0,7	2,2	3,4	5,8	11,5	9,9	7,5	4,2	1,7	0,3	0,1	47,5
Эффективное излучение	3,2	2,8	3,8	2,9	2,8	2,8	2,3	2,4	2,3	2,3	2,5	3,1	33,2
Радиационный баланс	-3,0	-2,1	-1,6	0,5	3,0	8,7	7,6	5,1	1,9	-0,6	-2,2	-3,0	14,3

## 78. Наварин, мыс

Суммарная радиация	0,8	2,3	7,5	11,5	13,8	13,2	10,8	8,5	5,0	3,1	1,2	0,4	78,7
Поглощенная радиация	0,2	0,7	2,2	3,5	5,5	10,3	6,6	7,0	4,1	1,9	0,4	0,1	42,5
Эффективное излучение	3,0	2,7	3,3	2,6	2,3	2,0	1,6	1,8	2,2	2,5	2,7	3,2	29,9
Радиационный баланс	-2,8	-2,0	-1,1	0,9	3,2	8,3	5,0	5,2	1,9	-0,6	-2,3	-3,1	12,6

## 79. Гамбелл (США)

Суммарная радиация	0,7	2,2	7,1	11,4	13,8	13,0	11,4	8,9	4,8	2,7	1,0	0,4	77,4
Поглощенная радиация	0,2	0,7	2,1	3,4	5,5	9,8	9,4	7,3	3,8	1,8	0,4	0,1	44,5
Эффективное излучение	2,5	2,6	3,4	3,0	2,0	2,0	1,7	1,9	2,0	2,0	2,0	2,3	27,4
Радиационный баланс	-2,3	-1,9	-1,3	0,4	3,5	7,8	7,7	5,4	1,8	-0,2	-1,6	-2,2	17,1

## Европейская территория СССР (примерно до 60 с. ш.)

## 80. Имандра

Суммарная радиация	0,1	1,1	5,4	10,0	13,4	13,4	12,5	7,8	4,3	1,9	0,4	0,0	70,3
Поглощенная радиация	0,0	0,3	1,3	3,0	7,6	11,5	10,7	6,7	3,7	1,4	0,2	0,0	46,4
Эффективное излучение	2,2	2,1	2,6	3,0	2,8	2,7	3,1	2,6	2,3	2,3	2,1	2,1	29,9
Радиационный баланс	-2,2	-1,8	-1,3	0,0	4,8	8,8	7,6	4,1	1,4	-0,9	-1,9	-2,1	16,5

## 81. Краснощелье

Суммарная радиация	0,2	1,3	5,6	10,3	13,8	13,7	12,9	8,4	4,7	2,1	0,5	0,1	73,6
Поглощенная радиация	0,0	0,3	1,4	3,1	5,9	11,5	10,8	7,1	4,0	1,4	0,2	0,0	45,7
Эффективное излучение	2,5	2,4	3,0	3,3	3,1	2,9	3,3	2,7	2,5	2,8	2,4	2,4	33,3
Радиационный баланс	-2,5	-2,1	-1,6	-0,2	2,8	8,6	7,5	4,4	1,5	-1,4	-2,2	-2,4	12,4

## 82. Сортавала

Суммарная радиация	0,7	2,0	5,3	8,9	12,9	14,7	14,3	10,6	6,2	2,2	0,7	0,3	78,8
Поглощенная радиация	0,2	0,6	1,6	4,5	11,1	12,6	12,3	9,1	5,3	1,8	0,3	0,1	59,5
Эффективное излучение	2,1	2,2	3,1	3,5	4,0	3,6	3,7	3,4	3,0	2,4	1,8	1,9	34,7
Радиационный баланс	-1,9	-1,6	-1,5	1,0	7,1	9,0	8,6	5,7	2,3	-0,6	-1,5	-1,8	24,8

## 83. Выборг

Суммарная радиация	0,8	2,0	5,6	9,2	13,1	14,8	14,6	10,6	6,5	2,4	0,7	0,4	80,7
Поглощенная радиация	0,2	0,6	1,7	5,1	11,3	12,7	12,5	9,1	5,6	2,1	0,5	0,1	61,5
Эффективное излучение	2,1	2,2	3,2	3,7	4,0	3,6	3,2	3,2	3,0	2,5	1,7	1,8	34,2
Радиационный баланс	-1,9	-1,6	-1,5	1,4	7,3	9,1	9,3	5,9	2,6	-0,4	-1,2	-1,7	27,3

## 84. Вытегра

Суммарная радиация	0,8	2,1	5,5	9,3	13,1	14,8	14,0	10,6	6,4	2,6	0,9	0,4	80,5
Поглощенная радиация	0,2	0,6	1,6	4,6	11,3	12,7	12,0	9,1	5,5	2,1	0,4	0,1	60,2
Эффективное излучение	2,5	2,4	3,2	3,7	4,0	3,7	3,5	3,2	3,0	2,7	2,3	2,3	36,5
Радиационный баланс	-2,3	-1,8	-1,6	0,9	7,3	9,0	8,5	5,9	2,5	-0,6	-1,9	-2,2	23,7

## 85. Белозерск

Суммарная радиация	1,2	2,3	5,9	9,4	12,1	14,8	14,4	10,9	6,7	2,7	1,0	0,5	81,9
Поглощенная радиация	0,4	0,7	1,8	4,7	10,4	12,7	12,4	9,4	5,8	2,2	0,5	0,2	61,2
Эффективное излучение	2,5	2,3	3,2	3,7	3,5	3,7	3,6	3,4	3,1	2,7	2,3	2,3	36,3
Радиационный баланс	-2,1	-1,6	-1,4	1,0	6,9	9,0	8,8	6,0	2,7	-0,5	-1,8	-2,1	24,9

Элемент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
---------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	-----

## 86. Каргополь

Суммарная радиация	0,8	2,1	5,4	9,2	12,8	14,6	14,2	10,5	6,2	2,4	0,8	0,4	79,4
Поглощенная радиация	0,2	0,6	1,6	3,5	11,0	12,5	12,2	9,0	5,3	1,8	0,4	0,1	58,2
Эффективное излучение	2,5	2,3	3,1	3,7	3,9	3,6	3,5	3,3	3,0	2,6	2,2	2,3	36,0
Радиационный баланс	-2,3	-1,7	-1,5	-0,2	7,1	8,9	8,7	5,7	2,3	-0,8	-1,8	-2,2	22,2

## 87. Вологда

Суммарная радиация	1,1	2,5	6,2	9,7	13,5	14,9	14,4	11,0	6,8	3,0	1,1	0,7	84,9
Поглощенная радиация	0,3	0,8	1,9	5,0	11,6	12,8	12,4	9,5	5,8	2,3	0,5	0,2	63,1
Эффективное излучение	2,5	2,4	3,3	3,8	4,1	3,7	3,6	3,4	3,0	3,0	2,3	2,4	37,5
Радиационный баланс	-2,2	-1,6	-1,4	1,2	7,5	9,1	8,8	6,1	2,8	-0,7	-1,8	-2,2	25,6

## 88. Тотьма

Суммарная радиация	1,0	2,3	5,8	9,3	12,7	14,4	13,9	10,7	6,4	2,7	1,0	0,5	80,7
Поглощенная радиация	0,3	0,7	1,7	3,9	10,9	12,4	11,9	9,2	5,5	2,0	0,5	0,2	59,2
Эффективное излучение	2,4	2,3	3,1	3,7	3,9	3,4	3,6	3,2	2,9	2,9	2,2	2,1	35,7
Радиационный баланс	-2,1	-1,6	-1,4	0,2	7,0	9,0	8,3	6,0	2,6	-0,9	-1,7	-1,9	23,5

## 89. Никольск

Суммарная радиация	1,0	2,2	5,5	9,2	12,8	14,2	13,9	10,6	6,4	2,8	1,0	0,6	80,2
Поглощенная радиация	0,3	0,7	1,6	4,5	11,0	12,2	12,0	9,1	5,5	2,2	0,5	0,2	59,8
Эффективное излучение	2,4	2,3	3,0	3,5	3,7	3,3	3,6	3,2	2,9	2,8	2,9	2,2	35,8
Радиационный баланс	-2,1	-1,6	-1,4	1,0	7,3	8,9	8,4	5,9	2,6	-0,6	-2,4	-2,0	24,0

## 90. Великий Устюг

Суммарная радиация	0,8	2,2	5,4	9,3	12,9	14,6	14,0	10,7	6,3	2,5	0,9	0,5	80,1
Поглощенная радиация	0,2	0,7	1,6	4,2	11,1	12,6	12,0	9,2	5,4	2,0	0,4	0,2	59,6
Эффективное излучение	2,6	2,4	3,0	3,7	3,9	3,5	3,9	3,3	3,0	2,7	2,3	2,4	36,7
Радиационный баланс	-2,4	-1,7	-1,4	0,5	7,2	9,1	8,1	5,9	2,4	-0,7	-1,9	-2,2	22,9

## 91. Сыктывкар

Суммарная радиация	0,7	2,0	5,4	9,2	12,7	15,9	15,3	10,4	6,0	2,2	0,8	0,4	81,1
Поглощенная радиация	0,2	0,6	1,6	3,7	10,9	13,7	13,2	9,0	5,2	1,5	0,3	0,1	60,0
Эффективное излучение	2,6	2,4	3,2	3,6	3,9	4,2	4,3	3,3	2,9	2,8	2,3	2,2	37,7
Радиационный баланс	-2,4	-1,8	-1,6	0,1	7,0	9,5	8,9	5,7	2,3	-1,3	-2,0	-2,1	22,3

## 92. Яренск

Суммарная радиация	0,7	2,1	5,5	9,2	12,5	14,3	13,7	10,2	6,0	2,3	0,8	0,4	77,7
Поглощенная радиация	0,2	0,6	1,6	3,3	10,7	12,3	11,8	8,8	5,2	1,6	0,3	0,1	56,5
Эффективное излучение	2,6	2,5	3,3	3,6	3,8	3,4	3,6	3,2	2,9	2,8	2,3	2,3	36,3
Радиационный баланс	-2,4	-1,9	-1,7	-0,3	6,9	8,9	8,2	5,6	2,3	-1,2	-2,0	-2,2	20,2

## 93. Сура

Суммарная радиация	0,6	1,8	6,1	10,1	13,6	14,1	13,0	9,6	5,4	2,5	0,9	0,3	78,0
Поглощенная радиация	0,2	0,5	1,8	3,1	10,7	12,1	11,2	8,3	4,6	1,6	0,4	0,1	54,6
Эффективное излучение	2,5	2,4	3,1	3,4	3,6	3,4	3,3	3,1	2,7	2,6	2,4	2,5	36,0
Радиационный баланс	-2,3	-1,9	-1,3	-0,3	7,1	8,7	7,9	5,2	1,9	-1,0	-2,0	-2,4	19,6

## 94. Койнас

Суммарная радиация	0,4	1,6	5,8	10,2	13,3	14,3	12,9	9,2	5,2	2,3	0,8	0,2	76,2
Поглощенная радиация	0,1	0,4	1,4	3,1	9,4	12,3	11,1	7,9	4,5	1,5	0,2	0,1	52,0
Эффективное излучение	2,6	2,4	3,4	3,5	3,4	3,2	3,3	3,0	2,7	2,5	2,8	2,5	35,3
Радиационный баланс	-2,5	-2,0	-2,0	-0,4	6,0	9,1	7,8	4,9	1,8	-1,0	-2,6	-2,4	16,7

Элемент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
---------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	-----

## 95. Оксидно

Суммарная радиация	0,1	1,3	5,7	9,9	13,6	13,8	12,7	8,4	4,5	2,0	0,5	0,0	72,5
Поглощенная радиация	0,0	0,3	1,1	2,0	5,0	11,3	10,7	7,1	3,8	1,2	0,1	0,0	42,6
Эффективное излучение	2,6	2,2	3,2	3,2	2,9	3,0	2,9	2,7	2,3	2,8	2,4	2,1	32,3
Радиационный баланс	-2,6	-1,9	-2,1	-1,2	2,1	8,3	7,8	4,4	-1,5	-1,6	-2,3	-2,1	10,3

## 96. Усть-Цильма

Суммарная радиация	0,4	1,4	5,5	9,7	12,9	13,5	12,5	8,9	4,9	2,2	0,7	0,2	72,8
Поглощенная радиация	0,1	0,3	1,1	1,9	7,8	11,6	10,8	7,2	4,2	0,9	0,2	0,0	46,1
Эффективное излучение	2,5	2,0	3,1	3,0	3,1	2,9	2,9	2,6	2,3	2,5	2,4	2,1	31,4
Радиационный баланс	-2,4	-1,7	-2,0	-1,1	4,7	8,7	7,9	4,6	1,9	-1,6	-2,2	-2,1	14,7

