

УДК 621.316

UDC 621.316

**СОЛНЕЧНЫЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ  
СТАНЦИИ КАК ОСНОВНОЙ ИСТОЧНИК  
ЭНЕРГИИ****SOLAR PHOTO-ELECTRIC STATIONS AS A  
BASIC ENERGY SOURCE**

Усков Антон Евгеньевич  
старший преподаватель, [9184349285@mail.ru](mailto:9184349285@mail.ru)  
Кубанский государственный аграрный универси-  
тет, Краснодар, Россия

Uskov Anton Evgenevich  
senior lecturer  
[9184349285@mail.ru](mailto:9184349285@mail.ru)  
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

В настоящее время для обеспечения бесперебойно-го электроснабжения наиболее актуальным является использование источников возобновляемой энергетики, однако, их применение для электроснабжения сельскохозяйственных потребителей ограничено рядом экологических и экономических проблем связанных в первую очередь с использованием аккумуляторов. В статье предлагается один из вариантов решения обозначенных проблем

Nowadays, for maintenance of uninterrupted electro supply we found the most actual using sources of renewed power; however, their application for electro supply of agricultural consumers is limited to a line of ecological and economic problems of the accumulators connected first of all with use. In the article we present one of the variants of the decision of the designated problems

Ключевые слова: ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ  
СТАНЦИЯ, АККУМУЛЯТОРЫ, ЭКОЛОГИЯ,  
СТОИМОСТЬ

Key words: PHOTO-ELECTRIC STATION,  
ACCUMULATORS, ECOLOGY, COST

В настоящее время значительно возросла актуальность задачи обеспечения надежного электроснабжения в связи с активным внедрением в сельскохозяйственное производство автоматических систем управления механизированными процессами и производственными комплексами [1].

Как известно, системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей имеют большую протяженность линий электропередач по сравнению с промышленными системами электроснабжения. При этом в АПК отсутствуют потребитель напряжением 6 кВ и применяются напряжения 0,4; 10 и 35 кВ.

Опыт эксплуатации систем электроснабжения показал, что радиальные схемы более эффективны в том случае если источник электроэнергии находится в центре относительно потребителей. Когда все потребители находятся на одной линии относительно источника, то – эффективными являются магистральные.

Этот факт необходимо учитывать при проектировании систем электроснабжения с использованием ВИЭ.

Аварийные режимы работы, связанные с внезапными перерывами в электроснабжении, а также отклонение показателей качества электроэнергии приводят к значительным ущербам в сельскохозяйственном производстве, в том числе болезни и гибель животных, к нарушению сложных технологических процессов и к массовой порче сельскохозяйственной продукции [2].

Ежегодно значительно увеличивается мощность технологического электрооборудования сельскохозяйственного производства, что приводит к большим ущербам при аварийных и ненормальных режимах работы систем электроснабжения. В частности, это проявляется при электроснабжении крупных комплексов по производству молока (400 голов КРС и более); по выращиванию и откорму КРС (5 тыс. гол. и более) и свиней (12 тыс. гол. и более); птицефабрик по производству яиц и мясного направления (более 100 тыс. и более 1 млн соответственно) [2] [44].

В таблице 1 приведены размеры ущербов в крупных производственных сельскохозяйственных комплексах от перерывов в электроснабжении на 1 час.

Статистический анализ ущербов при снижении качества напряжения показал, что в комплексах по производству молока в течение 1 ч при отклонениях напряжения на  $\pm 7,5$  % от номинального значения размер ущерба превышает 100 000 руб, при отклонениях  $\pm 10$  % – 150 000 руб.

Таблица 1 – Размеры ущерба вследствие перерывов в электроснабжении на 1 в крупных производственных сельскохозяйственных комплексах.

