

2. Министерство энергетики Кыргызской Республики: официальный сайт [Электронный ресурс]. – Бишкек. – Режим доступа: <http://www.mep.kg/> (дата обращения: 12.12.2021).
3. ВР, British Petroleum Statistical Review of World Energy.- London: UK, 2021.- 70 pp.
4. Медеров, Т.Т. Микрогидроэлектростанция с использованием гидроворонки [Текст] / Т.Т. Медеров, А.Дж. Обозов, Женишбек у. К. // Матер. НТК Молодой ученый – вызовы и перспективы.- Б.: Библиография, 2017.- С. 285–290.
5. Yasser, M. Ahmed et al. A Review on Micro Hydro Gravitational Vortex Power and Turbine Systems [Текст] / M.Yasser, Ahmed // Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering),2014. - С. 1–7.
6. Пат. 1748 КР, МПК F03B13/00, F03B3/04. Микрогидроэлектростанция [Текст] / Т.Т. Медеров, А. Дж. Обозов, Р.А. Акпаралиев, Р.Э. Исаев, Р.М. Ботпаев.; Бишкек.– № 20140049.1; заявл. 08.05.2014 ; опубл. 30.06.2015, Бюл. № 6. – 8 с. : ил.
7. Медеров, Т.Т. Исследование и разработка бироторной микрогидроэлектростанции [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук.: 05.14.08 / Т.Т. Медеров. - Бишкек, 2017. - 150 с.
8. Abhijit, Date. Investigating the Potential for Using a Simple Water Reaction Turbine for Power Production From Low Head Hydro Resources [Текст] / Date Abhijit, Date Ashwin, Aliakbar Akbarzadeh // Energy Conversion and Management.- 2013.- Pp. 257–270.
9. Abhijit, Date . Design and Cost Analysis of Low Head Simple Reaction Hydro Turbine for Remote Area Power Supply [Текст] / Date Abhijit, Aliakbar Akbarzadeh // Renewable Energy,2009. – Pp. 409–415.
- 10.[Электронный ресурс]. <https://www.energovector.com/energoznanie-potochnye-ges.html> (дата обращения: 31.12.2021).
11. Пакирдинов, Р.Р. К созданию микроэлектростанций с вращающимися статором [Текст] / Р.Р. Пакирдинов, Б.Т. Кадырбекова, Р.Т. Осмонбеков // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУУ, 2011. – №3,4. – С. 93 – 96.
12. Нурмаматов, А.Т. Микро ГЭСтеги колдонулуучу гидротурбиналар [Текст] / А.Т. Нурмаматов // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУУ, 2013. – № 1. – С. 64 – 66.

DOI:10.54834/16945220\_2022\_2\_22

Поступила в редакцию 25. 03. 2022 г.

УДК: 551.521.:528.913

*Акпаралиев Р.А.**к.т.н., доцент Кыргызского госуд. техн. универ., Кыргызская Республика**Медеров Т.Т.**к.т.н., доцент Кыргызского госуд. техн. универ., Кыргызская Республика**Обозов А.Дж.**д.т.н., профессор Кыргызского госуд. техн. универ., Кыргызская Республика**Ашимбекова Б.**аспирант Кыргызского госуд. техн. универ., Кыргызская Республика*

