

June 2021

## Development and implementation of a photovoltaic power plant with a capacity of 3-6 kW with “smart greed” elements in the conditions of the Fergana Valley

Райимжон Алиев

Жамшидбек Каххоров

Авазбек Мирзаалимов

Наврузбек Мирзаалимов

Бобур Рашидов

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/adu>



Part of the [Computer Sciences Commons](#), [Engineering Physics Commons](#), and the [Mathematics Commons](#)

---

### Recommended Citation

Алиев, Райимжон; Каххоров, Жамшидбек; Мирзаалимов, Авазбек; Мирзаалимов, Наврузбек; and Рашидов, Бобур (2021) "Development and implementation of a photovoltaic power plant with a capacity of 3-6 kW with “smart greed” elements in the conditions of the Fergana Valley," *Scientific Bulletin. Physical and Mathematical Research*: Vol. 3 : Iss. 1 , Article 8.

DOI: 621.383

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/adu/vol3/iss1/8>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Scientific Bulletin. Physical and Mathematical Research by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact [sh.erkinov@edu.uz](mailto:sh.erkinov@edu.uz).

## Разработка и внедрение фотоэлектрической станции с мощностью 3-6 кВт с элементами “smart greed” в условиях ферганской долины

Р.Алиев, Ж.И.Каххоров, А.А.Мирзаалимов, Н.А.Мирзаалимов, Б.Д.Рашидов

Андижанской государственной университет им. З.М. Бабура. 170100, г. Андижан, Узбекистан.

Получена 30 марта 2021 г. Принята к печати 20 апреля 2021 г

**Аннотация.** Сегодня солнечные элементы изготавливаются на промышленном уровне в основном из поликристаллического и монокристаллического кремния. Элементы солнца, изготовленные из кремния, составляют более 90% элементов солнца, которые производятся во всем мире. В зависимости от сезонов года в Ферганской долине, движения Солнца, географического положения, влажности воздуха, изменения температуры, интенсивности света, падающего на поверхность солнечных панелей и других параметров, изучался ВАХ солнечных панелей. Установка солнечных панелей, установленных в Андижанском государственном университете, состоит из монтажа, ввода в эксплуатацию и анализа результатов, полученных в солнечные, пасмурные, солнечно-пасмурные дни в течение месяца под определенным углом в связи с климатическими условиями Андижана. Андижан был установлен под углом 380 градусов относительно горизонтали, в зависимости от географического расположения панелей. Эти установленные панели относятся к двум различным типам, один из которых состоит из двух солнечных модулей, состоящих из монокристаллических солнечных элементов (максимум 3 кВт), а другой-из поликристаллических солнечных элементов (максимум 3 кВт). Наш первый модуль (монокристаллические солнечные элементы), который мы установили, работает в сетевой системе, то есть он передает электрическую энергию, поступающую от солнечных панелей, непосредственно в электрическую сеть с помощью инвертора "Sunleaf 500TL". Второй модуль (поликристаллические солнечные элементы) работает в аккумуляторной системе, то есть он передает электрическую энергию, поступающую от солнечных панелей, в аккумулятор с помощью конусов, передает электрическую энергию в аккумулятор потребителю с помощью гибридного инвертора "Инвертор/зарядное устройство" (модель: EP18-4048). Согласно полученным результатам, поликристаллические солнечные панели могут обеспечить определенное количество энергии даже в зимние дни. Кроме того, было проведено несколько проверок солнечных модулей из монокристаллического кремния. Одним из них является их вольт-амперная характеристика (ВАХ). Конечно, по этой характеристике можно определить несколько параметров фотоэлементов и фотобатарей.

