

## Список литературы:

1. [Электронный ресурс] <https://kabar.kg/news/kabmin-podpisal-memorandum-o-vzaimoponimani-i-postroitel-stvu-solnechnoi-elektrostantsii-i-ges-s-ecoener/> (дата обращения: 23.05.2022).
2. **Ашимбекова, Б.** Анализ и обобщение опыта построения ресурсной карты солнечной энергии Кыргызстана [Текст]: магист. дис. Руководитель: Р.А. Акпаралиев.- Б.: Библиография, 2019.- 74 с.
3. **Попель, О.С.** Климатические данные для возобновляемой энергетики России [Текст] / О.С. Попель // База климатических данных.- Москва, 2010.
4. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1-6. Вып. 32. Киргизия ССР. Л.: Гидрометеиздат, 1989.
5. **Исманжанов, А.И.** Күн энергиясы менен иштөөчү курулмалардын тунук каптамалардын жарыктык өткөрүүсүн моделдөө жана эсептөө [Текст] / [А.И. Исманжанов, Ш.И. Клычев, М.С. Самиев и др.] // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУУ, 2015. – №1. – С. 33 – 37.
6. **Исманжанов, А.И.** Влияние движения солнца на мощность коллекторов низкопотенциальных солнечных установок [Текст] / А.И. Исманжанов, Ш.И. Кылычев, О.У. Дилишатов // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУУ, 2015. – №2. – С. 13 – 16.
7. **Караева, З.У.** Проблемы энергетики Кыргызской Республики и пути их решения [Текст] / З.У. Караева // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУУ, 2015. – №2. – С. 135– 138.
8. **Адылова, Э.** О перспективных направлениях развития энергетики в Кыргызстане [Текст] / Э. Адылова // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУУ, 2015. – №2. – С. 142– 146.

DOI:10.54834/16945220\_2022\_2\_29

Поступила в редакцию 10. 05. 2022 г.

УДК 697.132.3

*Дилишатов О. У.**к.т.н., доцент Кыргызско-Узбекского Междун. универ. им. Б.Сыдыкова,  
Кыргызская Республика**Эрмекова З.К.**к.т.н., доцент Кыргызско-Узбекского Междун. универ. им. Б.Сыдыкова,  
Кыргызская Республика**Хасанов Б. У.**соискатель, сотр. гидрометеорологической службы при МЧС Кыргызской Республики*

## ОШ ШААРЫНЫН ЖАНА КАРА-СУУ РАЙОНУНУН АЙМАГЫНДАГЫ КҮНДҮН РАДИАЦИЯСЫН ТАЛДОО ЖАНА ЭСЕПТӨӨ

*Изилдөөнүн предмети катары күн радиациясынын Кыргызстандын түштүк-батыш аймактары үчүн эмпирикалык эсептөө формулалары боюнча жалпы күн радиациясын эсептөө ыкмасынын колдонулушу каралган. Жумуштун негизги максаты Даффи жана Бекман, Бастиансен, Аллен, Харгривс жана Самани, Дооренбос жана Пруиттин эмпирикалык эсептөө формулаларын колдонуу менен Кыргызстандын түштүк-батыш аймактары үчүн жалпы күн радиациясынын көлөмүн аналитикалык эсептөөлөр. Эмпирикалык эсептелген формулаларды колдонуу менен минималдуу метеорологиялык маанилерди колдонуу менен күн радиациясынын жалпы маанисин эсептөө мүмкүнчүлүгү. Изилдөөнүн натыйжасында Күндүн жалпы радиациясынын горизонталдык бетине сандык маанилери максималдуу жана минималдуу аба температураларынын жардамы менен эсептелген. Алынган натыйжалар айкын метеорологиялык аспаптык байкоолор менен салыштырууга арналган. Эсептөө формулаларын колдонуу менен эсептөөлөрдүн натыйжалары регрессиялык анализдин жардамы менен текшерилет. Анын негизги артыкчылыктары абанын максималдуу жана минималдуу температурасын колдонуу менен түз аспаптык байкоолор болбогондо горизонталдык беттеги толук күн радиациясын эсептөөгө өбөлгө түзөт.*

*Негизги сөздөр:* күн радиациясы; спектралдык курамы; түз күн радиациясы; көрүнүүчү спектр; пиранометр.