## РЕСУРСТАР КАРТАСЫН ТҮЗҮҮҮ ҮЧҮН КҮН РАДИАЦИЯСЫНЫН МААЛЫМАТТАРЫН АНАЛИЗДӨӨ

*Бул жумушта изилдөөнүн предмети болуп күн нурунун маалыматтары каралган. Жер үстүндөгү актинометриялык байкоолордун жана спутник аркылуу өлчөнгөн күн нурунун салыштыруу маалыматтары изилдөөнүн максаты болуп эсептелет. Ресурстук картаны түзүүдө күн нурунун көрсөткүчтөрү баштапкы маалыматтардын эң негизгилеринин бири болот. Бул жумушта жер үстүндөгү өлчөнгөн күн нурунун маалыматтары жана спутник аркылуу өлчөнгөн маалыматтары белгилүү бир орунда каралат. Белгилүү бир жыл үчүн күн радиациясынын мүнөздөмөлөрү берилген. Ошондой эле, таблица түрүндө маалыматтар. Ар кандай булактардан алынган күн радиациясынын маалыматтарына салыштырма анализ жасалган. Күн электр станциясын долбоорлоодо толук талдоо жана изилдөө жүргүзүү үчүн сунушталган рельефте күн радиациясынын жер үстүндөгү өлчөөлөрүн жүргүзүү зарыл экендиги аныкталды, бирок ресурстук карталар күүдүн потенциалдуу рельефине алгачкы алдын ала баа бере алат. Бул иштин анализинин негизинде Кыргыз Республикасы үчүн күн радиациясынын ресурстук картасын түзүүдө терең талдоо жана изилдөө керекизилдөө керек болгон так баштапкы өлчөнгөн маалыматтар керек экендиги аныкталган. Актинометриялык байкоолор менен күн ради-*

ациясынын спутник менен өлчөөлөрүнүн ортосундагы айырмачылыктын анализинин натыйжалары жана мүнөздөмөлөрү келтирилген.

**Негизги сөздөр:** күн радиациясы; ресурстук карталар; күн энергиясы; потенциал; спутниктик өлчөөлөр; мүнөздөмө.

## АНАЛИЗ ДАННЫХ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ РЕСУРСНОЙ КАРТЫ

*Предметом исследования являются данные солнечной радиации для создания солнечной ресурсной карты. Цель исследования является сравнение наземных актинометрических наблюдений и спутниковых измерений солнечной радиации. Корректные данные солнечной радиация являются главным исходным значением при создании ресурсной карты. В работе рассмотрены справочные данные наземных измерений и спутниковые измеренные данные солнечной радиации для определенной местности. Приведены характеристики солнечной радиации за определенный год. А также, данные в табличной форме. Произведен сравнительный анализ данных солнечной радиации различных источников. Выявлено, что при проектировании СЭС для полного анализа и исследования, необходимо на предполагаемой местности проводить наземные измерения солнечной радиации, однако ресурсные карты могут дать первоначальную предварительную оценку местности солнечного потенциала. На основе анализа данной работы, установлено, что при разработке ресурсной карты солнечной радиации для Кыргызской Республики необходимы точные исходные измеренные данные, которые нуждаются в глубоком анализе и исследовании. Представлены результаты анализа и характеристики расхождения между актинометрическими наблюдениями и спутниковыми измерениями по солнечной радиации.*

**Ключевые слова:** солнечная радиация; ресурсные карты; солнечная энергетика; потенциал; спутниковые измерения; характеристика.

## ANALYSIS OF SOLAR RADIATION DATA TO CREATE A RESOURCE MAP

*The subject of research in the article is solar radiation data for creating a solar resource map. The aim of the study is to compare ground-based actinometrical observations and satellite measurements of solar radiation. Correct solar radiation data is the main input when creating a resource map. The paper considers the reference data of ground-based measurements and satellite measured data of solar radiation for a certain area. The characteristics of solar radiation for a certain year are given. As well as data in tabular form. A comparative analysis of solar radiation data from various sources has been made. It was revealed that when designing a solar power plant for a complete analysis and reseach, it is necessary to carry out ground-based measurements of solar radiation on the proposed terrain, however, resource maps can give an initial preliminary assessment of the solar potential terrain. Based on the analysis of this work, it was found thas when developing a resource map of solar radiation for the Kyrgyz Republic, accurate initial measured data are needed, which require in-depth analysis and research. The results of the analysis and characteristics of the discrepancy between actinometrical observations and satellite measurements of solar radiation are presented.*

**Keywords:** solar radiation; resource cards; solar energy; potential; satellite measurements; characteristic.

В Кыргызской Республике настоящее время уделяется большое внимание развитию солнечной энергетике. Сегодня уже на уровне государства обсуждается возможность использования солнечных электрических станций. В рамках трансформации энергетического сектора на ряду объединения крупных энергетических компаний, осуществляются подписание меморандумов с различными международными компаниями для строительства солнечных электростанций на территории Кыргызской Республики [1].