**Ключевые слова:** движение Солнца, солнечные батареи, контроллер, инвертор, поликристалл, монокристалл.

**Аннотация:** Бугунги кунда қуёш элементлари саноат даражасида асосан поликристалл ва монокристалл кремнийдан ясалмақда. Кремнийдан ясалган қуёш элементлари бутун дунёда ишлаб чиқарилаётган қуёш элементларининг 90% дан ортиғини ташкил қилмоқда. Фарғона водийсида фаслларга қараб қуёшнинг ҳаракати, географик жойлашуви, ҳавонинг намлиғи, температура ўзгариши, қуёш панеллари сиртига тушаётган ёруғлик интенсивлиғи ва бошқа параметрларга боғлиқ ҳолда қуёш панелларининг ВАХ ўрганилди. Андижон давлат университетига ўрнатилган қуёш панелларини Андижон иқлим шароитидан келиб чиққан ҳолда маълум бир бурчак остида ўрнатиш, ишга тушириш ва бир ой давомида қуёшли, булутли, қуёшли-булутли кунларда олинган натижаларни таҳлил қилишдан иборат. Андижонни географик жойлашишига қараб панелларни горизонтга нисбатан 380 бурчак остида ўрнатилди. Бу ўрнатилган панеллар икки хил турга мансуб бўлиб, бири монокристалли қуёш элементларидан (максимал 3 кВт), иккинчиси поликристалли қуёш элементларидан (максимал 3 кВт) ташкил топган иккита қуёш модулидан иборат. Биз ўрнатган биринчи модулимиз (монокристалли қуёш элементлари) тармоқ тизимда ишлайди яъни, қуёш панелларидан келаётган электр энергияни “Sunleaf 5000TL” инвертери ёрдамида тўғридан-тўғри электр тармоғига узатади. Иккинчи модул (поликристалли қуёш элементлари) аккумулятор тизимда ишлайди яъни, қуёш панелларидан келаётган электр энергияни контроллер ёрдамида аккумуляторга узатади, аккумулятордаги электр энергияни “Inverter/Charger” (Модел: EP18-4048) гибрид инвертери ёрдамида истеъмолчиға узатади. Олинган натижаларга кўра поликристалли қуёш панеллари қиш кунларида ҳам маълум миқдорда энергия бера олади. Монокристалл кремнийли қуёш модулларида ҳам бир қанча текширишлар олиб борилди. Булардан бири уларни вольт-ампер характеристикаси (ВАХ). Албатта бу характеристика орқали фотоэлементларни ва фотобатареяларни бир қанча параметрларини аниқлаш мумкин.

**Калит сўзлар:** Қуёш ҳаракати, қуёш панеллари, контроллер, инвертор, поликристалл, монокристалл.

## I. ВВЕДЕНИЕ

Люди все чаще стараются обеспечить автономное электроснабжение, установить в своих домах солнечные батареи.

Использование возобновляемых источников энергии для электроснабжения домов, учреждений и организаций становится все более распространенным. Такая энергетическая система имеет хороший КПД. При организации автономного электроснабжения предпочтительнее использовать солнечные батареи. Такие системы продаются готовыми к использованию, их легко установить. Уличные фонари снабжены бесплатным электричеством, а каждый светильник в доме снабжен возобновляемой энергией, производимой электростанцией.

Электроэнергия, произведенная с помощью солнечных батарей, не взимается.

## II. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Солнечные панели состоят из большого количества фотоэлементов, собранных с алюминиевой или пластиковой рамкой и прикрепленных к комплекту.

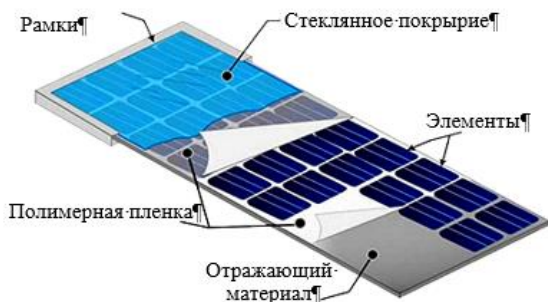


Рис.1. Строение солнечных панелей

Эта схема энергоснабжения была создана для создания автономного источника питания путем преобразования солнечной энергии в электричество [1].

Сегодня солнечные элементы промышленного уровня в основном изготавливаются из поликристаллического и монокристаллического кремния.

Солнечные элементы из кремния составляют более 90% солнечных элементов, производимых во всем мире [2].

Количество солнечных панелей, необходимых домам, учреждениям и организациям, рассчитывается исходя из количества потребляемой электроэнергии.

Солнечные панели работают наиболее эффективно, когда они ориентированы на

солнце, а их поверхность перпендикулярна солнечным лучам.

Есть также сезонные изменения из-за движения Земли вокруг Солнца. Зимой солнце не достигает такого угла, как летом. В идеале солнечные панели следует размещать под большим углом к горизонтالي, чем летом или зимой. Поэтому угол наклона для работы летом выбирается меньше, чем зимой.

