

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ ПРИЗМАТИЧЕСКОЙ СОЛНЕЧНОЙ СТАНЦИИ

Якоби Анна Александровна, [jakobi.anna@yandex.ru](mailto:jakobi.anna@yandex.ru)

### **Аннотация:**

В статье рассматривается методика расчета мощности призматической солнечной электростанции. Проведен анализ положения солнца в вертикальной плоскости Земли. Был произведен расчет вырабатываемой мощности данной панели за год. Особенность расчёта мощности солнечной электростанции данного типа заключается в том, что четыре солнечных панели размещаются вертикально, под углом  $90^\circ$  к плоскости земли, а по азимуту солнечные панели располагаются под углом  $45^\circ$ . Первый этап расчёта приводится в данной статье, где расчёт производится для одной солнечной панели установленной под углом  $90^\circ$  к плоскости земли и ориентацией на юг.

**Ключевые слова:** электроэнергия, солнечные панели, система, угол наклона, солнечная электростанция, выработка электроэнергии, мощность.

Все фотоэлектрические системы обладают рядом недостатков. Одним из недостатков является необходимость накопления электроэнергии, так как работа солнечных электростанций зависит от времени суток и погодных условий. Вторым недостатком – это низкий КПД из-за того, что положение солнца в течении дня изменяется в двух плоскостях, а солнечная панель остается неподвижной. В результате, максимальный КПД у такой электростанции будет лишь в те моменты времени суток, когда солнечные лучи будут перпендикулярно падать на солнечную панель. Таким образом, чем более острым будет угол падения солнечных лучей, тем менее эффективной будет вся фотоэлектрическая система.

Для повышения энергоэффективности солнечных электростанций применяют следующие способы [1]:

- регулируют угол наклона солнечных панелей в зависимости от времени года, что позволяет обеспечить прирост генерации на 9-25 %;
- применяют двухсторонние солнечные панели, которые способны повысить выработку электроэнергии на величину от 10 % до 20 %;
- внедряют системы автоматического слежения за положением Солнца, что может увеличить выработку электроэнергии до 40 %.

Таким образом, все фотоэлектрические системы можно разделить на две основные группы: пассивные (фиксированные) и активные.

Мгновенная выработка электроэнергии в пассивных системах зависит от положения солнца. У активных систем выработка не зависит от положения солнца, так как в таких конструкциях солнечная панель всегда сориентирована на максимально возможную выработку, т.е. – перпендикулярно к направлению солнечных лучей.

Активные системы позиционирования используют сенсоры и механизмы управляемые электроникой для точного направления солнечных модулей на солнце. Сенсоры определяют положение солнца, а управляемые электроникой электрические или гидравлические приводы изменяют углы в двух плоскостях в зависимости от времени суток и географического местоположения [2].

Преимуществом активных систем, так называемых трекеров, является их высокая эффективность, что позволяет существенно увеличить выработку солнечной электростанции. Но, главным недостатком таких систем является их высокая стоимость, сложность и не высокая надежность механических узлов.

В этой связи была предложена конструкция солнечной электростанции, с ориентацией неподвижно установленных солнечных панелей на юго-восток, юг-запад, северо-восток и северо-запад. Конечно, при идеальной конструкции солнечны панели размещаются в плоскости земли, и весь световой день, под разными углами улавливают солнечный свет. Но, такая солнечная электростанция, во-первых, будет занимать большую площадь (зависит от установленной мощности), а во-вторых, на ней будут скапливаться осадки, они будут загрязняться и т.д. Поэтому, размещать солнечные панели решено было вертикально, в результате чего наращивать мощность можно в вертикальной площади, а не горизонтальной, что очень важно, например, для систем электроснабжения которые находятся в городах [2, 3].

В данной статье приведены аналитика и некоторые данные необходимые для разработки методики расчета параметров энергетической установки на основе солнечной электростанции в виде призмы.