## 97. Усть-Ухта

Суммарная радиация	0,6	2,0	6,2	10,6	12,4	14,3	13,2	9,7	5,4	2,5	1,0	0,3	78,2
Поглощенная радиация	0,1	0,4	1,2	2,1	9,2	12,3	11,3	8,3	4,6	1,6	0,3	0,1	51,6
Эффективное излучение	2,7	2,3	3,3	3,4	3,6	3,3	3,1	2,9	2,5	2,6	2,4	2,2	34,3
Радиационный баланс	-2,6	-1,9	-2,1	-1,3	5,6	9,0	8,2	5,4	2,1	-1,0	-2,1	-2,1	17,2

## 98. Усть-Шугор

Суммарная радиация	0,5	1,9	6,2	10,4	13,6	14,1	13,0	9,5	5,1	2,4	0,9	0,2	77,8
Поглощенная радиация	0,1	0,6	1,9	3,1	7,8	12,1	11,2	8,2	4,4	1,5	0,3	0,1	51,3
Эффективное излучение	2,6	2,3	3,5	3,4	3,5	3,1	3,3	2,8	2,3	2,5	2,5	2,2	34,0
Радиационный баланс	-2,5	-1,7	-1,6	-0,3	4,3	9,0	7,9	5,4	2,1	-1,0	-2,2	-2,1	17,3

## 99. Троицко-Печорский

Суммарная радиация	0,7	2,0	6,4	10,7	14,0	15,5	13,7	9,8	5,6	3,1	1,0	0,4	82,9
Поглощенная радиация	0,2	0,6	1,9	3,3	11,3	13,3	11,8	8,4	4,8	2,0	0,3	0,1	58,0
Эффективное излучение	2,7	2,5	3,4	3,8	3,9	3,8	3,8	3,3	3,0	3,7	2,5	2,2	38,6
Радиационный баланс	-2,5	-1,9	-1,5	-0,5	7,4	9,5	8,0	5,1	1,8	-1,7	-2,2	-2,1	19,4

## Западная Сибирь (примерно до 60° с. ш.)

## 100. Новый Порт

Суммарная радиация	0,1	1,3	5,4	10,9	14,0	14,0	12,5	7,9	4,3	1,9	0,5	0,1	72,9
Поглощенная радиация	0,0	0,3	1,1	2,2	3,5	10,5	10,3	6,5	3,7	0,7	0,1	0,0	38,9
Эффективное излучение	2,6	2,4	3,2	3,2	2,5	2,6	2,5	2,4	2,4	2,5	2,8	2,6	31,7
Радиационный баланс	-2,6	-2,1	-2,1	-1,0	1,0	7,9	7,8	4,1	1,3	-1,8	-1,7	-2,6	7,2

## 101. Салехард

Суммарная радиация	0,3	1,6	6,0	10,5	14,0	14,6	13,7	9,2	5,0	2,2	0,7	0,1	77,9
Поглощенная радиация	0,1	0,4	2,0	2,6	4,2	12,2	11,5	7,7	4,2	1,1	0,2	0,0	46,2
Эффективное излучение	2,4	2,5	3,3	3,4	3,0	2,7	3,1	2,8	2,8	2,6	3,0	2,6	34,2
Радиационный баланс	-2,3	-2,1	-1,3	-0,8	1,2	9,5	8,4	4,9	1,4	-1,5	-2,8	-2,6	12,0

## 102. Березов

Суммарная радиация	0,6	2,2	6,7	10,8	14,2	14,8	13,6	9,4	5,4	2,8	1,0	0,3	81,8
Поглощенная радиация	0,2	0,6	1,7	2,7	8,7	12,7	11,7	8,1	4,6	1,6	0,2	0,1	52,9
Эффективное излучение	2,4	2,5	3,5	3,3	3,3	3,3	3,3	2,7	2,8	2,7	3,0	2,6	35,4
Радиационный баланс	-2,2	-1,9	-1,8	-0,6	5,4	9,4	8,4	5,4	1,8	-1,1	-2,8	-2,5	17,5

## 103. Няксимволь

Суммарная радиация	0,8	2,5	6,6	10,3	13,7	14,9	14,3	10,6	5,6	3,0	1,2	0,5	84,0
Поглощенная радиация	0,2	0,6	1,6	3,1	9,6	12,8	12,3	9,1	4,8	1,8	0,3	0,1	56,3
Эффективное излучение	2,3	2,5	3,4	3,2	3,4	3,4	3,4	2,8	3,0	2,9	2,7	2,7	35,7
Радиационный баланс	-2,1	-1,9	-1,8	-0,1	6,2	9,4	8,9	6,3	1,8	-1,1	-2,4	-2,6	20,6

Элемент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
---------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	-----

## 113. Усть-Енисейский порт

Суммарная радиация	0,1	1,1	5,3	10,7	14,2	13,9	12,6	7,9	4,1	1,6	0,3	0,0	71,8
Поглощенная радиация	0,0	0,2	1,1	2,1	3,3	9,0	10,3	6,5	3,4	0,7	0,1	0,0	36,7
Эффективное излучение	2,6	2,4	2,9	3,3	2,7	2,6	2,8	2,4	2,3	2,0	2,5	2,6	31,1
Радиационный баланс	-2,6	-2,2	-1,8	-1,2	0,6	6,4	7,5	4,1	1,1	-1,3	-2,4	-2,6	5,6

## 114. Дудинка

Суммарная радиация	0,1	1,0	5,3	10,6	14,0	13,5	12,4	7,8	4,0	1,6	0,3	0,0	70,6
Поглощенная радиация	0,0	0,2	1,1	2,1	3,2	9,6	10,2	6,4	3,3	0,9	0,1	0,0	37,1
Эффективное излучение	2,3	2,1	2,8	2,6	2,6	2,4	2,7	2,4	2,2	2,1	2,4	2,4	29,0
Радиационный баланс	-2,3	-1,9	-1,7	-0,5	0,6	7,2	7,5	4,0	1,1	-1,2	-2,3	-2,4	8,1

## 115. Игарка

Суммарная радиация	0,2	1,4	5,5	10,0	13,8	14,6	13,5	9,1	4,6	2,2	0,5	0,1	75,5
Поглощенная радиация	0,0	0,3	1,1	2,0	3,6	11,7	11,3	7,7	3,9	0,9	0,1	0,0	42,6
Эффективное излучение	2,4	2,2	3,0	3,1	3,2	3,0	2,9	3,1	2,6	2,7	2,2	2,6	33,0
Радиационный баланс	-2,4	-1,9	-1,9	-1,1	0,4	8,7	8,4	4,6	1,3	-1,8	-2,1	-2,6	9,6

## 116. Туруханск

Суммарная радиация	0,3	1,7	6,0	10,6	14,0	14,6	13,7	9,2	5,1	2,3	0,7	0,1	78,3
Поглощенная радиация	0,1	0,3	1,2	2,1	5,3	12,5	11,8	7,9	4,4	0,8	0,1	0,0	46,5
Эффективное излучение	2,5	2,1	3,1	3,4	3,5	3,0	3,1	3,1	2,7	2,4	2,5	2,6	34,1
Радиационный баланс	-2,4	-1,8	-1,9	-1,3	1,8	9,5	8,7	4,8	1,7	-1,6	-2,5	-2,6	12,4

## 117. Тура

Суммарная радиация	0,7	2,3	6,9	10,8	14,2	14,8	12,6	9,2	5,2	2,7	1,1	0,2	80,7
Поглощенная радиация	0,2	0,6	1,7	2,7	10,0	12,7	10,8	7,9	4,5	1,2	0,3	0,1	52,7
Эффективное излучение	2,9	2,5	3,4	3,4	3,5	3,3	3,2	2,9	2,6	2,6	3,1	2,9	36,3
Радиационный баланс	-2,7	-1,9	-1,7	-0,7	6,5	9,4	7,6	5,0	1,9	-1,4	-2,8	-2,8	16,4

## 118. Верхне-Имбатское

Суммарная радиация	0,8	2,4	7,0	10,9	14,2	14,6	13,7	9,5	5,4	2,7	1,1	0,4	82,7
Поглощенная радиация	0,2	0,6	1,8	2,7	7,4	12,6	11,8	8,2	4,6	1,4	0,3	0,1	51,7
Эффективное излучение	2,6	2,3	3,2	3,5	3,6	3,3	3,4	3,1	2,8	2,4	2,6	2,6	35,4
Радиационный баланс	-2,4	-1,7	-1,4	-0,8	3,8	9,3	8,4	5,1	1,8	-1,0	-2,3	-2,5	16,3

## 119. Танмба

Суммарная радиация	1,3	3,2	7,5	11,2	13,9	15,0	15,0	11,4	6,4	3,4	1,6	0,8	90,7
Поглощенная радиация	0,3	0,8	1,9	3,4	9,7	12,9	12,9	9,8	5,5	1,5	0,4	0,2	59,3
Эффективное излучение	2,8	2,7	3,4	3,6	3,7	3,4	3,6	3,4	3,1	2,7	2,9	2,8	38,1
Радиационный баланс	-2,5	-1,9	-1,5	-0,2	6,0	9,5	9,3	6,4	2,4	-1,2	-2,9	-2,6	21,2

## 120. Саскылах

Суммарная радиация	0,0	0,9	4,8	10,9	15,4	15,9	13,3	8,8	4,2	1,4	0,2	0,0	75,8
Поглощенная радиация	0,0	0,1	0,7	2,2	3,8	12,1	11,2	7,4	3,2	0,4	0,0	0,0	41,1
Эффективное излучение	2,6	2,3	2,7	3,1	2,9	2,9	2,6	2,6	2,7	2,8	3,0	2,9	33,1
Радиационный баланс	-2,6	-2,2	-2,0	-0,9	0,9	9,2	8,6	4,8	0,5	-2,4	-3,0	-2,9	8,0

## 121. Оленёк

Суммарная радиация	0,1	1,3	5,3	11,4	15,3	15,1	13,0	9,1	4,7	1,9	0,5	0,0	78,3
Поглощенная радиация	0,0	0,3	1,2	2,3	6,4	12,7	10,9	7,6	3,7	0,6	0,1	0,0	45,8
Эффективное излучение	2,5	2,2	3,4	3,5	3,5	3,0	3,7	2,8	2,7	2,8	2,9	-2,4	35,4
Радиационный баланс	-2,5	-1,9	-2,2	-1,2	2,9	9,7	7,2	4,8	1,0	-2,2	-2,8	-2,4	10,4

Элемент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
---------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	-----

## 122. Туой-Хая

Суммарная радиация	0,9	2,7	7,6	11,3	14,2	15,4	14,9	10,5	5,9	3,1	1,3	0,4	88,2
Поглощенная радиация	0,2	0,7	1,9	2,8	10,9	13,2	12,8	9,0	4,9	1,1	0,3	0,1	57,9
Эффективное излучение	2,8	2,8	3,5	3,5	3,6	3,7	3,6	3,4	3,1	2,9	3,1	2,6	38,6
Радиационный баланс	-2,6	-2,1	-1,6	-0,7	7,3	9,5	9,2	5,6	1,8	-1,8	-2,8	-2,5	19,3

## 123. Нюраба

Суммарная радиация	0,8	2,6	7,7	12,1	15,2	15,5	14,1	10,5	6,0	3,1	1,3	0,4	89,3
Поглощенная радиация	0,2	0,6	1,9	3,3	11,7	13,0	11,8	8,8	5,0	1,4	0,3	0,1	58,1
Эффективное излучение	2,5	2,6	3,8	3,5	3,8	3,6	3,7	3,4	3,1	2,7	3,3	2,8	38,8
Радиационный баланс	-2,3	-2,0	-1,9	-0,2	7,9	9,4	8,1	5,4	1,9	-1,3	-3,0	-2,7	19,3

## 124. Вилюйск

Суммарная радиация	0,7	2,2	7,4	11,9	15,1	15,4	14,0	10,4	5,9	2,9	1,1	0,3	87,3
Поглощенная радиация	0,2	0,6	1,8	3,0	10,4	12,9	11,8	8,7	5,0	1,2	0,3	0,0	55,9
Эффективное излучение	2,4	2,5	3,6	3,6	3,7	3,6	3,6	3,3	3,1	2,7	3,0	2,8	37,9
Радиационный баланс	-2,2	-1,9	-1,8	-0,6	6,7	9,3	8,2	5,4	1,9	-1,5	-2,7	-2,8	18,0

## 125. Олекминск

Суммарная радиация	1,2	3,2	8,1	11,8	14,6	15,6	14,8	11,0	6,2	3,6	1,5	0,7	92,3
Поглощенная радиация	0,3	0,8	2,0	4,8	12,3	13,4	12,7	9,5	5,3	1,9	0,4	0,2	63,6
Эффективное излучение	2,7	2,6	3,6	3,9	3,7	2,5	3,9	3,4	3,0	2,8	2,9	2,5	37,5
Радиационный баланс	-2,4	-1,8	-1,6	0,9	8,6	10,9	8,8	6,1	2,3	-0,9	-2,5	-2,3	26,1