## АНАЛИЗ И РАСЧЕТ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ОШ И КАРАСУЙСКОГО РАЙОНА

Предметом исследования является использование метода расчета суммарной солнечной радиации по эмпирическим формулам расчета для юго-западных регионов Кыргызстана. Основная цель работы – аналитические расчеты суммы суммарной солнечной радиации для юго-западных регионов Кыргызстана с использованием эмпирических расчетных формул Даффи и Бекмана, Бастиансена, Аллена, Харгривза и Самани, Доуренбоса и Прюитта. Возможность расчета суммарного значения солнечной радиации по минимальным метеорологическим значениям по эмпирически рассчитанным формулам. В результате исследования были рассчитаны численные значения суммарного солнечного излучения на горизонтальную поверхность с использованием максимальных и минимальных температур воздуха. Полученные результаты предназначены для сравнения с четкими метеорологическими инструментальными наблюдениями. Результаты расчетов по расчетным формулам проверяются с помощью регрессионного анализа. Его основные преимущества заключаются в том, что он способствует расчету суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность при отсутствии прямых инструментальных наблюдений с использованием максимальных и минимальных температур воздуха.

**Ключевые слова:** солнечная радиация; спектральный состав; прямая солнечная радиация; видимый спектр; пиранометр.

## ANALYSIS AND CALCULATION SOLAR RADIATION ON TERRITORIES OF OSH AND KARASU DISTRICT

The subject of the study is the use of the method of calculating the total solar radiation using empirical calculation formulas for the southwestern regions of Kyrgyzstan. The main goal of the work is analytical calculations of the sum of total solar radiation for the southwestern regions of Kyrgyzstan using the empirical calculation formulas of Duffy and Beckman, Bastiansen, Allen, Hargreaves and Samani, Dourenbos and Pruitt. The ability to calculate the total value of solar radiation from the minimum meteorological values using empirically calculated formulas. As a result of the study, the numerical values of the total solar radiation on a horizontal surface were calculated using the maximum and minimum air temperatures. The results obtained are intended for comparison with clear meteorological instrumental observations. The results of calculations according to the calculation formulas are checked using regression analysis. Its main advantages are that it contributes to the calculation of total solar radiation on a horizontal surface in the absence of direct instrumental observations using maximum and minimum air temperatures.

**Key words:** solar radiation; spectral composition; direct solar radiation; visible spectrum; pyranometer:

Научная новизна этого метода заключается в расчете приходящей солнечной радиации на горизонтальную поверхность имея минимальные метеорологические параметры такие как, минимальная и максимальная температура воздуха [1].

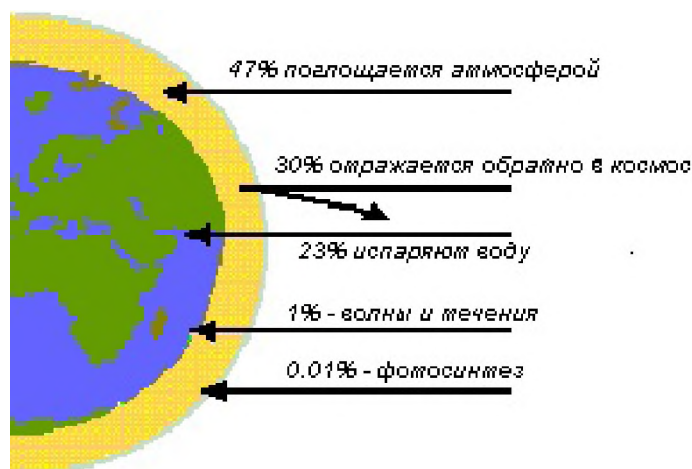


Рисунок 1 - Теплооборот и влагооборот атмосферных циркуляций

В связи с тем, что в метеорологической сети ведутся в единичных случаях актинометрические наблюдения, этот метод считаем наиболее актуальным. В базе данных

метеорологических служб имеются данные по актинометрическим наблюдениям только на репрезентативный период, то есть за 1960-1990 годы, а по всей метеорологической сети за этот же период имеются данные только 2 или 3 метеостанций.

В свете того, что сейчас с изменением климата встает вопрос о использовании возобновляемых источников энергии, считаем, что данный метод будет полезен для расчетов во всех сферах экономики и жизнедеятельности, где будут использоваться данные по солнечной радиации.

Цель сравнить показания пиранометра, с расчетными данными полученные при помощи эмпирических формул для расчета солнечной радиации приходящую на горизонтальную поверхность и использовать в дальнейшем для калибровки прибора и для дальнейших расчетов в тех сферах, где нужны данные по солнечной радиации. Пиранометр LI200X – диапазон измерений 0,4 -1,1 мкм (видимый световой и ближнее инфракрасное излучение). Для расчетов были использованы эмпирические расчетные формулы Duffie and Beckman (1980), Bastiaansen (1995), Allen (1998), Рисунок 1- Теплооборот и влагооборот Hargreaves and Samani (1982), Doorenbos and Pruitt атмосферных циркуляций [2].