Как известно солнечные электрические станции (СЭС) преобразуют солнечную энергию в электрическую, которые нуждаются в солнечном потенциале. Для оценки солнечного потенциала в мире уже давно используют современные инструменты, такие как солнечные ресурсные карты, которые определяют потенциальный ресурс местности.

Одними из популярных ресурсных карт являются карты IRENA, World Bank Group, карта ВИЭ ГИС ВИЭР, Карта Атласа солнечных ресурсов Республики Казахстан и др. Ресурсные атласы солнечной энергии, которые, также, могут работать в онлайн режиме используя данные солнечной радиации спутниковых измерений. Однако должны отметить, что карты могут дать данные только для предварительного понимания и оценки местности т.к. процент погрешно-

сти данных по солнечной радиации может быть велик. Поэтому для полноценного анализа, исследования и для составления ТЭО необходимы многолетние наземные измеренные данные солнечной радиации.

В связи с этим разработка специальной ресурсной карты по солнечной радиации для Кыргызской Республики, включающая в себя комплекс уникальных интерактивных карт с большими наборами актуальными исходными данными по солнечной радиации, может быть весьма интересным и привлекательным для специалистов, работающих в области солнечной энергетики и ВИЭ.

Солнечная ресурсная карта Кыргызской Республики должна показывать в любой точке карты по стране в интерфейсе географические координаты местности, локацию, региональное значение или административную принадлежность, рекомендуемый угол наклона, потенциальную мощность в зависимости от геометрических параметров, значение солнечной радиации (суточной, месячной, годовой) на определенные местности, поверхности и другие необходимые данные.

Однако, для разработки солнечной ресурсной карты необходимы данные по солнечной радиации. Сегодня по всей территории Кыргызской Республики практически не ведутся актинометрические наблюдения солнечной радиации и очень трудно найти измеренных достоверных данных по солнечной радиации в свободном доступе [2]. Для примера проведем анализ данных солнечной радиации для определенной местности «Участок».

В связи с этим для анализа были использованы данные «Научно-прикладной справочник по климату СССР выпуск 32 Киргизия» (таблица 1) [4].

«Научно-прикладной справочник по климату СССР. Выпуск 32 Киргизия» содержит результаты климатологической обработки наблюдений, проводимых на метеорологических станциях с длительными и однородными рядами наблюдений, находящихся в наиболее важных народнохозяйственных зонах [2]. Для примера возьмем данные Метеостанции «Фрунзе» за определенный год (таблица 1).