Прежде чем приступать к расчету параметров солнечной станции с вертикально расположенными солнечными панелями, необходимо учесть несколько факторов, которые могут повлиять на эффективность её работы. Одним из таких факторов является географическое положение солнечной электростанции. Разные регионы имеют различные уровни солнечной активности, поэтому необходимо учесть географические координаты, в данном случае, это координаты так называемого «нулевого километра» г. Барнаула -  $53^{\circ}20,84'$  с. ш.  $83^{\circ}46,74'$  в. д.

Так как основная сложность расчета параметров призматической солнечной электростанции (ПСЭ) заключается в определении объемов выработки четырех пар солнечных панелей (СП) в течении светового дня, то было решено, предварительно произвести расчёт традиционным способом, но не для оптимального угла наклона СП, а для угла  $90^{\circ}$ .

Далее, используя полученные данные, можно будет СП на  $45^{\circ}$  в азимутальной плоскости, и определить суммарную выработку электроэнергии в соответствующем секторе светового дня. При это, если, например, мы будем рассчитывать выработку до полудня для СП ориентированной на юго-восток, то выработка СП ориентированной на юго-запад после полудня будет аналогичной. Таким образом можно будет рассчитать выработку электроэнергии в полуденном секторе  $90^{\circ}$  (рисунок 1).

На заключительном этапе останется рассчитать выработку только лишь сектор восхода ( $90^{\circ}$ ), так как он будет равен сектору захода.

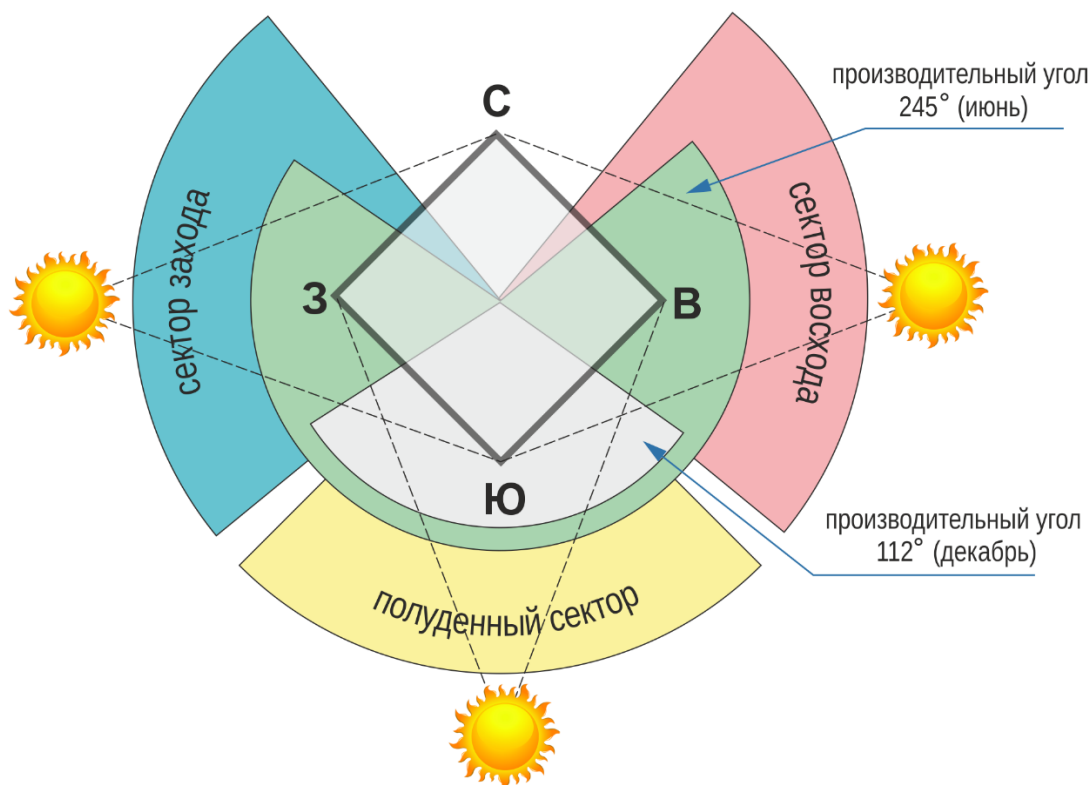


Рисунок 1 – Схема секторов выработки в азимутальной плоскости

В качестве исходных данных для первоначального расчета возьмем СП, расположенную вертикально на плоскости Земли с ориентацией на юг. В этом случае панель будет получать максимальное количество солнечной энергии в течение дня, когда солнце будет находится в зените, в южной части небосклона (таблица 1).

