

DOI:10.26104/NTTIK.2023.80.74.006

Турсунбаев Ж.Ж., Смаилов Э.А., Самиева Ж.Т., Хасанов Б.У.

КЫРГЫЗСТАНДЫН ТҮШТҮК-БАТЫШ АЙМАГЫНЫН ГОРИЗОНТАЛДЫК
БЕТИНДЕГИ ТОЛУК КҮН РАДИАЦИЯСЫНЫН ЭФФЕКТИВДҮҮЛҮГҮ

Турсунбаев Ж.Ж., Смаилов Э.А., Самиева Ж.Т., Хасанов Б.У.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СУММАРНОЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ НА ГОРИЗОНТАЛЬНУЮ
ПОВЕРХНОСТЬ ЮГО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА КЫРГЫЗСТАНА

Zh. Tursunbaev, E. Smailov, Zh. Samieva, B. Khasanov

EFFICIENCY OF TOTAL SOLAR RADIATION ON THE HORIZONTAL
SURFACE OF THE SOUTH-WESTERN REGION OF KYRGYZSTAN

УДК: 662.997.534.

Күн радиациясы климатты түзүүчү негизги фактор жана жер бетинде жана анын атмосферасында болуп жаткан бардык физикалык процесстер үчүн иш жүзүндө жалгыз энергия булагы болуп саналат. Курулушта жана архитектурада күн радиациясы экологиянын эң маанилүү параметри болуп саналат. Имараттардын багыты, алардын структуралык, мейкиндик-пландоо, колориттик, пластикалык чечимдер жана башка көптөгөн өзгөчөлүктөрү ушундан көз каранды. Бул макалада маанилүү практикалык мааниге ээ болгон деңиз деңгээлинен бийиктикке жараша жалпы күн радиациясынын кубаттуулугунун бирдигине жараша өзгөрүшүн изилдөөнүн натыйжалары берилген. Кыргыз Республикасынын түштүк-батыш аймагына мониторинг жүргүзүүнүн натыйжасында алынган илимий маалыматтар Глобалдык Күн Ультрафиолет индекси өзгөчө деңиз деңгээлинен 1600 жана 3000 м бийиктикте максималдуу мааниге жеткендигин көрсөтүп турат. Күндүн орточо айлык жалпы радиациясынын минималдуу деңгээли деңиз деңгээлинен 2000-3000 м бийиктикте байкалат. 3,61 тиешелүү мааниси менен; 3,53 жана 3,6 кВт/м². Ал эми деңиз деңгээлинен 400дөн 2000 мге чейинки бийиктикте, тиешелүүлүгүнө жараша, алар орточо мааниге ээ: 4,4; 3,87 жана 4,4 кВт/м². Ал эми жалпы айлык орточо күн радиациясынын максималдуу маанилери деңиз деңгээлинен 3500 жана 4000 м бийиктикте. Кыргызстандын түштүк-батыш аймагындагы горизонталь беттеги жалпы күн радиациясынын деңгээлинин рельефтин бийиктигинен көз карандылыгы сызыктуу эмес жана 3-даражадагы көп мүчөлүү функция менен сүрөттөлөт. $Q_{sum,rad} = 1.1592E-10x^3 - 3.9180E-0.7x^2 - 7.8365E-06x + 4.3635$. Мында Q – горизонталдык беттеги жалпы күн радиациясы (кВт/кв. м/жыл) жана x – аймактын бийиктиги.

Негизги сөздөр: күн радиациясы, деңиз деңгээлинен бийиктик, жалпы, пиранометр, орточо жылдык, горизонталдык бет, эң жогорку күн энергиясы, максимум.

Солнечная радиация является главным климатообразующим фактором и практически единственным источником энергии для всех физических процессов, происходящих на земной поверхности и в ее атмосфере. В строительстве и архитектуре солнечная радиация является важнейшим параметром среды. От нее зависит ориентация зданий, их конструктивные, объемно-планировочные, колористические, пластические решения и многие другие особенности. В данной статье приведены результаты исследования изменения величины мощности суммарной солнечной радиации на единицу площади в зависимости высоты над уровнем моря, имеют важное практическое значение. Полученные научные данные, в результате мониторинга юго-запада Кыргызской Республики показывают, что Глобальный Индекс Ультрафиолета Солнца достигает

максимальной величины, особенно на высоте 1600 и 3000 м над уровнем моря. Минимальные уровни суммарной средне-месячной солнечной радиации, наблюдается на высотах от 2000 до 3000 м н.у.м. с соответствующим значением 3,61; 3,53 и 3,6 кВт/м². А на высотах от 400 до 2000 м н.у.м соответственно имеют средние значения: 4,4; 3,87 и 4,4 кВт/м². И максимальные значения суммарно средне-месячной уровней солнечной радиации находятся на высоте 3500 и 4000 м н.у.м. Зависимость уровня суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность от высоты местности Юго-Западного региона Кыргызстана является нелинейной и описывается полиномиальной функцией 3-го порядка. $Q_{sum,rad} = 1.1592E-10x^3 - 3.9180E-0.7x^2 - 7.8365E-06x + 4.3635$. Где Q – суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность (кВт/кв.м/год) и x – высота местности.

Ключевые слова: солнечная радиация, высота над уровнем моря, суммарная, пиранометр, средне-годовая, горизонтальная поверхность, наивысшая энергия солнца, максимальная.

Solar radiation is the main climate-forming factor and practically the only source of energy for all physical processes occurring on the earth's surface and in its atmosphere. In construction and architecture, solar radiation is the most important environmental parameter. The orientation of buildings, their structural, space-planning, coloristic, plastic solutions and many other features depend on it. This article presents the results of a study of changes in the power of total solar radiation per unit area depending on the height above sea level, which have important practical significance. Scientific data obtained as a result of monitoring the south-west of the Kyrgyz Republic show that the Global Solar Ultraviolet Index reaches its maximum value, especially at an altitude of 1600 and 3000 m above sea level. The minimum levels of total average monthly solar radiation are observed at altitudes from 2000 to 3000 m above sea level. with a corresponding value of 3.61; 3.53 and 3.6 kW/m². And at altitudes from 400 to 2000 m above sea level, respectively, they have average values: 4.4; 3.87 and 4.4 kW/m². And the maximum values of the total monthly average solar radiation levels are at an altitude of 3500 and 4000 m above sea level. The dependence of the level of total solar radiation on a horizontal surface on the height of the terrain in the South-Western region of Kyrgyzstan is nonlinear and is described by a 3rd order polynomial function. $Q_{sum,rad} = 1.1592E-10x^3 - 3.9180E-0.7x^2 - 7.8365E-06x + 4.3635$. Where Q is the total solar radiation on a horizontal surface (kW/sq.m/year) and x is the height of the area.

