Тема 2. Солнечная радиация. Определение радиационного баланса

*Цель занятия:* получить представление о балансе солнечной радиации.

*Задание 1.* Ознакомиться с различными видами лучистой энергии Солнца.

*Задание 2.* Ознакомиться с приборами для измерения различных видов лучистой энергии.

**Теоретические сведения**

Солнечная радиация является основным источником энергии на Земле. Количественно лучистая энергия характеризуется мощностью потока радиации, поступающей в единицу времени на единицу поверхности, и называется *интенсивностью радиации*. Интенсивность потока радиации измеряется в Вт/м2. На практике обычно используют данные суммы радиации за какой-либо период: декаду, месяц, вегетационный период. Проходя сквозь атмосферу, лучистая энергия Солнца частично поглощается, рассеивается и отражается от облаков и земной поверхности. Поэтому различают: прямую, рассеянную и отраженную радиацию. Радиация, поступающая на Землю непосредственно от солнечного диска в виде пучка параллельных солнечных лучей, называется *прямой солнечной радиацией S*. Приход прямой радиации на земную поверхность зависит от угла падения солнечных лучей h0. Поток прямой солнечной радиации, падающей на горизонтальную поверхность, называется *инсоляцией: S`=S sin h0*.

Часть солнечной радиации, проходя через атмосферу, рассеивается молекулами атмосферных газов и аэрозолем и создает*рассеянную радиацию D.* Прямая и рассеянная солнечная радиация в сумме составляют *суммарную радиацию Q=S`+D*. Часть солнечной радиации, отраженная от поверхности Земли, называется отраженной солнечной радиацией Rк. Количество отраженной солнечной радиации зависит от свойств отражающей поверхности: цвета, шероховатости, влажности и т.д. Отражательную способность поверхности характеризует ее *альбедо* — отношение отраженной солнечной радиации к суммарной, выраженное в процентах: Ак = (Rк / Q) 100%.

*Собственное излучение Земли Ез* как физического тела, имеющего температуру выше абсолютного нуля, направлено в атмосферу и почти полностью поглощается ею.

Атмосфера, поглощающая некоторую часть солнечной радиации и практически все собственное излучение Земли, нагревается и также излучает энергию. Около 30% этого излучения уходит в космос, а 70% приходит к поверхности Земли и называется *встречным излучением атмосферы Еа*. Количество энергии, излучаемое атмосферой, зависит от ее температуры, содержания углекислого газа, озона и облачности. Поверхность Земли поглощает это встречное излучение почти целиком. Это влияние атмосферы называют парниковым эффектом, оно является важным дополнительным источником тепла, помимо поглощаемой солнечной радиации.

Разность между собственным излучением поверхности Земли и встречным излучением атмосферы называют эффективным излучением Еэф = Ез – Еа.

В ясные и малооблачные ночи эффективное излучение значительно больше, чем в пасмурные, поэтому земная поверхность сильнее охлаждается. Днем эффективное излучение перекрывается поглощенной суммарной радиацией, поэтому температура земной поверхности повышается. В средних широтах земная поверхность за счет эффективного излучения теряет примерно половину того количества тепла, которое получает от поглощения солнечной радиации (70-140 Вт/м2).

*Радиационный баланс* земной поверхности — это разность между приходящими и уходящими потоками лучистой энергии:

B = S` + D + Ea – Eз – Rк.

Это же уравнение можно записать в следующем виде:

B = Q – Rк – Еэф.

Уравнение радиационного баланса для ночного времени:

B = Еа – Ез или В = – Еэф.

Приборы для измерения лучистой энергии

Раздел метеорологии, изучающий потоки лучистой энергии, называется *актинометрией*. Для измерения уровня освещенности используют различные термоэлектрические приборы. Приемной частью термоэлектрических приборов являются термобатареи из спаев двух металлов. Разность температур спаев создается в результате их различной поглотительной способности или помещения спаев в разные радиационные условия.

Прямую солнечную радиацию измеряют *термоэлектрическим актинометром М-3*, для чего приемную поверхность прибора устанавливают перпендикулярно солнечным лучам.

