

УДК 621.311.243

UDC 621.311.243

**СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ДЛЯ
УДАЛЕННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ПОТРЕБИТЕЛЕЙ**

**SOLAR POWER STATIONS FOR REMOTE
AGRICULTURAL CONSUMERS**

Газалов Владимир Сергеевич
д.т.н., профессор, проректор по учебной работе
ФГБОУ ВПО АЧГАА, ведущий научный
сотрудник отдела электроэнергетики ГНУ
СКНИИМЭСХ Россельхозакадемии

Gazalov Vladimir Sergeevich
Dr.Sci.Tech., professor, vice rector of Academic work
of the Azov-Black Sea State Agroengineering
Academy, senior research staff member of the
department of electric power engineering of State
Scientific Institution North-Caucasus Research
Institute of Mechanization and Electrification of
Agriculture (SSI NCRIMEA Russagroacademy)

Евдокимов Александр Юрьевич
студент
*Азово-Черноморская государственная
агроинженерная академия, Зерноград, Россия*

Evdokimov Alexander Yuryevich
student
*Azov-Black Sea State Agroengineering Academy,
Zernograd, Russia*

Разработаны солнечные электростанции для
энергообеспечения удаленных технологических
процессов, предъявляющих требования к их
конструкции. Выполнена энергетическая оценка
конструкций электростанций для удаленных
сельскохозяйственных потребителей

The solar power stations for energy supply of remote
technological processes making requirements to their
design have been designed. Energy estimate of power
stations design for remote agricultural consumers has
been made

Ключевые слова: СОЛНЕЧНАЯ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ, ПОЛОЖЕНИЕ
СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ, ПОСТУПЛЕНИЕ
СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Keywords: SOLAR POWER STATION, SOLAR
GENERATORS, INGRESS OF SOLAR ENERGY

Большая протяженность линий электропередач, характерная для сельскохозяйственного производства, увеличение тарифов на электроэнергию, отсутствие у удаленных сельскохозяйственных потребителей централизованного электроснабжения, экологические требования делают актуальным преобразование энергии солнечного излучения в электрическую адаптированными устройствами к сельскохозяйственным технологическим операциям. Установки предъявляют к конструкции определенные требования. Так, например установки для подкормки рыбы живыми кормами (Рисунок 1) из-за их способа установки должны оснащаться фотоэлектрическими батареями, располагаемыми горизонтально для сведения ветровой нагрузки к минимуму [1].



Рисунок 1. Установка для подкормки рыбы живыми кормами

Установка запасает преобразованную энергию солнечного излучения в дневное время с помощью аккумулятора и использует ее в ночное для создания излучения определенного спектрального состава для привлечения к водной поверхности ночных насекомых, являющихся излюбленной пищей для рыбы.

Однако фиксированное горизонтальное положение фотоэлектрической батареи солнечной электростанции не соответствует приходу на ее поверхность максимальной солнечной радиации [2, 3]. Для того, чтобы пользоваться общепринятыми методиками выбора комплектующих солнечной электростанции с такой особенностью конструкции, необходимо учитывать изменение поступления солнечной энергии на поверхность фотоэлектрической батареи.

При широтах 50-60 градусов угол отклонения плоскости фотоэлектрической батареи от вертикали для наибольшего приема солнечной энергии составляет 0-60 градусов.

Для южных регионов России в течении всего года рекомендуется угол отклонения плоскости фотоэлектрической батареи от вертикали для наибольшего приема солнечной энергии – 75 градусов минус широта.

В целом угол отклонения плоскости фотоэлектрической батареи от вертикали для зарядки аккумуляторов может быть принят летом – 105 градусов минус широта, в целом за исключением зимы – 90 градусов минус широта.

Угол отклонения плоскости фотоэлектрической батареи от вертикали 105...110 градусов минус широта способствует наибольшей выработке электроэнергии летом. К недостаткам горизонтального расположения фотоэлектрической батареи следует отнести скопление на ее поверхности пыли и грязи.

Угол отклонения плоскости фотоэлектрической батареи от вертикали 90 градусов минус широта способствует наибольшей выработке электроэнергии в течение года.