Key words: solar radiation, altitude above sea level, total, pyranometer, average annual, horizontal surface, highest solar energy, maximum.

Введение. Солнечная радиация является главным климатообразующим фактором и практически

единственным источником энергии для всех физических процессов, происходящих на земной поверхности и в ее атмосфере. Около поверхности Земли можно принять [8] среднюю величину интенсивности солнечной радиации 635 Вт/м^2 . В очень ясный солнечный день эта величина колеблется от 950 Вт/м^2 до 1220 Вт/м^2 . Среднее значение – примерно 1000 Вт/м^2 [$860 \text{ ккал/(м}^2\text{ч)}$].

В строительстве и архитектуре солнечная радиация является важнейшим параметром среды. От нее зависит ориентация зданий, их конструктивные, объемно-планировочные, колористические, пластические решения и многие другие особенности [5-7]. Данные о солнечной радиации, падающей на различно ориентированные по сторонам света вертикальные поверхности, являются необходимыми для определения расхода тепловой энергии на отопление здания. Кроме того, при планировании строительства и установки солнечных панелей немаловажное значение имеет эффективность ее работы [2-4], которая во многом зависит от величины солнечной радиации. Поэтому исследования изменения величины мощности суммарной солнечной радиации на единицу площади в зависимости высоты над уровнем моря, имеют важное практическое значение.

Методика исследования. Актинометр – измерительный прибор, который служит для измерения интенсивности электромагнитного излучения, преимущественно видимого и ультрафиолетового света. В метеорологии применяется для измерения прямой солнечной радиации. Пиранометр – тип актинометра, используемый для измерения солнечной радиации, попадающей на поверхность. Прибор специально разработан, чтобы измерять плотность потока солнечного излучения (то есть в ваттах на квадратный метр), исходящего со всей верхней полусферы. Стандартный пиранометр не требует электропитания. Нами при исследовании применен пиранометр LI200X –

диапазон измерений $0,4-1,1 \text{ мкм}$ (видимый световой и ближнее инфракрасное излучение). Для расчета использованы формулы Duffie and Btckman [9], Allen [10], Tasumi [11].

Результаты исследования. Ранее проведенными нашими исследованиями [1] установлены изменения индексы суммарной дневной и среднедневной солнечной уровня радиации, а также изменения температуры наружного воздуха, влажности в зависимости от высоты над уровнем моря (от 1000 до 6000м). Кроме того, общеизвестно что основной контингент использования солнечных панелей находится на высоте до 4000м. Поэтому для определения эффективности практического применения результатов исследования уровня солнечной радиации в зависимости от высоты (от 400 до 4000 м) над уровнем моря проведены специальные исследования. В таблице 1, приведены данные по суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность, (средняя в кВт/м^2) по месяцам в зависимости от высоты над уровнем моря.

Из данных таблицы 1 видно, что с повышением от высоты над уровнем моря от 400 до 4000 м, отчетливо наблюдается тенденция повышения средней суммарно солнечной радиации, независимо от месяца года. Также необходимо отметить наивысшую энергию солнца в природно-климатических условиях Кыргызстана можно получить с апреля по сентябрь месяцы. Особо следует отметить, что максимальная суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность, (средняя кВт/м^2), приходится на высоты 3500 м и 4000 м над уровнем моря, соответственно 5,3-6,8 и 5,3-7,4 кВт/м^2 . Также следует отметить, что на высоте 400 до 2000 м н.у.м. сохраняется высокий уровень суммарной солнечной радиации, соответственно:

- на высоте 400 м от 5,0 до 6,9 кВт/м^2 ;
- 1000 м от 4,6 до 6,6;
- 1500 м от 5,2 до 6,7;
- 2000 от 4,2 до 5,5 кВт/м^2 .

Таблица 1

Суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность, средняя кВт/м^2 по месяцам в зависимости от высоты над уровнем моря

Суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность средняя кВт/кв.м									
Месяц/высота	Высота над уровнем моря (м)								
	400	800	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
Январь	2,2	1,5	1,3	2,0	1,2	1,1	1,6	2,9	3,3
Февраль	2,9	2,3	1,4	2,9	2,2	2,5	2,1	4,0	4,4
Март	3,7	3,9	3,2	3,8	3,5	3,6	3,3	5,7	6,1
Апрель	5,0	4,9	4,6	5,8	4,5	4,4	4,3	6,8	7,4
Май	5,7	5,5	5,0	5,2	5,2	5,2	4,8	6,9	7,0
Июнь	6,9	6,1	6,1	6,7	5,5	5,3	5,3	6,8	6,7
Июль	6,8	6,3	6,5	5,8	5,1	4,7	5,5	6,3	6,1
Август	6,3	5,7	5,5	6,5	5,1	5,0	5,4	6,0	6,1
Сентябрь	5,4	4,7	4,9	5,9	4,2	4,0	4,6	5,3	5,3
Октябрь	3,7	3,4	3,3	4,1	2,9	2,7	3,3	4,2	4,5
Ноябрь	2,5	2,1	2,5	2,6	2,4	2,4	1,6	3,1	3,5
Декабрь	1,8	1,4	2,1	1,5	1,6	1,5	1,4	2,6	3,0

Необходимо отметить, что природно-климатические условия позволяют достаточно эффективно использовать солнечные панели даже в зимние месяцы (декабрь-февраль): декабрь – от 1,4 до 2,1 кВт/м²; январе – от 1,3 до 2,2 кВт/м² и феврале – от 1,4 до 2,9 кВт/м².

На рисунке 1 представлены графики изменения суммарно средней солнечной радиации на горизонтальную поверхность средняя кВт/м² по высотным зонам юго-запада Кыргызстана.