Комплексы по производству молока (от 400 гол.)	> 10 000 руб.
Комплексы по выращиванию крупного рогатого скота (от 5000 гол.)	> 35 000 руб.
Свиноводческие комплексы (от 12 тыс. гол.)	> 140 000 руб.
Птицефабрики мясного направления (от 1 млн. гол.)	> 330 000 руб.
Птицефабрики по производству яиц (от 100 тыс. гол.)	> 700 000 руб.

С экономической точки зрения важным является вопрос передачи электроэнергии от источника к потребителям, Поскольку сами линии электропередачи, трансформаторы и распределительные устройства имеют высокую стоимость и, кроме того, передача и преобразование электроэнергии сопровождается потерями. Так, по информации, приведённой в [2], капиталовложения в 1 км воздушной линии 35 кВ свыше 160 тыс. руб. Стоимость трансформаторных подстанций 35/0,38 кВ мощностью 1000 кВА превышает 800 тыс. руб., 110/35 кВ мощностью 6300 кВА – более 2,6 млн руб., а стоимость распределительных устройств на 35 и 110 кВ более 1,5 млн. руб. С учётом инфляции можно предположить, что капиталовложения в перечисленное ранее оборудование выросло в несколько раз.

Таким образом, ущербы в сельскохозяйственном производстве в основном зависят от вида предприятия и объёма обрабатываемой продукции. На рисунке 1 показаны зависимости потребляемой электрической мощности (кВт) от производственной мощности (количества голов) [3].

Изменение микроклимата на птицефабриках из-за перерывов в электроснабжении может привести к гибели птицы от удушья уже через несколько часов. Кроме того, ухудшение качества электроэнергии (повышение отклонения напряжения, частоты, несимметричные режимы) также приводит к нарушению нормальной работы сельскохозяйственных потребителей.

В последнее время возникают проблемы с экологической обстановкой, а также ежегодным увеличением стоимости электроэнергии, вырабатываемой традиционными источниками, из-за ограниченности ресурсов органического топлива.

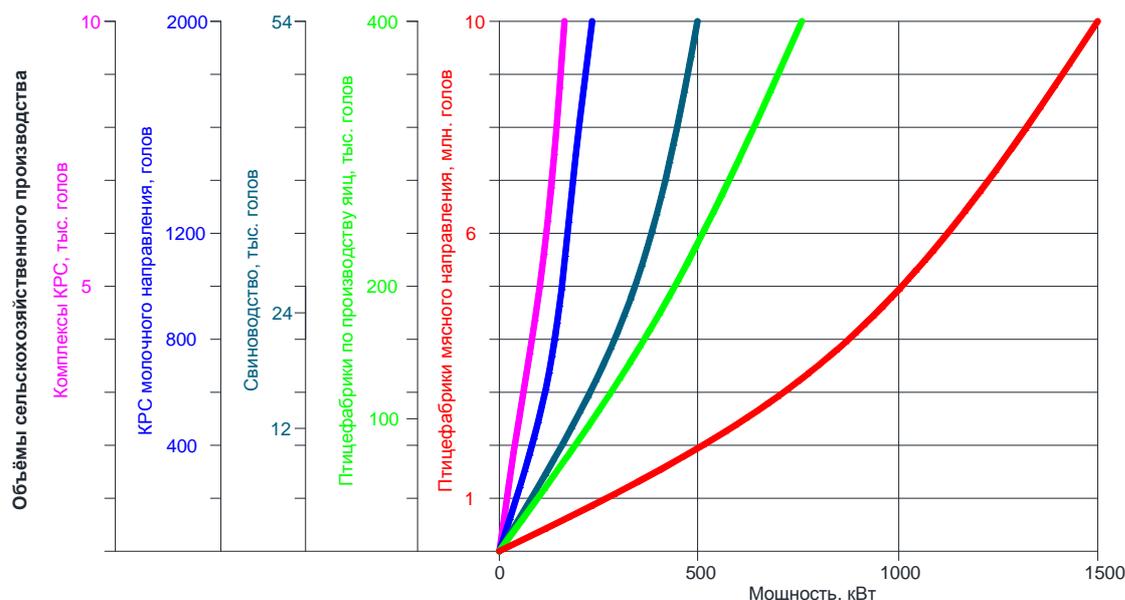


Рисунок 1 – Зависимости потребляемой производственной мощности от объёма производства с.-х. продукции

В настоящее время остро возникла необходимость разработки высокоэффективных автономных источников электроэнергии для сельскохозяйственного производства.