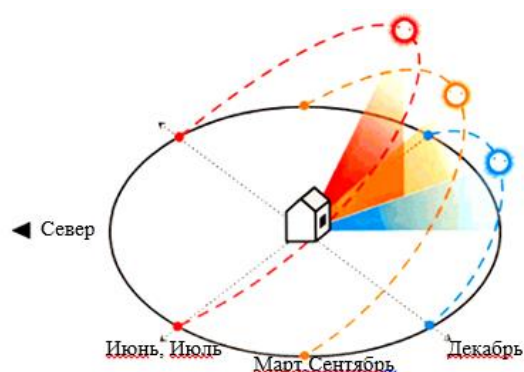


Рис 2. Географическое движение солнца

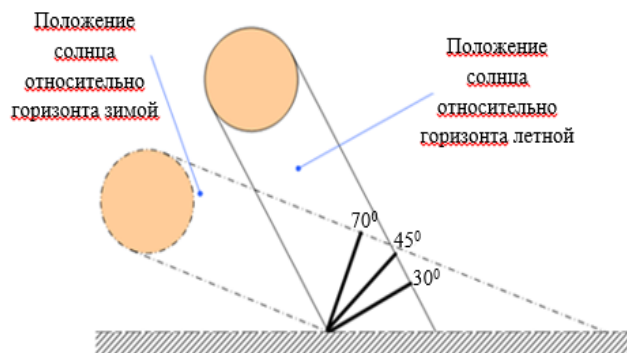


Рис 3. Движение солнца относительно горизонта

В связи с этим требуется устанавливать панели под нужным углом. Установка этих солнечных панелей непосредственно устанавливается на основе вышеупомянутых порогов, то есть рассчитывается местоположение здания, максимальный угол посадки солнечных панелей, годовое движение солнца, степень обдува ветром и т. Д. Андижан устанавливался под углом  $38^{\circ}$  градусов относительно горизонтали, в зависимости от географического расположения панелей.

Эти установленные панели относятся к двум различным типам, один из которых состоит из двух солнечных модулей, состоящих из монокристаллических солнечных элементов (максимум 3 кВт), а другой-из поликристаллических солнечных элементов (максимум 3 кВт) [3].

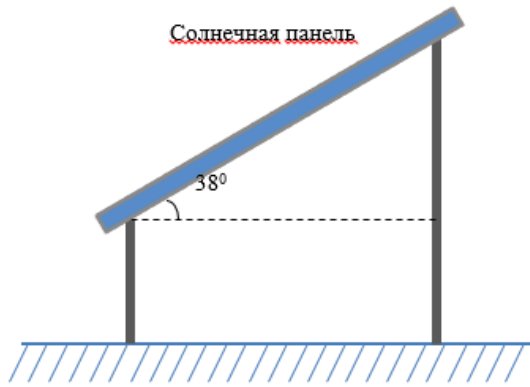


Рис 4. Размещение панелей под углом

В настоящее время два типа инверторов широко используются при передаче электроэнергии, вырабатываемой солнечными батареями, в энергосистему. Первый тип инверторов работает в аккумуляторной системе, то есть солнечные панели передают вырабатываемое ими электричество в аккумулятор с помощью контроллера, а электричество в аккумуляторе передается потребителю, превращая его в напряжение 220В с помощью инвертора.

Заправка солнечных панелей, то есть инверторов второго типа, работающих в сетевой системе, электрической энергией, которая передается в электрическую сеть непосредственно с помощью инвертора.

Наш первый модуль (монокристаллические солнечные элементы), который мы установили, работает в сетевой системе, то есть передает электрическую энергию, поступающую от солнечных панелей, непосредственно в электрическую сеть с помощью инвертора "Sunleaf 5000TL".

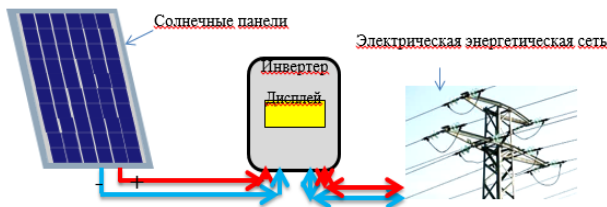


Рис 5. Блок-схема подключения панели и инвертора (Сеть система)

В этом модуле солнечные панели I-группы соединены последовательно друг с другом ( $U_{06}=U_1+\dots+U_{15}$ ,  $I = \text{const}$ ). Солнечные панели II-группы также соединены последовательно друг с другом ( $U_{06}=U_1+\dots+U_{15}$ ,  $I = \text{const}$ ). Эти две группы приходят к инвертору и соединяются параллельно ( $U_{06}=\text{const}$ ,  $I_{06}=I_1+I_{II}$ ). С помощью инвертора "Sunleaf 5000TL" потребитель переводится в напряжение 220В (рис. 6).