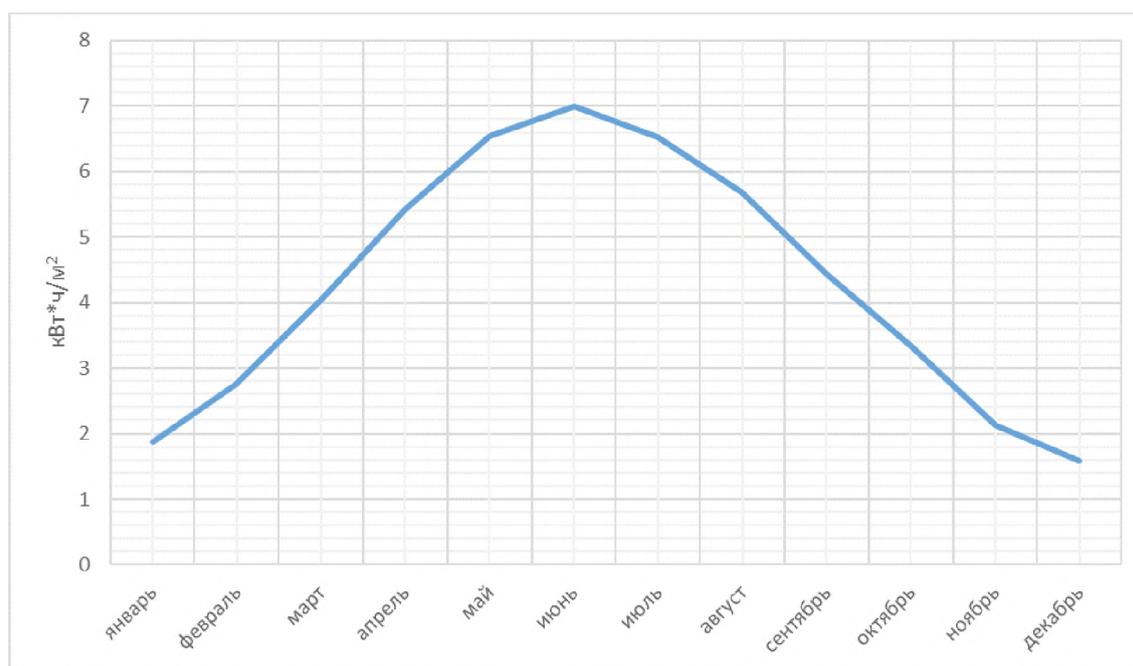


Рисунок 1 – Суммы прямой солнечной радиации за год

На основе справочных данных проведен анализ актинометрических данных солнечной радиации для города Бишкек местность «Участок» для определенного года (рисунок 1):

Как показывает анализ солнечной радиации по актинометрическим данным наиболее высокие значение радиации для выработки электроэнергии с помощью СЭС является летнее время года (рисунок 1). Как видно на рисунке 1 среднее месячное максимальное значение ра-

диации достигает  $7 \text{ кВтч/м}^2$ , а максимальное значение солнечной радиации в сутки можно получить между 12:00-15:00 (рисунок 2). При этом среднемесечное значение солнечной радиации в год составило  $4,24 \text{ кВтч/м}^2$  [2].