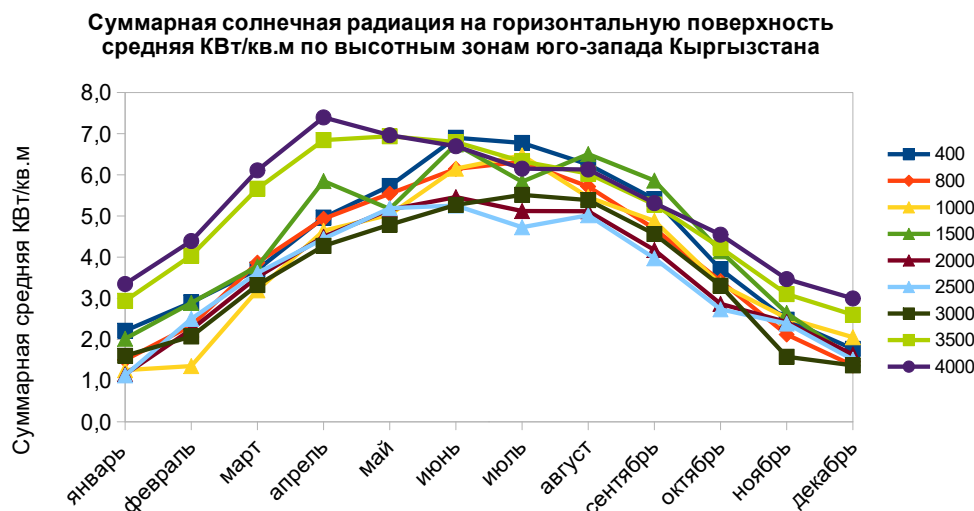


Рис. 1. Графики изменения суммарно средняя солнечная радиация на горизонтальную поверхность средняя кВт/м² по высотным зонам юго-запада Кыргызстана.

Из рисунка 1 наглядно видно, что независимо от высоты над уровнем моря, можно определить ежемесячный разброс суммарно средняя солнечная радиация на горизонтальную поверхность средняя кВт/м² по высотным зонам. На рисунке 2 представлены график изменения суммарно-годовой солнечной радиации по высотным зонам юго-запада Кыргызстана.

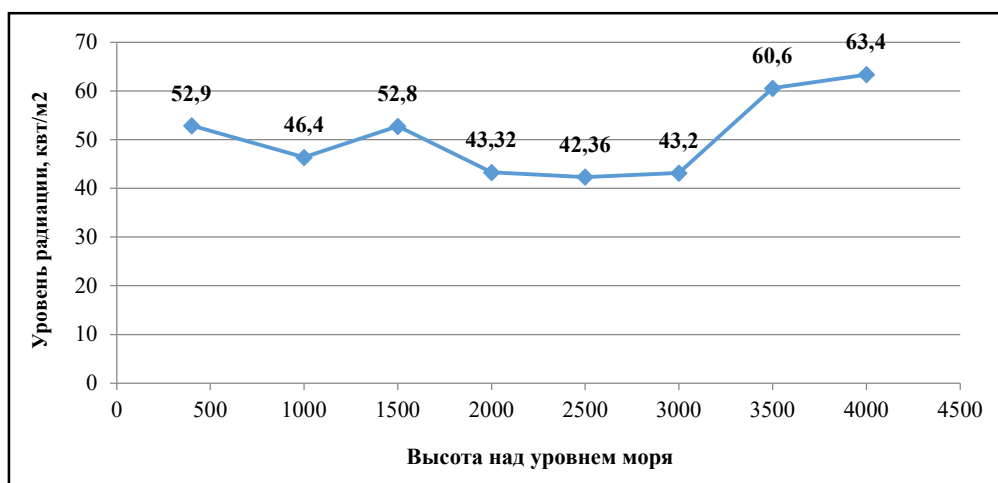


Рис. 2. График изменения среднегодовой солнечной радиации по высотным зонам юго-запада Кыргызстана.

Из графика (рис. 2) отчетливо видно, на каких высотах над уровнем моря в природно-климатических условиях Кыргызстана можно получать в течении года максимальное суммарную солнечную радиацию. Это нижняя точка Баткенская область 400 м н.у.м. до 2000м. С высоты 2000м до 3000м самое низкое 42.3-43.2 кВт/м². Далее с высоты 3000м и выше до 3500 и 4000м оно соответственно повышается до 60,6 и 63,4

кВт/м². Эти данные свидетельствуют о высотах, где эффективность установки солнечных панелей для получения электроэнергии и использования для отопления и горячего водоснабжения.

На рисунке 3 представлены, диаграммы изменения суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность (кВт/м²) юго-запад Кыргызстана высота над уровнем моря 400 м.

Из рисунка 3 видно, что уровень суммарной солнечной радиации на высоте 400 м н.у.м. (нижняя точка Кыргызстана, Баткенская область) в квт/м²: максимальная в июле месяце – 6,8 квт/м² и в июне – 6,9 квт/м², минимальные меньше 2 квт/м² – декабрь (1,8). От 2 до 3 квт/м² три месяца – январь 2,2, февраль (2,9) и ноябрь (2,5) квт/м², от 3 до 4 квт/м² – март (3,7) и октябрь (3,7) квт/м². От 4 до 5 квт/м² – нет, от 5 до 6 квт/м² – 3 месяца – апрель – (5,0), май (5,7), сентябрь

(5,4) квт/м². От 6 до 7 квт/м² – июнь (6,9), июль – (6,8) и август – (6,8) квт/м². В целом территория Кыргызстана 400 м н.у.м. имеет высокую эффективность для размещения панельных солнечных установок для получения электроэнергии и горячего водоснабжения. Среднегодовая величина суммарной солнечной радиации на высоте 400 м. н.у.м. (нижняя точка Кыргызстана, Баткенская область) составляет 4,41 квт/м²:

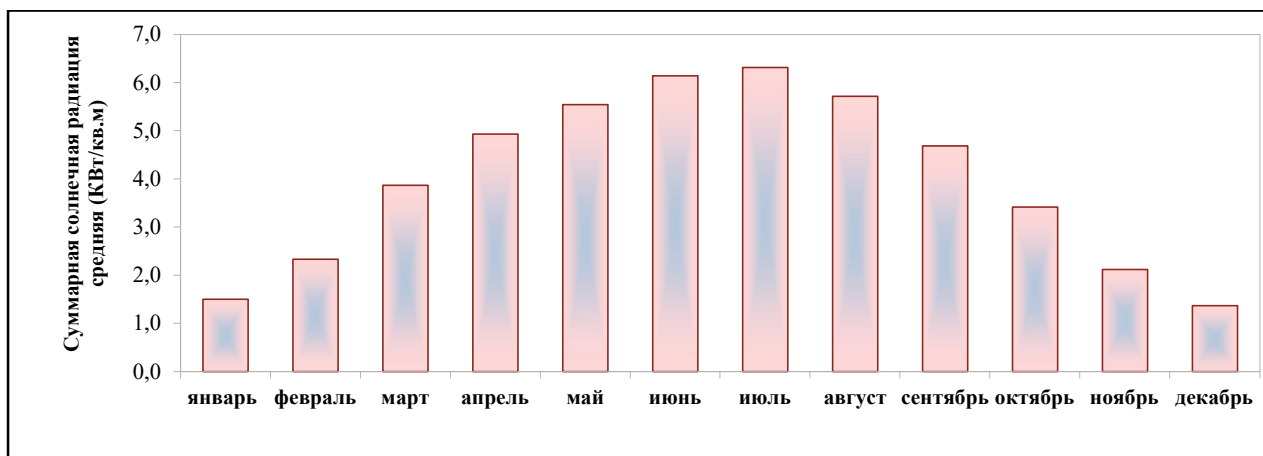


Рис. 3. Диаграммы изменения суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность (квт/м²) юго-запад Кыргызстана высота над уровнем моря 400 м.