Второй модуль (поликристаллические солнечные элементы) работает в аккумуляторной системе, то есть передает электрическую энергию, поступающую от солнечных панелей к аккумулятору с помощью конусов, передает электрическую энергию в аккумуляторе потребителю с помощью гибридного инвертора " Inverter/Charger" (модель: EP18-4048). По этой причине аккумулятор называют системным (рис. 7).

В каждой группе этих модулей по 2 солнечные панели соединяются друг с другом в ряд и выбрасывают 6 групп. Одни и те же 6 групп соединены друг с другом в ряд ( $U_{06}=U_1+\dots+U_6$ ,  $I = \text{const}$ ). Контроллер солнечных панелей использует электрическую энергию, выделяющую ток 170 ампер, напряжение 12 вольт, 8 единиц насыщают аккумулятор. Передает неизменное электричество в аккумуляторе потребителю, который преобразуется в переменное электричество с помощью гибридного инвертора" Inverter/Charger" (рис. 8).

### III. РЕЗУЛЬТАТЫ

Из тех же установленных солнечных модулей поликристаллических солнечных панелей был получен следующий результат январского анализа.

Таблица 1

Солнце и пасмурный день (19.01.2021)

Время	U (В)	I (А)	P (Вт)	T (°C)	η (%)	W <sub>i</sub>
8:00	436	0,4	161	9,1	49	465
9:00	438	0,7	306	9,1	48	466
10:00	439	0,8	351	7,7	57	466
11:00	441	1,4	617	11,1	44	495
12:00	441	1,65	727	10,1	46	486
13:00	443	4,1	1817	10,7	43	517
14:00	443	4	1817	10,7	43	518
15:00	442	2,3	1018	10,6	50	534
16:00	438	0,53	218	9,7	54	465
17:00	421	0,07	30	8,2	60	325

Таблица 2

Солнечный день (20.01.2021)

Время	U (В)	I (А)	P (Вт)	T (°C)	η (%)	W <sub>i</sub>
8:00	439	0,9	395	13	40	526
9:00	438	2,6	1138	16	36	545
10:00	438	4,66	2039	23	17	550
11:00	438	5,5	2410	21	23	551
12:00	438	5,3	2320	24	19	545

Ниже приводится схематическое представление этой системы.

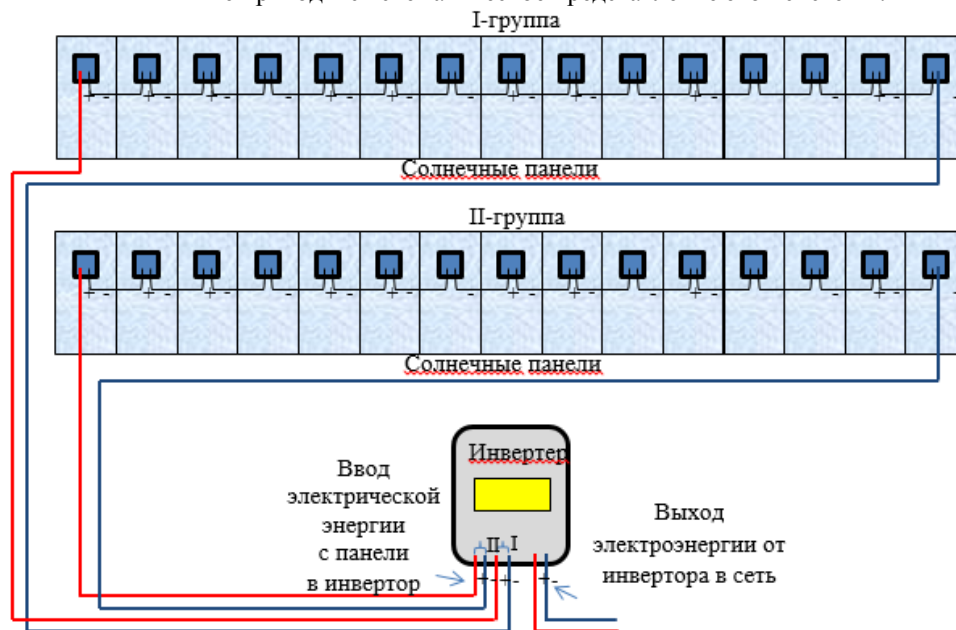


Рис 6. Схема соединения панелей и инвертора



Рис 7. Блок-схема подключения панели и инвертора (аккумуляторная система)

