

УДК 620.92:658.26(477.75)

**ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА КРЫМА ПРИ  
ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

*Д.т.н., проф. Бекиров Э.А.*

*Национальная академия природоохранного и курортного строительства,  
г. Симферополь*

**Введение**

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) в настоящее время являются одним из перспективных направлений получения электрической и тепловой энергии, обусловленное экологической чистотой преобразования солнечной энергией, энергией ветра, геотермальной энергией и энергией биомасс, большим сроком службы, небольшими затратами на обслуживание.

Построение электро- и энергогенерирующих систем на основе использования возобновляемых источников энергии не требует чрезвычайно больших материальных средств и финансирования, а введенные в эксплуатацию системы и станции небольшого количества обслуживающего персонала.

Тенденция развития преобразующих устройств солнечной, ветровой энергии, улучшение технологии изготовления, повышение коэффициента полезного действия, увеличение выходной мощности позволяет находить все более широкое применение возобновляемых источников энергии, использование которых является альтернативой традиционным источникам энергии в электроэнергию.

**Постановка задачи**

Для успешного развития экономики Крыма особенно важным является энергообеспеченность и энергосбережение, что характеризуется зависимостью от топливно-энергетической базы. Запасы топлива ресурсов традиционных источников в Крыму небольшие. Перспектива ускоренного развития возобновляемых источников энергии обусловлена не только небольшими природными запасами, а экономически целесообразными условиями эксплуатации установок по использованию возобновляемых источников энергии.

Строительство ветро- и солнечных станций было определено в числе десяти приоритетных национальных проектов Украины. Для материалов и комплектующих украинского производства в солнечных модулях должно составлять не менее 30% в 2013г., и не менее 50% с 2014г. Энергосети обязаны согласно Закону о «Зеленом» тарифе «забирать» всю электроэнергию, выработанную на электростанциях, работающих за счет возобновляемых источников энергии.

**Основная часть**

В настоящее время в Крыму введены в эксплуатацию 4 солнечных электростанций мощностью 227,3 МВт. С момента эксплуатации за период с 2010 по 2012 г. выработано электроэнергии 335 млн. кВт·ч. В настоящее время строится солнечная электростанция с планируемой мощностью 110 МВт. В последующем общая мощность солнечных парков с учетом нового

строительства будет доведена до 500МВт. В Крыму действуют 7 ветроэлектростанций с общей мощностью 64,7 МВт. Согласно статистическим данным [1] экономически-целесообразный потенциал возобновляемых источников энергии в АР Крым представлен в таблице 1.

Таблица 1

*Экономически-целесообразный энергетический потенциал возобновляемых источников энергии в Автономной Республике Крым*

Направления освоения ВИЭ	Экономически-целесообразный энергетический потенциал, тыс.у.т.			
	2010-2014	2012	2013	2014
Солнечная энергетика	518,0	143,0	150,0	158,0
Ветроэнергетика	4251,0	1041,0	1093,0	1145,0
Малая гидроэнергетика	2,1	0,6	0,6	0,6
Геотермальная энергетика	11,2	3,2	3,4	3,6
Биоэнергетика	140,1	37,2	39,1	41,0
Энергетика окружающей среды	16,4	3,9	4,1	4,3
Всего ВИЭ	4938,8	1228,9	1290,2	1352,5

Мощности генерирующих систем на основе ВИЭ составляли в 2012 г. 31,5% от общих мощностей электрогенерирующих систем в Крыму.

Расчетный гидроэнергетический потенциал Крыма составляет 756 МВт и в ближайшие годы предполагается освоить 18МВт с суммарной выработкой электроэнергии около 63 млн. кВт·ч. Из этой энергии на долю рек придется 30%, водохранилищ – 53%, а оставшиеся 17% – малые ГЭС, устанавливаемые на напорных трубопроводах систем водоснабжения и канализации.

Наибольшие перспективные гидроэнергетические потенциалы соответствуют рекам западной части северного макросклона Крымских гор: Коккозка – 10,6 МВт, Альма – 9,19 МВт, Кача – 5,82 МВт, Черная – 5,34 МВт, Бельбек – 4,27 МВт.