## 126. Амга

Суммарная радиация . . . . .	1,2	3,2	8,1	11,8	14,6	15,6	14,8	11,0	6,2	3,6	1,5	0,7	92,3
Поглощенная радиация . . . . .	0,3	0,8	2,0	3,2	12,0	13,1	12,4	9,2	5,2	1,9	0,4	0,2	60,7
Эффективное излучение . . . . .	2,6	2,7	3,7	3,5	3,8	3,6	3,8	3,6	3,1	3,0	3,0	2,5	38,9
Радиационный баланс . . . . .	-2,3	-1,9	-1,7	-0,3	8,2	9,5	8,6	5,6	2,1	-1,1	-2,6	-2,3	21,8

## 127. Крест-Хольджай

Суммарная радиация . . . . .	0,9	2,7	7,7	12,3	15,2	15,4	14,1	11,0	6,0	3,1	1,3	0,5	90,2
Поглощенная радиация . . . . .	0,2	0,7	1,9	3,1	11,8	13,2	12,1	9,5	5,2	1,4	0,3	0,1	59,5
Эффективное излучение . . . . .	2,6	2,4	3,7	3,6	3,8	3,6	3,7	3,4	3,1	2,6	3,2	2,7	38,4
Радиационный баланс . . . . .	-2,4	-1,7	-1,8	-0,5	8,0	9,6	8,4	6,1	2,1	-1,2	-2,9	-2,6	21,1

## 128. Саигар

Суммарная радиация . . . . .	0,7	2,5	7,5	12,1	15,5	15,8	13,4	10,6	6,0	3,0	1,2	0,3	88,6
Поглощенная радиация . . . . .	0,2	0,6	1,9	3,0	11,0	13,6	11,5	9,1	5,2	1,1	0,3	0,1	57,6
Эффективное излучение . . . . .	2,7	2,5	3,9	3,7	4,0	3,8	3,4	3,5	3,3	2,8	3,3	2,6	39,5
Радиационный баланс . . . . .	-2,5	-1,9	-2,0	-0,7	7,0	9,8	8,1	5,6	1,9	-1,7	-3,0	-2,5	18,1

## 129. Жиганск

Суммарная радиация . . . . .	0,3	1,8	6,5	11,4	15,2	15,6	14,1	10,1	5,1	2,9	0,8	0,1	83,9
Поглощенная радиация . . . . .	0,1	0,4	1,3	2,3	7,9	13,4	12,1	8,7	4,2	0,9	0,2	0,0	51,5
Эффективное излучение . . . . .	2,6	2,3	3,6	3,6	4,0	3,3	3,6	3,3	3,0	2,6	3,0	2,5	37,4
Радиационный баланс . . . . .	-2,5	-1,9	-2,3	-1,3	3,9	10,1	8,5	5,4	1,2	-1,7	-2,8	-2,5	14,1

## 130. Джарджан

Суммарная радиация . . . . .	0,1	1,3	5,9	11,5	15,5	15,9	14,0	9,6	4,9	1,9	0,5	0,1	81,2
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,3	1,2	2,3	5,4	13,3	11,7	8,1	3,7	0,5	0,1	0,0	46,6
Эффективное излучение . . . . .	2,4	2,3	3,4	3,2	3,4	3,0	3,5	3,1	2,9	2,6	2,7	2,4	34,9
Радиационный баланс . . . . .	-2,4	-2,0	-2,2	-0,9	2,0	10,3	8,2	5,0	0,8	-2,1	-2,6	-2,4	11,7

Элемент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
---------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	-----

## 131. Булун

Суммарная радиация . . . . .	0,0	0,9	5,0	10,8	15,4	15,1	12,2	8,6	4,0	1,2	0,2	0,0	73,4
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,1	0,7	2,2	4,6	12,2	10,0	7,0	3,0	0,3	0,0	0,0	40,1
Эффективное излучение . . . . .	2,0	1,9	2,6	2,3	2,7	2,4	2,7	2,9	2,9	2,4	2,4	2,1	29,3
Радиационный баланс . . . . .	-2,0	-1,8	-1,9	-0,1	1,9	9,8	7,3	4,1	0,1	-2,1	-2,4	-2,1	10,8

## 132. Казачье

Суммарная радиация . . . . .	0,0	0,9	5,1	11,2	15,2	14,9	12,2	8,5	4,2	1,4	0,2	0,0	73,8
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,1	0,8	2,2	5,3	11,9	10,0	7,0	2,3	0,4	0,0	0,0	40,0
Эффективное излучение . . . . .	2,2	1,9	2,9	2,7	2,7	2,2	2,2	2,2	2,5	2,3	2,1	2,1	28,0
Радиационный баланс . . . . .	-2,2	-1,8	-2,1	-0,5	2,6	9,7	7,8	4,8	-0,2	-1,9	-2,1	-2,1	12,0

## 133. Верхоянск

Суммарная радиация . . . . .	0,2	1,6	6,3	11,8	15,5	15,4	13,4	10,0	5,3	2,3	0,7	0,1	82,6
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,3	1,3	2,4	9,1	13,2	11,5	8,6	3,7	0,6	0,1	0,0	50,8
Эффективное излучение . . . . .	2,3	2,1	3,3	3,7	3,7	3,2	3,2	3,4	3,1	3,1	2,7	2,2	36,0
Радиационный баланс . . . . .	-2,3	-1,8	-2,0	-1,3	5,4	10,0	8,3	5,2	0,6	-2,5	-2,6	-2,2	14,8

## 134. Оймьякон

Суммарная радиация . . . . .	0,7	2,4	7,5	12,0	15,0	15,1	13,5	10,5	6,9	3,2	1,2	0,4	88,4
Поглощенная радиация . . . . .	0,2	0,6	1,9	3,0	8,3	12,7	11,3	8,8	5,4	1,1	0,3	0,1	53,7
Эффективное излучение . . . . .	2,1	1,9	3,2	3,8	3,6	3,3	3,3	3,3	3,0	3,1	2,5	2,0	35,1
Радиационный баланс . . . . .	-1,9	-1,3	-1,3	-0,8	4,7	9,4	8,0	5,5	2,4	-2,0	-2,2	-1,9	18,6

## 135. Усть-Нера

Суммарная радиация . . . . .	0,6	2,2	7,3	11,8	14,7	15,0	13,7	10,2	5,8	2,9	1,1	0,2	85,5
Поглощенная радиация . . . . .	0,2	0,6	1,8	3,0	10,0	12,9	11,8	8,8	4,9	1,0	0,3	0,0	55,3
Эффективное излучение . . . . .	1,6	2,3	3,4	3,6	3,6	3,1	3,3	3,3	3,2	3,2	2,8	2,2	35,6
Радиационный баланс . . . . .	-1,4	-1,7	-1,6	-0,6	6,4	9,8	8,5	5,5	1,7	-2,2	-2,5	-2,2	19,7

## 136. Усть-Мома

Суммарная радиация . . . . .	0,3	1,8	6,5	11,6	14,8	15,0	13,3	9,5	5,1	2,6	0,8	0,1	81,4
Поглощенная радиация . . . . .	0,1	0,4	1,3	2,3	9,9	12,6	11,2	8,0	4,1	0,9	0,2	0,0	51,0
Эффективное излучение . . . . .	2,2	2,3	3,3	3,6	3,6	3,0	3,1	3,0	2,8	3,1	2,6	2,2	34,8
Радиационный баланс . . . . .	-2,1	-1,9	-2,0	-1,3	6,3	9,6	8,1	5,0	1,3	-2,2	-2,4	-2,2	16,2

## 137. Дружина

Суммарная радиация . . . . .	0,1	1,3	6,1	11,6	15,5	15,5	13,3	9,4	5,1	2,0	0,6	0,1	80,6
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,3	1,2	2,3	5,6	13,3	11,4	8,1	4,0	0,6	0,1	0,0	46,9
Эффективное излучение . . . . .	2,3	2,0	3,4	3,6	3,3	3,1	3,1	3,0	3,0	2,8	2,8	2,3	34,7
Радиационный баланс . . . . .	-2,3	-1,7	-2,2	-1,3	2,3	10,2	8,3	5,1	1,0	-2,2	-2,7	-2,3	12,2

## 138. Чокурдах

Суммарная радиация . . . . .	0,0	0,9	5,1	11,5	15,4	15,1	12,2	8,8	4,2	1,4	0,2	0,0	74,8
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,1	0,8	2,3	3,8	9,7	10,0	7,3	2,4	0,4	0,0	0,0	36,8
Эффективное излучение . . . . .	2,2	1,9	2,9	3,3	2,6	2,6	2,6	2,5	2,6	2,1	2,0	2,1	29,4
Радиационный баланс . . . . .	-2,2	-1,8	-2,1	-1,0	1,2	7,1	7,3	4,8	-0,2	-1,7	-2,0	-2,1	7,4

## 139. Кресты Колымские

Суммарная радиация . . . . .	0,1	1,3	5,9	11,8	15,7	15,1	12,7	8,8	4,9	1,8	0,5	0,1	78,7
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,3	1,2	2,4	6,4	13,0	10,9	7,6	4,1	0,5	0,1	0,0	46,5
Эффективное излучение . . . . .	2,6	2,3	3,6	3,9	3,5	2,9	2,6	2,3	2,7	2,4	2,8	2,7	34,3
Радиационный баланс . . . . .	-2,6	-2,0	-2,4	-1,5	2,9	10,1	8,3	5,3	1,4	-1,9	-2,7	-2,7	12,2

Элемент	140. Среднеколымск											Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	

Суммарная радиация . . . . .	0,1	1,5	6,1	11,4	15,2	15,4	13,3	9,6	4,9	2,2	0,6	0,1	80,4
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,3	1,2	2,3	6,7	13,2	11,4	8,2	4,1	0,7	0,1	0,0	48,2
Эффективное излучение . . . . .	2,3	2,1	3,6	3,7	3,5	3,1	2,9	3,1	2,9	2,9	2,2	2,5	34,8
Радиационный баланс . . . . .	-2,3	-1,8	-2,4	-1,4	3,2	10,1	8,5	5,1	1,2	-2,2	-2,1	-2,5	13,4

## 141. Зырянка

Суммарная радиация . . . . .	0,4	1,7	6,6	11,7	15,4	15,6	13,5	9,9	5,3	2,6	0,3	0,1	83,7
Поглощенная радиация . . . . .	0,1	0,3	1,3	2,3	7,8	13,4	11,6	8,5	4,3	0,7	0,2	0,0	50,5
Эффективное излучение . . . . .	2,3	2,0	3,5	3,7	3,6	3,2	2,9	3,2	3,0	3,0	2,9	2,2	35,5
Радиационный баланс . . . . .	-2,2	-1,7	-2,2	-1,4	4,2	10,2	8,7	5,3	1,3	-2,3	-2,7	-2,2	15,0

## 142. Усть-Олой

Суммарная радиация . . . . .	0,3	1,7	6,4	11,6	15,2	15,2	13,1	9,8	5,0	2,4	0,7	0,1	81,5
Поглощенная радиация . . . . .	0,1	0,3	1,3	2,3	7,7	13,1	11,3	8,4	4,0	0,6	0,1	0,0	46,2
Эффективное излучение . . . . .	2,3	2,1	3,5	3,6	3,4	3,0	3,1	3,2	2,8	2,7	2,9	2,2	34,8
Радиационный баланс . . . . .	-2,2	-1,8	-2,2	-1,3	4,3	10,1	8,2	5,2	1,2	-2,1	-2,8	-2,2	11,4

## 143. Островное

Суммарная радиация . . . . .	0,1	1,3	6,1	11,6	16,0	15,5	13,2	9,7	5,1	2,1	0,6	0,1	81,4
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,3	1,2	2,3	6,6	13,3	11,3	8,4	4,3	0,6	0,1	0,0	48,4
Эффективное излучение . . . . .	2,8	2,3	3,4	3,6	3,6	2,9	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0	2,5	35,7
Радиационный баланс . . . . .	-2,8	-2,0	-2,2	-1,3	3,0	10,4	8,5	5,5	1,4	-2,4	-2,9	-2,5	12,7

## 144. Снежное

Суммарная радиация . . . . .	0,4	1,9	6,7	11,7	15,2	15,6	12,9	9,6	5,3	2,8	0,9	0,2	83,2
Поглощенная радиация . . . . .	0,1	0,5	1,7	2,9	5,3	12,8	10,6	7,9	4,5	1,1	0,2	0,0	47,6
Эффективное излучение . . . . .	3,1	2,8	3,6	3,6	3,4	3,3	2,9	2,9	2,8	3,2	3,0	3,5	38,1
Радиационный баланс . . . . .	-3,0	-2,3	-1,9	-0,7	1,9	9,5	7,7	5,0	1,7	-2,1	-2,8	-3,5	9,5