Ниже приводится схематическое представление этой системы

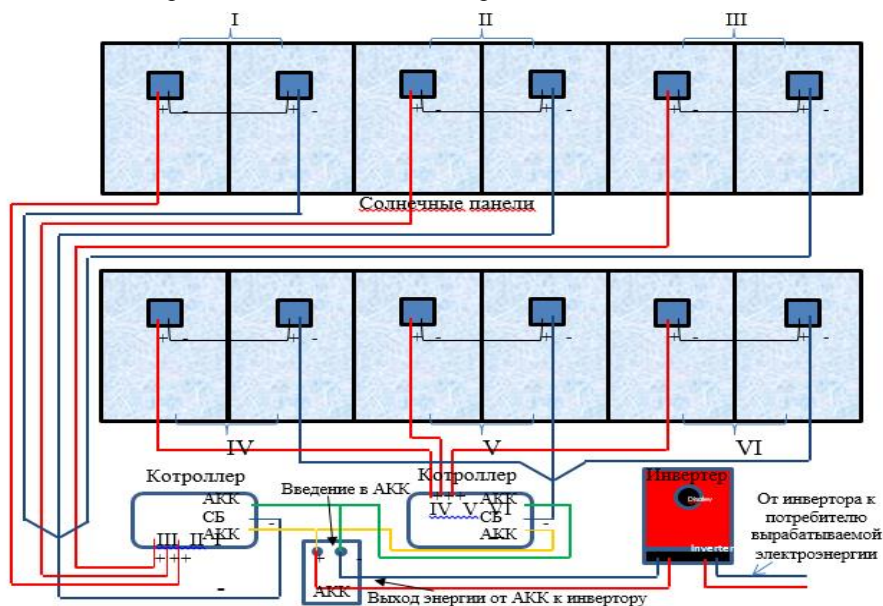


Рис 8. Схема соединения панелей и инвертора

13:00	437	3,7	2230	23	19	540
14:00	437	4,2	1835	32	14	550
15:00	437	4,2	1550	32	10	550
16:00	435	1,68	730	20	12	471
17:00	422	0,08	34	14,4	42	330

Таблица 3

Пасмурный день (21.01.2021)

Время	U (В)	I (А)	P (Вт)	T (°C)	η (%)	W <sub>i</sub>
8:00	429	0,8	343	10,4	40	500
9:00	433	0,95	411	10,5	40	508
10:00	437	2,5	1093	13,6	38	530
11:00	437	3	1311	17,6	30	540
12:00	430	1,8	774	11,6	32	499
13:00	436	3	1308	13,4	36	540
14:00	434	1,8	781	14,8	35	505
15:00	433	1	433	14,6	36	425
16:00	408	0,4	163	10,4	49	410
17:00	399	0,1	40	10	54	380

По результатам того же трехдневного анализа можно наблюдать увеличение мощности солнечных панелей в зависимости от интенсивности света, облачных, солнечных дней и смешанных дней (Солнечных и облачных). График мощности выглядит следующим образом:

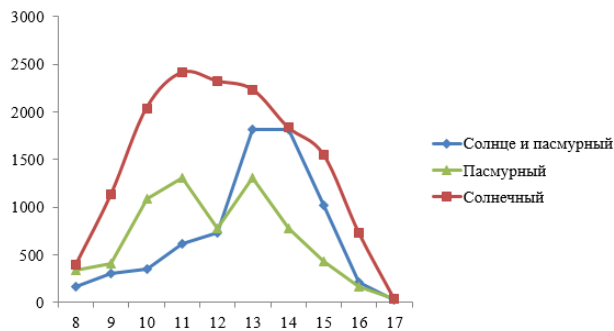


Рис 9. График мощности.

#### IV. ОБСУЖДЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Как видно из этого графика, поликристаллические солнечные панели могут обеспечить определенное количество энергии даже в зимние дни.

Также было проведено несколько проверок монокристаллических кремниевых солнечных модулей. Одна из вольт-амперная характеристика (ВАХ). Конечно, через эту характеристику можно определить несколько параметров фотоэлементов и фотобатарей.

