

УДК 620 (075.8)

UDC 620 (075.8)

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

CONCERNING EFFICIENCY AND REASONABILITY OF USING RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE KRASNODAR REGION

Григораш Олег Владимирович
д.т.н., профессор, заведующий кафедрой,
grigorasch61@mail.ru

Grigorash Oleg Vladimirovich
Dr.Sci.Tech., professor, head of the chair,
grigorasch61@mail.ru

Тропин Владимир Валентинович
д.т.н., профессор кафедры физики

Tropin Vladimir Valentinovich
Dr.Sci.Tech., professor of the Chair of Physics

Оськина Анастасия Сергеевна
к.т.н., доцент кафедры Электротехники и ВИЭ
Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Osykina Anastasia Sergeevna
Cand.Tech.Sci., associate professor of the Chair of
Electrical Techniques and Renewable Energy Sources
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

В статье раскрываются критерии оценки энергетической и экономической эффективности возобновляемых источников электроэнергии, а также проводится обоснование целесообразности их использования в Краснодарском крае. Рассмотрены основные цели и предлагается план развития возобновляемой энергетики в крае

In the article, we introduce the criteria for the estimation of energy and economic efficiency of renewable energy sources as well as of its application and using in the Krasnodar region. Also hereby the main goals are examined and the plan of development of renewable energy in the region is proposed

Ключевые слова: ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Keywords: RENEWABLE ENERGY SOURCES, AUTONOMOUS SYSTEM OF ENERGY SUPPLY, ECONOMIC AND ENERGY EFFICIENCY

Важным условием достоверного выбора наиболее эффективных источников электроснабжения для региона является наличие системы объективных количественных критериев оценки. Такая система оценки проводится с использованием экономических и энергетических критериев эффективности [1].

Оценка экономической эффективности источников электроэнергии проводится для конкретного потребителя или региона по следующим основным критериям:

- 1) удельные капитальные затраты;
- 2) удельные затраты на эксплуатацию;
- 3) удельные затраты на капитальный ремонт;
- 4) суммарные затраты на топливо (для традиционных источников);

- 5) топливная составляющая себестоимости электроэнергии;
- 6) себестоимость вырабатываемой электроэнергии;
- 7) выручка от продажи электроэнергии;
- 8) суммарный доход за ресурс;
- 9) окупаемость в годах;
- 10) экономия, обусловленная сокращением вредных выбросов.

Оценка энергетической эффективности проводится для энергоустановки, как правило, по следующим критериям:

- 1) максимальный коэффициент использования номинальной мощности;
- 2) максимальная годовая (сезонная) выработка электроэнергии;
- 3) максимальная выработка электроэнергии на единицу топлива;
- 4) максимальная выработка электроэнергии на единицу трудозатрат (*чел.-час/кВт ч*);
- 5) максимальная выработка электроэнергии за ресурсный период;
- 6) качество вырабатываемой электроэнергии;
- 7) вероятность перебоев в электроснабжении.

Рассмотренные выше критерии применяются при сравнении традиционных источников электроэнергии с возобновляемыми источниками энергии (ВИЭ). Кроме того, в качестве критерия экономической эффективности ВИЭ, применяется экономический эффект от замещения органического топлива и сокращения вредных выбросов в атмосферу [1, 2].

При использовании традиционных методик расчета энергетических потенциалов ВИЭ разных видов [2], соотношения наиболее эффективного совместного их использования для региона должны определяться, пропорционально величинам их производственного потенциала.

Вклады ресурсов (потенциала) ВИЭ разного вида (*в тыс. т у. т./год и в %*), перспективных для Краснодарского края, в его суммарный производственный потенциал проиллюстрированы на рисунке 1.

