

**V Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

408-1

20-22 октября 2022 года

УДК 620-92

А.К. Оразбекова, НАО «Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина», Астана, Республика Казахстан,

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО
АККУМУЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГИИ В АВТОНОМНЫХ
ФОТОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ**

Аннотация: в статье рассмотрены вопросы о целесообразности применения автономной фотоэлектростанции. Произведён выбор оборудования и технико-экономическое обоснование фотоэлектростанции.

Ключевые слова: автономная фотоэлектрическая система, электронагревательная нагрузка, аккумулирование электроэнергии.

Введение

Рост энерговооружённости сельскохозяйственного производства определяет повышенный спрос на электрическую и тепловую энергию. Энергообеспечение сельскохозяйственных объектов, расположенных в удалённых от централизованных энергосистем районах, сопряжено с преодолением трудностей технического и экономического характера. Одним из перспективных путей повышения энергоэффективности автономного энергоснабжения сельскохозяйственных объектов является применение фотоэлектростанций.

Цель исследования. В данной работе рассматривается технико-экономическое обоснование теплового аккумулирования энергии в автономных фотоэлектростанциях объектов электрофикации, содержащих электронагревательное оборудование.

Объект исследования.

Объектом исследования является автономная фотоэлектрическая станция для электроснабжения сельскохозяйственного потребителя – животноводческого хозяйства Акмолинской области, в климатических условиях территории Казахстана.

Животноводческое хозяйство не имеет централизованного электроснабжения.

Выбор оборудования автономной фотоэлектростанции определяется графиком электропотребления объекта электрофикации и инсоляцией. Структурная схема автономной фотоэлектростанции показана на рис. 1.

**V Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

408-2

20-22 октября 2022 года

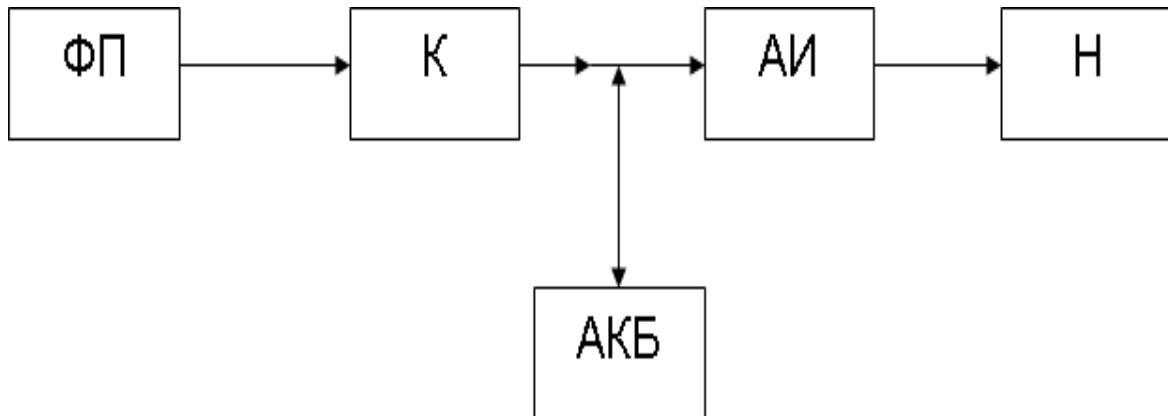


Рис. 1. Структурная схема ФЭС

ФП – фотоэлектрические панели; К – контроллер заряда аккумуляторной батареи АКБ; АИ – автономный инвертор; Н – электрические нагрузки ФЭС.

Животноводческое хозяйство в зимний период потребляет около 267 кВт*час электроэнергии в стуки. Из графика электрических нагрузок видно, что максимальная мощность составляет примерно 12-13 кВт. (рис.1). В зимнее время 50% энергии расходуется на подогрев воды. Электроподогрев воды может осуществляться постоянным током, снимаемым непосредственно с выходных шин массива фотопанелей. В этом случае снижается нагрузка на аккумуляторы и автономный инвертор, что позволяет улучшить технико-экономические характеристики такой фотоэлектростанции.

