

DOI: 10.12737/article\_58e61337ae3da9.69425067

*Иванченко В.Т., канд. техн. наук, проф.,  
Гражданкин А.А., аспирант**Кубанский государственный технологический университет*

## УТОЧНЕНИЕ СОЛНЕЧНОГО КЛИМАТА Г.КРАСНОДАРА ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ РАБОТЫ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

vladimir.ivanchenko.1945@mail.ru

*В статье рассмотрены результаты исследования солнечного климата г. Краснодара и сравнение полученных данных с научно-прикладным справочником «Климат России».*

**Ключевые слова:** *солнечный климат, солнечная радиация, инсоляция, солнечная батарея, система автономного жизнеобеспечения здания.*

Солнечная радиация является основным источником энергии атмосферных процессов. Обычно солнечная радиация измеряется по ее тепловому действию и выражается в калориях за единицу времени на единицу поверхности. Проходя сквозь земную атмосферу, солнечная радиация изменяется по интенсивности и спектральному составу. В результате у земной поверхности поток прямой солнечной радиации, поступающей от солнечного диска, колеблется в зависимости от физических свойств атмосферы и длины пути, проходимого в атмосфере солнечными лучами, в широких пределах, но не превышает на уровне моря  $1,5 \frac{\text{кал}}{\text{см}^2 \cdot \text{мин}}$ ; с высотой над уровнем моря он возрастает. Часть солнечной радиации, рассеянной в атмосфере, доходит до поверхности земли от всего небесного свода и называется рассеянной солнечной радиацией. Ее поток меняется в зависимости от высоты Солнца, замутненности атмосферы и условий облачности.

На метеорологических станциях измеряется только продолжительность солнечного сияния, представляющая собой время, в течение которого прямая солнечная радиация равна или больше  $0,1 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$  ( $0,2 \frac{\text{кал}}{\text{см}^2 \cdot \text{мин}}$ ). Остальные составляющие солнечной радиации измеряются на специальной сети актинометрических станций.

Для того чтобы эффективно работала автономная система энергоснабжения на основе использования возобновляемых источников энергии необходимо знать достоверные значения величины потенциала возобновляемых энергоресурсов на данной территории. Примерно оценить этот потенциал можно по данным многолетних наблюдений, опубликованных в гидрометеорологических справочниках и атласах (таких как «Научно-прикладной справочник по климату СССР. Многолетние данные», который лежит в основе СП 131.13330.2012 [1], и др.), или по компьютерным базам данных, таким как научно-прикладной справочник «Климат России» [2].

Для создания гидрометеорологического справочника на территории СССР проводились работы в течение нескольких десятилетий в Главной геофизической обсерватории (ГГО) им. А.И. Воейкова. В России регистрация прихода солнечного излучения, скорости и направления ветра, температуры воздуха и почвы, влажности воздуха, осадков и атмосферных явлений осуществляется государственной метеорологической службой с использованием сети стационарных метеорологических станций. Результаты измерений публикуются в специальных справочниках, начиная с 1961 г. Измерения основных величин на сети метеорологических станций проводятся стандартными приборами: интенсивность прямого солнечного излучения – актинометрами, имеющими систему постоянной ориентации на солнце; интенсивность суммарного излучения (прямого плюс рассеянного) – пиранометрами баллометрического типа.

Если в рассматриваемом районе отсутствуют актинометрические станции, то расчет прихода солнечного излучения основывается на косвенном методе репрезентативности данных на ближайших станциях. Данные о плотности потока солнечного излучения на территории России, рассчитанные по эмпирической формуле Ангстрема и Пейджа, нанесены на карты в метеорологических справочниках. На самом деле данные о солнечном излучении на большей части территории РФ отсутствуют.

Недостатком современной методики оценки потенциала возобновляемых энергоресурсов является то, что в большинстве случаев стационарные метеостанции находятся на значительном расстоянии от того места, где необходимо определить потенциал возобновляемых энергоресурсов. Кроме того, не все метеостанции обладают достаточным набором оборудования и приборов, например, лишь незначительное количество метеостанций имеют в своем составе датчики измерения солнечной радиации.

Еще одним недостатком является то, что метеопараметры, предоставляемые стационар-

ными метеостанциями, измеряются с большим интервалом, лишь несколько раз в сутки, тогда как для достаточно точного расчета, например, фотоэлектрических станций, как правило, используются данные по радиации за каждый час.

Для получения первичных данных для исследования были использованы данные от метеостанции 34927 Краснодар, Круглик (согласно данным научно-прикладного справочника «Климат России»). Используемый период наблюдений этой станции с 1965 г. по 2000 г.