В составе солнечной радиации есть наиболее коротковолновая ультрафиолетовая радиация, энергия которой невелика, но которая производит сильнейшее фотохимическое действие на высшие слои атмосферы. Сильно влияет на высшие слои атмосферы и корпускулярная радиация Солнца, т.е. потоки заряженных элементарных частиц, выбрасываемых Солнцем. Ультрафиолетовая и корпускулярная радиация значительно меняется во времени в зависимости от солнечной активности, т.е. от физических процессов, происходящих на Солнце и приводящих, между прочим, к изменению числа солнечных пятен. В связи с этим меняется состояние высших слоев атмосферы, содержание в них озона, их ионизация, электропроводность, что в свою очередь, сказывается и на состоянии нижних слоев, а стало быть, на погоде и климате [3].

Существует три основных цикла атмосферных процессов, определяющих климат. Это так называемые климатообразующие процессы - теплооборот, влагооборот и атмосферная циркуляция. Теплооборот, создающий тепловой режим атмосферы, состоит в следующем.

Сквозь атмосферу проходит поток солнечной радиации.

- Атмосфера частично поглощает солнечные лучи, преобразуя их энергию в теплоту; частично рассеивает их, меняя по качеству (спектральному составу);

- Частично они отражаются назад облаками. Радиация, прошедшая сквозь атмосферу (отчасти и рассеянная атмосферой), падая на земную поверхность, частично от нее отражается, но в большей части поглощается ею и нагревает верхние слои почвы и водоемов. Земная поверхность сама испускает невидимую инфракрасную радиацию, которая в большей части поглощается атмосферой и нагревает ее;

- Атмосфера, в свою очередь, излучает инфракрасную радиацию, большая часть которой поглощается земной поверхностью. В то же время земная и атмосферная радиация непрерывно уходит за пределы атмосферы вместе с отраженной солнечной радиацией, уравновешивая приток солнечной радиации к Земле.

Солнечная радиация - это электромагнитное излучение, сосредоточенное в основном в диапазоне волн длиной 0,28...3,0 мкм. Солнечный спектр состоит из:

- ультрафиолетовых волн длиной 0,28...0,38 мкм, невидимых для наших глаз и составляющих приблизительно 2 % солнечного спектра;

- световых волн в диапазоне 0,38 ... 0,78 мкм, составляющих приблизительно 49 % спектра;

- инфракрасных волн длиной 0,78...3,0 мкм, на долю которых приходится большая часть оставшихся 49 % солнечного спектра.

Растения получают в основном прямую и рассеянную радиацию, в меньшей степени — отраженную. Соотношение видов радиации постоянно меняется под влиянием составляющих атмосферу газов, паров воды, ледяных кристаллов, пыли и других аэрозолей, а также вследствие изменения высоты солнца над горизонтом угла, образованного линией горизонта и направлением солнечных лучей.

Чем меньше угол, под которым падают на землю солнечные лучи, тем длиннее их путь в атмосфере. Наиболее короткий путь лучей при положении солнца в зените. С уменьшением высоты солнца над горизонтом длина пути лучей, а следовательно, их рассеивание и поглощение увеличиваются. Высота солнца меняется в зависимости: а) от географической широты, б) от месяца или сезона, в) от времени суток. На экваторе световой день постоянен, он длится около 12 ч; здесь наиболее высокое солнцестояние в течение всего года [4].

В тропическом поясе разница между самым длинным и самым коротким световым днем составляет всего лишь 1-2 ч в году. В субтропиках солнце в период вегетации стоит высоко над горизонтом, поэтому разница между самым длинным и самым коротким днем возрастает до 3-4 ч в год [5].

В зависимости от географической широты в одни и те же сутки максимальный подъем солнца над горизонтом различен. Летом в южных районах северного полушария утром солнце поднимается быстро, в полдень оно стоит относительно высоко и вечером стремительно снижается; здесь очень быстро ночь переходит в день, день - в ночь.



Рисунок 2 – Высота солнца в зависимости от географической широты, сезона и времени суток