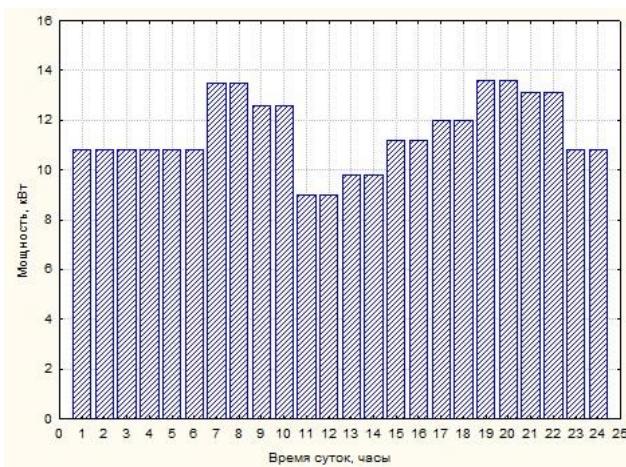


Рис. 2 График электрических нагрузок животноводческого хозяйства в зимний сезон

**V Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

408-3

20-22 октября 2022 года

Схема предлагаемой фотоэлектростанции (ФЭС) имеет вид, показанный на рисунке 2.

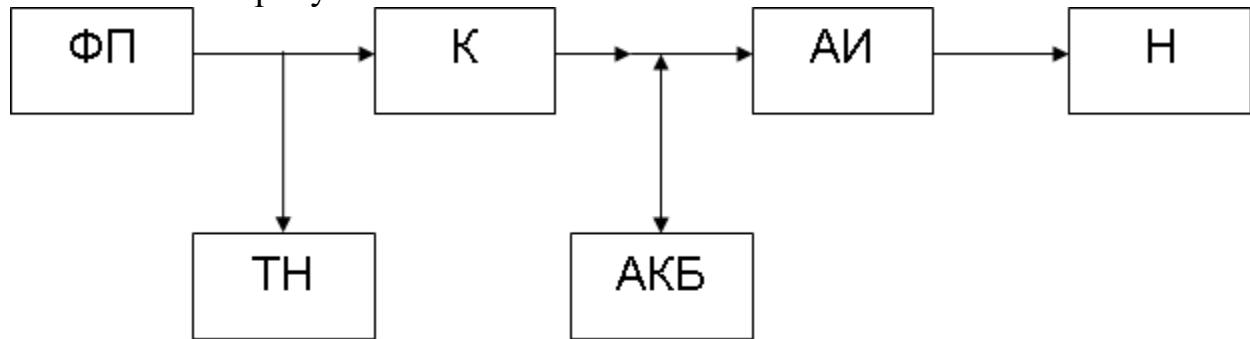


Рис.3 Структурная схема ФЭС с выделением тепловых нагрузок
ТН – тепловая нагрузка

Водонагревательные элементы (ТН) с термоизоляцией позволяют аккумулировать часть электроэнергии ФП в виде тепловой энергии в ТН.

В результате эту часть энергии ФЭС не требуется аккумулировать в электрохимических аккумуляторах, что позволяет уменьшить их суммарную ёмкость и, соответственно, стоимость [1-2].

Выбор всех элементов произведён на основании, анализе продукции различных производителей [4-6]. Выбранное оборудование автономной ФЭС, с капитальными вложениями заносим в таблицу 1.

Таблица 1

№	Номенклатура товара	Кол-во, шт.	Цена за шт., руб	Сумма, руб.
	Фотопанели НН-MONO200W	900	13200	11880000
2	Контроллер заряда аккумуляторной батареи ECO Энергия MPPT Pro 200/60	5	31500	157500
3	АКБ - Delta DTM 12200 L.	150	22316	3347400
4	инвертор MAP*HYBRID*24*6	1	89900	89900
Итого оборудование				15474800
5	Строительно-монтажные работы (20% от стоимости)			3094960
Итого				18569760

**V Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
20-22 октября 2022 года**

408-4

Для технико-экономического обоснования, рассчитываем экономические показатели, которые определяют целесообразность применения автономной фотоэлектростанции [3].