Для определения ВАХ было проведено 2 различных эксперимента. Для эксперимента была выбрана общая поверхность размером 12,5x12,5 см, состоящая из 36 монокристаллических солнечных элементов на основе кремния размером S=0,5625 см. После установки солнечной панели поверхность панели была покрыта пылью в течение 10 дней. ВАХ для того же состояния был взят.

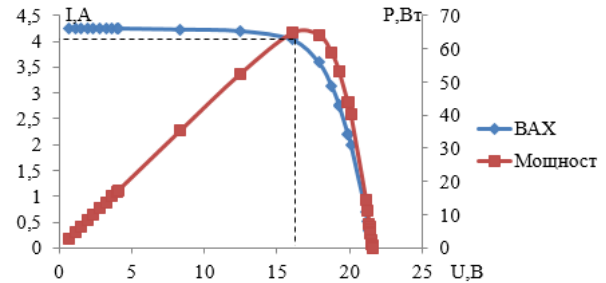


Рис 10. ВАХ и график мощности панели в пыльном состоянии.

Как известно, полезный рабочий коэффициент солнечных элементов (КПД)

$$\eta = ff \frac{I_{кз} \cdot U_{ср}}{P_0} \cdot 100\% \quad (1)$$

из выражения определяется, где  $ff$ -коэффициент заполнения,  $I_{кз}$  – ток короткого замыкания,  $U_{ср}$  - напряжение обработки соли,  $P_0$ -мощность излучения, падающего на поверхность солнечного элемента.

При этом коэффициент заполнения

$$ff = \frac{I_{эф} \cdot U_{эф}}{I_{кз} \cdot U_{ср}} \quad (2)$$

он определяется выражением, где  $I_{эф}$  - эффективные значения тока, а  $U_{эф}$  - напряжение, исходящее от солнечного элемента. (2) поместите формулу (1) в формулу,

$$\eta = \frac{I_{эф} \cdot U_{эф}}{P_0} \cdot 100\% = \frac{P_{эф}}{P_0} \cdot 100\% \quad (3)$$

мы получаем формулу.

Эффективная мощность  $P_{эф}=64,6815 \text{ Вт}$ , интенсивность света, падающего на поверхность  $W_i=665 \text{ Вт/м}^2$ ,

$$P_0 = W_i \cdot S = 665 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \cdot 0,5625 \text{ м}^2 \approx 374 \text{ Вт}$$

будет мощность излучения, падающего на поверхность солнечного элемента. (3) по формуле мы находим КПД солнечной панели

$$\eta_n = \frac{P_{эф}}{P_0} \cdot 100\% = \frac{64,6815 \text{ Вт}}{374 \text{ Вт}} \cdot 100\% \approx 17,3\%$$

Здесь  $\eta_n$  - полезный рабочий коэффициент в том случае, когда поверхность солнечной панели покрыта определенным количеством пыли.

После этого солнечную панель очистили от пыли и снова взяли ВАХ.

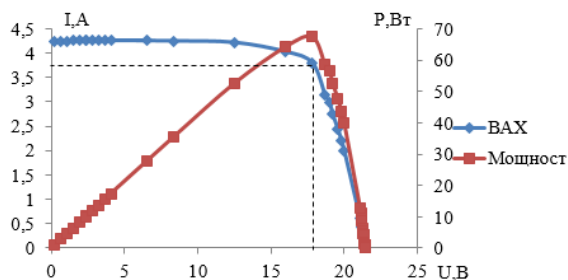


Рис 11. ВАХ и график мощности панели в беспыльном состоянии.

Эффективная мощность  $P_{эф}=67,5378 \text{ Вт}$ , интенсивность света, падающего на поверхность  $W_i=665 \text{ Вт/м}^2$ ,

$$P_0 = W_i \cdot S = 665 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \cdot 0,5625 \text{ м}^2 \approx 374 \text{ Вт}$$

будет мощность излучения, падающего на поверхность солнечного элемента. (3) по формуле мы находим КПД солнечной панели.

$$\eta_c = \frac{P_{эф}}{P_0} \cdot 100\% = \frac{67,5378 \text{ Вт}}{374 \text{ Вт}} \cdot 100\% \approx 18\%$$

здесь  $\eta_c$  - полезный рабочий коэффициент в том случае, когда поверхность солнечной панели очищена от пыли.