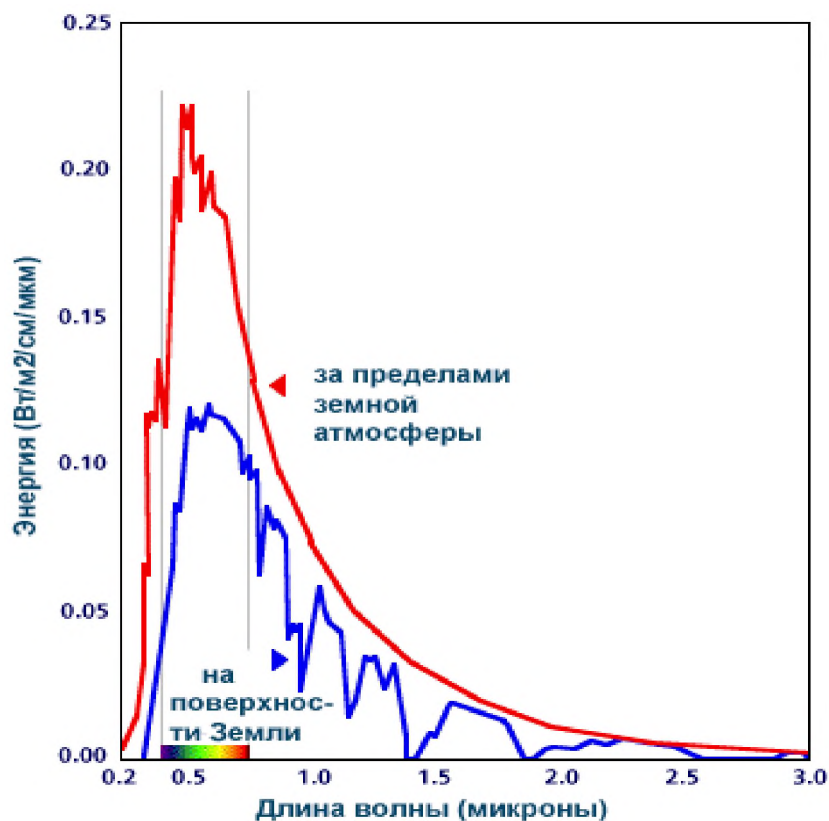


Рисунок 3 – Спектр приходящей солнечной радиации

В более северных районах утром солнце медленно поднимается над горизонтом (утренние сумерки рассвет), более низко стоит в полдень и медленно опускается к вечеру (вечерние



сумерки). Поэтому растения более северных районов длительное время находятся под воздействием утреннего и вечернего освещения при низком стоянии солнца. В южных районах, где период перехода от дня к ночи очень невелик, значительно возрастает время воздействия высокостоящего солнца. От высоты солнца, прежде всего зависит мощность его светового потока. При высоком стоянии солнца на низких широтах (тропические и субтропические районы) количество солнечного света в вегетационный период очень велико.

По мере продвижения в более высокие широты (в северном полушарии на север) не очень высокое солнцестояние в полуденные часы и длинный период рассвета и вечерних сумерек, разумеется, не могут не сказаться на количестве (интенсивности) солнечного света. В середине лета на всех географических широтах высота солнца наибольшая.

Однако учитывать влияние высоты солнца только по количеству света (мощности светового потока), поступающего к растениям, явно недостаточно. Необходимо учитывать еще и качество света. Солнечный свет, достигший поверхности земли, качественно неодинаков. Спектр его обычно подразделяют на три части: невидимые ультрафиолетовые лучи, видимые лучи и невидимые инфракрасные.

Ультрафиолетовые лучи имеют длину волны короче 0,40 мкм. Благодаря наличию озона в верхних слоях атмосферы поверхности земли достигают только так называемые ближние ультрафиолетовые лучи, имеющие длину волны 0,29-0,40 мкм. Более короткие ультрафиолетовые лучи полностью поглощаются озоном уже на высоте 30-50 км.

Видимые лучи, воспринимаемые глазом человека, имеют длину волны 0,40-0,76 мкм. По цветовому ощущению видимые лучи подразделяют на фиолетовые (длина волны 0,40-0,44 мкм), синие (0,44-0,49 мкм), зеленые (0,49-0,56 мкм), желтые (0,56- 0,60 мкм), оранжевые (0,60-0,62 мкм) и красные (0,62-0,76 мкм). Невидимые инфракрасные лучи имеют длину волны больше 0,76 мкм. Эти лучи в значительной мере поглощаются водяным паром.

Спектральный состав прямой солнечной радиации, так же, как и ее интенсивность, не остается постоянным при прохождении через атмосферу. Степень рассеяния и поглощения зависит от длины волны. Чем короче волна, тем сильнее рассеиваются и поглощаются лучи. Так, ультрафиолетовые лучи рассеиваются атмосферой в 15-30 раз, синие в 5-7 раз сильнее, чем красные. Поэтому при низком стоянии солнца, когда лучи должны пройти через атмосферу относительно более длинный путь, коротковолновые лучи почти полностью поглощаются атмосферой. По мере увеличения высоты солнца над горизонтом доля синих, фиолетовых и ультрафиолетовых лучей увеличивается.

Максимум энергии, находившийся в красных лучах, постепенно перемещается и в часы, близкие к полудню, приходится на сине-зеленые и синие лучи. Количество инфракрасных (тепловых) и длинноволновых лучей (красных, желтых) мало меняется в зависимости от высоты солнца (при высоте от 20 до 90°), значительно сильнее меняется количество коротковолновых лучей ультрафиолетовых, фиолетовых и синих.

Облачность существенно влияет на приход прямой солнечной радиации, перистые облака незначительно ослабляют прямую радиацию, при высококучевых облаках только некоторая часть солнечных лучей доступна растениям; при слоистых облаках среднего и нижнего ярусов растения совсем не получают прямой радиации. Облачность вообще, а тем более сплошная сокращает сине-фиолетовую часть рассеянной радиации, в связи, с чем максимум энергии приходится на длинноволновые лучи (0,75—0,80 мкм) [6].