## 145. Марково

Суммарная радиация . . . . .	0,5	2,0	6,9	11,7	14,9	15,4	13,1	10,1	5,2	2,8	1,0	0,2	83,8
Поглощенная радиация . . . . .	0,1	0,5	1,7	2,9	5,2	12,6	10,7	8,3	4,4	1,0	0,2	0,0	47,6
Эффективное излучение . . . . .	3,1	2,8	3,6	3,6	3,1	3,2	3,1	2,9	2,8	2,8	2,8	3,1	36,9
Радиационный баланс . . . . .	-3,0	-2,3	-1,9	-0,7	2,1	9,4	7,6	5,4	1,6	-1,8	-2,6	-3,1	10,7

## 146. Березово

Суммарная радиация . . . . .	0,7	2,3	7,4	12,2	15,2	15,5	13,1	9,9	5,7	3,2	1,2	0,4	86,8
Поглощенная радиация . . . . .	0,2	0,6	1,8	3,0	5,6	12,5	10,7	8,1	4,8	1,3	0,3	0,1	49,0
Эффективное излучение . . . . .	2,9	2,5	3,7	3,7	3,3	3,3	3,0	3,0	2,9	3,1	2,9	3,4	37,7
Радиационный баланс . . . . .	-2,7	-1,9	-1,9	-0,7	2,3	9,2	7,7	5,1	1,9	-1,8	-2,6	-3,3	11,3

## Аляска

## 147. Барроу

Суммарная радиация . . . . .	0,0	1,1	5,4	11,3	16,5	15,6	13,1	8,0	3,3	1,2	0,1	0,0	75,6
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,2	0,8	2,3	11,1	9,4	9,8	6,4	2,0	0,2	0,0	0,0	42,2
Эффективное излучение . . . . .	2,9	2,6	3,1	3,1	2,2	1,8	2,1	1,7	1,6	2,1	1,9	2,5	27,6
Радиационный баланс . . . . .	-2,9	-2,4	-2,3	-0,8	1,9	7,6	7,7	4,7	0,4	-1,9	-1,9	-2,5	4,6

## 148. Коцебу

Суммарная радиация . . . . .	0,2	1,6	5,9	11,4	15,4	14,8	12,9	8,3	5,0	2,4	0,6	0,1	78,6
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,4	1,5	2,8	4,6	9,6	10,6	6,8	3,9	1,1	0,2	0,0	41,5
Эффективное излучение . . . . .	2,6	2,7	3,2	3,5	3,0	2,7	2,3	2,1	2,6	2,8	3,2	2,6	33,3
Радиационный баланс . . . . .	-2,6	-2,3	-1,7	-0,7	1,6	6,9	8,3	4,7	1,3	-1,7	-3,0	-2,6	8,2

Элемент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
---------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	-----

## 149. Ном

Суммарная радиация . . . . .	0,6	2,1	6,8	11,3	14,7	14,8	12,9	8,6	5,4	2,9	1,0	0,2	81,3
Поглощенная радиация . . . . .	0,2	0,6	2,0	3,4	5,9	11,1	10,6	7,0	4,3	1,3	0,3	0,1	46,8
Эффективное излучение . . . . .	2,9	3,0	3,4	3,1	2,9	2,7	2,2	2,0	2,6	3,0	3,0	2,9	33,7
Радиационный баланс . . . . .	-2,7	-2,4	-1,4	0,3	3,0	8,4	8,4	5,0	1,7	-1,7	-2,7	-2,8	13,1

## 150. Фэрбенкс

Суммарная радиация . . . . .	0,5	2,0	6,5	11,5	14,6	15,0	13,8	11,0	5,4	2,5	0,7	0,1	83,6
Поглощенная радиация . . . . .	0,1	0,4	1,3	2,9	6,6	12,3	11,3	9,0	4,3	1,1	0,1	0,0	49,4
Эффективное излучение . . . . .	2,6	2,8	3,4	3,5	3,2	2,8	3,0	2,7	2,4	2,3	3,1	2,3	34,1
Радиационный баланс . . . . .	-2,5	-2,4	-2,1	-0,6	3,4	9,5	8,3	6,3	1,9	-1,2	-3,0	-2,3	15,3

## 151. Мак-Грат

Суммарная радиация . . . . .	0,8	2,3	7,1	12,1	14,2	14,4	13,1	9,0	5,4	2,8	1,2	0,4	82,8
Поглощенная радиация . . . . .	0,2	0,7	2,8	6,7	9,2	12,4	11,3	7,7	4,6	1,4	0,4	0,1	57,5
Эффективное излучение . . . . .	2,8	2,3	3,0	3,7	3,1	2,8	2,9	2,1	2,4	2,2	3,0	2,7	33,0
Радиационный баланс . . . . .	-2,6	-1,6	-0,2	3,0	6,1	9,6	8,4	5,6	2,2	-0,8	-2,6	-2,6	24,5

## 152. Бетел

Суммарная радиация . . . . .	1,3	3,0	8,4	12,8	14,4	13,1	11,0	7,2	5,6	3,6	1,3	0,7	82,4
Поглощенная радиация . . . . .	0,5	1,2	4,2	7,0	11,8	10,7	9,0	5,9	4,6	2,0	0,5	0,3	57,7
Эффективное излучение . . . . .	2,7	2,6	3,1	3,1	2,8	2,5	2,2	1,6	2,3	2,9	2,7	2,7	31,2
Радиационный баланс . . . . .	-2,2	-1,4	1,1	3,9	9,0	8,2	6,8	4,3	2,3	-0,9	-2,2	-2,4	26,5

## 153. Анкоридж

Суммарная радиация . . . . .	1,0	2,7	7,3	11,4	13,8	14,3	12,6	8,5	6,1	3,4	1,4	0,6	83,1
Поглощенная радиация . . . . .	0,4	1,1	3,6	6,3	11,3	11,7	10,3	7,0	5,0	1,9	0,6	0,2	59,4
Эффективное излучение . . . . .	2,7	2,2	3,2	3,3	3,2	3,0	2,9	2,5	2,8	2,5	2,9	2,7	33,9
Радиационный баланс . . . . .	-2,3	-1,1	0,4	3,0	8,1	8,7	7,4	4,5	2,2	-0,6	-2,3	-2,5	25,5

## Канада

## 154. Алерт

Суммарная радиация . . . . .	0,0	0,0	1,0	9,7	20,2	21,5	17,0	11,0	2,4	0,0	0,0	0,0	82,8
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,0	0,2	2,4	4,0	6,4	10,2	8,3	1,0	0,0	0,0	0,0	32,5

## 155. Форт-Конгрер

Суммарная радиация . . . . .	0,0	0,0	1,2	9,7	18,4	20,8	17,8	10,3	2,5	0,1	0,0	0,0	80,8
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,0	0,2	2,4	3,7	6,2	10,7	7,7	1,0	0,0	0,0	0,0	31,9
Эффективное излучение . . . . .	2,0	1,8	2,0	2,7	3,2	3,0	2,9	2,5	2,9	2,6	2,4	2,8	30,8
Радиационный баланс . . . . .	-2,0	-1,8	-1,8	-0,3	0,5	3,2	7,8	5,2	-1,9	-2,6	-2,4	-2,8	1,1

## 156. Юрика - Саунд

Суммарная радиация . . . . .	0,0	0,0	1,8	10,1	19,8	20,7	17,1	10,9	2,7	0,2	0,0	0,0	83,3
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,0	0,4	2,5	4,0	6,2	10,3	8,2	1,1	0,0	0,0	0,0	32,7
Эффективное излучение . . . . .	2,0	1,7	2,1	2,7	2,7	3,8	2,5	3,3	2,0	2,7	2,2	2,8	30,5
Радиационный баланс . . . . .	-2,0	-1,7	-1,7	-0,2	1,3	2,4	7,8	4,9	-0,9	-2,7	-2,2	-2,8	2,2

## 157. Исаксен

Суммарная радиация . . . . .	0,0	0,1	2,3	10,2	18,8	18,8	16,4	9,9	2,9	0,4	0,0	0,0	79,8
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,0	0,5	2,6	3,8	5,6	9,8	7,9	1,3	0,1	0,0	0,0	31,6
Эффективное излучение . . . . .	2,2	1,9	2,3	3,1	3,2	2,3	2,3	2,5	2,2	2,3	2,4	2,7	29,4
Радиационный баланс . . . . .	-2,2	-1,9	-1,8	-0,5	0,6	3,3	7,5	5,4	-0,9	-2,2	-2,4	-2,7	2,2

Элемент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
---------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	-----

## 158. Маут-Бей

Суммарная радиация . . . . .	0,0	0,3	3,4	10,9	17,7	17,8	15,4	9,3	3,4	0,7	0,0	0,0	78,9
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,1	0,7	2,7	3,5	6,2	10,0	7,4	1,7	0,1	0,0	0,0	32,4
Эффективное излучение . . . . .	2,4	2,0	2,7	3,0	3,9	2,3	2,2	2,4	1,9	2,7	2,9	2,8	31,2
Радиационный баланс . . . . .	-2,4	-1,9	-2,0	-0,3	-0,4	3,9	7,8	5,0	-0,2	-2,6	-2,9	-2,8	1,2

## 159. Крейг-Харбор

Суммарная радиация . . . . .	0,0	0,3	3,3	10,7	17,5	18,8	17,1	9,6	3,6	0,6	0,0	0,0	81,5
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,0	0,5	2,1	3,5	7,5	12,0	7,7	2,2	0,1	0,0	0,0	35,6
Эффективное излучение . . . . .	2,2	2,0	2,5	2,7	3,6	3,1	3,2	2,6	2,3	1,9	2,6	2,8	31,5
Радиационный баланс . . . . .	-2,2	-2,0	-2,0	-0,6	-0,1	4,4	8,8	5,1	-0,1	-1,8	-2,6	-2,8	4,1

## 160. Резольют-Бей

Суммарная радиация . . . . .	0,0	0,4	3,7	11,1	16,8	17,2	15,4	9,4	3,8	0,9	0,0	0,0	78,7
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,1	0,7	2,2	3,4	8,9	11,5	7,5	2,1	0,2	0,0	0,0	36,6
Эффективное излучение . . . . .	2,4	2,0	2,7	2,9	3,1	2,1	2,2	2,6	2,2	2,4	2,4	3,2	30,2
Радиационный баланс . . . . .	-2,4	-1,9	-2,0	-0,7	0,3	6,8	9,3	4,9	-0,1	-2,2	-2,4	-3,2	6,4

## 161. Холмен-Айленд

Суммарная радиация . . . . .	0,1	1,0	5,2	11,4	16,1	16,3	13,9	8,7	4,0	1,6	0,3	0,0	78,6
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,2	0,8	2,3	4,0	9,8	10,4	7,0	3,6	0,4	0,1	0,0	38,6
Эффективное излучение . . . . .	2,4	2,3	2,8	3,1	3,1	3,1	3,0	2,4	2,2	2,4	2,8	2,8	32,4
Радиационный баланс . . . . .	-2,4	-2,1	-2,0	-0,8	0,9	6,7	7,4	4,6	1,4	-2,0	-2,7	-2,8	6,2

## 162. Аклавик

Суммарная радиация	0,1	1,5	6,0	11,6	16,0	15,1	14,0	9,1	4,6	1,7	0,3	0,0	80,0
Поглощенная радиация	0,0	0,3	1,2	2,3	4,0	10,6	11,2	7,5	3,2	0,5	0,1	0,0	40,9
Эффективное излучение	2,8	2,7	3,2	3,3	3,0	3,1	2,8	2,2	2,1	2,6	2,5	2,7	33,9
Радиационный баланс	-2,8	-2,4	-2,0	-1,0	1,0	7,5	8,4	5,3	1,1	-2,1	-2,4	-2,7	7,9

## 163. Коппермайн

Суммарная радиация	0,1	1,4	6,1	12,0	16,3	16,7	14,7	9,1	4,7	2,2	0,6	0,1	84,0
Поглощенная радиация	0,0	0,3	1,2	2,4	4,1	11,7	11,8	7,5	3,5	0,7	0,1	0,0	43,3
Эффективное излучение	3,0	2,6	3,3	3,4	3,5	3,4	3,6	2,7	2,5	3,1	3,2	2,6	37,3
Радиационный баланс	-3,0	-2,3	-2,1	-1,0	0,6	8,3	8,2	4,8	1,0	-2,4	-3,1	-2,9	6,0