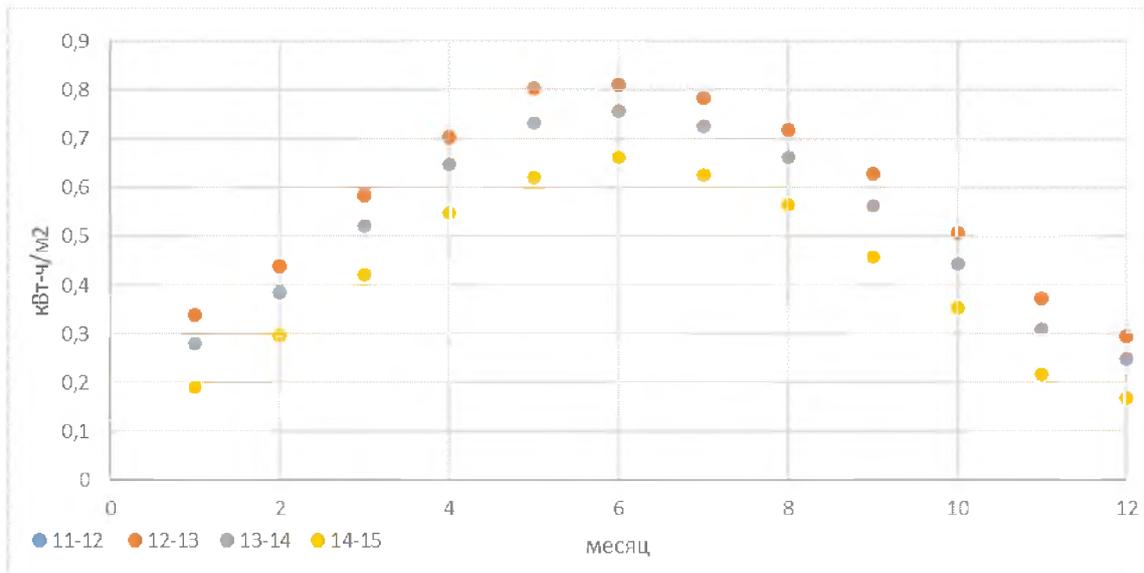


Рисунок 2 – Максимальное значение суммы прямой солнечной радиации за сутки

Однако, как уже было отмечено выше известные ресурсные карты используют данные спутниковых измерений. Поэтому необходимо произвести анализ по сопоставлению данных солнечной радиации, полученных из метеостанции и данные спутниковых измерений.

При проведении исследований данной работы были получены данные по солнечной радиации, находящиеся в свободном доступе от Национального Агентства по Аэронавтике и Исследованию Космического Пространства США (NASA) для исследованной местности «Участок».

Аналогично проведен анализ спутниковых данных солнечной радиации (NASA) для определенного года (рисунок 3):

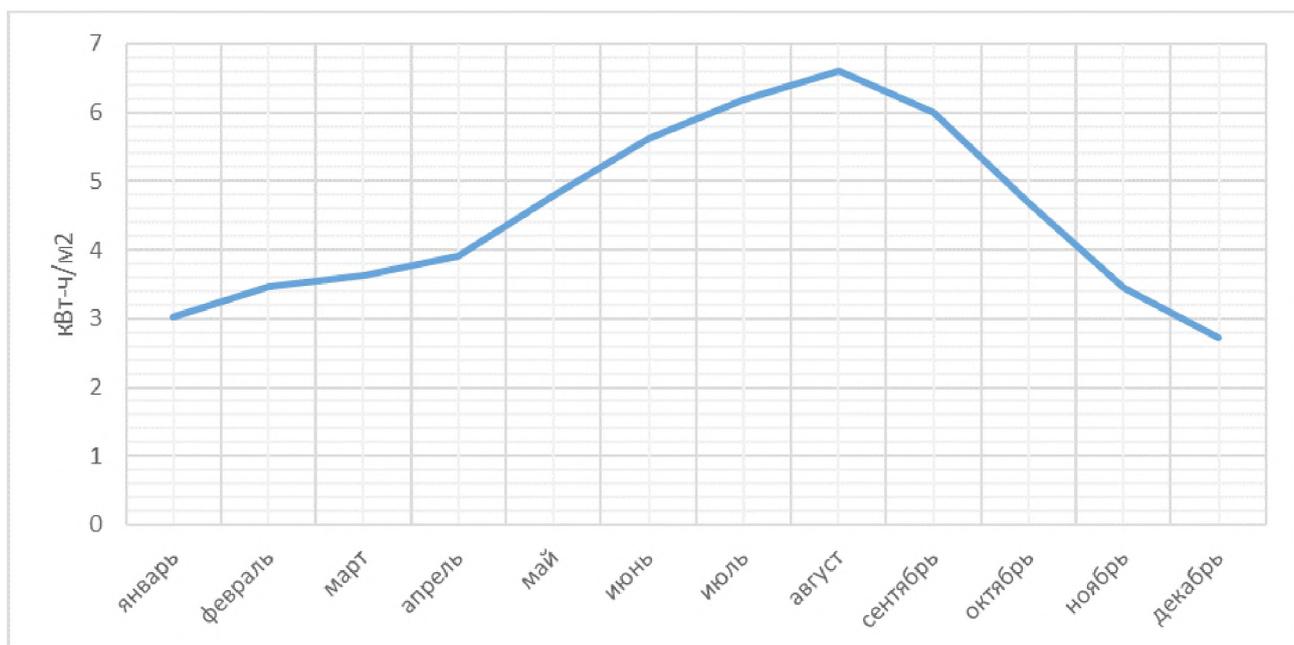


Рисунок 3 – Суммы прямой солнечной радиации за год НАСА

Как показывает анализ солнечной радиации спутниковых данных наиболее высокие значение радиации для выработки электроэнергии с помощью СЭС является летнее время года

(рисунок 3). Согласно рисунка 3 среднее месячное максимальное значения радиации достигает  $6,6 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$  [2].