С увеличением высоты солнца увеличивается интенсивность рассеянной радиации. С подъемом солнца над горизонтом до 50° интенсивность рассеянной радиации при безоблачном небе сравнительно быстро возрастает, а в дальнейшем увеличивается незначительно. В количественном отношении при безоблачном небе рассеянная радиация невелика: при высоте солнца над горизонтом 50° она составляет около 10% от прямой. С увеличением запыленности доля рассеянной радиации увеличивается. При облаках среднего яруса интенсивность рассеянной радиации увеличивается, при облаках нижнего яруса уменьшается. При безоблачном небе спектральный состав рассеянной радиации меняется на протяжении дня так же закономерно, как и прямой.

Спектральный состав суммарной радиации, получаемой горизонтальной поверхностью, мало зависит от высоты солнца над горизонтом.

Благодаря приспособленности многих видов растений ориентировать свои листья и соцветия вслед за солнцем, для их роста и развития большое значение имеют прямые солнечные лучи.

Растения, произрастающие в северных районах, получают солнечный свет относительно меньшей интенсивности, чем в южных, и в его спектре преобладают инфракрасные лучи.

В южных районах в световом потоке преобладает коротковолновая радиация (ультрафиолетовые, фиолетовые и синие лучи).

Солнечная радиация влияет на химический состав растений. Отмечено, что сахаристость винограда и сахарной свеклы, содержание белка в зерне пшеницы тесно связаны с количеством солнечных дней, сахаристость плодовых культур — с интенсивностью солнечной радиации. С увеличением прихода прямой солнечной радиации возрастает количество масла в семенах подсолнечника, льна, клецвины, более полно усваиваются фосфат и калий растениями томатов.

Отмечено влияние солнечной радиации и на закладку узла кушения у озимых. Так, при пасмурной или дождливой погоде узел кушения у озимых образуется близко к поверхности почвы (1—2 см), в то время как при солнечной погоде в условиях достаточного увлажнения узел кушения закладывается на глубине 4—5 см. Следовательно, на растение влияют: а) продолжительность солнечного освещения; б) его интенсивность; в) спектральный состав.

Фотосинтетическая активная радиация (ФАР). Физиологи и биохимики изучили влияние солнечного света на фотосинтез растений, т. е. на биологический процесс образования органического вещества из неорганического при поглощении лучистой энергии солнца хлорофиллом зеленых растений. Многочисленные исследования показали, что в процессе фотосинтеза используется не весь спектр солнечной радиации, а только часть его, находящаяся в интервале длин волн 0,38—0,72 мкм, поэтому ее назвали *фотосинтетической активной радиацией* (ФАР). В процессе фотосинтеза для создания разнообразных органических веществ используется практически только 1—3 % ФАР.

В связи с тем, что ФАР является одним из важнейших факторов продуктивности сельскохозяйственных растений, немаловажное значение приобретает правильное представление о ФАР, учет ее распространения по территории и во времени.

Установлено, что для фотосинтеза необходима интенсивность солнечной радиации, превышающая определенное значение, называемое *компенсационной точкой*. Для многих растений это значение находится в пределах 209—349 Вт/м<sup>2</sup>. При интенсивности радиации нижеуказанного предела на дыхание расходуется больше органического вещества, чем образуется в процессе фотосинтеза. Следует отметить, что компенсационная точка не остается постоянной в течение всего цикла жизни растений [7-9].

Интенсивность фотосинтеза зависит от интенсивности солнечной радиации и с возрастом ФАР до 209—279 Вт/м<sup>2</sup> заметно растет. При дальнейшем увеличении интенсивности ФАР процесс фотосинтеза идет медленнее. В связи с тем, что на листья одного и того же растения в течение дня свет падает под разными углами, листовая пластинка только короткий промежуток времени может быть расположена перпендикулярно к солнечным лучам и, следовательно, освещена максимально.

Учитывая важность солнечной радиации, было принято теоретически рассчитать солнечную радиацию, приходящую на поверхность Земли. Вот еще несколько факторов, по которым нужны данные по солнечной радиации:

- в системе гидрометеорологических наблюдений имеется очень мало метеостанций ведущих актинометрические наблюдения;
- дополнение метеорологических данных данными по солнечной радиации, для дальнейшего его использования для расчетов радиационного и теплового баланса Земли;
- использование расчетных данных в сельском хозяйстве, гидроэнергетике, при проектировании альтернативных источников энергии;

- сравнение расчетных данных с фактическими измерениями пиранометром LI200X с использованием в последующем данных для калибровки прибора.

- сравнить показания пиранометра, с расчетными данными полученные при помощи расчетов, и использовать в дальнейшем для калибровки прибора и для дальнейших расчетов.