На рисунке 4 представлены диаграммы изменения суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность (квт/м²) юго-запад Кыргызстана высота над уровнем моря 1000 м. Из рисунка 4 видно, что уровень суммарной солнечной радиации на высоте 1000 м н.у.м. (большая часть территории южного региона Кыргызстана, где проживает основная часть населения) в квт/м²: максимальная в июле месяце – 6,5 квт/м² и в июне – 6,2 квт/м², минимальные меньше 2 квт/м² – январь (1,3) и февраль (1,4) квт/м². От 2 до 3 квт/м², ноябрь – (2,5) и декабрь – (2,1) квт/м², от 3 до 4

4 квт/м², - март (3,2) и октябрь (3,3) квт/м², от 4 до 5 квт/м², - апрель (4,6), сентябрь (4,9) квт/м², от 5 до 6 квт/м², - май (5,0) и август (5,5) квт/м², от 6 до 7 квт/м², - июнь (6,1) и июль (6,5) квт/м².

В целом территория Кыргызстана 1000 м н.у.м. имеет высокую эффективность для размещения панельных солнечных установок для получения электроэнергии и горячего водоснабжения. Среднегодовая величина суммарной солнечной радиации на высоте 1000м н.у.м. (нижняя точка Кыргызстана, Баткенская область) составляет 3,87 квт/м²:

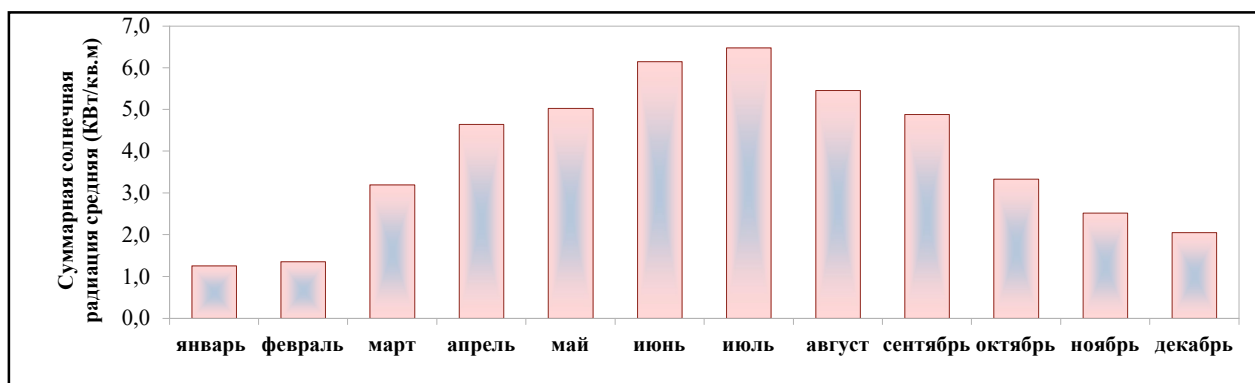


Рис. 4. Суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность (квт/м²) юго-запад Кыргызстана высота над уровнем моря 1000 м.

На рисунке 5 представлены диаграммы изменения суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность (квт/м²) юго-запад Кыргызстана высота над уровнем моря 1500м.

Из рисунка 5 видно, что уровень суммарной солнечной радиации на высоте 1500м н.у.м. (большая часть территории южного региона Кыргызстана, где проживает основная часть населения) в квт/м²: максимальная в июне месяце – 6,7 квт/м² и в августе – 6,5 квт/м², минимальные меньше 2 квт/м² – декабрь (1,5) квт/м². от 2 до 3 квт/м² три месяца – январь (2,0),

февраль (2,9) и ноябрь (2,6) квт/м², от 3 до 4 квт/м² – только март – (3,8) квт/м². От 4 до 5 квт/м² – октябрь – (4,1) квт/м², от 5 до 6 квт/м² – 4 месяца – апрель (5,8), май (5,2), июль (5,8) и сентябрь (5,9) квт/м². От 6 до 7 квт/м² – 2 месяца – июнь (6,7) и август (6,5) квт/м². В целом территория Кыргызстана 1500 м н.у.м. имеет высокую эффективность для размещения панельных солнечных установок для получения электроэнергии и горячего водоснабжения. Среднегодовая величина суммарной солнечной радиации на высоте 1500м н.у.м. составляет 4,4 квт/м²:

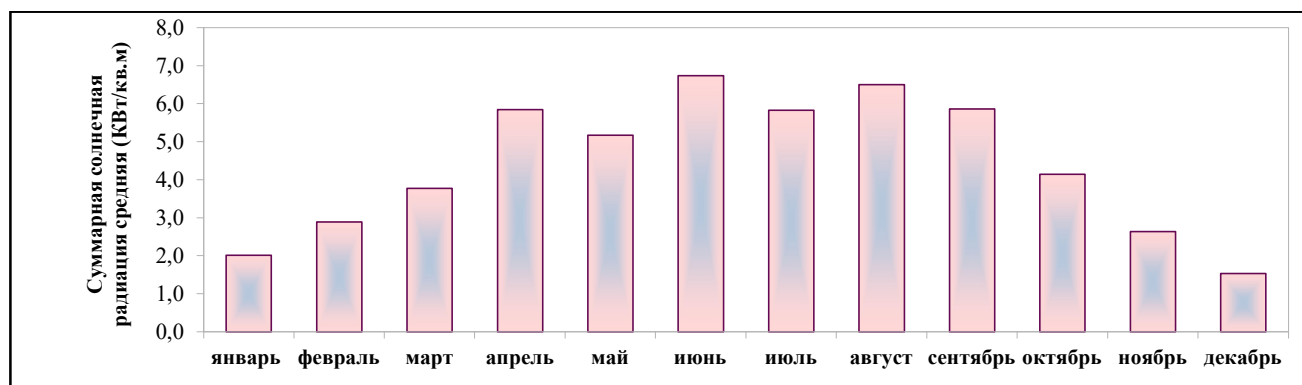


Рис. 5. Суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность (КВт/кв²) юго-запад Кыргызстана высота над уровнем моря 1500 м.

