

УДК 620.9

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ ДЛЯ СРЕДНЕЙ ПОЛОСЫ РОССИИ

П. А. Каганер¹, С. Е. Щеклеин²

^{1,2} Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

¹ pashakag@mail.ru

Аннотация. В работе представлено технико-экономическое сравнение различных вариантов компоновки электростанций с использованием фотоэлектрических панелей. Показано, что стоимость электроэнергии, полученной путем использования фотоэлектрических станций совместно с дизельным генератором или с энергосистемой, дешевле, чем стоимость электроэнергии в Москве от централизованного энергоснабжения.

Ключевые слова: фотоэлектрическая станция, стоимость электроэнергии

TECHNICAL AND ECONOMIC COMPARISON OF OPTIONS OF PHOTOVOLTAIC PLANTS IN CENTRAL RUSSIA

P. A. Kaganer¹, S. E. Shcheklein²

^{1,2} Ural Federal University named after the First
President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

¹ pashakag@mail.ru

Abstract. The paper presents a technical and economic comparison of various options for the layout of power plants using photovoltaic panels. It is shown that the cost of electricity generated by using photovoltaic stations in conjunction with a diesel generator or with a power system is cheaper than the cost of electricity in Moscow from centralized power supply.

Keywords: photovoltaic station, electricity cost

В настоящее время в отдаленных и труднодоступных регионах России основными источниками энергоснабжения являются дизель-

ные и бензиновые электростанции. Только на Крайнем Севере и территориях, к нему приравненных, их общее число превышает 5 тыс., а ежегодный расход топлива — 6 млн т. В поставках топлива в эти районы занято около 60 тыс. человек. Недостаточное финансирование на фоне ограниченных сроков навигации на северных морских путях приводит к тому, что запасы топлива на электростанциях составляют 40–70 % от нормативных и не могут гарантировать надежность электроснабжения в условиях полярной зимы. Задачу повышения надежности электроснабжения при одновременном сокращении объемов завозимого топлива можно решить путем создания автономных энергокомплексов, использующих органическое топливо и потенциал возобновляемых источников энергии [1].

Одним из таких вариантов является использование станций на дизельном топливе совместно с фотоэлектрическими панелями. Солнечная энергетика обладает большим потенциалом для использования даже в такой северной стране, как Россия [2].

В настоящей работе выполнен расчет фотоэлектрической станции (ФЭС) мощность 3 кВт для размещения в Москве. Географически Москва расположена в средней полосе России, поэтому полученные данные можно также применять и к другим городам, которые относятся к указанной полосе.

Рассмотрены три варианта компоновки электростанции с использованием солнечных панелей: автономная ФЭС, гибридная ФЭС и сетевая ФЭС.

Автономная фотоэлектрическая станция должна иметь аккумуляторные батареи (АКБ) большой емкости из-за сезонных (вызванных вращением Земли вокруг Солнца) и суточных (вызванных вращением Земли вокруг собственной оси) изменений прихода солнечной энергии. Резерв не предусмотрен. Такая система отличается полной независимостью от энергосистемы, отсутствием затрат на топливо, но достаточно высокой стоимостью. На рис. 1 представлена принципиальная схема автономной ФЭС.

Гибридная фотоэлектрическая станция имеет резерв в виде дизельного генератора (ДГ). Такая ФЭС позволяет запасать энергию в период высокого прихода солнечной энергии, а недостаток компенсировать дизельной генерацией. Такое сочетание, с одной стороны, позволяет получить гарантированный резерв, а с другой — сократить время работы ДГ, обеспечив экономию топлива и увеличения периода эксплуатации.

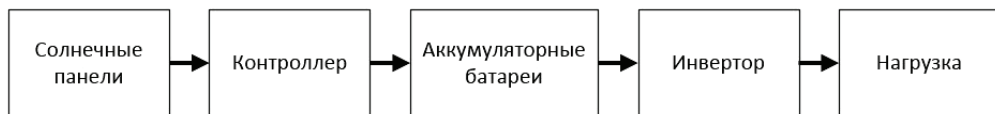


Рис. 1. Принципиальная схема автономной ФЭС

На рис. 2 представлена принципиальная схема гибридной ФЭС.