## 164. Симпсон, пролив

Суммарная радиация	0,1	1,4	5,8	12,1	15,9	16,9	14,8	9,2	4,2	2,0	0,4	0,0	82,8
Поглощенная радиация	0,0	0,4	1,2	2,4	4,0	11,0	11,8	7,5	3,1	0,5	0,1	0,0	42,0
Эффективное излучение	3,3	3,0	3,8	3,7	3,1	2,8	3,6	3,1	2,2	3,1	3,2	3,4	38,3
Радиационный баланс	-3,3	-2,6	-2,6	-1,3	0,9	8,2	8,2	4,4	0,9	-2,6	-3,1	-3,4	3,7

## 165. Форт-Росс

Суммарная радиация	0,0	0,8	4,7	11,4	16,4	16,2	14,1	8,9	4,1	1,4	0,1	0,0	78,1
Поглощенная радиация	0,0	0,1	0,7	2,3	3,3	8,1	10,6	7,1	2,5	0,4	0,0	0,0	35,1
Эффективное излучение	2,4	2,1	2,8	3,1	3,3	2,6	2,8	2,6	2,5	2,7	2,8	2,9	32,6
Радиационный баланс	-2,4	-2,0	-2,1	-0,8	0,0	5,5	7,8	4,5	0,0	-2,3	-2,8	-2,9	2,5

## 166. Арктик-Бей

Суммарная радиация	0,0	0,7	4,4	11,7	16,8	17,6	16,0	9,5	4,3	1,2	0,1	0,0	82,3
Поглощенная радиация	0,0	0,1	0,7	2,3	3,4	7,9	12,0	7,8	2,6	0,3	0,0	0,0	37,1
Эффективное излучение	2,8	2,5	3,0	3,4	3,4	2,8	2,9	2,7	2,3	2,7	3,1	3,2	34,8
Радиационный баланс	-2,8	-2,4	-2,3	-1,1	0,0	5,1	9,1	5,1	0,3	-2,4	-3,1	-3,2	2,3

Элемент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
---------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	-----

## 167. Понд-Инлеф

Суммарная радиация	0,0	0,7	4,4	11,7	16,6	18,1	16,4	10,0	4,5	1,2	0,1	0,0	83,7
Поглощенная радиация	0,0	0,1	0,7	2,3	3,3	9,0	12,3	8,0	2,9	0,4	0,0	0,0	39,0
Эффективное излучение	2,7	2,5	3,2	3,4	3,1	3,2	3,1	3,0	2,8	2,8	2,8	3,0	35,6
Радиационный баланс	-2,7	-2,4	-2,5	-1,1	0,2	5,8	9,2	5,0	0,1	-2,4	-2,8	-3,0	3,4

## 168. Ривер-Клайд

Суммарная радиация	0,1	1,1	5,2	11,7	15,9	16,5	13,5	8,6	4,0	1,7	0,3	0,0	78,6
Поглощенная радиация	0,0	0,2	1,0	2,3	4,0	9,9	10,1	7,0	2,8	0,7	0,0	0,0	38,0
Эффективное излучение	2,9	2,6	3,4	3,9	3,1	3,1	2,7	2,4	2,1	2,8	2,6	3,3	34,9
Радиационный баланс	-2,9	-2,4	-2,4	-1,6	0,9	6,8	7,4	4,6	0,7	-2,1	-2,6	-3,3	3,1

## 169. Паигниртунг

Суммарная радиация	0,4	2,0	6,7	12,2	15,4	15,8	14,8	10,0	5,7	2,9	0,9	0,2	87,0
Поглощенная радиация	0,1	0,5	1,7	3,0	4,6	11,1	12,1	8,2	4,3	1,5	0,2	0,0	47,3
Эффективное излучение	3,2	3,0	3,5	4,2	3,7	3,3	3,7	3,3	3,2	3,7	3,6	3,6	42,0
Радиационный баланс	-3,1	-2,5	-1,8	-1,2	0,9	7,8	8,4	4,9	1,1	-2,2	-3,4	-3,6	5,3

## 170. Лейк-Харбор

Суммарная радиация	0,9	2,7	7,6	12,4	14,8	15,2	14,3	10,9	5,7	3,1	1,2	0,4	89,2
Поглощенная радиация	0,3	0,8	2,3	3,7	5,9	11,4	11,7	8,9	4,8	1,7	0,3	0,1	51,9

## 171. Саутгемптон-Айленд (Корал-Харбор)

Суммарная радиация	0,7	2,4	7,2	11,8	14,4	14,8	13,6	10,0	5,6	2,9	1,1	0,3	84,8
Поглощенная радиация	0,2	0,7	2,2	3,5	5,8	11,1	11,1	8,2	4,7	1,5	0,3	0,1	49,4
Эффективное излучение	3,2	2,8	3,2	3,5	2,9	2,7	3,2	3,1	2,7	2,7	3,1	3,1	36,2
Радиационный баланс	-3,0	-2,1	-1,0	0,0	2,9	8,4	7,9	5,1	2,0	-1,2	-2,8	-3,0	13,2

172. Ноттингем, остров

Суммарная радиация . . . . .	0,9	2,6	7,4	11,7	14,0	14,4	14,3	10,1	5,5	2,8	1,1	0,4	85,2
Поглощенная радиация . . . . .	0,3	0,8	2,2	3,5	5,6	10,8	11,7	8,3	4,6	1,5	0,3	0,1	49,7
Эффективное излучение . . . . .	2,9	2,7	3,1	3,1	2,6	2,5	3,4	3,1	2,6	2,1	2,4	2,9	33,4
Радиационный баланс . . . . .	-2,6	-1,9	-0,9	0,4	3,0	8,3	8,3	5,2	2,0	-0,6	-2,1	-2,8	16,3

173. Резольюшен, остров

Суммарная радиация . . . . .	0,9	2,8	6,1	9,6	11,7	12,7	12,4	8,9	5,7	2,8	1,2	0,4	76,2
Поглощенная радиация . . . . .	0,3	0,8	1,8	3,4	5,8	9,5	10,2	7,3	4,8	1,7	0,5	0,1	46,2
Эффективное излучение . . . . .	1,9	1,8	2,5	2,6	2,4	2,4	2,8	2,5	2,4	2,4	2,0	1,7	27,4
Радиационный баланс . . . . .	-1,6	-1,0	-0,7	0,8	3,4	7,1	7,4	4,8	2,4	-0,7	-1,5	-1,6	18,8

174. Хнброн

Суммарная радиация . . . . .	1,4	3,0	6,7	9,2	11,7	13,4	13,4	10,8	7,1	3,7	1,5	0,9	82,8
Поглощенная радиация . . . . .	0,5	1,0	2,4	3,7	6,4	11,0	11,0	8,9	6,0	2,4	0,8	0,4	54,5

175. Нейн

Суммарная радиация . . . . .	2,0	4,0	7,9	10,1	12,2	13,8	13,8	11,3	7,6	4,3	2,1	1,5	90,5
Поглощенная радиация . . . . .	0,7	1,4	2,8	4,0	7,3	11,3	4,3	9,3	6,4	3,0	1,0	0,6	59,1

Гренландия

176. Туле

Суммарная радиация . . . . .	0,0	0,2	3,0	10,5	17,4	18,8	17,4	10,4	3,9	0,5	0,0	0,0	82,1
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,0	0,5	2,1	3,5	7,5	12,2	8,3	2,3	0,1	0,0	0,0	36,5

177. Уперивик

Суммарная радиация . . . . .	0,0	0,6	4,3	10,8	15,8	16,0	15,0	8,9	4,3	1,2	0,1	0,0	77,0
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,1	0,6	2,2	3,0	8,8	12,3	7,4	3,2	0,5	0,0	0,0	38,1
Эффективное излучение . . . . .	3,4	2,7	3,7	3,8	3,2	2,8	3,0	3,0	2,8	2,8	2,8	3,1	37,1
Радиационный баланс . . . . .	-3,4	-2,6	-3,1	-1,6	-0,2	6,0	9,3	4,4	0,4	-2,3	-2,8	-3,1	1,0

Элемент	178. Годхавн											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII

Суммарная радиация . . . . .	0,1	1,2	5,4	10,8	15,4	16,0	13,8	9,7	5,3	2,1	0,4	0,0	80,2
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,2	1,1	2,2	3,8	12,0	11,3	8,0	4,0	0,8	0,1	0,0	43,5
Эффективное излучение . . . . .	2,4	2,2	3,2	3,4	3,1	3,4	3,3	3,5	3,3	3,3	2,8	2,9	36,8
Радиационный баланс . . . . .	-2,4	-2,0	-2,1	-1,2	0,7	8,6	8,0	4,5	0,7	-2,5	-2,7	-2,9	6,7

## 179. Хольстейнборг

Суммарная радиация . . . . .	0,2	1,6	6,0	11,7	15,5	16,2	15,2	10,1	5,9	2,5	0,7	0,1	85,7
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,3	1,2	2,2	4,6	13,0	12,5	8,3	4,4	1,0	0,1	0,0	47,6
Эффективное излучение . . . . .	3,5	3,0	4,1	3,9	4,0	3,8	4,0	3,7	3,5	3,5	3,5	3,6	44,1
Радиационный баланс . . . . .	-3,5	-2,7	-2,9	-1,7	0,6	9,2	8,5	4,6	0,9	-2,5	-3,4	-3,6	3,5

## 180. Корнок

Суммарная радиация . . . . .	0,5	2,0	6,4	10,6	14,3	15,0	14,0	9,8	5,9	2,9	1,0	0,3	82,7
Поглощенная радиация . . . . .	0,1	0,5	1,6	2,6	5,7	12,0	11,5	8,0	5,0	1,7	0,4	0,1	49,2
Эффективное излучение . . . . .	2,8	2,7	3,2	3,2	3,3	3,4	3,6	3,3	3,0	3,1	3,1	3,1	37,8
Радиационный баланс . . . . .	-2,7	-2,2	-1,6	-0,6	2,4	8,6	7,9	4,7	2,0	-1,4	-2,7	-3,0	11,4

## 181. Готхоб

Суммарная радиация . . . . .	0,6	2,0	6,6	10,4	14,2	14,3	13,4	9,4	6,0	2,9	1,1	0,3	81,2
Поглощенная радиация . . . . .	0,2	0,5	1,6	2,6	5,9	11,4	11,0	7,7	5,0	1,7	0,3	0,1	48,0
Эффективное излучение . . . . .	2,6	2,5	3,1	3,0	3,1	3,2	3,4	3,0	3,0	3,0	3,1	2,8	35,8
Радиационный баланс . . . . .	-2,4	-2,0	-1,5	-0,4	2,8	8,2	7,6	4,7	2,0	-1,3	-2,8	-2,7	12,2

## 182. Ивигтут

Суммарная радиация . . . . .	1,1	2,8	6,9	11,2	13,8	14,8	14,4	10,4	6,8	3,6	1,5	0,6	87,9
Поглощенная радиация . . . . .	0,3	0,8	2,1	3,9	8,3	12,1	11,8	8,5	5,6	2,9	0,6	0,2	57,1
Эффективное излучение . . . . .	3,3	3,1	3,7	3,7	3,7	3,6	3,9	3,5	3,2	3,3	3,4	3,4	41,8
Радиационный баланс . . . . .	-3,0	-2,3	-1,6	0,2	4,6	8,5	7,9	5,0	2,4	-0,4	-2,8	-3,2	15,3

## 183. Нанорталик

Суммарная радиация . . . . .	1,2	2,8	6,7	10,8	13,3	13,9	13,9	10,2	6,7	3,6	1,6	0,7	85,4
Поглощенная радиация . . . . .	0,4	0,8	2,0	3,2	7,3	11,4	11,4	8,4	5,5	2,5	0,6	0,2	53,7
Эффективное излучение . . . . .	2,9	2,6	3,2	3,3	3,4	3,3	3,1	3,3	3,1	3,3	3,1	3,1	37,7
Радиационный баланс . . . . .	-2,5	-1,8	-1,2	-0,1	3,9	8,1	8,3	5,1	2,4	-0,8	-2,5	-2,9	16,0

## 184. Торгильсбу

Суммарная радиация . . . . .	1,1	2,7	6,9	10,9	12,5	14,6	14,1	10,8	6,8	3,5	1,5	0,6	86,0
Поглощенная радиация . . . . .	0,3	0,8	2,1	3,3	6,9	12,0	11,6	8,9	5,6	2,4	0,6	0,2	54,7
Эффективное излучение . . . . .	3,2	2,8	3,4	3,4	3,0	3,5	3,6	3,6	3,3	3,4	3,2	3,1	39,5
Радиационный баланс . . . . .	-2,9	-2,0	-1,3	-0,1	3,9	8,5	8,0	5,3	2,3	-1,0	-2,6	-2,9	15,2