**Пиранометр LI200X** – диапазон измерений 0,4 -1,1 мкм (видимый световой и ближнее инфракрасное излучение). Для расчета были использованы формулы Duffie and Beckman (1980), Bastiaansen (1995), Allen (1998), Hargreaves and Samani (1982), Doorenbos and Pruitt (1977) [8,10,11].

В диаграмме (рисунок 4) приведены сравнение расчетных данных города Ош с фактическими измерениями, преимущество данного метода в том что, имея минимальные метеорологические параметры, есть возможность рассчитать суммарную солнечную радиацию приходящую на горизонтальную поверхность. Расчеты произведены программой Excel, ниже представлена диаграмма со статистическими данными.

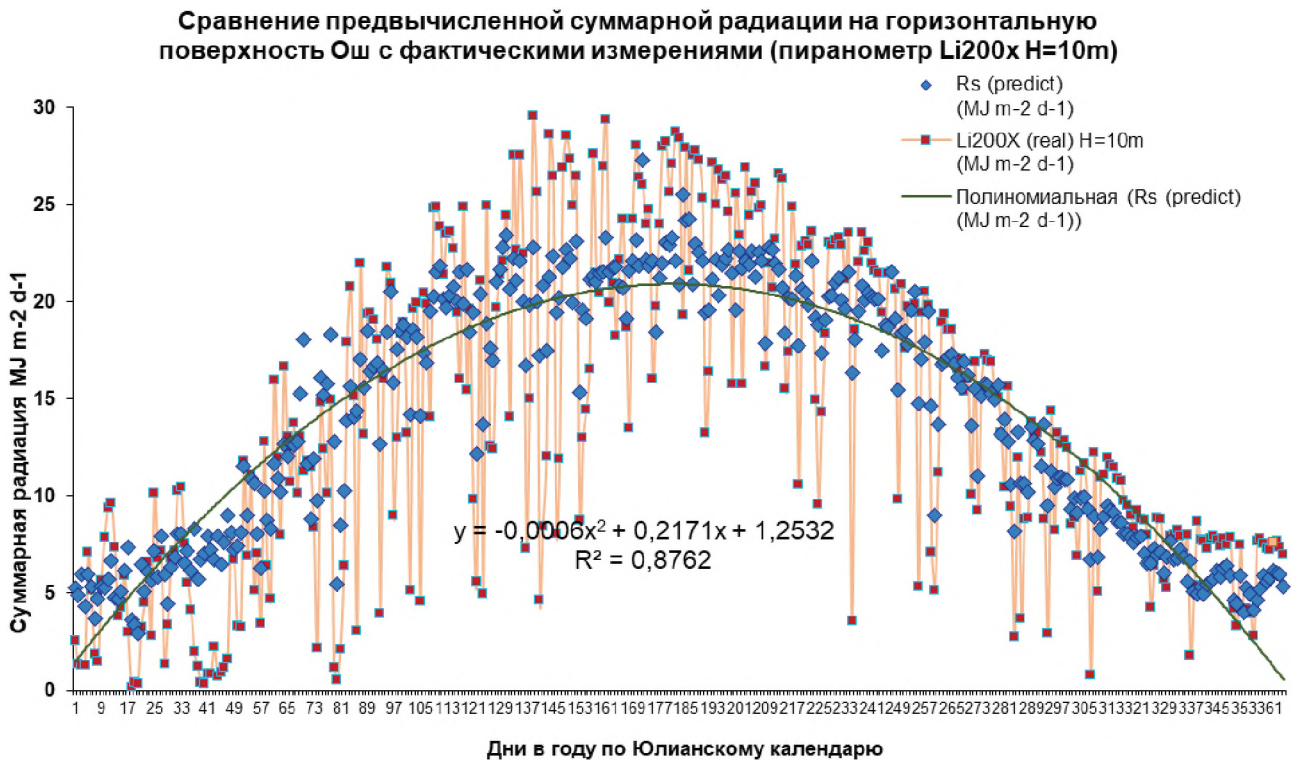


Рисунок 4 – Диаграмма сравнение вычисленной суммарной радиации на горизонтальной поверхности города Ош с фактическими измерениями

Для расчета суточных сумм суммарной радиации использован метод, предложенный Hargreaves & Samani формула выглядит так:

$$R_s = K_r (T_{max} - T_{min})^{0.5} R_a,$$

где:  $T_{max, min}$  – соответственно суточная температура воздуха,  $R_a$  – околоатмосферная радиация, формула для расчета предложенный от Duffie & Beckman

$$R_a = \frac{24(60)}{\pi} G_{sc} d_r [\omega_s \sin(\varphi) \sin(\delta) + \cos(\varphi) \cos(\delta) \sin(\omega_s)],$$

где:  $G_{sc}$  – солнечная постоянная,  $d_r$  – относительное расстояние от земли до солнца и остальное широта склонение и т.д.