На рисунке 6 представлены диаграммы изменения суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность (квт/м²) юго-запад Кыргызстана высота над уровнем моря 2000 м. Из рисунка 6 видно, что уровень суммарной солнечной радиации на высоте 2000 м н.у.м. (большая часть территории южного региона Кыргызстана, где проживает основная часть населения) в квт/м²: максимальная в июне месяце - 5,5 квт/м² в июне, минимальные меньше 2 квт/м² - январь - 1,2 и декабрь 1,6 квт/м². От 2 до 3 квт/м² три месяца

– февраль (2,2), октябрь (2,9) и ноябрь (2,4) квт/м², от 3 до 4 квт/м² – только март (3,5) квт/м². От 4 до 5 квт/м² - апрель (4,5), сентябрь (4,2) квт/м², от 5 до 6 квт/м² - 4 месяца - май (5,2), июнь (5,5), июль (5,1) и сентябрь (5,1) квт/м². В целом территория Кыргызстана 2000 м н.у.м. имеет эффективность для размещения панельных солнечных установок для получения электроэнергии и горячего водоснабжения. Среднегодовая величина суммарной солнечной радиации на высоте 2000м н.у.м. составляет 3,61 квт/м².

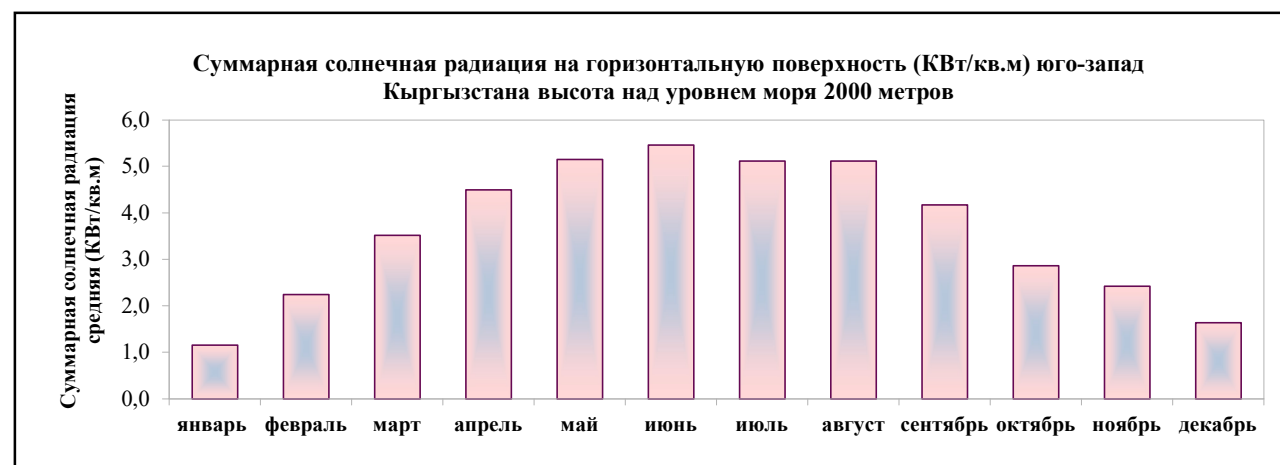


Рис. 6. Суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность.

На рисунке 7 представлены диаграммы изменения суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность (квт/м²) юго-запад Кыргызстана высота над уровнем моря 2500 м.

Из рисунка 7 видно, что уровень суммарной солнечной радиации на высоте 2500 м н.у.м. (большая часть территории южного региона Кыргызстана, где проживает основная часть населения) в квт/м²: максимальная в июне месяце – 5,3 квт/м² в июне, минимальные до 2 квт/м² – январь – 1,1 и декабрь 1,5 квт/м², от

2 до 3 квт/м² три месяца – февраль (2,5), октябрь (2,7) и ноябрь (2,4), от 3 до 4 квт/м² – только март (3,6). От 4 до 5 квт/м² – апрель (4,4), июль (4,7) и сентябрь (4,0), от 5 до 6 квт/м² – 3 месяца – май (5,2), июнь (5,3), август (5,0). В целом территория Кыргызстана 2500 м н.у.м. возможно размещения панельных солнечных установок для получения электроэнергии и горячего водоснабжения. Среднегодовая величина суммарной солнечной радиации на высоте 2500 м н.у.м. составляет 3,53 квт/м²:

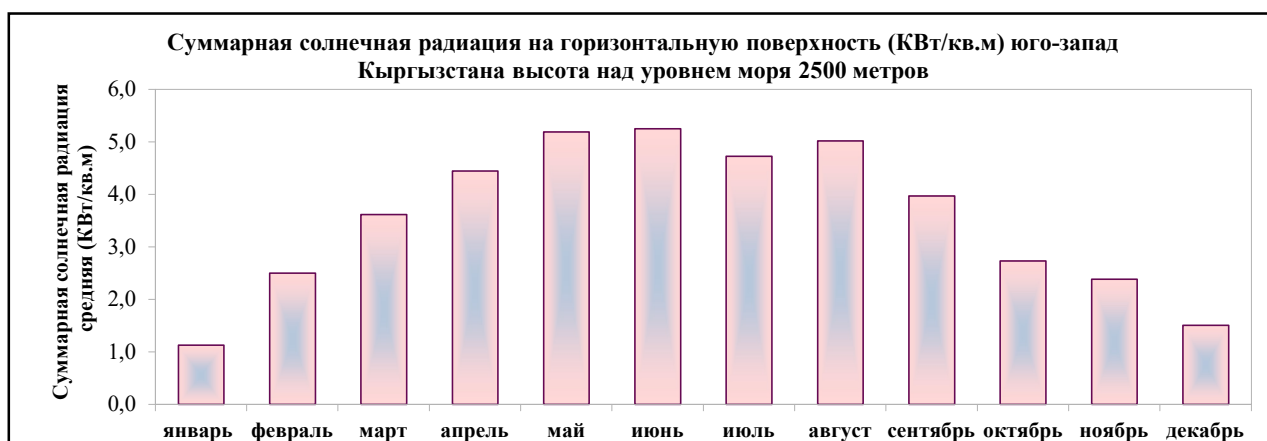


Рис. 7. Суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность (квт/м²) юго-запад Кыргызстана высота над уровнем моря 2500 м