## 185. Ангамгасалик

Суммарная радиация . . . . .	0,2	1,7	6,2	10,9	14,8	15,6	14,6	10,4	6,2	2,7	0,9	0,1	84,3
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,4	1,6	3,3	5,9	12,8	12,0	8,5	5,2	1,8	0,3	0,0	51,8
Эффективное излучение . . . . .	3,0	2,3	3,3	3,6	3,7	3,6	3,8	3,8	3,5	3,1	3,2	3,1	40,0
Радиационный баланс . . . . .	-3,0	-1,9	-1,7	-0,3	2,2	9,2	8,2	4,7	1,7	-1,3	-2,9	-3,1	11,8

## 186. Скорсбисунн

Суммарная радиация . . . . .	0,1	0,9	5,1	11,0	15,7	16,7	14,9	9,8	5,2	1,9	0,2	0,0	81,5
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,2	1,0	2,2	3,9	10,0	12,2	8,0	3,9	0,8	0,0	0,0	42,2
Эффективное излучение . . . . .	3,0	2,2	3,0	3,4	3,4	3,5	3,4	3,6	3,6	3,5	3,0	3,0	38,6
Радиационный баланс . . . . .	-3,0	-2,0	-2,0	-1,2	0,5	6,5	8,8	4,4	0,3	-2,7	-3,0	-3,0	3,6

Элемент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
---------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	-----

## 187. Мюгбукта

Суммарная радиация . . . . .	0,0	0,6	3,8	10,9	16,1	16,6	15,0	9,2	4,9	1,3	0,1	0,0	78,5
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,1	0,8	2,2	3,2	8,3	11,2	7,5	3,7	0,5	0,0	0,0	37,5
Эффективное излучение . . . . .	2,8	2,6	3,1	3,6	3,4	3,0	3,1	3,2	3,5	3,5	2,8	2,9	37,5
Радиационный баланс . . . . .	-2,8	-2,5	-2,3	-1,4	-0,2	5,3	8,1	4,3	0,2	-3,0	-2,8	-2,9	0,0

## 188. Сабин, остров

Суммарная радиация . . . . .	0,0	0,4	3,8	10,4	16,9	16,8	17,5	10,9	4,6	1,2	0,0	0,0	82,5
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,1	0,8	2,1	3,4	8,4	13,1	8,9	3,4	0,5	0,0	0,0	40,7
Эффективное излучение . . . . .	3,3	2,4	3,4	3,4	3,8	3,0	3,6	4,1	3,4	3,9	3,2	3,2	40,7
Радиационный баланс . . . . .	-3,3	-2,3	-2,6	-1,3	-0,4	5,4	9,5	4,8	0,0	-3,4	-3,2	-3,2	0,0

## 189. Датская Гавань

Суммарная радиация . . . . .	0,0	0,2	3,0	10,4	18,0	18,6	17,2	10,7	4,0	0,6	0,0	0,0	82,7
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,0	0,4	2,1	3,6	7,4	12,9	8,8	3,0	0,2	0,0	0,0	38,4
Эффективное излучение . . . . .	2,3	2,4	2,8	3,6	4,2	3,6	3,5	4,0	3,5	3,3	2,9	2,7	38,8
Радиационный баланс . . . . .	-2,3	-2,4	-2,4	-1,5	-0,6	3,8	9,4	4,8	-0,5	-3,1	-2,9	-2,7	-0,4

## 190. Йорген-Брёнландс-Фьорд

Суммарная радиация . . . . .	0,0	0,0	1,2	9,5	19,9	21,6	19,9	11,2	2,6	0,1	0,0	0,0	86,0
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,0	0,2	1,9	4,0	6,5	11,9	8,4	1,2	0,0	0,0	0,0	34,1
Эффективное излучение . . . . .	1,8	1,6	1,8	2,5	4,2	3,7	3,6	3,2	3,0	2,5	2,2	2,2	32,3
Радиационный баланс . . . . .	-1,8	-1,6	-1,6	-0,6	-0,2	2,8	8,3	5,2	-1,8	-2,5	-2,2	-2,2	1,8

## 191. Норд

Суммарная радиация . . . . .	0,0	0,0	1,2	9,5	19,2	21,6	18,3	10,6	2,3	0,1	0,0	0,0	82,8
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,0	0,4	1,9	3,8	6,5	11,0	8,0	1,0	0,0	0,0	0,0	32,6

## Северная Атлантика

## 192. Точка № 15

Суммарная радиация . . . . .	0,2	1,2	5,0	9,7	12,9	12,7	9,7	8,4	5,3	2,3	0,6	0,1	68,1
Поглощенная радиация . . . . .	0,2	1,0	4,3	8,7	11,7	11,7	8,8	7,6	4,7	2,0	0,5	0,1	61,3
Эффективное излучение . . . . .	4,6	3,5	4,0	4,2	3,5	3,0	2,0	3,0	3,5	4,0	3,8	4,2	43,3
Радиационный баланс . . . . .	-4,4	-2,5	0,3	4,5	8,2	8,7	6,8	4,6	1,2	-2,0	-3,3	-4,1	18,0

## 193. Точка № 16

Суммарная радиация . . . . .	1,0	2,4	5,5	8,7	11,7	13,4	12,7	10,4	6,2	3,7	1,5	0,7	77,9
Поглощенная радиация . . . . .	0,8	2,0	4,9	8,0	10,8	12,5	11,7	9,6	5,6	3,2	1,2	0,6	70,9
Эффективное излучение . . . . .	4,0	3,9	3,8	4,1	3,5	3,1	3,0	3,3	3,3	4,0	3,9	4,4	44,3
Радиационный баланс . . . . .	-3,2	-1,9	1,1	3,9	7,3	9,4	8,7	6,3	2,3	-0,8	-2,7	-3,8	26,6

## 194. Точка № 17

Суммарная радиация . . . . .	0,8	2,0	4,9	8,4	11,4	12,4	12,0	9,6	6,0	3,2	1,1	0,4	72,2
Поглощенная радиация . . . . .	0,6	1,7	4,4	7,7	10,5	11,5	11,0	8,8	5,4	2,8	0,9	0,3	65,6
Эффективное излучение . . . . .	3,9	3,5	3,8	3,6	3,4	2,8	2,6	3,1	3,5	3,8	3,6	4,0	41,6
Радиационный баланс . . . . .	-3,3	-1,8	0,6	4,1	7,1	8,7	8,4	5,7	1,9	-1,0	-2,7	-3,7	24,0

## 195. Точка № 18

Суммарная радиация . . . . .	1,5	2,9	5,9	8,6	11,6	12,5	11,9	10,1	6,8	4,2	1,9	1,2	79,1
Поглощенная радиация . . . . .	1,2	2,5	5,4	7,9	10,7	11,6	10,9	9,3	6,2	3,6	1,6	1,0	71,9
Эффективное излучение . . . . .	3,7	3,3	3,2	3,3	3,1	2,6	2,4	3,1	3,2	3,7	3,5	3,9	39,0
Радиационный баланс . . . . .	-2,5	-0,8	2,2	4,6	7,6	9,0	8,5	6,2	3,0	-0,1	-1,9	-2,9	32,9

Элемент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
---------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	-----

## 196. Точка № 19

Суммарная радиация	1,4	2,6	5,5	7,6	10,8	12,2	12,1	10,2	6,7	4,1	1,8	1,0	76,0
Поглощенная радиация	1,1	2,2	4,9	7,0	10,0	11,3	11,1	9,4	6,1	3,6	1,5	0,8	69,0
Эффективное излучение	3,4	3,3	3,3	2,9	2,9	2,8	2,5	3,0	3,0	3,5	3,5	3,6	37,7
Радиационный баланс	-2,3	-1,1	1,6	4,1	7,1	8,5	8,6	6,4	3,1	0,1	-2,0	-2,8	31,3

## 197. Точка № 20

Суммарная радиация	1,1	2,4	5,2	8,1	10,9	12,8	12,4	9,8	6,2	3,7	1,5	0,8	74,9
Поглощенная радиация	0,9	2,0	4,6	7,5	10,0	11,9	11,4	9,0	5,6	3,2	1,2	0,6	67,9
Эффективное излучение	4,1	3,7	2,8	3,2	2,5	2,7	2,7	2,7	3,0	3,6	3,4	3,9	38,3
Радиационный баланс	-3,2	-1,7	-1,8	4,3	7,5	9,2	8,7	6,3	2,6	-0,4	-2,2	-3,3	29,6

## Атлантико-европейский сектор (побережье и острова)

## 198. Ян-Майен, остров

Суммарная радиация	0,0	0,7	4,4	10,3	13,1	12,5	10,6	6,9	3,7	1,3	0,2	0,0	63,7
Поглощенная радиация	0,0	0,2	0,9	2,6	5,9	10,6	8,7	5,7	3,1	1,0	0,1	0,0	38,8
Эффективное излучение	1,8	1,7	2,2	2,4	2,3	2,1	1,7	1,8	2,0	1,9	1,8	2,0	23,7
Радиационный баланс	-1,8	-1,5	-1,3	0,2	3,6	8,5	7,0	3,9	1,1	-0,9	-1,7	-2,0	15,1

## 199. Гримсей

Суммарная радиация	0,2	1,2	5,0	8,8	12,7	13,5	10,5	8,5	4,8	2,1	0,6	0,1	68,0
Поглощенная радиация	0,1	0,4	1,5	3,1	7,6	11,1	8,6	7,0	3,9	1,6	0,3	0,0	45,2
Эффективное излучение	2,2	1,9	2,5	2,4	2,8	2,9	2,8	2,6	2,6	2,3	2,3	1,8	29,1
Радиационный баланс	-2,1	-1,5	-1,0	0,7	4,8	8,2	5,8	4,4	1,3	-0,7	-2,0	-1,8	16,1

200. Стиккисхоульмур

Суммарная радиация . . . . .	0,4	1,5	5,7	9,7	13,5	13,7	12,5	9,2	5,2	2,4	0,8	0,2	74,8
Поглощенная радиация . . . . .	0,1	0,4	2,3	5,8	11,0	11,2	10,2	7,5	4,3	1,9	0,4	0,1	55,2
Эффективное излучение . . . . .	2,5	2,2	3,0	3,0	3,3	3,2	3,1	2,9	2,7	2,5	2,6	2,6	33,6
Радиационный баланс . . . . .	-2,4	-1,8	-0,7	2,8	7,7	8,0	7,1	4,6	1,6	-0,6	-2,2	-2,5	21,6

201. Вестманниэр

Суммарная радиация . . . . .	0,6	2,0	6,3	10,3	13,8	14,0	12,8	10,2	5,7	2,9	1,1	0,3	80,0
Поглощенная радиация . . . . .	0,2	0,6	1,9	4,1	10,4	11,5	10,5	8,4	4,7	2,2	0,5	0,1	55,1
Эффективное излучение . . . . .	2,7	2,6	3,4	3,3	3,5	3,2	3,2	3,1	3,0	2,9	3,2	3,0	37,1
Радиационный баланс . . . . .	-2,5	-2,0	-1,5	0,8	6,9	8,3	7,3	5,3	1,7	-0,7	-2,7	-2,9	18,0

202. Беруфьёрдур

Суммарная радиация . . . . .	0,5	1,7	5,9	10,0	13,5	14,3	12,5	9,5	5,5	2,6	0,9	0,2	77,1
Поглощенная радиация . . . . .	0,2	0,5	1,8	3,5	8,1	11,7	10,2	7,8	4,5	2,0	0,4	0,1	50,8
Эффективное излучение . . . . .	3,1	2,7	3,5	3,2	3,3	3,2	3,1	3,2	3,0	2,9	3,0	2,8	37,0
Радиационный баланс . . . . .	-2,9	-2,2	-1,7	0,3	4,8	8,5	7,1	4,6	1,5	-0,9	-2,6	-2,7	13,8

203. Торсхавн

Суммарная радиация . . . . .	0,7	2,0	6,2	9,9	12,7	13,0	11,1	8,4	5,3	2,8	1,1	0,4	73,6
Поглощенная радиация . . . . .	0,5	1,1	4,7	7,7	10,4	10,9	9,3	7,1	4,4	2,3	0,9	0,3	60,0
Эффективное излучение . . . . .	2,2	2,0	2,4	2,9	2,8	2,8	2,6	2,4	2,5	2,4	2,1	2,2	29,3
Радиационный баланс . . . . .	-1,7	-0,5	2,3	4,8	7,6	8,1	6,7	4,7	1,9	-0,1	-1,2	-1,9	30,7

204. Леруик

Суммарная радиация . . . . .	1,0	2,2	5,2	8,5	11,9	13,3	12,7	9,9	6,2	2,8	1,1	0,6	75,4
Поглощенная радиация . . . . .	0,8	1,7	3,9	6,9	10,0	11,2	10,7	8,3	5,2	2,4	0,9	0,5	62,5
Эффективное излучение . . . . .	2,1	1,9	2,3	2,9	3,2	2,9	2,9	2,7	2,8	2,6	2,4	2,2	30,9
Радиационный баланс . . . . .	-1,3	-0,2	1,6	4,0	6,8	8,3	7,8	5,6	2,4	-0,2	-1,5	-1,7	31,6