Перспективным является направление внедрения ВИЭ, которые имеют следующие основные достоинства [4]:

- повсеместная распространённость большинства видов на Земле;
- неограниченность ресурсов (потенциала);
- доступность для использования;
- энергия, получаемая от источников, бесплатная;
- отсутствие потребности в воде (солнечные и ветроэлектростанции);
- отсутствие вредных выбросов (экологическая чистота);
- при их использовании сохраняется тепловой баланс на Земле;
- возможность использования земель, не приспособленных для хозяйственных целей.

Однако в настоящее время основными недостатками ВИЭ являются следующие [5]:

– низкая плотность энергии (удельная мощность), требуется создавать большие площади приёмных поверхностей солнечных электростанций и площади для размещения ветроэнергетических станций. Анализ территориального размещения сельскохозяйственных потребителей Краснодарского края показал, что объёмы АПК в восточных районах края обладают такими свободными площадями, в том числе земли, не непригодные для хозяйственных целей;

– непостоянный характер поступления, в особенности солнечной и ветровой, а так же необходимость аккумуляирования и резервирования, для чего необходимо создавать комбинированные источники электроэнергии для надёжного электроснабжения потребителей, это могут быть ветро-солнечные электростанции, ветро-газопоршневые электростанции и т. п. [6];

– стоимость вырабатываемой энергии превышает стоимость энергии получаемой от традиционных источников, этот недостаток является следствием предыдущего, он так же обусловлен неразвитой промышленностью и отсутствием в России инфраструктуры возобновляемой энергетики.

Однако, несмотря на положительные тенденции мирового рынка, высокая стоимость электроэнергии от фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) сдерживает их более широкое применение. Одним из перспективных направлений является создание высокоэффективных ФЭП с концентраторами солнечного излучения.

Как видно из рисунка 2, около 40 % от стоимости солнечной фотоэлектрической установки (СФЭУ) составляет стоимость аккумуляторных батарей. Поэтому использование СФЭУ как резервного источника питания часто не целесообразно. Одним из основных функциональных узлов является АИ, осуществляющий согласование параметров электроэнергии между СФЭУ и сетью. Как видно из диаграммы, инверторы имеют не высокую

стоимость, однако их эксплуатационно-технические характеристики существенно влияют на характеристики солнечных электростанций в целом.

Так же применение аккумуляторов связано с рядом проблем:

- требуется отдельное, химически стойкое, с определённым микроклиматом помещение, которое должно находиться на расстоянии от сельскохозяйственных построек;
- требуется введение новой штатной должности аккумуляторщик;
- постоянная закупка жидкостей для заправки аккумуляторов и замена элементов исчерпавших свой ресурс.

Перечисленные проблемы увеличивают капиталовложения и эксплуатационные затраты. А так же удалённое расположение от непосредственного потребителя увеличивает и электрические потери.