$K_r$  – формула для расчета предложенный от Allen как

$$K_r = K_r a (P/P_o)^{0.5},$$



где:  $P$  – атмосферное давление места,  $P_0$  – атмосферное давление на уровне моря,  $K_{га}$  – эмпирический коэффициент равный 0,17 для суши и 0,2 для местности около водных бассейнов, выбран 0,17 для расчета [9-11].

В диаграмме (рисунок 5) расчет производился для Кара-Суу, то есть, использованы метеорологические данные для расчета солнечной радиации этого района.

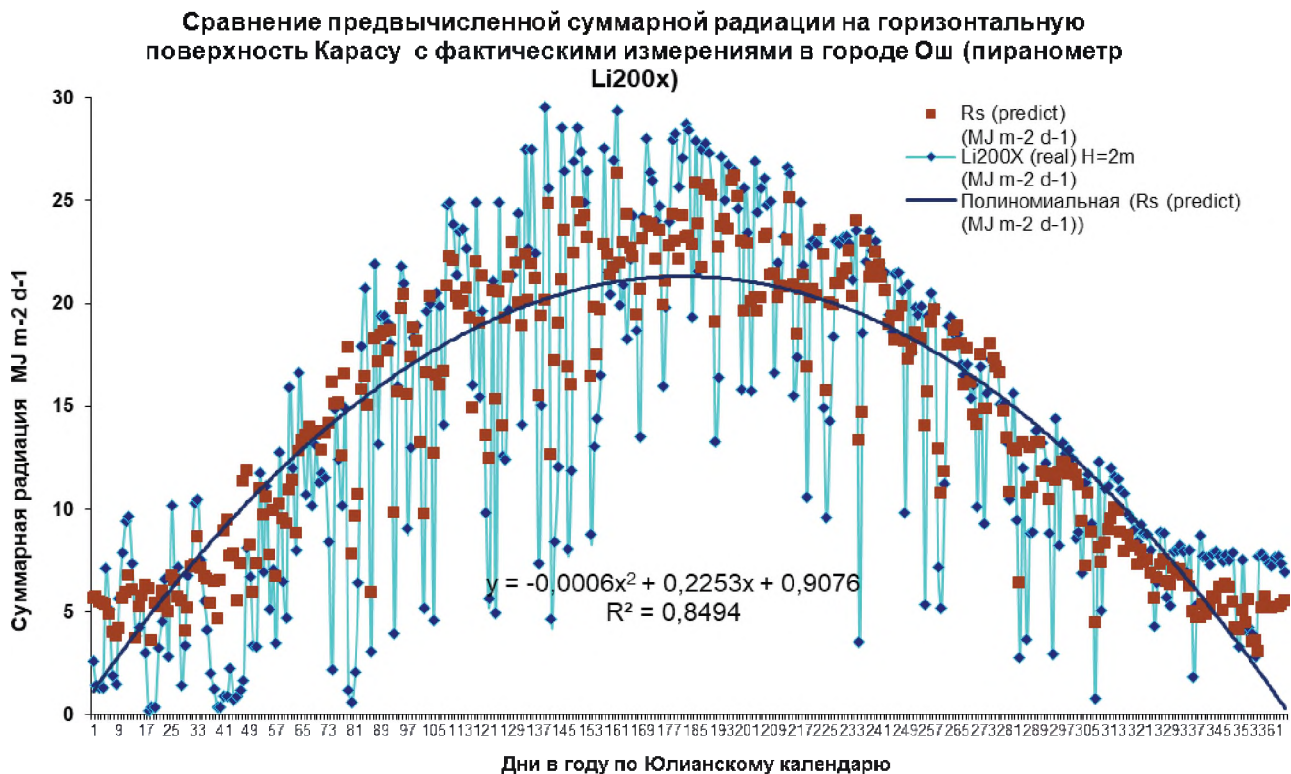


Рисунок 5 – Диаграмма сравнение вычисленной суммарной радиации на горизонтальную поверхность города Кара-Суу с фактическими измерениями в городе Ош.

В расчетах введены поправки на географическое положение местности, высота над уровнем моря и т.д. В связи с тем, что эта станция находится близко, и находится в одной широте, расчеты были сравнены с фактическими измерениями, которые производились в городе Ош.

#### Выводы:

1. Имея минимальные метеорологические данные возможно рассчитать суммарную солнечную радиацию для того района, где не ведутся актинометрические наблюдения. В данной работе получены хорошие показатели коэффициента детерминации расчетных данных с фактическими измерениями;
2. Полученный коэффициент детерминации парной корреляции соответствует числу 0,87 для города Ош и 0,85 для города Кара-Суу. По соотношению Чеддока эмпирический коэффициент корреляции можно оценить, как «связь тесная»;
3. При оценке регрессионных моделей это интерпретируется как соответствие модели данным. Для приемлемых моделей предполагается, что коэффициент детерминации должен быть хотя бы не меньше 50%. Модели с коэффициентом детерминации выше 80% можно признать достаточно хорошими;
4. В данной работе были использованы данные метеорологических станций Ош и Кара-Суу за 2018 год.