Угол отклонения плоскости фотоэлектрической батареи, а от вертикали 70..75 градусов минус широта дает наибольшую выработку электроэнергии зимой.

Фотоэлектрическая батарея должна быть ориентирована в пределах от юго-востока до юго-запада (желательно ближе к южному направлению). Фотоэлектрическая батарея должна располагаться в наиболее освещаемом месте. Если крепится на крыше, то как можно ближе к ребру.

Для энергетической оценки поступления солнечной радиации E на поверхность фотоэлектрической батареи в зависимости от отклонения плоскости датчика пиранометра от вертикали γ для зоны Ростовской области были проведены исследования.

В течение светового дня каждый час производились замеры облученности с помощью разработанного прибора, оснащенного пиранометром.

В процессе измерений изменялись углы расположения датчика, как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях (Рисунок 2).

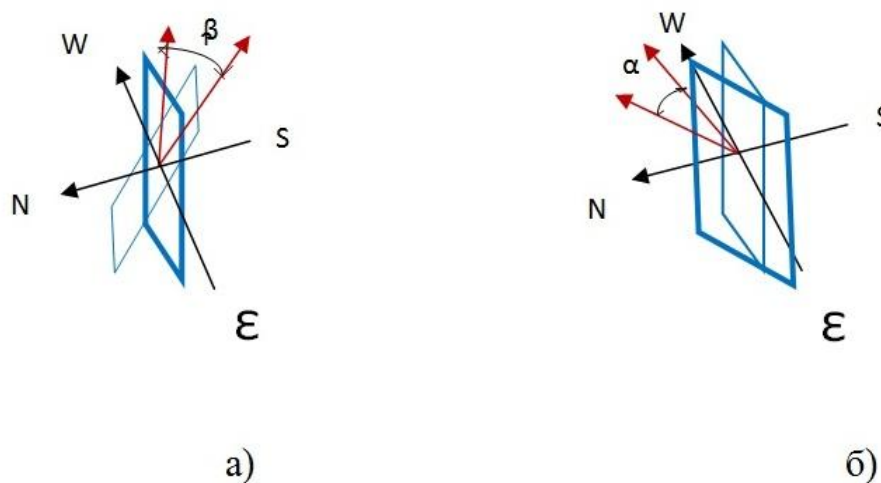


Рисунок 2. Углы расположения датчика в вертикальной (а) и горизонтальной (б) плоскостях

Результаты исследований поступления солнечной радиации на примере разных месяцев для суточного времени, соответствующего 13 часам, представлены на Рисунке 3.

Получены экспериментальные данные, обработка которых показала, что наибольшее поступление солнечной радиации приходится на диапазон углов отклонения фотоэлектрической батареи от вертикальной фотоэлектрической батареи (угол 90 градусов) происходит снижение уровня солнечной радиации до 40%. При вертикальном расположении фотоэлектрической батареи (угол 0 градусов) снижение уровня солнечной радиации составляет в среднем 15-30%.