Реализация мероприятий программы по энергообеспечению и энергоснабжению за весь период ее выполнения предусматривает снижение энергоемкости на 20% за весь период выполнения программы, то есть 4% ежегодно. Экономия традиционных топливно-энергетических ресурсов за счет реализации мероприятий программы в период с 2010–2014 годы составит 7040,4 тыс. т.у.т., в том числе за счёт мероприятий по энергосбережению 2105,42 тыс. т.у.т., освоения энергии возобновляемых источников – 4934,97 тыс. т.у.т.

В настоящее время фотоэлектрические преобразователи и реализованные на их основе солнечные батареи при использовании новых полупроводниковых материалов, повышение их коэффициента полезного действия, удешевление стоимости и качественно улучшенных характеристик позволяет их широкое применение.

Развитие фотоэлектрических систем электроснабжения является особенно важным для Украины и Крыма благодаря благоприятным

климатическим условиям – интегральная величина энергии солнечного излучения колеблется в диапазоне 1000-1500 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год при перемещении по широте.

При генерировании электрической энергии в единую систему генерирующими системами могут быть солнечные электростанции (СЭС), ветроэлектростанции (ВЭС), тепловые электростанции (ТЭС). Рассмотрим задачу совместного генерирования электроэнергии, работающими СЭС, ТЭС и ВЭС.

Для расчета эффективности использования возобновляемых источников энергии необходимо применить математические методы в технико-экономических расчетах. Рассмотрим в частности применение интерполяционного полинома Лагранжа для технико-экономического расчета фотоэлектрической системы [2-5].

При технико-экономических расчетах систем электроснабжения с использованием возобновляемых источников энергии имеют место не равностоящие узлы – генерируемых напряжений или токов целесообразно применять формулу Лагранжа.

Метод Лагранжа

$$\Phi = \sum_{t=1}^{t=k} B_t + \sum_{t=1}^{t=k} \lambda_t P_{TЭС,t} + \sum_{j=1}^{j=\gamma} \lambda_j P_j,$$

где  $B_t$  – расход топлива на ТЭС,

$P_{TЭС,t}$  – мощность ТЭС,

$P_j$  – мощность СЭС,

$\lambda$  – множитель Лагранжа.

Уравнение оптимизации работы СЭС и ТЭС имеет вид

$$\frac{b}{1 + \sigma_{TЭС}} = \lambda_\alpha \frac{i_\gamma}{1 - \sigma_\alpha} = \lambda_\beta \frac{i_\beta}{1 - \sigma_\beta} = \dots = \lambda_\gamma \frac{i_\gamma}{1 - \sigma_\gamma},$$

где  $b$  – относительный прирост расхода топлива тепловой электростанцией,

$\sigma$  – относительные приросты потерь активной мощности,

$\lambda$  – множитель Лагранжа,

$j$  – относительный прирост солнечной радиации.

Множитель Лагранжа

$$\lambda = \frac{\Delta B_{TЭС}}{\Delta I},$$

где  $\Delta B_{TЭС}$  – расход топлива,

$\Delta I$  – интенсивность солнечной радиации.

При заданных значениях мощности нагрузки 80 МВт, мощность ТЭС – 80 МВт, мощность СЭС – 80 МВт, расчетные значения параметров совместной работы СЭС и ТЭС представлены в таблице 2.

Таблица 2

Расчётные значения параметров совместной работы СЭС и ТЭС

Величина	Единицы измерения	За год
Выработка электроэнергии на ТЭС без ввода СЭС		
$W_{ТЭС}$	МВт·ч	700800
$V_{ТЭС}$	т.у.т.	238272
Выработка электроэнергии на СЭС		
$W_{СЭС}$	МВт·ч	161041
Выработка энергии на ТЭС при вводе СЭС		
$W_{ТЭС+СЭС}$	МВт·ч	540000
Процент замещения ТЭС СЭС		
$\mu$	%	23
Кол-во сэкономленного топлива и масса сокращенных выбросов диоксида углерода		
$B$	т.у.т.	183517
$M$	т.	89671
Множитель Лагранжа		
$\lambda$		0.091

График генерации электроэнергии ТЭС и СЭС показаны на рис. 1.