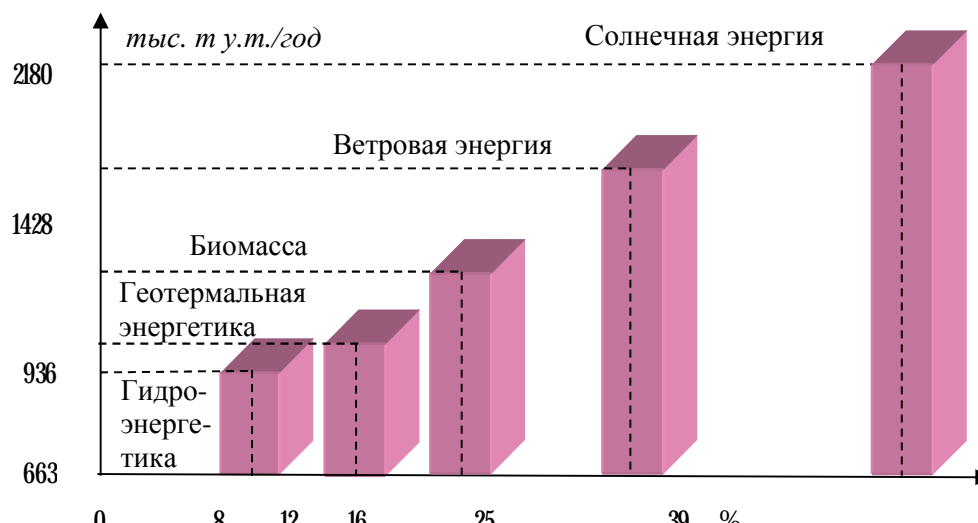


Рисунок 1 – Энергопотенциал ВИЭ (в тыс. т у. т./год и в %), перспективных для Краснодарского края

Как видно из диаграммы, наиболее значимыми видами возобновляемых ресурсов для Краснодарского края являются солнечная и ветровая энергии и потенциальная энергия органических отходов сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности (биомасса), на долю которых приходится 80% энергетического потенциала ВИЭ региона. Энергопотенциал гидравлической и геотермальной энергий составляют, соответственно, 12% и 8%.

Сравнительные показатели энергетической и экономической эффективности возможных вариантов систем электроснабжения Краснодарского края на базе ВИЭ приведены в таблице 1 [1].

Для возможности сравнения результатов таблица 1 содержит расчетные данные по ВИЭ с параметрами и номинальными мощностями, обеспечивающими в условиях региона одинаковую годовую выработку электрической и тепловой энергии.

Таблица 1 – Сравнительные показатели энергетической и экономической эффективности возможных вариантов систем электроснабжения Краснодарского края на базе ВИЭ с годовой выработкой электроэнергии 42 млн. кВт ч (СФЭС – солнечные фотоэлектрические станции; ВЭС – ветроэлектрические станции; МГЭС – малые гидроэлектростанции)

№ п/п	Показатели ВИЭ	СФЭС	ВЭС	МГЭС	Электростанции на биотопливе
1	Коэффициент использования номинальной мощности ВИЭ, $K_{инм}$, %	16	30	60	60
2	Суммарная номинальная мощность, МВт	30,6	16,3	8,2	8,3
3	Капитальные затраты, млн. руб	5704	948	640	492
4	Эксплуатационные затраты, млн. руб/20 лет	1246	519	359	547
5	Себестоимость энергии, руб/кВт ч	7 - 8	2 - 3	1,2 - 1,5	2 - 3
6	Срок окупаемости, лет	6 - 7	3 - 4	3 - 4	4 - 5
7	Трудоёмкость реализации проекта, чел. час/млн кВт ч	0,41	0,34	0,31	0,44

В качестве эталонной по результатам методических расчетов выбрана электростанция номинальной мощности 10 МВт, работающая со среднегодовым коэффициентом использования ее номинальной мощности $K_{инм} = 50\%$. Выбранной номинальной мощности эталонной электростанции соответствуют наиболее эффективные показатели ВИЭ всех рассмотренных типов, и поэтому она является наиболее репрезентативной для объективного сравнения ВИЭ между собой [3].

Целесообразность развития энергетики Краснодарского края на основе ВИЭ обусловлена:

- растущим дефицитом традиционных топливно-энергетических ресурсов;
- значительными ресурсами ВИЭ;
- высокой экологичностью технологий ВИЭ;

– динамикой роста цен на электроэнергию и тепло, значительно повышающей инвестиционную привлекательность проектов по ВИЭ (с 2010 г по 2012 г. цены на электроэнергию выросли в 12 раз);

– стабильным ростом экономического развития Краснодарского края (потребление электроэнергии в регионе с 2006 г. по 2012 г. выросло более чем в 2 раза).

Особую важность приобретает постановка обоснованных и реальных задач, являющихся важнейшим условием успешного выполнения как региональных программ развития ВИЭ, так и Российской программы в целом.