Таблица 1– Данные о положение солнца в азимутальной плоскости.

Месяца года	Продолжительность дня (час)	Производительный угол (град)	Эффективная продолжительность дня(ч)	Эффективный угол (град)
Январь	8,06	120	8,06	120
Февраль	9,53	146	9,53	146
Март	11,54	178	11,54	178
Апрель	14,08	210	11	180
Май	15,58	238	10,5	180
Июнь	17,03	254	9,36	180
Июль	16,33	248	9,40	180
Август	14,51	222	10,22	180
Сентябрь	12,45	190	11,16	180
Октябрь	10,40	160	10,40	160
Ноябрь	8,41	130	8,41	130
Декабрь	7,36	112	7,36	112

Для расчета мощности солнечной станции, необходимо учесть угол наклона солнца относительно азимута Земли, что позволяет определить производительность СП в зависимости от времени года и времени суток.

Для точного расчета выработки электроэнергии необходимо учитывать эффективность используемых СП, их технические характеристики, а также потери энергии в процессе преобразования.

Расчет производился с использованием онлайн калькулятора солнечных батарей (Формула солнца: [Solar-e.ru](http://Solar-e.ru)), и производится в два этапа. Для упрощения расчетов была взята монокристаллическая СП мощностью 100 Вт.

На первом этапе были произведены расчеты для оптимального для г. Барнаула угла наклона  $53^\circ$ . Суммарная выработка за год: 141,91 кВт·ч. Результаты расчета приведены в таблице 2, а график выработки - на рисунке 2.

Таблица 2- Количество энергии, кВт·ч за световой день по месяцам ( $53^\circ$ )

Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
0.26	0.38	0.47	0.49	0.52	0.54	0.5	0.49	0.41	0.27	0.16	0.18

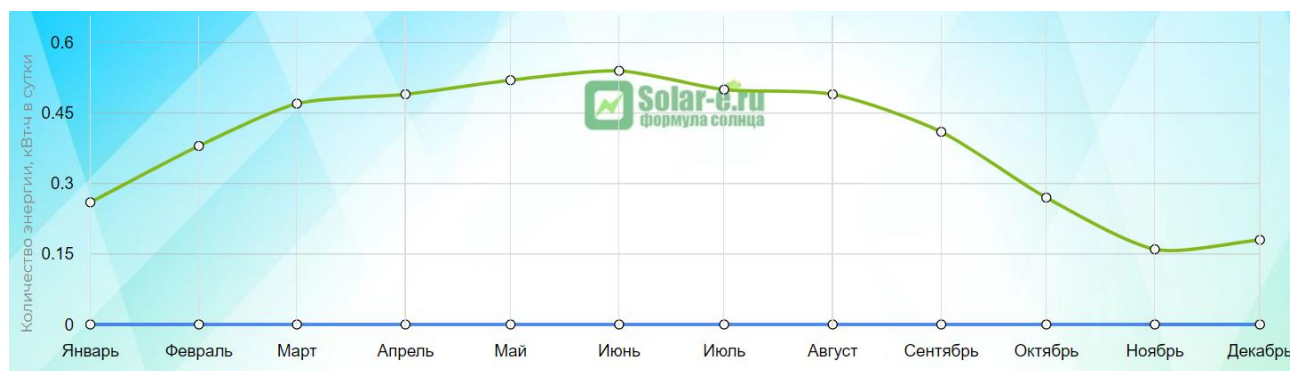


Рисунок 2 – Среднегодовая выработка электроэнергии ( $53^\circ$ )

Далее были произведены расчеты для угла наклона  $90^\circ$ . Суммарная выработка электроэнергии за год: 108,19 кВт·ч. Результаты расчета приведены в таблице 3, а график выработки - на рисунке 3.