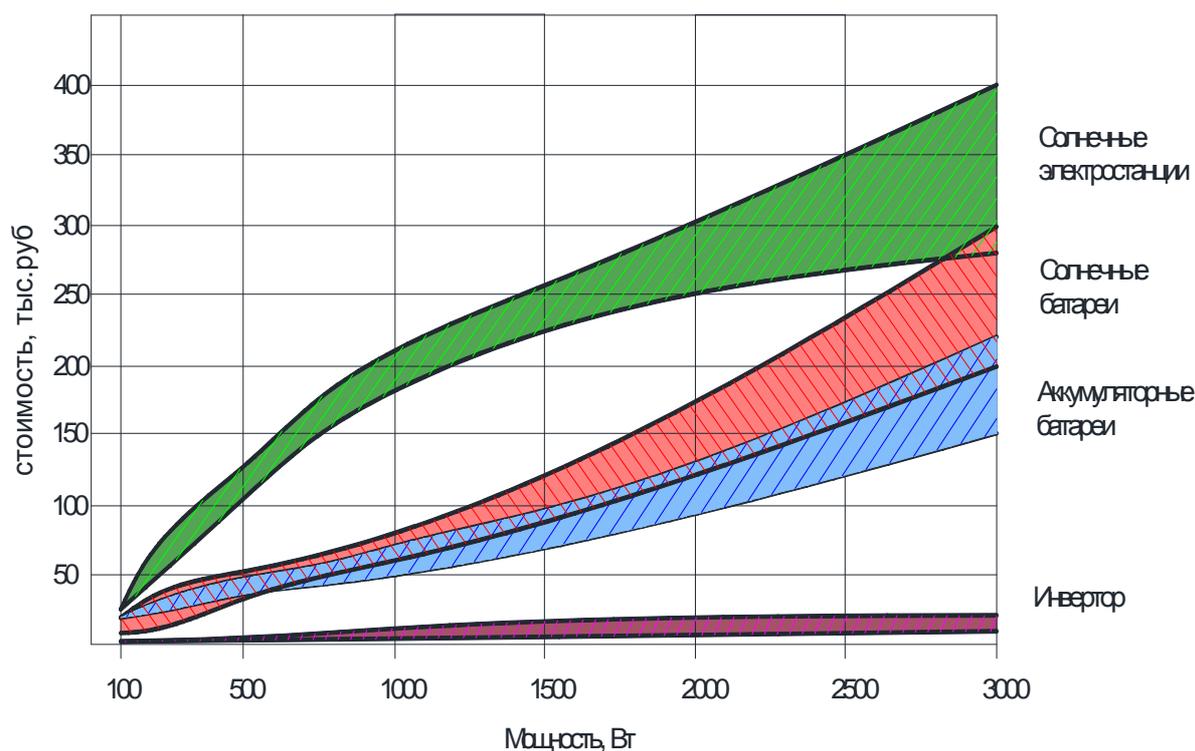


Рисунок 2 – Зависимость стоимости солнечных электростанций и отдельных элементов от мощности

На сегодняшний день стоимость элементов солнечных электростанций изменяется в зависимости от мощности и производителя оборудования.

Для Краснодарского края имеющего повышенный уровень среднегодового солнечного излучения (1250–1450 Вт ч/м<sup>2</sup>) и среднемесячную облачность в пределах 50–60%, перспективным направлением является применения СФЭС в качестве основных источников электроэнергии. Это позволит, в первую очередь, разместить источник электроэнергии в непосредственной близости от объектов электроснабжения, а так же не использование энергии централизованной сети позволяет производить дополнительную экономию средств. Так же при использовании СФЭС, как основного источника питания, позволит не использовать аккумуляторные батареи, и, как следствие, исключаются проблемы описанные ранее. На сегодняшний день подключение СФЭС к системам электроснабжения объектов АПК и выполнение ими функции источника электроэнергии при наличии солнечной радиации – выполнимое техническое действие.

На рисунке 3 приведены различные типовые схемы электроснабжения с использованием ВИЭ, в том числе с СФЭС. Если мощность одного трансформатора недостаточна для питания всей нагрузки подстанции, то при действии автоматического включения резерва (АВР) должны приниматься меры для отключения части наименее ответственных потребителей. Для наиболее ответственных потребителей предусмотрено подключение СФЭС к шинам питания, что обеспечивает электроснабжение потребителей на время работы АВР [7].

Таким образом, использование солнечных фотоэлектрических станций в качестве основного источника питания является наиболее перспективным и позволяет решить ряд экологических и экономических проблем.