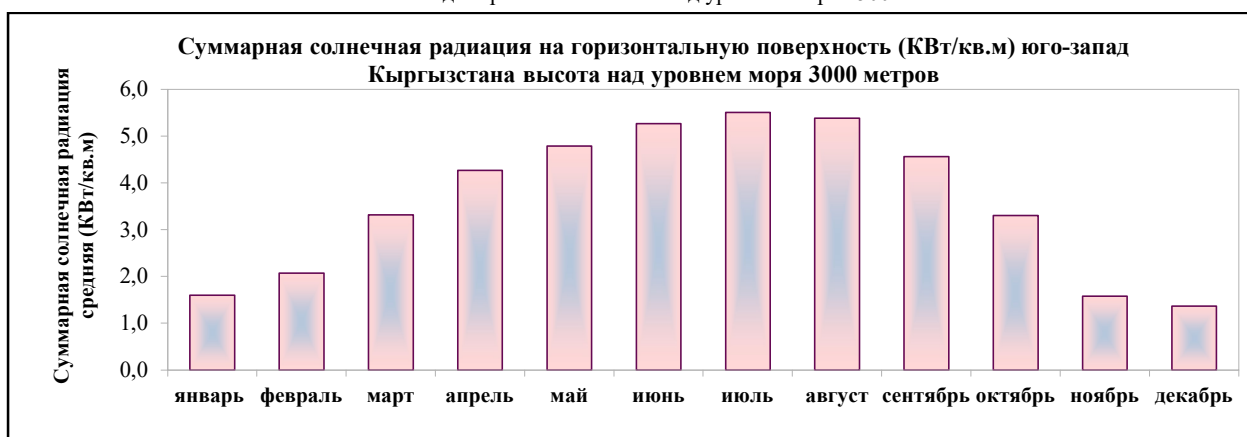


Рис. 8. Суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность (квт/м²) юго-запад Кыргызстана высота над уровнем моря 3000 м.

На рисунке 8 представлены диаграммы изменения суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность (квт/м²) юго-запад Кыргызстана высота над уровнем моря 3000 м. Из рисунка 8 видно, что уровень суммарной солнечной радиации на высоте 3000 м н.у.м. (большая часть территории южного региона Кыргызстана,) в квт/м²: максимальная в июле месяце – 5,5 квт/м², минимальные меньше 2 квт/м² – ноябрь 1,6, декабрь 1,4 и январь 1,6 квт/м². До 3 квт/м² один месяц – февраль 2,1, до 4 квт/м² – март (3,3) и октябрь (3,3). До 5 квт/м² три месяца – апрель (4,3),

май (4,8) и сентябрь (4,6), до 6 квт/м² – 3 месяца – июнь (5,3), июль (5,5) и август (5,4). В целом территория Кыргызстана 3000 м н.у.м. возможно размещения панельных солнечных установок для получения электроэнергии и горячего водоснабжения. Среднегодовая величина суммарной солнечной радиации на высоте 3000м н.у.м. составляет 3,6 квт/м².

На рисунке 9 представлены диаграммы изменения суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность (квт/м²) юго-запад Кыргызстана высота над уровнем моря 3500 м.

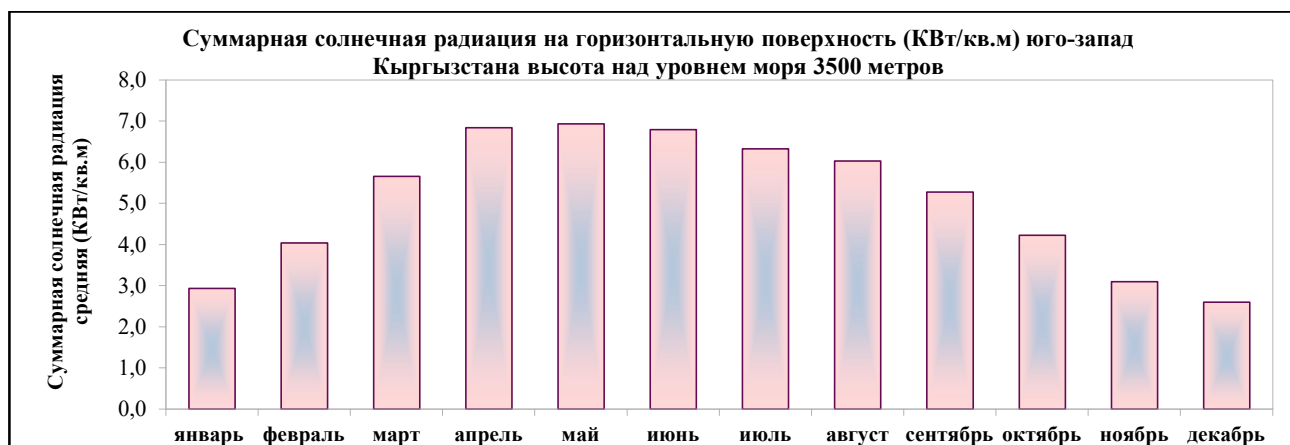


Рис. 9. Суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность (кВт/м²) юго-запад Кыргызстана высота над уровнем моря 3500 м.

Из рисунка 9 видно, что уровень суммарной солнечной радиации на высоте 3500 м.н.у.м. (часть территории южного региона Кыргызстана): максимальная в мае месяце – 6,9 кВт/м², минимальные меньше 3 кВт/м² – декабрь 2,6 и январь 2,9 кВт/м².

На высоте территории Кыргызстана выше 3500 м.н.у.м. суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность (кВт/м²) резко увеличивается, отсутствует суммарная солнечная радиация меньше 2 кВт/м². До 3 кВт/м² всего один месяц – февраль 2,1, до 4 кВт/м² – только ноябрь (3,1). До 5 кВт/м² – февраль (4,0) и октябрь (4,2) до 6 кВт/м² – 2 месяца – март (5,7) и сентябрь (5,3). Создается возможность в течении 5 месяцев получать суммарную солнечную радиацию

до 7 кВт/м², это апрель – (6,8), май - (6,9), июнь – (6,8), июль – (6,3) и август – (6,3). Необходимо особо отметить, что в высоте 3500 м.н.у.м. суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность (кВт/м²) резко повышается. В целом территория Кыргызстана 3500 м.н.у.м. возможно размещения панельных солнечных установок для получения электроэнергии и горячего водоснабжения. Среднегодовая величина суммарной солнечной радиации на высоте 3500 м.н.у.м. составляет 5,05 кВт/м².

На рисунке 10 представлены диаграммы изменения суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность (кВт/м²) юго-запад Кыргызстана высота над уровнем моря 4000 м.