Таблица 1

**Средние значения суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность (кВт·ч/м<sup>2</sup>) при безоблачном небе с 1965г. по 2000г**

Индекс ВМО	Название станции	Радиация	Месяц												Год
			Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	
34927	Краснодар, Круглик	суммарная радиация на горизонтальную поверхность	62,50	91,11	147,22	189,44	234,16	239,72	231,67	202,78	156,94	115,28	60,83	53,61	1785,26



Рис. 1. Датчик инсоляции Sunny Sensorbox от компании SMA Solar Technology AG

Для исследования солнечного климата г. Краснодар в условиях реальной застройки, совместно с фирмой «Солнечный центр» в ноябре 2014 г. на экспериментальный дом [3] был установлен датчик инсоляции Sunny Sensorbox от компании SMA Solar Technology AG. Датчик проводил замеры в автоматическом режиме с периодичностью один раз в час (24 замера в сутки) и отправлял данные на сервер компании SMA. Для оценки целесообразности установки и

условий работы солнечных батарей, а так же всего здания в целом, был проведен анализ данных суммарной солнечной радиации  $\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{м}^2}$ , полученных с датчика инсоляции. Т.к. датчик был установлен в конце 2014 г. то для корректного сравнения данных с метеостанции и реальных условий работы солнечных батарей в условиях городской застройки и запыленности атмосферы используем данные за 2015 и 2016 год.

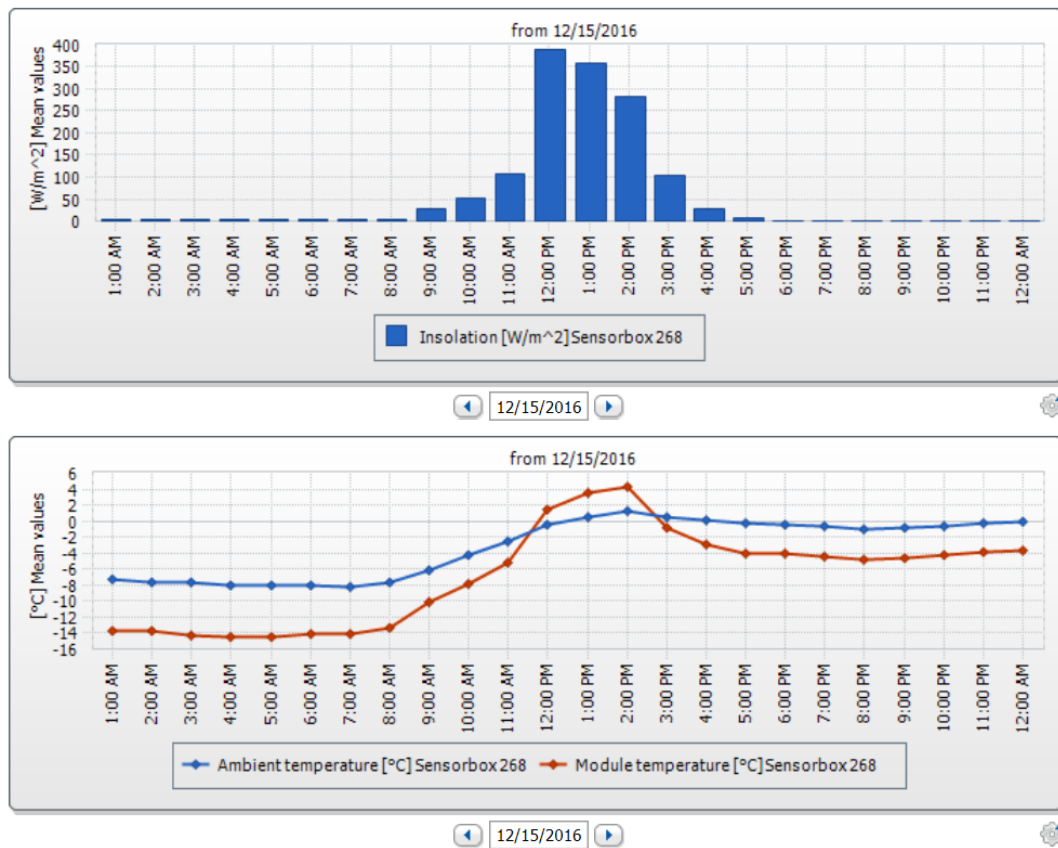


Рис. 2. Пример распределение освещенности и температуры в течение дня получаемых с датчика инсоляции Sunny Sensorbox

Таблица 2

**Значение суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность (кВт·ч/м<sup>2</sup>) в реальных условиях городской застройки за 2015 год**

Индекс ВМО	Название станции	Радиация	Месяц												Год
			Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	
-	Sunny Sensorbox	суммарная радиация на горизонтальную поверхность	54,92	85,19	126,57	145,21	177,08	170,96	193,74	195,26	162,36	110,44	57,28	47,78	1526,79

При сравнительном анализе мы видим, что суммы солнечной радиации в реальности меньше практически на 15 %, чем мы можем получить из научно-прикладного справочника «Климат России». Это происходит из-за того, что приведенные данные в справочнике «Климат России» не учитывают загрязнение атмосферы взвешенными частицами пыли, городского смога и других уменьшающих солнечный поток

факторами, а так же из-за неточности данных из справочников, причины которых описаны в начале статьи.

Следовательно, при проектировании солнечной системы необходимо учитывать данный факт, и как следствие увеличивать мощность системы [4–6]. Это приводит к удорожанию систем автономного жизнеобеспечения зданий.