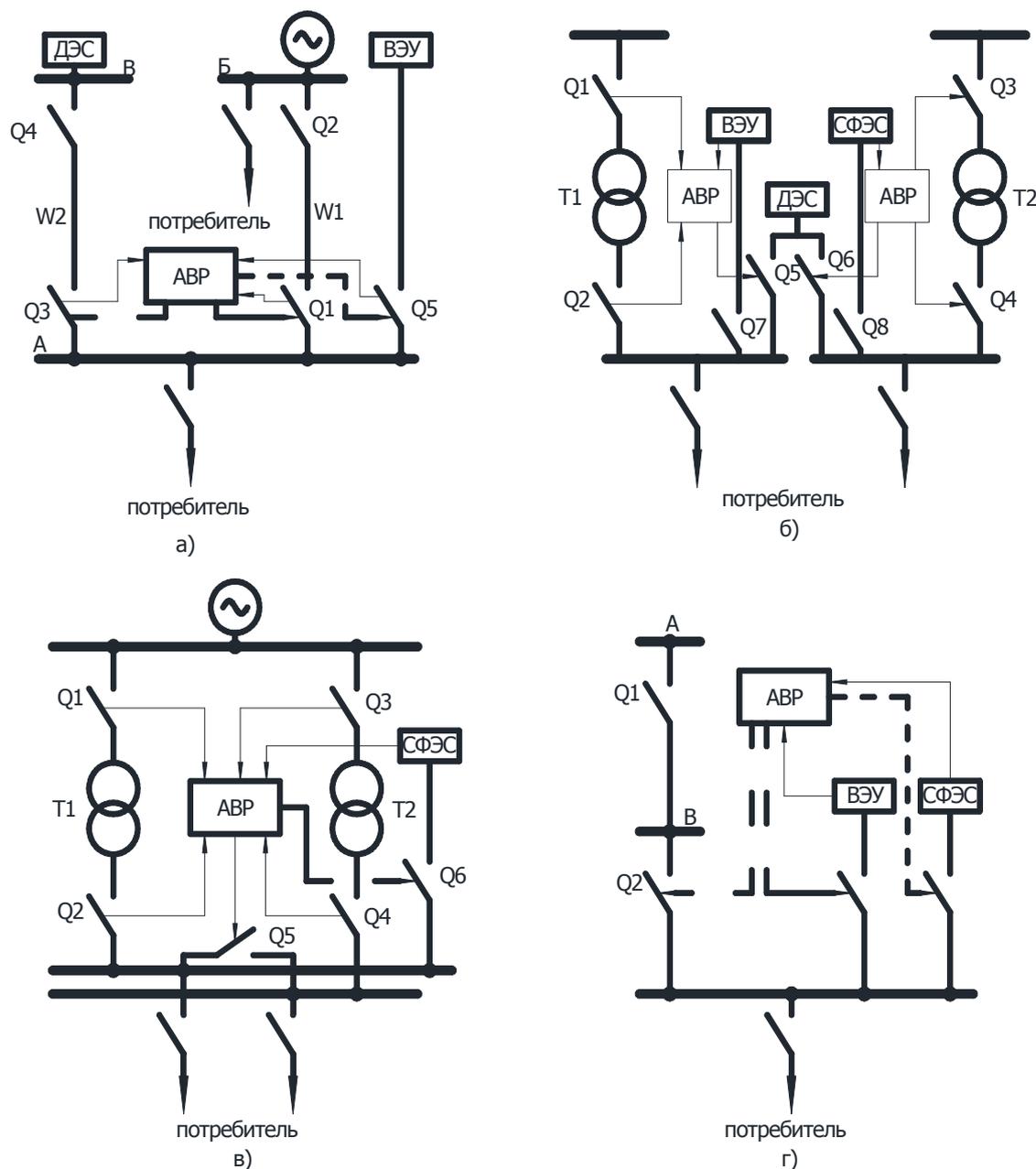


Рисунок 3 – Системы бесперебойного электроснабжения на базе ВИЭ

### Список литературы

1. Костин В.Н. Передача и распределение электроэнергии: учеб. пособие / В. Н. Костин, Е. В. Распопов, Е. А. Родченко. – СПб.: СЗТУ, 2003. – 147с.
2. Григораш О. В. Статические преобразователи электроэнергии систем автономного электроснабжения сельскохозяйственных потребителей: дис. ... д-ра техн. наук. / О. В. Григораш; КубГАУ. – Краснодар, 2003. – 338 с.
3. Григораш О. В. Энергосберегающие технологии в сельском хозяйстве /О. В.Григораш, В. В. Алмазов, А. Е. Усков // Университет. Наука, идеи и решения. – Краснодар, 2010. – № 1. – С. 229–231.

4. Усков А. Е. Современные требования, предъявляемые к автономным инверторам / А. Е. Усков, А. С. Чесовской, А. А. Мушлян // Материалы II Открытой Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых «Молодёжь и наука XXI века». Ч2. – Ульяновск: ГСХА, 2007. – С. 211–214.

5. Возобновляемые источники электроэнергии: монография. / О. В. Григораш, Ю. П. Степура, Р. А. Сулейманов, Е. А. Власенко, А. Г. Власов; под общ. ред. О. В. Григораш. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – 272 с.

6. Устройства включения резерва и управления энергоснабжением для непрерывного ведения бизнеса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.lantree.ru/files/vendors/Emerson/ASCO/ASCO\\_300.pdf](http://www.lantree.ru/files/vendors/Emerson/ASCO/ASCO_300.pdf).

7. Автономные инверторы в устройствах бесперебойного электроснабжения / О. В. Григораш, Ю. П. Степура, А. Е. Усков, Е. А. Власенко // Электротехника. – 2012. – № 6. – С.40–44