Произведённый анализ и исследования актинометрических наблюдений на основе метеостанций и спутниковых измерений солнечной радиации для местности «Участок» города Бишкек, показывает расхождение данных солнечной радиации по всем сезонам и суточной радиации (таблице 2).

Далее сопоставление результатов анализа и сравнение актинометрических наблюдений и спутниковых измерений солнечной радиации за многолетний период наблюдений (рисунок 4).

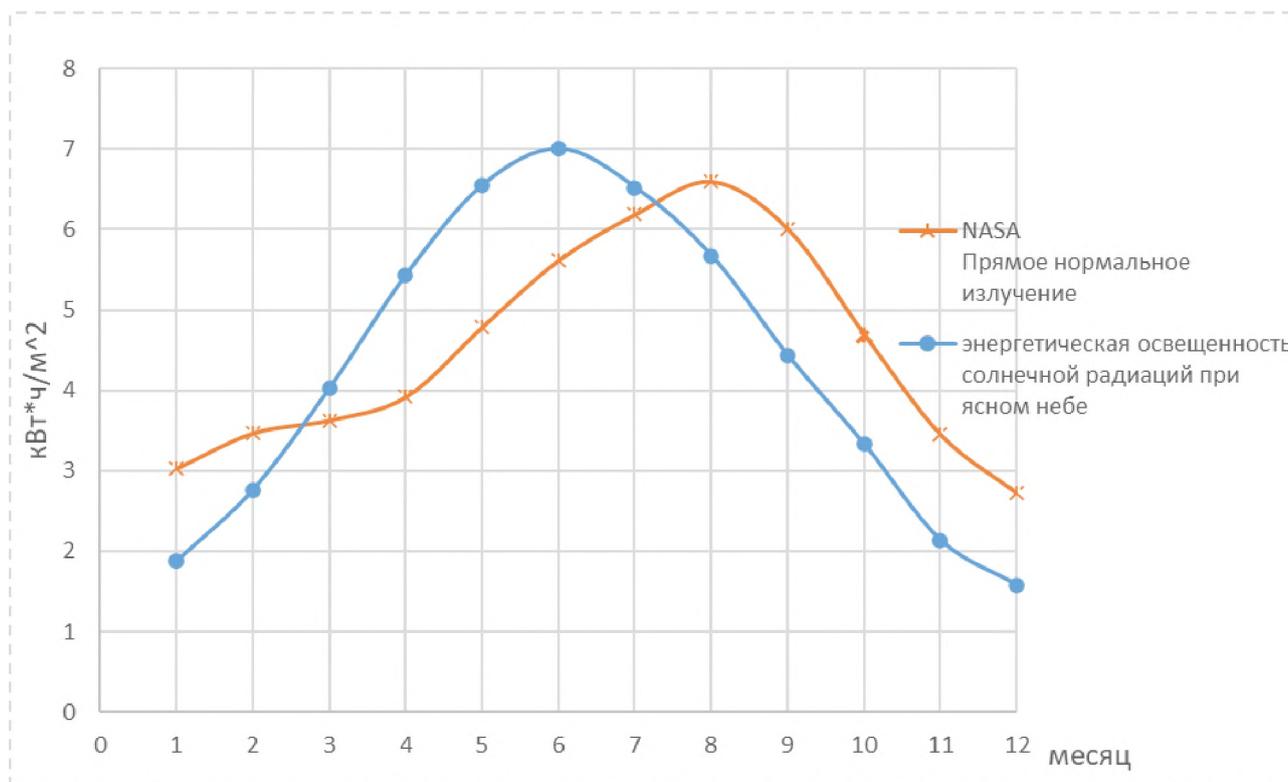


Рисунок 4 – График наземных и спутниковых измерений для данного участка

Как видно на рисунке 4 характер роста и изменения солнечной радиации актинометрических наблюдений и спутниковых измерений (NASA) практически схожи, т.е. в определенных сезонах года радиация повышается и уменьшается, однако зимнее и осеннее время года, данные солнечной радиации спутниковых измерений выше, чем наземных актинометрических наблюдений.