Составляют разницу КПД  $\Delta\eta = \eta_n - \eta_c = 18\% - 17,3\% = 0,7\%$ .

Помимо погодных условий, которых боятся полученные результаты, на правильную работу солнечных панелей оказывают свое влияние и другие факторы

### Использованная литература:

- [1] Saga, T. (2010) Advances in crystalline silicon solar cell technology for industrial mass production. NPG Asia Mater 2, 96–102. <https://doi.org/10.1038/asiamat.2010.82>
- [2] Ж.Қахқоров. Фарғона водийси шароитида 3-6 кв қувватли “smart greed” элементларга эга фотоэлектрик станциялар ўрнатиш. “Ёш олимлар ва физик талабаларнинг биринчи Республика илмий анжумани” Тошкент-2021. 169-171 бетлар.
- [3] McIntosh, K. R., Amara, M., Mandorlo, F., Abbott, M. D., & Sudbury, B. A. (2018). Advanced simulation of a PV module’s color. doi:10.1063/1.5049256
- [1] <https://tanders.ru/uz/solar-panels-set-use-of-collectors-and-solar-panels-in-the-heating-of-the-house/>
- [2] <https://www.solarhome.ru/basics/solar/pv/techtilt.htm>
- [3] <https://teplo.guru/eko/ustanovka-solnechnyih-batarey.html>

### Development and implementation of a photovoltaic power plant with a capacity of 3-6 kW with “smart greed” elements in the conditions of the Fergana Valley

**Annotation:** Today, solar cells are manufactured at the industrial level mainly from polycrystalline and monocrystalline silicon. Solar elements made of silicon make up more than 90% of the solar elements that are produced worldwide. Depending on the seasons of the year in the Fergana Valley, the movement of the Sun, geographical location, air humidity, temperature changes, the intensity of light falling on the surface of solar panels and other parameters, the characteristic (I-V) of solar panels was studied. The installation of solar panels installed at Andijan State University consists of the installation, commissioning and analysis of the results obtained on sunny, cloudy, sunny-cloudy days during the month at a certain angle due to the climatic conditions of Andijan. Andijan was installed at an angle of 380 degrees relative to the horizontal, depending on the geographical location of the panels. These installed panels are of two different types, one consisting of two solar modules consisting of monocrystalline solar cells (maximum 3 kW) and the other consisting of polycrystalline solar cells (maximum 3 kW). Our first module (monocrystalline solar cells), which we installed, works in the grid system, that is, it transmits the electrical energy coming from the solar panels directly to the electrical network using the “Sunleaf 500TL” inverter. The second module (polycrystalline solar cells) works in the battery system, that is, it transfers the electrical energy coming from the solar panels to the battery using cones, transfers the electrical energy in the battery to the consumer using a hybrid inverter “Inverter/charger” (model: EP18-4048). According to the results, polycrystalline solar panels can provide a certain amount of energy even on winter days. In addition, several tests of solar modules made of monocrystalline silicon were carried out. One of them is their current-voltage characteristic (I-V). Of course, this characteristic can be used to determine several parameters of solar cells and photo batteries.

**Key words:** solar motion, solar panels, controller, inverter, polycrystal, monocrystal.

### Информация об авторах

**1-Райимжон Алиев** – доктор технических наук, профессор, кафедра физики, Андижанский государственный университет.

E-mail: [aliecvuz@yahoo.com](mailto:aliecvuz@yahoo.com)

Телефон: +998902167260

**2-Қахқоров Жамшидбек Иброхимович** – докторант, Андижанский государственный университет.

E-mail: [jqahhorov86@mail.ru](mailto:jqahhorov86@mail.ru)

Телефон: +998905494859

**3-Мирзаалимов Авазбек Алишерович** – докторант, Андижанский государственный университет.

E-mail: [avazbek.mirzaalimov@mail.ru](mailto:avazbek.mirzaalimov@mail.ru)

Телефон: +998972734808

**4-Мирзаалимов Наврузбек Алишер угли** – докторант, Андижанский государственный университет.

E-mail: [mirzaalimov90@mail.ru](mailto:mirzaalimov90@mail.ru)

Телефон: +998977559300

**5-Рашидов Бобур Дилмуродович** – докторант, Андижанский государственный университет.

E-mail: [bobur.reshidov89@bk.ru](mailto:bobur.reshidov89@bk.ru)

Телефон: +998945650889