Таблица 3

**Значение суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность (кВт·ч/м<sup>2</sup>) в реальных условиях городской застройки за 2016 год**

Индекс ВМО	Название станции	Радиация	Месяц												Год
			Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	
-	Sunny Sensorbox	суммарная радиация на горизонтальную поверхность	56,69	101,25	100,59	155,33	155,85	162,25	192,28	174,93	147,12	118,54	70,61	38,25	1473,69

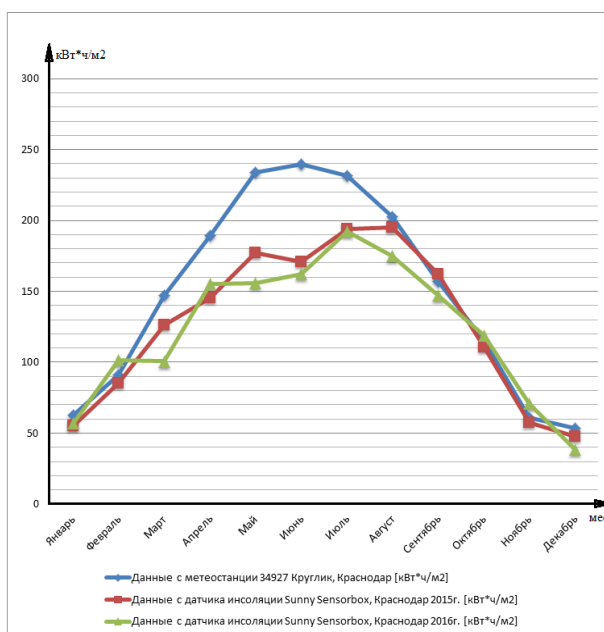


Рис. 3. Сравнительный анализ данных солнечной радиации в условиях метеостанции и реальной городской застройки

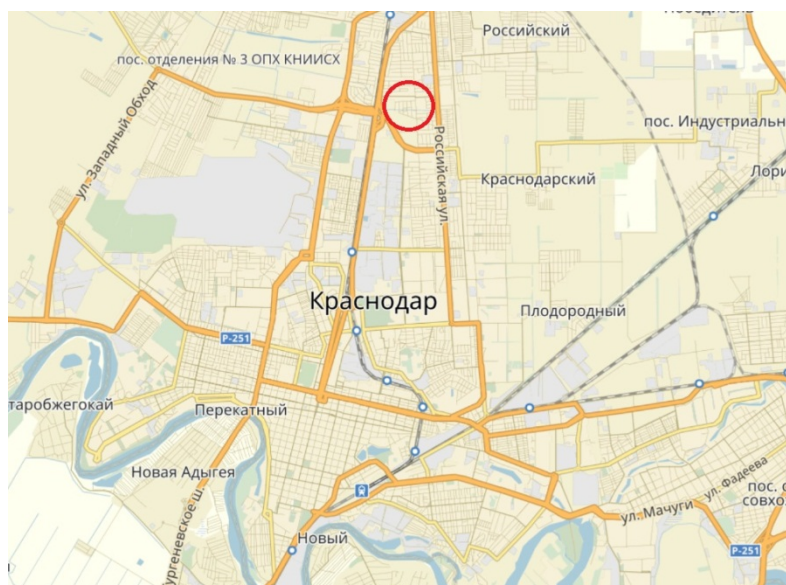


Рис. 4. Место расположения (отмечено красным кругом) датчика инсоляции Sunny Sensorbox от компании SMA Solar Technology AG на карте г. Краснодара

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. СП. 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-02-99\*
2. Научно-прикладной справочник «Климат России». ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». <http://aisori.meteo.ru/ClspR>
3. Иванченко В.Т., Гражданкин А.А., Зайцев А.А. Пассивное энергосберегающее здание для Краснодарского края // Жилищное строительство. 2014. №11. С. 10–11.
4. Савин В.К. Строительная физика. Энергоэкономика. М.: Лазурь, 2011. 418 с.
5. Гусев Н.М. Основы строительной физики. М.: Стройиздат, 1975. 230 с.
6. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. М.: Высшая школа, 1970 с.

---

**Ivanchenko V.T., Grazhdankin A.A.****RECONCILIATION OF SOLAR CLIMATE OF KRASNODAR FOR EFFECTIVE WORK OF SOLAR BATTERIES IN RESIDENTIAL BUILDINGS**

*The article describes the results of studies of solar climate Krasnodar and compares the data with the scientific and application guide "Climate of Russia"*

**Key words:** *sunny climate, solar radiation, insolation, solar battery, the system of autonomous livelihood building.*

---

**Иванченко Владимир Тихонович**, кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой архитектуры гражданских и промышленных зданий и сооружений  
Кубанский государственный технологический университет  
Адрес: Россия, 350072, г. Краснодар, ул. Московская, д. 2.  
E-mail: vladimir.ivanchenko.1945@mail.ru

**Гражданкин Артем Андреевич**, аспирант кафедры архитектуры гражданских и промышленных зданий и сооружений  
Кубанский государственный технологический университет  
Адрес: Россия, 350072, г. Краснодар, ул. Московская, д. 2.  
E-mail: grazhdankin.aa@mail.ru