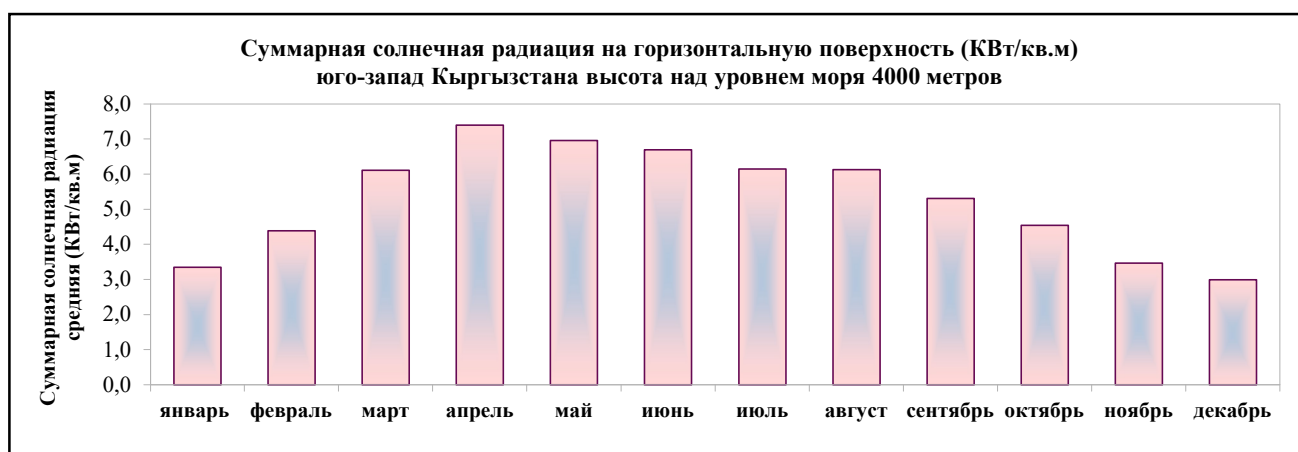


Рис. 10. Суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность (кВт/м²) юго-запад Кыргызстана высота над уровнем моря 4000 м.

Из рисунка 10 видно, что уровень суммарной солнечной радиации на высоте 4000 м.н.у.м.: максимальная в апреле месяце – 7,4 кВт/м², минимальные меньше уже в декабре (3,0), январе (3,3) и ноябре (3,5) кВт/м². На высоте территории Кыргызстана выше

4000 м.н.у.м. суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность (кВт/м²) резко увеличивается, отсутствует суммарная солнечная радиация меньше 2 и 3 кВт/м². До 4 кВт/м² 3 месяца – январь – (3,3), ноябрь – (3,5) и декабрь – (3,0). До 5 кВт/м² 2 месяца – февраль (4,4) и октябрь (4,5), до 6 кВт/м² – только 1

месяц – сентябрь (5,3). Создается возможность в течении 6 месяцев получать суммарную солнечную радиацию до 7 и до 8 квт/м². До 7 квт/м² – это март – (6,1), июнь – (6,7), июль – (6,1) и август – (6,1).

Необходимо особо отметить, что в высоты 4000 м.н.у.м суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность (квт/м²) резко повышается, и уже достигает до 8 квт/м² – это 2 месяца – апрель – (7,4) и май – (7,0).

В целом территория Кыргызстана 4000 м.н.у.м. возможно размещения панельных солнечных установок для получения электроэнергии и горячего водоснабжения. Среднегодовая величина суммарной

солнечной радиации на высоте 4000м н.у.м. составляет 5,28 квт/м².

На рисунке 11 представлен график изменения суммарно среднемесячной уровня солнечной радиации юго-запада Кыргызстана. Из данных рисунка 11 видно, что минимальные уровни суммарной среднемесячной солнечной радиации, наблюдается на высотах от 2000 до 3000м н.у.м. с соответственным значением 3,61; 3,53 и 3,6 квт/м². А на высотах от 400 до 2000м н.у.м соответственно имеют средние значения: 4,4; 3,87 и 4,4 квт/м². И максимальные значения суммарно средне-месячной уровней солнечной радиации находятся на высоте 3500 и 4000 м н.у.м.



Рис. 11. График изменения суммарно среднемесячной уровня солнечной радиации.

Расчет установки солнечного горячего водоснабжения выполняется по часовым суммам прямой и рассеянной солнечной радиации, и температуре наружного воздуха. Величина интенсивности солнечной радиации, температура наружного воздуха принимаются, как правило, по формуле 1.1. Интенсивность падающей солнечной радиации для любого пространственного положения солнечного коллектора и каждого часа светового дня q_i , Вт/м² следует определять по формуле:

$$q_i = P_s I_s + P_D I_D, \quad (1.1)$$

где, I_s – интенсивность прямой солнечной радиации, падающей на горизонтальную поверхность, Вт/м²;

I_D – интенсивность рассеянной солнечной радиации, падающей на горизонтальную поверхность, Вт/м²;

P_s, P_D – коэффициенты положения солнечного коллектора для прямой и рассеянной радиации соответственно.

Коэффициент положения солнечного коллектора для рассеянной радиации следует определять по формуле 1.2:

$$P_D = \cos^2 b / 2 \quad (1.2)$$

где b – угол наклона солнечного коллектора к горизонту.

Коэффициент положения солнечного коллектора S_P для прямой солнечной радиации следует определять по таблице данного приложения. Приведенную интенсивность поглощенной солнечной радиации q , Вт/м² следует определять по формуле 1.13:

$$q_{\Theta} = 0,96 (P_s \Theta_s I_s + P_D \Theta_D I_D) \quad (1.3)$$

где Θ_s, Θ_D – соответственно приведенные оптические характеристики солнечного коллектора для прямой и рассеянной солнечной радиации. При отсутствии паспортных данных могут быть приняты:

$\Theta_s = 0,74, \Theta_D = 0,64$ - для одностекольных и $\Theta_s = 0,63, \Theta_D = 0,42$ - для двустекольных солнечных коллекторов.

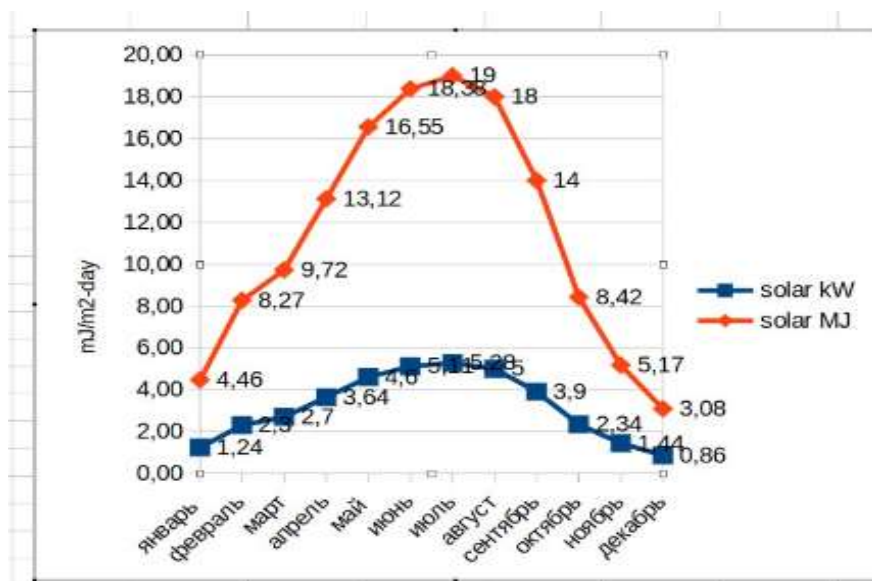


Рис. 12. Уровень солнечной радиации среднемесячные KW ах – прямая, а в MJ ах суммарная (1000 м н.у.м.).