## References

1. Kostin V.N. Peredacha i raspredelenie jelektrojenergii: ucheb. posobie / V. N. Kostin, E. V. Raspopov, E. A. Rodchenko. – SPb.: SZTU, 2003. – 147s.

2. Grigorash O. V. Sticheskie preobrazovateli jelektrojenergii sistem avtonomnogo jelektrosnabzhenija sel'skohozjajstvennyh potrebi-telej: dis. ... d-ra tehn. nauk. / O. V. Grigorash; KubGAU. – Krasnodar, 2003. – 338 s.

3. Grigorash O. V. Jenergosberegajushhie tehnologii v sel'skom hozjajstve / O. V. Grigorash, V. V. Almazov, A. E. Uskov // Universitet. Nauka, idei i reshenija. – Krasnodar, 2010. – № 1. – S. 229–231.

4. Uskov A. E. Sovremennye trebovanija, pred#javljajemye k avtonomnym inverteram / A. E. Uskov, A. S. Chesovskoj, A. A. Mushljan // Materialy II Otkrytoj Vseros. nach.-prakt. konf. molodyh uchenyh «Molodjzh' i nauka XXI veka». Ch2. – Ul'janovsk: GSHA, 2007. – S. 211–214.

5. Vozobnovljaemye istochniki jelektrojenergii: monografija. / O. V. Grigorash, Ju. P. Stepura, R. A. Sulejmanov, E. A. Vlasenko, A. G. Vlasov; pod obshh. red. O. V. Grigorash. – Krasnodar: KubGAU, 2012. – 272 s.

6. Ustrojstva vkljuchenija rezerva i upravlenija jenergosnabzheniem dlja nepre-ryvnogo vedenija biznesa [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: [http://www.lantree.ru/files/vendors/Emerson/ASCO/ASCO\\_300.pdf](http://www.lantree.ru/files/vendors/Emerson/ASCO/ASCO_300.pdf).

7. Avtonomnye invertory v ustrojstvah besperebojnogo jelektro-snabzhenija / O. V. Grigorash, Ju. P. Stepura, A. E. Uskov, E. A. Vlasenko // Jelektrotehnika. – 2012. – № 6. – S.40–44