Удельная стоимость установленной мощности оборудования определяется как

$$3 = \frac{P_H K + C}{P}; \quad (1)$$

P-установленная мощность объекта электроснабжения (кВт);

K- общие капиталовложения (руб.);

$$K = K_{yct} + K_{np} + K_{cnp}; \quad (2)$$

где K_{yct} – стоимость комплектного оборудования (руб.);

K_{np} – стоимость проектных работ по определению места установки на местности (руб.);

K_{cnp} – стоимость строительных и монтажных работ по установке электростанции (подстанции) (руб.);

$P_H = \frac{1}{T}$ – нормативный коэффициент рентабельности,

где Т – экономический срок службы оборудования (лет).

C – общегодовые эксплуатационные расходы (руб.)

$$C = C_{экс} + C_{рем} + C_{мон} + C_{д.мон}; \quad (3)$$

где $C_{экс}$ – годовые расходы на эксплуатацию системы электроснабжения (руб.);

$C_{рем}$ – годовые расходы на плановый ремонт (руб.);

$C_{мон}$ – годовые расходы на топливо (руб.);

$C_{д.мон}$ – годовые расходы на доставку топлива (руб.);

Себестоимость 1 кВтч электроэнергии:

$$C_{зл} = \frac{P_H K + C}{W}, \text{ руб/кВт·час}; \quad (4)$$

W–общее количество электрической энергии, вырабатываемое электростанцией в течении года.

Срок службы основного оборудования станции $T=20$ лет, соответственно нормативный коэффициент рентабельности $P_H=0,05$.

V Всероссийская (с международным участием) молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»

408-5

20-22 октября 2022 года

Затраты на текущий ремонт могут быть приняты в размере 1% от стоимости оборудования, что составит 154748 рублей.

Приведённые годовые затраты на 1кВт установленной мощности определяем по формуле (1):

$$Z = \frac{0,05 \cdot 18569760 + 154748}{207} = 5233 \text{ руб} / \text{kVt}$$

Себестоимость производимой электроэнергии определяется по формуле (4):

$$C_{зл} = \frac{0,05 \cdot 18569760 + 154748}{97455} = 11 \text{ руб} / \text{kVt} \cdot \text{час.}$$

Выводы

Результаты расчета показали, что себестоимость 1 кВт·ч электроэнергии, выработанной автономной фотоэлектростанцией равна 11рублям. По данным ТОО «АРЭК-Энергосбыт» цена 1 кВт·ч электроэнергии из сети равна 7,95 рубля для производственных целей в сельском хозяйстве. Это значит, что цена за 1 кВт·ч электроэнергии от автономной фотоэлектростанции существенно дороже сетевой. Однако дело в том, что цена сетевой электроэнергии определяется финансовыми дотациями государства малым потребителям. Использование автономной электростанций ведет к сокращению объема государственной финансовой поддержки малых электропотребителей. Кроме того, обеспечивается снижение загрязнения окружающей среды, происходящего в результате использования традиционных источников энергии. Следует отметить, что цена за 1 кВт·ч электроэнергии из возобновляемых источников энергии будет уменьшаться за счет снижения стоимости оборудования возобновляемой энергетики, увеличения срока использования электростанции и благодаря широкому производству и внедрению таких систем.

Список литературы:

1. Лукутин Б.В., Оразбекова А.К., «Повышение эффективности автономной фотоэлектрической системы, содержащей электронагревательное оборудование. Журнал «Успехи современной науки и образования», 2016, №12, Том 5, 45-49стр.
2. Лукутин Б.В., Муравлев И.О., Плотников И.А. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электротстанциями: учебное пособие/ Б.В.Лукутин, И.О.Муравлев, И.А.Плотников – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. -129с.

**V Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
20-22 октября 2022 года**

3. Тремясов В.А., Фотоэлектрические и гидроэнергетические установки в системах автономного электроснабжения: монография / В.А. Тремясов, К.В.Кенден – Красноярск: Сиб.федер.ун-т, 2017. – 208с. ISBN 978-5-7638-3539-7