Например, зимнее время года расхождения между актинометрическими наблюдениями и спутниковыми измерениями составляет 42%, а летнее и осеннее время 20 % и соответственно 38 %. В общем, процент разности колеблется от 5,09 до 41,99 %, что в среднем составляет 18% [2].

Согласно мнению специалистов, погрешность измеряемых данных мировыми ресурсными картами могут, колеблется около 15% [3].

Согласно мировому опыту по использованию измерений солнечной радиации и нашему исследованию, что для использования при расчетах и проектирования солнечных установок, работающие на основе ВИЭ необходимо использовать данные, полученные наземными станциями актинометрического наблюдения, которые обладают более точными измерениями на местности. Однако, данные солнечной радиации полученные через спутник могут служить для поверхностного определения потенциала территории. Также, базы данные ресурсных карт могут восполнить отсутствие и недостаток наземных измерений.

Таким образом, при разработке ресурсной карты солнечной радиации для КР на основе определенной программы, должны быть также использованы актинометрические данные солнечной радиации, полученные наземными станциями.

Таблица 1. - Данные солнечной радиации Метеостанции «Фрунзе»

	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	Ед.из.
Суммы прямой солнечной радиации на гориз. поверхность при ясном небе	6,76	9,96	14,5	19,57	23,5	25,2	23,4	20,42	15,95	11,98	7,68	5,68	МДж/ м <sup>2</sup>
	1,8	2,7	4	5,4	6,5	7	6,5	5,6	4,43	3,32	2,1	1,57	кВт-ч / м <sup>2</sup>

Таблица 2. – Данные актинометрических наблюдений и спутниковые измерения солнечной радиации

	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	Ед.из.
NASA Прямое нормальное излучение	3,03	3,47	3,63	3,92	4,79	5,62	6,19	6,6	6,01	4,7	3,45	2,72	кВт-ч/м <sup>2</sup>
Энергетическая освещенность солнечной радиаций при ясном небе	1,877	2,766	4,03	5,43	6,55	7,002	6,52	5,67	4,43	3,32	2,13	1,57	кВт-ч / м <sup>2</sup>
Процент разности	38,02	20,26	9,93	27,88	26,87	19,74	5,09	14,05	26,28	29,19	38,16	41,99	%

### Выводы:

1. Изучены актуальные мировые ресурсные карты (атласы) для оценки солнечного потенциала, а также рассмотрены основные исходные данные и параметры для разработки такого рода ресурсных карт для условий Кыргызской Республики;

2. Анализированы измеренные данные солнечной радиации с помощью наземными метеорологическими станциями, а также солнечные радиации спутниковых данных (NASA) для исследуемой местности;

3. Установлено, что измеренные данные солнечной радиации наземными метеорологическими станциями и спутниковыми, имеют расхождение между собой для одного и того же периода в пределах 18%;

4. Выявлено, что при проектировании СЭС для полного анализа и исследования, необходимо на предполагаемой местности проводить наземные измерения солнечной радиации, однако ресурсные карты могут дать первоначальную предварительную (например для пред ТЭО) оценку местности солнечного потенциала;

5. На основе анализа данной работы, установлено, что при разработке ресурсной карты солнечной радиации для Кыргызской Республики необходимы точные исходные измеренные данные, которые нуждаются в глубоком анализе и исследовании.

## Список литературы:

1. [Электронный ресурс] <https://kabar.kg/news/kabmin-podpisal-memorandum-o-vzaimoponimani-i-po-stroitel-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.