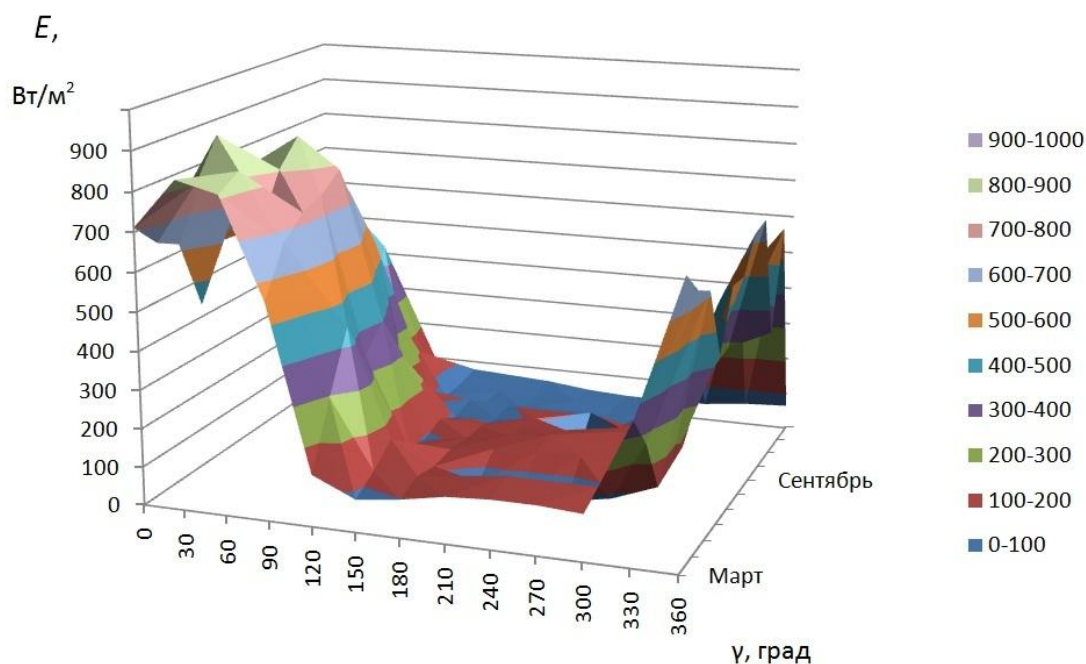


Рисунок 3. Зависимость солнечной радиации от угла отклонения плоскости фотоэлектрической батареи от вертикали

Такое снижение облученности представляется вполне оправданным на фоне существенных конструктивных и эксплуатационных выгод от вертикального расположения фотоэлектрической батареи, к которым, в частности, относятся удобство крепления на стене и экономия полезной площади земельного участка.

Изменение пространственного распределения солнечного излучения оценивали по коэффициенту K_{Γ} – отношению радиации, попадающей на перпендикулярную солнечным лучам поверхность, к радиации, поступающей на горизонтальную поверхность (Рисунок 4).

Для электроснабжения таких технологических операций как освещение, привод, специальные виды применения электрической энергии для удаленных сельскохозяйственных потребителей разработаны солнечные электростанции, конструкции которых показаны на Рисунке 5.

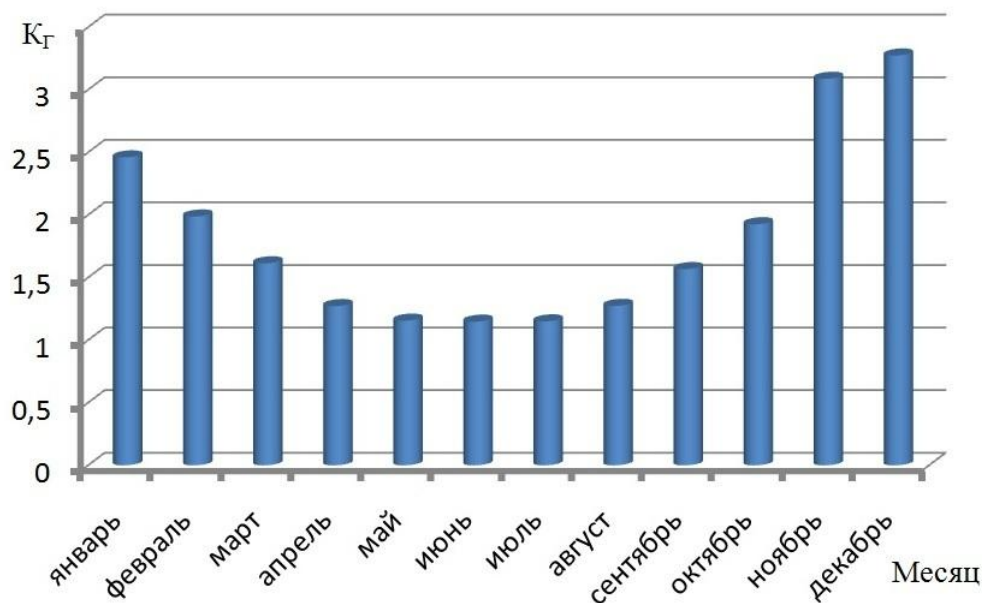


Рисунок 4. Зависимость коэффициента K_G от месяца года



Рисунок 5. Солнечная электростанция для удаленных сельскохозяйственных потребителей (а – с фиксированным положением фотоэлектрической батареи, б – с подвижной фотоэлектрической батареей)