*Пиранометр М-80М* служит для измерения интенсивности суммарной, рассеянной и отраженной радиации. Для измерения суммарной радиации прибор располагают вверх приемной частью без затенения, для рассеянной — при затенении, и, направив приемную часть вниз, определяют интенсивность отраженной радиации.

Для измерения в походных условиях суммарной, рассеянной, отраженной радиации, а также альбедо деятельной поверхности применяют походный *альбедометр М-69.*

Сила тока, возникающая в термобатареях приемных поверхностей термоэлектрических приборов, пропорциональна интенсивности потока солнечной радиации и измеряется с помощью стрелочного гальванометра. Для перевода показаний шкалы гальванометра в абсолютные единицы (Вт/м) применяют переводные множители.

Уровень освещенности измеряют *люксометром Ю-16*, действие которого основано на фотоэлектрическом эффекте.

Измерение радиационного баланса деятельной поверхности осуществляется *балансомером М-10М*.

Продолжительность солнечного сияния, т.е. промежутков времени, когда солнечный диск не закрыт облаками, регистрируют *гелиографом ГУ-1*. Стеклянный шар фокусирует падающие на него солнечные лучи, а по длине прожога на специальной бумажной ленте определяют число часов солнечного сияния.

Подробнее с устройством этих приборов и методикой работы с ними можно ознакомиться, используя источник [2, стр. 16-32].

**Расчетное задание**

Вычислить радиационный баланс, используя данные приложения 2 и следующие формулы:

S`=S sin h0

Q=S`+D

Ак = (Rк / Q) 100%

B = Q – Rк – Еэф.

Исходные данные к теме 2 для задач  
по вычислению радиационного баланса по вариантам

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| h, ° | 19 | 59 | 25 | 34 | 41 | 56 | 38 | 57 | 16 | 47 |
| S, кВт/м2 | 0,80 | 0,82 | 0,79 | 0,85 | 0,84 | 0,83 | 0,82 | 0,84 | 0,64 | 0,85 |
| D, кВт/м2 | 0,07 | 0,14 | 0,11 | 0,14 | 0,10 | 0,13 | 0,10 | 0,16 | 0,07 | 0,14 |
| Еэф, кВт/м2 | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,10 |
| А, % | 18 | 21 | 32 | 25 | 16 | 22 | 17 | 26 | 13 | 23 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 0 |
| h, ° | 14 | 52 | 30 | 60 | 44 | 26 | 27 | 58 | 29 | 42 |
| S, кВт/м2 | 0,66 | 0,82 | 0,85 | 0,81 | 0,83 | 0,73 | 0,83 | 0,85 | 0,81 | 0,84 |
| D, кВт/м2 | 0,07 | 0,13 | 0,08 | 0,13 | 0,14 | 0,08 | 0,08 | 0,12 | 0,08 | 0,10 |
| Еэф, кВт/м2 | 0,11 | 0,10 | 0,09 | 0,10 | 0,09 | 0,10 | 0,10 | 0,08 | 0,10 | 0,08 |
| А, % | 17 | 24 | 30 | 26 | 27 | 14 | 13 | 21 | 24 | 12 |

Таблица значений синусов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| h, ° | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 |
| Sin h | 0,24 | 0,28 | 0,31 | 0,34 | 0,38 | 0,41 | 0,44 | 0,47 | 0,50 | 0,53 | 0,56 | 0,59 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| h, ° | 38 | 40 | 42 | 44 | 46 | 48 | 50 | 52 | 54 | 56 | 58 | 60 |
| Sin h | 0,62 | 0,64 | 0,67 | 0,70 | 0,72 | 0,74 | 0,77 | 0,79 | 0,81 | 0,83 | 0,85 | 0,87 |

Контрольные вопросы

1. Что такое солнечная радиация, в каких единицах она выражается?

2. Какие виды лучистой энергии вы знаете? Охарактеризуйте их.

3. Каково уравнение радиационного баланса для дневного времени?

4. Каково уравнение радиационного баланса для ночного времени?

5. Назовите актинометрические приборы, для чего они используются?

6. Что служит приемной частью термоэлектрических приборов?

7. Каким образом с помощью пиранометра М-80М можно измерить различные виды лучистой энергии?