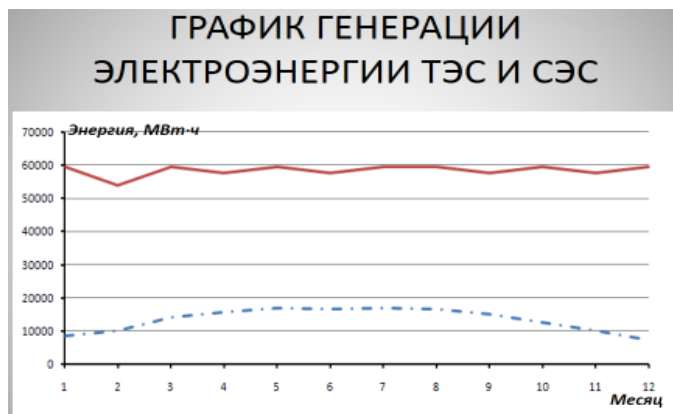


Рис. 1. График генерации электроэнергии ТЭС и СЭС

График генерации электроэнергии СЭС, ВЭС и ТЭС показаны на рис. 2.

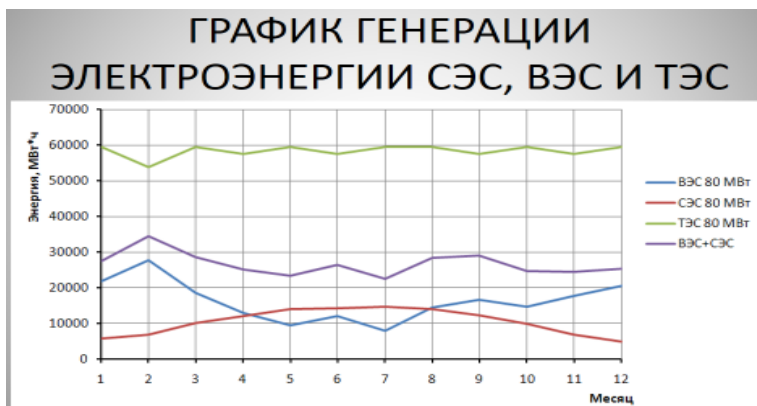


Рис. 2. График генерации электроэнергии СЭС, ВЭС и ТЭС

#### Выводы

Анализ совместной работы СЭС и ТЭС показывает, что электроэнергия, выработанная СЭС составляет 23% от электроэнергии, выработанной при совместной работе СЭС и ТЭС. Количество сэкономленного топлива составляет 183517 т.у.т. и масса выбросов диоксида углерода составит 89671 т.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Статистический сборник «Топливо-энергетические ресурсы за 2008-2010 гг. АР Крым».
2. Анисимов Н.Д. Расчеты и анализ режимов работы сетей. / Анисимов Н.Д., Веников В.А., Ежков В.В. - М.: «Энергия», 1974. – 336 с. с ил.
3. Веников В.А. Электрические системы. Математические задачи электроэнергетики/ Веников В.А., Зуев Э.Н., Литкенс И.В. - М., «Высшая школа», 1981. - 288с. ил.
4. Веников В.А. и др. Оптимизация режимов электростанции и энергосистем. – М: Энергоиздат, 1981. – 464с., ил.
5. Веников В.А. Электрические системы. Электрические расчеты программирования и оптимизации режимов. / Веников В.А., Горюшкин В.И., Маркович И.М. и др. - М.: «Высшая школа», 1973. - 320с. ил.
6. ДСТУ-НБВ.11-27.2011 «Строительная климатология»
7. Даффин Дж.А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. / Даффин Дж.А., Бекман У.А. - М.: Мир, 1977. - 420с.
8. Бекиров Э.А., Калачик Ю.М. Увеличение энергетического потенциала Крыма при использовании возобновляемых источников энергии / Сборник научных трудов «Строительство и техногенная безопасность», Симферополь, №40, 2011. - с. 115-123.
9. Бекиров Э.А., Стрижаков К.П. Оптимизация режимов распределения нагрузки в совмещенной системы с возобновляемыми источниками энергии / Журнал «MotoI», Люблин-Симферополь, № 1, 2012. - стр.149-153.