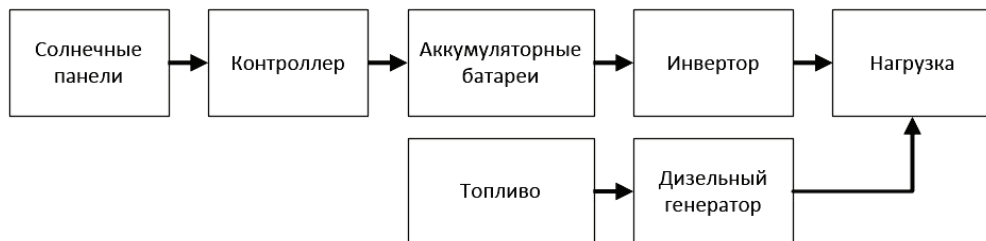


Рис. 2. Принципиальная схема гибридной ФЭС

Сетевая ФЭС работает совместно с энергосистемой, поэтому не нуждается в АКБ. Энергосистема представлена в качестве внешнего аккумулятора: она принимает излишки и компенсирует нехватку электроэнергии. На рис. 3 представлена принципиальная схема сетевой ФЭС.

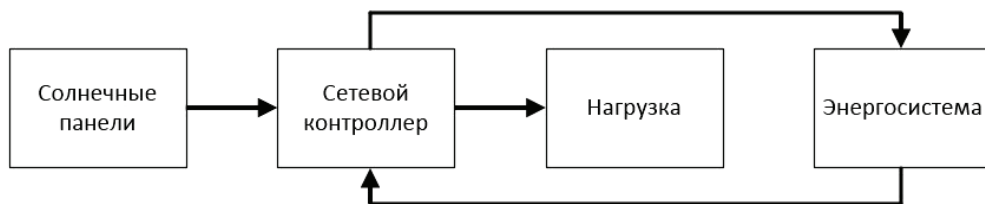


Рис. 3. Принципиальная схема сетевой ФЭС

Стоимость электроэнергии, вырабатываемой на электростанции, вычислялась по формуле

$$C_{\text{фэс}} = \frac{I_{\text{фэс}}}{W_{\text{фэс}}} p / (\text{кВт} \cdot \text{ч}),$$

где $I_{\text{фэс}}$ — годовые издержки при использовании, р.; $W_{\text{фэс}}$ — годовая выработка энергии солнечных модулей, кВт · ч.

График стоимости электроэнергии, вырабатываемой на различных видах электростанций, приведен на рис. 4.

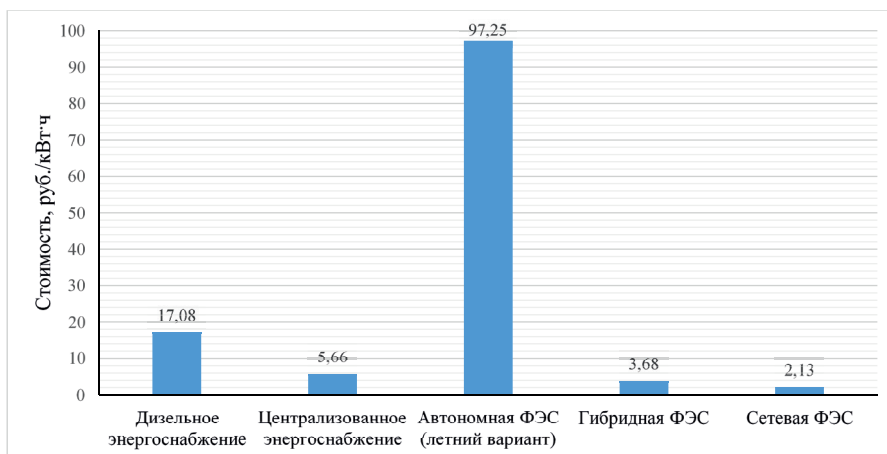


Рис. 4. График стоимости электроэнергии для Москвы

Таким образом, можно сделать вывод, что стоимость электроэнергии, полученной путем использования фотоэлектрических станций совместно с дизельным генератором или с энергосистемой, дешевле, чем стоимость электроэнергии в Москве от централизованного энергоснабжения. Это означает, что во всех городах средней полосы России целесообразно строительство гибридных и сетевых фотоэлектрических станций.

Список источников

1. Велькин В. И., Щелоков Я. М., Щеклеин С. Е. Возобновляемая энергетика и энергосбережение / под общ. ред. В. И. Велькина. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2020. 312 с.
2. Суммарная (прямая и рассеянная) солнечная радиация на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности, МДж/м² (территория России) [Электронный ресурс]. URL: <http://alternativenergy.ru/insolaciya.html#1> (дата обращения: 01.12.2020).