Практически все существующие разработки солнечных электростанций базируются на существующих моделях поступления солнечной энергии, разработанные метеорологами по данным полученным на метеорологических вышках. Однако эти модели не учитывают <http://ej.kubagro.ru/2013/03/pdf/45.pdf>

отраженные потоки солнечного излучения, место и положение фотоэлектрической батареи. Для оценки оптимального расположения фотоэлектрической батареи солнечной электростанции, дающего эксплуатационные и экономические выгоды, определены зависимости пространственного поступления энергии солнечного излучения для зоны установки солнечного коллектора с учетом прямых, рассеянных и отраженных потоков солнечного излучения по месяцам года. Как показали проведенные исследования для фотоэлектрических батарей, расположенных на высоте от 0,2 до 2 метров, доля отраженных потоков солнечного излучения велика и оказывает заметное влияние на оптимальный угол наклона фотоэлектрических батарей (Рисунок 6).

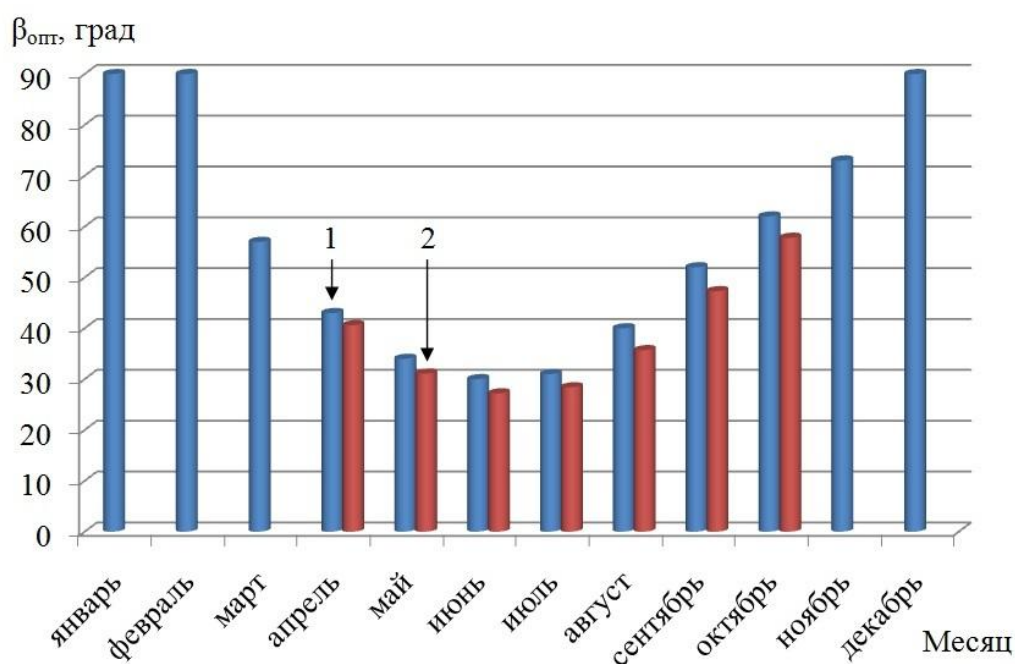


Рисунок 6. Оптимальные углы наклона $\beta_{\text{опт}}$ фотоэлектрических батарей солнечных электростанция для удаленных сельскохозяйственных потребителей (1 – для зоны от 0,2 до 2 метров, 2 – для метеорологической вышки)

Как видно из Рисунка 6 дрейф оптимального угла наклона фотоэлектрических батарей, расположенных на высоте от 0,2 до 2 метров,

вызванный отраженными потоками солнечного излучения составляет от 6 до 12 процентов.

Полученные результаты важны при программировании устройств слежения и при составлении рекомендаций для ручной установки фотоэлектрических батарей солнечных электростанций для удаленных сельскохозяйственных потребителей.