#### Список литературы:

1. Эрмекова, З.К. Коэффициенты потока скатных прозрачных ограждений солнечных установок [Текст] / З.К. Эрмекова // Наука.Образование.Техника.-Ош: КУУ, 2019. - №1. - С.12-16.



2. Кыргызстан. Окружающая среда и природные ресурсы для устойчивого развития. ПРООН в Кыргызской Республике [Текст]. – Бишкек, 2007. – 92 с.
3. Дилишатов, О.У. Влияние климата горных регионов на эксплуатационные характеристики низкопотенциальных солнечных установок [Текст] / О.У. Дилишатов // Инновационные технологии в науке и образовании : матер. V Междун. науч.-практ. конф.– Чебоксары: ЦНС Интерактив плюс, 2016. – С. 63-66.
4. Allen, R.G. Assessing integrity of weather data for reference evapotranspiration estimation [Текст] / R.G. Allen.- Irrig. Drain. Eng., 1996.- 122(2).- Pp. 97-106.
5. Duffie, J. A. (1980). Solar engineering of thermal processes, J. A Duffie and W. A. Beckman, 1st Ed., Wiley, New York.
6. Duffie, J. A. (1991). Solar engineering of thermal processes, J. A. Duffie, and W. A. Beckman, 2nd Ed., Wiley, New York.
7. Recktenwald, G. (2004). “Solar radiation and solar angles.” G Recktenwald, Mechanical Engineering Dept., Portland State Univ., Portland, Ore. N. J Rosenberg, B.I.Blad,..., and Verma, S. B. Microclimate—The biological environment, Wiley. New York. Samani, Z., Nolin, S., Bleiweiss, M., and Skaggs, R. (2005). “Discussion of Predicting Daily Net Radiation Using Minimum Climatological Data.” /. Irrig. Drain. Eng.. 131(4), 388-389.
8. Tasumi, 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/ Tasumi M., Allen R., and Kramber W.
9. Исманжанов, А.И. Разработка и исследование эксплуатационных характеристик мобильной солнечной водонагревательной установки [Текст] / А.И. Исманжанов, С.К. Султанов, И.Р. Рыскулов // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУУ, 2014. – №4. – С. 85 – 89.
10. Исманжанов, А.И. Исследование эксплуатационных характеристик малометаллоемкой солнечной опреснительной установки [Текст] / А.И. Исманжанов, З.К. Эрмекова, И.И. Асанбаев // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУУ, 2016. – №3,4. – С. 13 – 17.
11. Исманжанов, А.И. Влияние рельефа местности на эксплуатационные характеристики низкопотенциальных солнечных теплоэнергетических установок [Текст] / А.И. Исманжанов, О.У. Дилишатов, З.К. Эрмекова // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУУ, 2017. – №2. – С. 7 – 15.

DOI:10.54834/16945220\_2022\_2\_35

Поступила в редакцию 04. 04. 2022 г.

УДК 627.81 (575.2)

*Адылова Э.С.**ст. преп. Кыргызско-Узбекского Межд. универ. им. Б. Сыдыков, Кыргызская Республика**Омурбекова Г.К.**к.т.н., доцент Кыргызско-Узбекского Межд. универ. им. Б. Сыдыков,**Кыргызская Республика**Ормонова Э.М.**ст. преп. Кыргызско-Узбекского Межд. универ. им. Б. Сыдыков, Кыргызская Республика**Жабазыев И.М.**преп. Кыргызско-Узбекского Межд. универ. им. Б. Сыдыков, Кыргызская Республика*

## МАТЕМАТИКАЛЫК МОДЕЛДЕРДИ КОЛДОНУУ МЕНЕН ТОКТОГУЛ СУУ САКТАГЫЧЫНДАГЫ СУУНУН КӨЛӨМҮНӨ ТААСИР ЭТҮҮЧҮ ФАКТОРЛОРДУ АНЫКТОО

*Бул жумушта изилдөөнүн предмети болуп Токтогул гидроэлектростанциянын суунун көлөмү жылылар боюнча талданып, бул суу сактагычтагы болжолдонгон суунун көлөмү каралат. Скалярдык эсептөө алгоритмин жана көп өзгөрмөлүү регрессия теңдемелерин колдонуу менен суунун көлөмүн болжолдоо үчүн математикалык модель түзүү жана аныктоо. Токтогул суу сактагычында топтолгон суунун көлөмүн болжолдоо аныктоо көп сандагы өз алдынча факторлору бар татаал объектилердин классына кирет. Ушуга байланыштуу төмөнкү критерийлер боюнча өндүрүш керек: объективдүү*