Таблица 3- Количество энергии, кВт·ч за световой день по месяцам ( $53^\circ$ )

Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
0.27	0.37	0.41	0.36	0.32	0.32	0.31	0.32	0.31	0.23	0.16	0.19

Из полученных данных можно сделать вывод, при вертикальном положении солнечной панели эффект выработки электроэнергии будет наибольший в весенние и зимние месяцы, что как раз является проблемой для традиционных солнечных электростанций с оптимальным углом наклона СП.

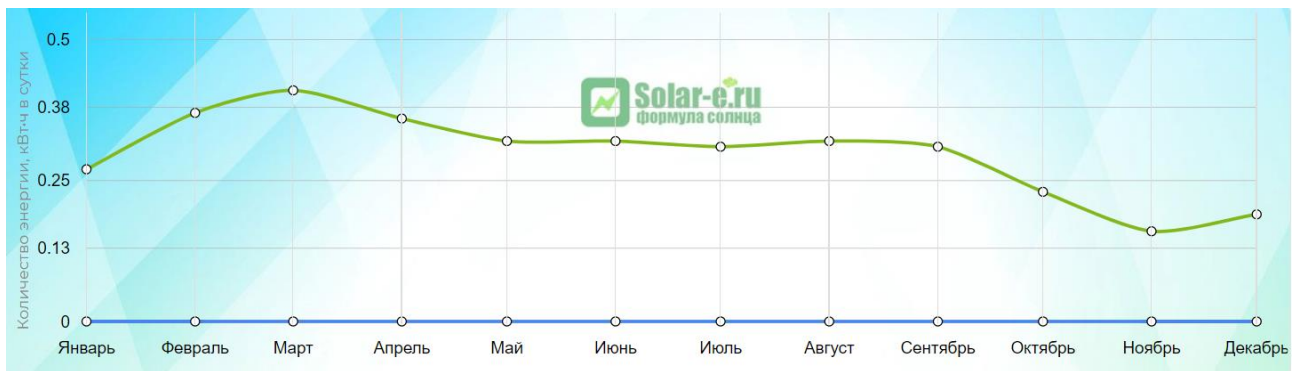


Рисунок 3 – Среднегодовая выработка электроэнергии 90°

Полученные при расчете для угла наклона 90° данные можно будет использовать для расчета СП, повернутой на 45° в азимутальной плоскости, и определить суммарную выработку электроэнергии в полуденном секторе. Далее можно будет произвести расчет выработки СП в секторах восхода и захода.

### Список используемой литературы

1. Митрофанов, С. В. Состояние и перспективы развития фотоэлектрических станций с системами слежения за Солнцем / С. В. Митрофанов, Д. К. Байкаменов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2023. – Т. 23, № 3. – С. 19-33. – DOI 10.14529/power230302. – EDN DZDFLI.
2. Терентьев, П. В. Экономическая целесообразность внедрения активной системы позиционирования объектов микрогенерации на основе фотоэлектрических солнечных модулей / П. В. Терентьев, Д. А. Чертилов // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – 2023. – № 3(67). – С. 1630-1644. – DOI 10.56634/16948335.2023.3.1630-1644. – EDN ZOSAXS.
3. Якоби, А. А. Гибридная ветро-солнечная система: будущее энергоснабжения городов / А. А. Якоби // Энерджинет. – 2023. – № 1-2(1). – С. 24. – DOI 10.57112/E231-037. – EDN HEVJJS.
4. Якоби, А. А. Моделирование гибридной энергетической установки с резервным источником питания от аккумуляторных батарей / А. А. Якоби // Энерджинет. – 2023. – № 1-2(1). – С. 25. – DOI 10.57112/E231-038. – EDN QQUUCK.

### Информация об авторах

Якоби А. А. – студент группы Э-01, Сташко В. И. – научный руководитель, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», РФ, Алтайский край, г. Барнаул.

### Ссылка для цитирования

Якоби, А. А. Разработка методики расчета параметров энергетической установки на основе призматической солнечной станции / А. А. Якоби, В. И. Сташко // Энерджинет. 2024. № 1. URL: <http://nopak.ru/241-303> (дата обращения: 02.05.2024).