Элемент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
---------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	-----

## 205. Берген

Суммарная радиация	1,1	2,4	5,5	9,5	13,1	14,8	13,5	10,2	6,5	3,0	1,1	0,5	81,2
Поглощенная радиация	0,8	1,7	4,1	8,2	11,3	12,7	11,6	8,8	5,6	2,6	0,9	0,4	68,7
Эффективное излучение	2,6	2,4	3,0	3,5	4,0	3,7	3,3	3,1	3,0	3,2	2,6	2,5	36,9
Радиационный баланс	-1,8	-0,7	1,1	4,7	7,3	9,0	8,3	5,7	2,6	-0,6	-1,7	-2,1	31,8

## 206. Флуре

Суммарная радиация	0,8	2,0	5,3	9,4	13,0	14,7	13,7	10,1	6,1	2,6	0,9	0,4	76,0
Поглощенная радиация	0,5	1,0	2,9	7,0	11,2	12,6	11,8	8,7	5,2	2,2	0,7	0,3	63,6
Эффективное излучение	2,6	2,7	3,4	3,5	3,4	3,1	3,0	2,4	2,5	2,8	2,5	2,6	34,5
Радиационный баланс	-2,1	-1,7	-0,5	3,5	7,8	9,5	8,8	6,3	2,7	-0,6	-1,8	-2,3	29,1

## 207. Тронхейм

Суммарная радиация	0,6	1,9	6,0	9,9	13,1	13,2	11,5	8,7	5,0	2,6	1,0	0,3	73,8
Поглощенная радиация	0,3	0,8	2,9	6,9	11,3	11,3	9,9	7,5	4,3	2,1	0,6	0,2	58,1
Эффективное излучение	2,2	2,2	2,7	3,2	3,1	2,6	2,7	2,5	2,4	2,6	2,4	2,3	30,9
Радиационный баланс	-1,9	-1,4	0,2	3,7	8,2	8,7	7,2	5,0	1,9	-0,5	-1,8	-2,1	27,2

## 208. Брённей

Суммарная радиация	0,4	1,5	5,1	9,8	13,3	13,5	11,7	9,0	5,0	2,3	0,8	0,2	72,6
Поглощенная радиация	0,3	1,0	2,9	7,7	11,4	11,6	10,1	7,7	4,3	2,0	0,6	0,1	59,7
Эффективное излучение	2,4	2,2	2,8	3,4	3,4	2,9	2,7	2,9	2,6	2,7	2,6	2,4	33,0
Радиационный баланс	-2,1	-1,2	0,1	4,3	8,0	8,7	7,4	4,8	1,7	-0,7	-2,0	-2,3	26,7

209. Скомвер

Суммарная радиация . . .	0,2	1,1	4,8	9,4	13,2	13,3	11,9	9,0	4,5	1,9	0,5	0,1	69,9
Поглощенная радиация . . .	0,0	0,3	1,2	2,3	7,3	10,9	9,8	7,4	3,8	1,3	0,2	0,0	44,5
Эффективное излучение . . .	2,1	1,9	2,7	3,2	3,2	2,7	2,8	3,0	2,9	2,6	2,2	2,2	31,5
Радиационный баланс . . .	-2,1	-1,6	-1,5	-0,9	4,1	8,2	7,0	4,4	0,9	-1,3	-2,0	-2,2	13,0

210. Тромсё

Суммарная радиация . . .	0,1	1,0	5,0	11,1	13,9	13,8	12,7	8,5	4,2	1,7	0,3	0,0	72,3
Поглощенная радиация . . .	0,0	0,2	1,2	2,8	7,6	11,3	10,4	7,0	3,6	1,2	0,1	0,0	45,4
Эффективное излучение . . .	2,7	2,3	3,0	3,5	3,2	2,9	3,1	3,1	2,5	3,0	2,6	2,8	34,7
Радиационный баланс . . .	-2,7	-2,1	-1,8	-0,7	4,4	8,4	7,3	3,9	1,1	-1,8	-2,5	-2,8	10,7

211. Альта

Суммарная радиация . . .	0,1	0,9	4,8	10,9	10,6	13,8	12,7	8,4	4,0	1,7	0,2	0,0	68,1
Поглощенная радиация . . .	0,0	0,2	1,2	2,7	5,8	11,3	10,4	6,9	3,4	1,2	0,1	0,0	43,2
Эффективное излучение . . .	2,7	2,3	2,8	3,2	2,8	2,9	3,1	3,0	2,3	2,8	2,3	2,6	32,8
Радиационный баланс . . .	-2,7	-2,1	-1,6	-0,5	3,0	8,4	7,3	3,9	1,1	-1,6	-2,2	-2,6	10,4

212. Медвежий, остров

Суммарная радиация . . .	0,0	0,4	3,4	8,6	13,1	12,5	10,2	6,2	2,8	0,8	0,0	0,0	58,6
Поглощенная радиация . . .	0,0	0,1	0,7	2,1	7,2	10,6	8,4	5,1	2,4	0,5	0,0	0,0	37,1
Эффективное излучение . . .	1,8	1,6	1,9	2,1	1,9	1,6	1,6	1,7	1,6	1,4	1,5	1,5	20,2
Радиационный баланс . . .	-1,8	-1,5	-1,2	0,0	5,3	9,0	6,8	3,4	0,8	-0,9	-1,5	-1,5	16,9

213. Исфьорд-Радио

Суммарная радиация . . .	0,0	0,1	2,4	8,1	14,1	14,5	11,0	6,0	2,4	0,4	0,0	0,0	59,0
Поглощенная радиация . . .	0,0	0,0	0,4	1,6	2,8	5,8	9,0	4,9	1,9	0,2	0,0	0,0	28,6
Эффективное излучение . . .	1,9	1,7	2,0	2,2	2,2	1,9	1,7	1,6	1,8	1,8	1,9	1,6	22,3
Радиационный баланс . . .	-1,9	-1,7	-1,6	-0,6	0,6	3,9	7,3	3,3	0,1	-1,6	-1,9	-1,6	4,3

Элемент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
---------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	-----

Норвегия, Швеция, Финляндия

214. Диллехаммер

Суммарная радиация . . .	1,0	2,5	6,1	10,0	13,9	15,4	14,6	11,5	7,1	3,1	1,2	0,5	86,9
Поглощенная радиация . . .	0,5	1,2	3,3	8,0	11,7	12,9	12,3	9,6	6,0	2,6	0,9	0,3	69,3
Эффективное излучение . . .	3,7	3,4	4,1	3,9	3,8	3,3	3,4	3,2	3,2	3,4	3,2	3,2	41,8
Радиационный баланс . . .	-3,2	-2,2	-0,8	4,1	7,9	9,6	8,9	6,4	2,8	-0,8	-2,3	-2,9	27,5

215. Осло

Суммарная радиация . . .	1,0	2,4	5,9	9,6	13,5	15,3	14,5	11,0	7,0	3,6	1,1	0,6	85,5
Поглощенная радиация . . .	0,5	1,2	3,2	7,7	11,3	12,8	12,2	9,2	5,9	3,0	0,8	0,4	68,2
Эффективное излучение . . .	2,8	2,6	3,4	3,8	4,1	3,8	3,9	3,4	3,4	3,1	2,7	2,4	30,4
Радиационный баланс . . .	-2,3	-1,4	-0,2	3,9	7,2	9,0	8,3	5,8	2,5	-0,1	-1,9	-2,0	28,8

216. Карлстад

Суммарная радиация . . .	1,2	2,7	7,5	11,6	15,6	16,4	14,6	11,4	7,3	3,9	1,7	0,8	94,7
Поглощенная радиация . . .	0,6	1,4	4,5	8,7	13,1	13,8	12,2	9,6	6,1	3,3	1,2	0,5	75,0
Эффективное излучение . . .	2,8	3,0	3,5	4,1	4,5	4,2	4,2	3,5	3,7	3,6	3,0	2,6	42,7
Радиационный баланс . . .	-2,2	-1,6	1,0	4,6	8,6	9,6	8,0	6,1	2,4	-0,3	-1,8	-2,1	32,3

217. Стокгольм

Суммарная радиация . . .	1,0	2,5	6,1	10,0	14,0	15,8	14,8	11,6	7,4	3,1	1,2	0,6	88,1
Поглощенная радиация . . .	0,5	1,2	3,4	7,4	11,8	13,3	12,4	9,7	6,2	2,6	0,9	0,4	69,8
Эффективное излучение . . .	2,3	2,2	3,2	4,0	4,3	4,0	3,5	3,4	3,5	3,1	2,7	2,1	38,3
Радиационный баланс . . .	-1,8	-1,0	0,2	3,4	7,5	9,3	8,9	6,3	2,7	-0,5	-1,8	-1,7	31,5

## 218. Фалун

Суммарная радиация . . .	1,0	2,6	7,3	11,5	15,2	15,6	14,3	11,0	6,9	3,5	1,4	0,6	90,9
Поглощенная радиация . . .	0,3	0,8	2,2	6,9	13,1	13,4	12,3	9,5	5,9	2,8	0,9	0,2	68,3
Эффективное излучение . . .	3,2	3,1	4,0	3,8	4,3	3,9	3,3	3,3	3,5	3,3	3,0	2,8	42,1
Радиационный баланс . . .	-2,9	-2,3	-1,8	3,1	8,8	9,5	8,4	6,2	2,4	-0,5	-2,1	-2,6	26,2

## 219. Эстерсунд

Суммарная радиация . . .	0,7	2,1	6,5	10,7	14,2	15,1	13,5	10,0	5,9	2,9	1,1	0,4	83,1
Поглощенная радиация . . .	0,2	0,6	2,0	5,9	12,2	13,0	11,6	8,6	5,1	2,2	0,5	0,1	62,0
Эффективное излучение . . .	2,9	2,8	3,6	3,5	3,9	3,5	3,6	3,3	3,1	3,1	2,9	2,6	38,8
Радиационный баланс . . .	-2,7	-2,2	-1,6	2,4	8,3	9,5	8,0	5,3	2,0	-0,9	-2,4	-2,5	23,2

## 220. Хернёсанд

Суммарная радиация . . .	0,8	2,2	6,6	11,0	15,0	15,7	14,3	10,5	6,2	3,1	1,3	0,4	87,1
Поглощенная радиация . . .	0,2	0,7	2,0	4,4	11,7	13,5	12,3	9,0	5,3	2,7	0,7	0,1	62,6
Эффективное излучение . . .	3,2	2,8	3,5	3,7	4,2	4,0	4,0	3,6	3,3	3,3	3,1	3,5	42,2
Радиационный баланс . . .	-3,0	-2,1	-1,5	0,7	7,5	9,5	8,3	5,4	2,0	-0,6	-2,4	-3,4	20,4

## 221. Умео

Суммарная радиация . . .	0,6	1,9	6,2	10,7	14,3	15,4	14,0	10,1	5,9	2,8	1,0	0,2	83,1
Поглощенная радиация . . .	0,2	0,6	1,9	5,4	12,3	13,2	12,0	8,7	5,1	2,4	0,4	0,1	62,3
Эффективное излучение . . .	2,8	2,7	3,5	3,6	4,0	3,9	3,9	3,5	3,2	3,1	3,0	2,6	39,8
Радиационный баланс . . .	-2,6	-2,1	-1,6	1,8	8,3	9,3	8,1	5,2	1,9	-0,7	-2,6	-2,5	22,5

## 222. Стенселе

Суммарная радиация . . .	0,4	1,8	5,9	10,0	13,9	14,5	12,7	9,4	5,4	2,4	0,9	0,2	77,5
Поглощенная радиация . . .	0,1	0,5	1,8	3,0	9,7	12,5	10,9	8,1	4,6	1,5	0,3	0,1	53,1
Эффективное излучение . . .	2,9	2,9	3,5	3,6	3,7	3,5	3,4	3,1	2,9	3,0	2,9	2,7	38,1
Радиационный баланс . . .	-2,8	-2,4	-1,7	-0,6	6,0	9,0	7,5	5,0	1,7	-1,5	-2,6	-2,6	15,0