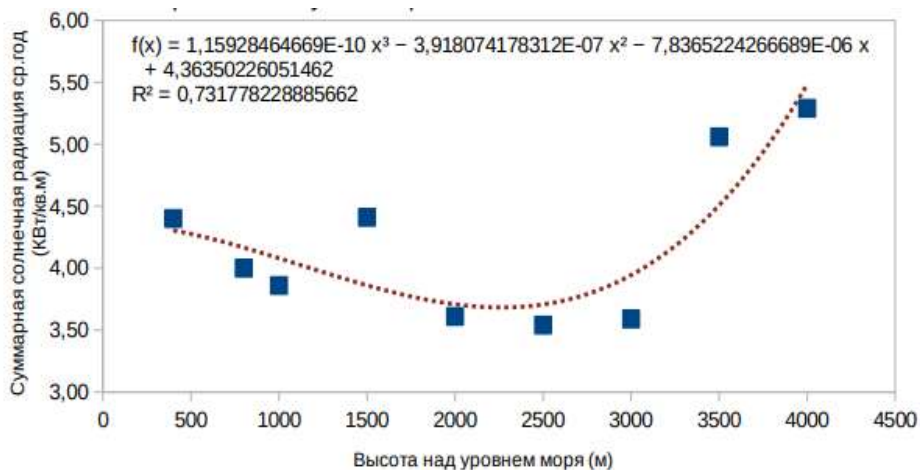


Рис. 13. Зависимость уровня суммарной радиации на горизонтальную поверхность от высоты местности.

Из рисунка 13 видно, что зависимость уровня суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность от высоты местности Юго-Западного региона Кыргызстана является нелинейной и описывается полиномиальной функцией 3-го порядка $Q_{\text{сумм.рад}} = 1,1592E - 10x^3 - 3,9180E - 0,7x^2 - 7,8365E - 06x + 4,3635$. Где Q – суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность (кВт/кв.м/год) и x – высота местности.

Выводы:

1. Полученные научные данные, в результате мониторинга, из различных регионах Кыргызской Республики показывают, что Глобальный Индекс Ультрафиолета Солнца достигает максимальной величины, особенно на высоте 1600 и 3000 м.н.у.м.

2. Минимальные уровни суммарной средне-

месячной солнечной радиации, наблюдается на высотах от 2000 до 3000м н.у.м. с соответственным значением 3,61; 3,53 и 3,6 кВт/м². А на высотах от 400 до 2000м н.у.м соответственно имеют средние значения: 4,4; 3,87 и 4,4 кВт/м². И максимальные значения суммарно средне-месячной уровней солнечной радиации находятся на высоте 3500 и 4000м н.у.м.

Литература:

1. Турсунбаев Ж.Ж. Оценка уровня солнечной радиации по высоте территории Кыргызстана [Текст] / [Турсунбаев Ж.Ж., Смаилов Э.А., Абдыкадыров А.Б., Калчаева З.И.]. – Бишкек: Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана, №7, 2023.
2. Турсунбаев Ж.Ж. Возможности и эффективность использования солнечных нагревателей [Текст] / [Турсунбаев Ж.Ж., Камилев К.С., Исламов М., и др.]. – Бишкек: Наука, новые

- технологии и инновации Кыргызстана, №7, 2023.
3. Смаилов Э.А. Технология послеуборочной обработки табака с использованием солнечной энергии для сушки листьев [Текст] / [Смаилов Э.А., Турсунбаев Ж.Ж., Атамкулова М.Т. и др.]. - Ош: Известия ОшТУ, №2 ч.2, МНПК 60 лет ОшТУ, 2023. – С. 6-13.
 4. Смаилов Э.А. Эффективные способы и техника сушки листьев табака с использованием солнечной энергии в Кыргызстане [Текст] / [Э.А. Смаилов, Ж.Ж. Турсунбаев, З.Б. Зулпуев и др.]. – Барнаул: Вестник АГАУ, 2024.
 5. Турсунбаев Ж.Ж. Тепловая модель и расчетная схема солнечного коллектора [Текст] / Ж.Ж. Турсунбаев, А.А. Тагайматова. – Бишкек: Вестник КНУ им. Ж.Баласагына, №3(111), 2022. – С. 352-359.
 6. Турсунбаев Ж.Ж. Особенности работы солнечных установок с эффектом сифона [Текст] / Ж.Ж. Турсунбаев, А.А. Тагайматова. – Бишкек: Вестник КНУ им. Ж. Баласагына, №3(111), 2022. – С. 346-352.
 7. Турсунбаев Ж.Ж. Разработка контролера автоматического управления для системы солнечного теплоснабжения [Текст] / [Р.А. Омаров, Ж.Ж. Турсунбаев, М.М. Кунелбаев и др.]. – Ош: Известия ОшТУ, №2-1, 2023. – С. 198-207.
 8. Солнечное излучение. <https://uekvarma.ru>.
 9. Duffie J.A. (1980). Solar engineering of thermal processes, J.A. Duffie and W.A. Beckman, 1st Ed., Wiley, New York.
 10. Allen R.G. Assessing integrity of weather data for reference evapotranspiration estimation / R.G. allen.- Irrig. Drain. Eng., - Pp. 97-106.
 11. Tasimi M. (2000). Application of the SEBAL methodology for estimating consumptive use of water and stream flow depletion in the Bear River Basin of Idaho through remote sensing/ Tasimi, M., Allen, R., and Kramber, W.
 12. Кенжаев И.Г., Турсунбаев Ж.Ж. Анализ термодинамических процессов происходящих в энергоустановках // Известия ВУЗов (Кыргызстан). 2011. №6. С. 16-17. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26534681>
 13. Турсунбаев Ж.Ж. Определение площади миделя параболического концентратора для солнечной энергетической установки // Вестник Кыргызстана. 2022. №2-2. С. 148-156. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50397455>