Для солнечных электростанций, как видно из результатов исследований, большинство месяцев года характеризуются коэффициентом K_{Γ} (K_{Γ} – отношение радиации, попадающей на перпендикулярную солнечным лучам поверхность, к радиации, поступающей на горизонтальную поверхность), значительно превосходящим единицу. Это говорит о том, что целесообразно разрабатывать конструкции солнечных электростанций с изменяющимся углом наклона фотоэлектрической батареи.

При расчёте фотоэлектрических систем определялась номинальная мощность фотоэлектрической батареи, схема соединения; выбрали тип и ёмкость аккумуляторной батареи, учитывая её условия эксплуатации; подбирались мощность инвертора и контроллера заряда-разряда; выбрали сечения соединительных проводов.

Порядок, по которому произведен расчёт фотоэлектрической системы для обособленных сельскохозяйственных потребителей, следующий.

1. Определялась динамика поступления солнечной энергии на плоскость фотоэлектрической батареи для диапазона высот, используемых для электроснабжения обособленных сельскохозяйственных потребителей с учетом отраженных потоков излучения.

2. Определялась суммарная мощность потребителя. Например, для электрооптического преобразователя, имеющего пять светоизлучающих диодов с $I_n = 40$ мА и один ультрафиолетовый излучающий диод с $I_n = 20$

мА, при питании от аккумуляторной батареи напряжением 6 В суммарная мощность составит 1,32 Вт.

3. Определялась ёмкость аккумуляторной батареи. Ёмкость аккумуляторной батареи выбрана из стандартного ряда ёмкостей с округлением в сторону большую расчётной. Расчётная ёмкость равна:

$$C = \frac{A_{\Sigma}}{U \cdot \nu}, \quad (1)$$

где

C – расчётная ёмкость аккумуляторной батареи, А·ч;

A_{Σ} – суточное потребление электроэнергии, Вт·ч;

U – напряжение аккумуляторной батареи, В;

ν – глубина разряда аккумуляторной батареи, о.е.

Например, расчётная ёмкость для электрооптического преобразователя при допустимой глубине разряда 60%:

$$C = 13,2 / (6 \cdot 0,6) = 3,67 \text{ А(ч)}. \quad (2)$$

При расчёте ёмкости аккумуляторной батареи электростанции, работающей в полностью автономном режиме, следует учитывать наличие пасмурных дней, в течение которых аккумулятор должен обеспечивать работу установки.

Принимаем аккумуляторную батарею Sealed lead-Acid Rechargeable Battery 6 V, 4 ch.

4. Определялась суммарная мощность фотоэлектрической батареи. Используя результаты экспериментальных исследований, были определены месячные и суммарные годовые значения солнечной радиации с учётом градации по различным ориентациям световоспринимающей плоскости.

В июне значение солнечной радиации в месяц составляет 199 кВт·ч/м² при горизонтальной ориентации площадки. Это значит, что среднестатистически солнце светит 199 часов (6,63 часа в день) с

интенсивностью 1000 Вт/м², хотя даже максимальная освещённость в полдень на площадке, ориентированной перпендикулярно световому потоку, как показывают результаты исследований, будет гораздо меньше.

Как показал анализ технологических процессов удаленных сельскохозяйственных объектов, требуется широкий модельный ряд солнечных электростанций. Для создания рациональных комплектаций модельного ряда солнечных электростанций была разработана программа на ПВМ, с помощью которой получена номограмма для выбора параметров комплектующих.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент №2444188 РФ, МПК А01 К61/00. Автономный электрооптический преобразователь с изменяющейся цветностью излучения для подкормки рыбы/ В.С. Газалов, В.И. Пахомов, Е.А. Шабаев, (ГНУ СКНИИМЭСХ Россельхозакадемии). – №2010132950/21, заявл.: 05.08.2010, опубл.: 10.03.2012 // БИПМ. – 2012. – №7.
2. Газалов В.С. Всесезонный электрогелиоводонагрев для сельскохозяйственных потребителей/ В.С. Газалов, Е.Ю. Абеленцев// Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2011. – №8. – С.28-29.
3. Газалов В.С. Определение параметров и режимов теплоаккумулирующего устройства всесезонного электрогелиоводонагревателя/ В.С. Газалов, Е.Ю. Абеленцев// Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – №3(36). – С.289-293