Элемент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
223. Хапаранда													
Суммарная радиация . . . . .	0,3	1,5	5,8	10,6	14,0	15,0	13,7	9,7	5,5	2,4	0,7	0,1	79,3
Поглощенная радиация . . . . .	0,1	0,4	1,4	3,2	10,9	12,9	11,8	8,3	4,7	1,8	0,3	0,0	55,8
Эффективное излучение . . . . .	2,9	2,8	3,7	3,9	3,4	3,6	3,6	3,4	3,2	3,1	2,8	2,7	39,1
Радиационный баланс . . . . .	-2,8	-2,4	-2,3	-0,7	7,5	9,3	8,2	4,9	1,5	-1,3	-2,5	-2,7	16,7
224. Йокмокк													
Суммарная радиация . . . . .	0,3	1,7	6,1	11,1	14,6	15,6	13,9	10,0	5,9	2,6	0,8	0,1	82,7
Поглощенная радиация . . . . .	0,1	0,4	1,5	2,8	7,3	13,4	11,9	8,6	5,1	1,3	0,2	0,0	52,6
Эффективное излучение . . . . .	3,4	3,3	4,2	4,4	4,0	3,8	3,8	3,6	3,5	3,7	3,4	3,2	44,3
Радиационный баланс . . . . .	-3,3	-2,9	-2,7	-1,6	3,3	9,6	8,1	5,0	1,6	-2,4	-3,2	-3,2	8,3
225. Каресуандо													
Суммарная радиация . . . . .	0,1	1,2	5,6	11,5	14,0	14,2	12,5	8,2	4,8	2,1	0,4	0,1	74,7
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,3	1,4	2,9	6,9	12,2	10,7	7,0	4,1	1,0	0,1	0,0	46,6
Эффективное излучение . . . . .	3,1	2,9	3,7	3,9	3,2	3,2	3,1	2,8	2,9	3,2	3,0	2,8	37,8
Радиационный баланс . . . . .	-3,1	-2,6	-2,3	-1,0	3,7	9,0	7,6	4,2	1,2	-2,2	-2,9	-2,8	8,8
226. Петсамо													
Суммарная радиация . . . . .	0,1	1,0	5,1	10,8	13,3	13,3	11,9	7,8	3,9	1,6	0,3	0,0	69,1
Поглощенная радиация . . . . .	0,0	0,2	1,3	3,2	7,3	11,2	10,0	6,5	3,3	1,1	0,1	0,0	44,2
Эффективное излучение . . . . .	2,4	2,2	2,5	2,9	2,6	2,6	2,7	2,6	2,2	2,3	2,2	2,1	29,3
Радиационный баланс . . . . .	-2,4	-2,0	-1,2	0,3	4,7	8,6	7,3	3,9	1,1	-1,2	-2,1	-2,1	14,9

## 227. Инари

Суммарная радиация	0,1	1,1	5,4	11,0	13,6	12,2	8,2	4,3	1,8	0,3	0,0	71,6
Поглощенная радиация	0,0	0,3	1,4	3,3	8,3	11,7	7,0	3,7	1,2	0,1	0,0	47,5
Эффективное излучение	2,6	2,8	3,1	3,3	2,9	2,8	2,8	2,5	2,6	2,1	2,6	33,0
Радиационный баланс	-2,6	-2,5	-1,7	0,0	5,4	8,9	4,2	1,2	-1,4	-2,0	-2,6	14,5

## 228. Соданкюля

Суммарная радиация	0,2	1,0	4,9	9,2	13,1	13,3	8,7	4,6	1,8	0,5	0,1	69,9
Поглощенная радиация	0,0	0,3	1,2	2,8	6,6	11,4	7,5	4,0	1,2	0,2	0,0	46,0
Эффективное излучение	2,2	2,4	3,0	3,1	3,0	2,7	2,8	2,6	2,9	2,5	2,4	32,7
Радиационный баланс	-2,2	-2,1	-1,8	-0,3	3,6	8,7	4,7	1,4	-1,7	-2,3	-2,4	13,3

## 229. Куоляярви

Суммарная радиация	0,2	1,2	5,0	9,3	13,1	13,5	8,5	4,6	1,8	0,5	0,1	70,6
Поглощенная радиация	0,0	0,3	1,2	2,7	6,6	11,6	7,3	4,0	1,2	0,2	0,0	46,1
Эффективное излучение	2,2	2,2	2,9	3,1	3,1	2,9	2,7	2,4	2,1	1,9	2,1	30,9
Радиационный баланс	-2,2	-1,9	-1,7	-0,4	3,5	8,7	4,6	1,6	-0,9	-1,7	-2,1	15,2

## 230. Рованиэми

Суммарная радиация	0,2	1,3	5,4	9,7	13,8	14,3	9,3	5,1	2,0	0,6	0,1	75,3
Поглощенная радиация	0,0	0,3	1,4	2,9	6,9	12,3	8,0	4,4	1,3	0,2	0,0	49,3
Эффективное излучение	2,3	2,6	3,3	3,4	3,5	3,3	3,2	2,9	2,7	2,4	2,4	35,6
Радиационный баланс	-2,3	-2,3	-1,9	-0,5	3,4	9,0	4,8	1,5	-1,4	-2,2	-2,4	13,7

## 231. Кусамо

Суммарная радиация	0,3	1,4	5,4	9,5	13,2	13,9	8,8	5,0	2,0	0,7	0,1	73,4
Поглощенная радиация	0,1	0,4	1,4	2,8	7,9	11,7	7,6	4,3	1,5	0,3	0,0	49,2
Эффективное излучение	2,3	2,5	3,1	3,2	3,4	3,0	2,8	2,7	2,1	2,1	2,1	32,7
Радиационный баланс	-2,2	-2,1	-1,7	-0,4	4,5	8,7	4,8	1,6	-0,6	-1,8	-2,1	16,5

Элемент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
---------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	-----

## 232. Оулу (Улеборг)

Суммарная радиация	0,4	1,6	5,7	9,9	13,7	13,9	13,1	9,2	5,1	2,3	0,8	0,2	75,9
Поглощенная радиация	0,1	0,5	1,7	3,5	11,0	12,0	11,3	7,9	4,4	1,7	0,4	0,1	54,6
Эффективное излучение	2,4	2,5	3,1	3,1	3,7	3,2	3,4	3,0	2,7	2,4	2,3	2,2	34,0
Радиационный баланс	-2,3	-2,0	-1,4	0,4	7,3	8,8	7,9	4,9	1,7	-0,7	-1,9	-2,1	20,6

## 233. Каэни

Суммарная радиация	0,5	1,8	6,2	10,0	14,0	14,3	13,8	9,8	5,5	2,3	0,9	0,2	79,3
Поглощенная радиация	0,2	0,5	1,9	4,3	10,8	12,3	11,9	8,3	4,7	1,7	0,4	0,1	57,1
Эффективное излучение	2,4	2,5	3,3	3,2	3,9	3,5	3,9	3,3	2,9	2,2	2,0	2,1	35,2
Радиационный баланс	-2,2	-2,0	-1,4	1,1	6,9	8,8	8,0	5,0	1,8	-0,5	-1,6	-2,0	21,9

## 234. Пиэлисыярви

Суммарная радиация	0,6	1,9	6,4	8,9	14,2	15,0	14,7	9,5	5,7	2,5	1,0	0,1	80,5
Поглощенная радиация	0,2	0,6	1,9	4,0	10,9	12,9	12,6	8,2	4,9	1,9	0,5	0,0	58,6
Эффективное излучение	2,5	2,4	3,4	3,3	3,4	3,7	4,0	3,5	3,4	2,4	2,0	2,0	36,0
Радиационный баланс	-2,3	-1,8	-1,5	0,7	7,5	9,2	8,6	4,7	1,5	-0,5	-1,5	-2,0	22,6

## 235. Куопио

Суммарная радиация	0,6	2,0	6,3	10,2	14,2	14,6	13,9	9,8	5,7	2,5	1,0	0,1	80,9
Поглощенная радиация	0,2	0,6	1,9	4,6	11,4	12,8	12,0	8,4	4,9	2,0	0,6	0,0	59,2
Эффективное излучение	2,3	2,5	3,2	3,4	3,9	3,5	3,7	3,2	2,7	2,3	1,9	2,0	34,6
Радиационный баланс	-2,1	-1,9	-1,3	1,2	7,5	9,1	9,3	5,2	2,2	-0,3	-1,3	-2,0	24,6

## 236. Ювяскюля

Суммарная радиация	0,7	2,0	5,6	8,9	12,9	14,5	14,5	10,5	6,4	2,3	0,7	0,3	79,3
Поглощенная радиация	0,2	0,6	1,7	4,6	11,1	12,4	12,4	9,0	5,5	1,8	0,5	0,1	59,9
Эффективное излучение	2,1	2,4	3,4	3,4	3,9	3,5	3,7	3,3	2,8	2,5	2,0	2,0	35,0
Радиационный баланс	-1,9	-1,8	-1,7	1,2	7,2	8,9	8,7	5,7	2,7	-0,7	-1,5	-1,9	24,9

## 237. Васа

Суммарная радиация . . . . .	0,7	2,1	6,5	10,7	15,0	15,7	14,9	10,4	6,2	2,8	1,1	0,1	86,2
Поглощенная радиация . . . . .	0,2	0,6	2,0	7,2	12,9	13,5	12,8	8,8	5,3	2,2	0,7	0,0	66,2
Эффективное излучение . . . . .	2,6	2,7	3,6	3,5	4,4	4,0	4,0	3,6	3,0	2,9	2,7	2,5	39,5
Радиационный баланс . . . . .	-2,4	-2,1	-1,6	3,7	8,5	9,5	8,8	5,2	2,3	-0,7	-2,0	-2,5	26,7

## 238. Тампере (Таммерфорс)

Суммарная радиация . . . . .	0,7	2,1	5,9	9,5	13,8	15,5	15,1	11,1	6,7	2,6	0,8	0,4	84,2
Поглощенная радиация . . . . .	0,2	0,6	2,1	6,4	11,9	13,3	13,0	9,6	5,8	2,1	0,6	0,1	65,7
Эффективное излучение . . . . .	1,8	2,5	3,7	3,8	4,3	3,9	3,9	3,6	3,0	2,8	2,1	2,1	37,5
Радиационный баланс . . . . .	-1,6	-1,9	-1,6	2,6	7,6	9,4	9,1	6,0	2,8	-0,7	-1,5	-2,0	28,2

## 239. Турку (Або)

Суммарная радиация . . . . .	0,9	2,3	5,9	9,5	14,1	15,9	15,3	11,1	6,8	2,7	1,0	0,5	86,0
Поглощенная радиация . . . . .	0,4	1,0	2,4	6,2	12,1	13,7	13,1	9,6	5,8	2,3	0,7	0,2	67,5
Эффективное излучение . . . . .	1,8	2,4	3,4	3,7	4,5	4,0	3,9	3,5	2,9	2,7	2,3	2,0	37,1
Радиационный баланс . . . . .	-1,4	-1,4	-1,0	2,5	7,6	9,7	9,2	6,1	2,8	-0,4	-1,6	-1,8	39,4

## 240. Мариинхамина

Суммарная радиация . . . . .	1,0	2,3	6,0	9,9	13,9	15,9	15,4	11,5	7,1	3,0	1,1	0,5	87,6
Поглощенная радиация . . . . .	0,5	1,1	2,9	8,2	11,7	13,4	12,9	9,7	6,0	2,5	0,8	0,3	70,0
Эффективное излучение . . . . .	2,1	2,2	3,3	3,8	3,1	4,0	3,9	3,3	3,3	3,0	2,3	2,1	36,4
Радиационный баланс . . . . .	-1,6	-1,1	-0,4	4,4	8,6	9,4	9,0	6,4	2,7	-0,5	-1,5	-1,8	33,6

## 241. Котка

Суммарная радиация . . . . .	0,9	2,2	6,3	9,2	13,3	15,0	14,9	11,0	6,8	2,6	0,9	0,5	83,6
Поглощенная радиация . . . . .	0,4	0,9	2,5	5,9	11,4	12,9	12,8	9,5	5,8	2,2	0,7	0,2	65,2
Эффективное излучение . . . . .	2,0	2,2	3,3	3,5	4,0	3,7	3,7	3,4	2,9	2,6	1,9	1,9	35,1
Радиационный баланс . . . . .	-1,6	-1,3	-0,8	2,4	7,4	9,2	9,1	6,1	2,9	-0,4	-1,2	-1,7	30,1

*Гаврилова Мария Кузьминична*

Радиационный климат Арктики

Редактор *Г. Я. Русакова*

Техн. редактор *М. И. Брайнина*

Корректор *Н. И. Оршер*

---

Сдано в набор 6/III 1963 г. Подписано к печати 27/VI 1963 г. Бумага 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бум. л. 7,13+1 вкл. Печ. л. 14,25. Уч.-изд. л. 15,16. Тираж 800 экз. М-17342. Индекс МЛ-53. Гидрометеорологическое издательство. Ленинград. В-53, 2-я линия, д. № 23. Заказ № 201 Цена 86 коп.

---

Типография № 8 УЦБ и ПП ЛСНХ.  
Ленинград, Прачечный пер., д. № 6.