Установление целей по развитию ВИЭ для Краснодарского края должно проводиться исходя из следующих допущений и соображений:

– с учетом мировых темпов развития возобновляемой энергетики, производственные потенциалы ВИЭ в регионах при наличии нормативно-правовой базы их развития с учетом энергетического и топливного дефицита могут и должны быть реализованы к 2020 г. примерно на 50%;

– многолетняя (до 2020 г.) динамика развития каждого вида ВИЭ определялась, исходя из мирового опыта их развития для приблизительно равных условий (производственных, кадровых, экономических) рассмотренных регионов;

– с учетом производственных среднестатистических затрат электроэнергии на нагрев воды в бытовых и производственных нуждах, составляющих до 50% от потребляемой в регионах электроэнергии, энергозатраты на нагрев воды с использованием солнечных тепловых нагревательных установок включались в суммарный баланс производства электроэнергии;

– учитывая трудоемкость производства энергии при имеющемся в России недостатке трудовых ресурсов, предпочтительными оказываются менее трудоемкие технологии энергопроизводства.

В качестве базовых для масштабного развития возобновляемой энергетики в Краснодарском крае целесообразно к 2020 г. выбрать ветроэнер-

гетику (с суммарной установленной мощностью до 250 MВт .), гелиоэнергетику, (тепловую и электрическую с суммарной установленной мощностью примерно 120 MВт) и биоэнергетику (с суммарной установленной мощностью до 120 MВт) [1].

Особенностью развития Краснодарского края является первоочередное внедрение солнечных энергетических установок, и, прежде всего наиболее экономичных из всех видов ВИЭ – солнечных коллекторов. Даже если только 5% владельцев частных домов или дач (что составляет примерно 25 тыс. пользователей) в Краснодарском крае начнут использовать солнечные коллекторы для нагрева воды и отопления, в сумме установленная мощность солнечных коллекторов составит в этом случае (из расчета 3 – 4 кВт на дом) не менее 60 – 100 МВт [3].

Разработка эффективного регионального плана по развитию ВИЭ обусловлена активной работой по развитию энергетики на основе ВИЭ на Федеральном уровне, дефицитом органических топливно-энергетических ресурсов в Краснодарском крае, подготовкой к проведению в 2014 г. зимней Олимпиады в Сочи, необходимостью решения экономических проблем.

В качестве основных составляющих регионального плана должны быть.

1. Ускоренная разработка и принятие законодательной и нормативно-технической базы Краснодарского края по развитию энергетики с использованием ВИЭ.

2. Создание системы эффективного планирования, организации работ и управления мероприятиями по выполнению региональной программы и планов по вводу ВИЭ.

3. Адаптация европейских стандартов, технических регламентов и нормативно-технической документации по использованию ВИЭ.

4. Разработка региональной системы мер по экономическому стимулированию ВИЭ.

5. Реализация с организационным и финансовым участием Администрации Краснодарского края значимых и эффективных для региона крупномасштабных проектов ВИЭ.

6. Развитие современной и эффективной конструкторско-проектной базы ВИЭ, а также создание и развитие производственной и ремонтно-эксплуатационной базы ВИЭ в Краснодарском крае.

7. Ускорение создания системы подготовки профессиональных кадров для ВИЭ и учебно-испытательных центров и полигонов ВИЭ.

8. Создание системы и проведение эффективной пропаганды ВИЭ.

Сравнивать эффективность получения электрической энергии от любого из существующих источников и, прежде всего, от внешней сети невозможно в принципе. Но понять преимущества ВИЭ, в чем эта разница состоит, можно на примере выбора для электроснабжения фермерского хозяйства ВИЭ, к примеру, СФЭС, капиталовложения в которую в несколько раз больше капиталовложения в ДЭС (рисунок 2).

Один фермер использует СФЭС, другой пошел по традиционному, проверенному пути – электроснабжение своего хозяйства осуществляет от внешней сети. Первый отдаст деньги при покупке СФЭС (за 1 кВт около 200 тыс. руб за солнечные батареи, инвертор и аккумуляторные батареи, стоимость которых составляет около 40% от стоимости СФЭС), но через несколько лет, когда экономия от их использования покроет сумму первоначальных расходов, перестанет тратиться на электричество. В отличие от него, фермер, «питающий» от внешней сети, сначала заплатит за подключение (от 50 тыс. руб за 1 кВт) и прокладку кабеля или воздушной линии электропередачи (дополнительные расходы), после чего будет продолжать оплачивать ежемесячно счета за использование электроэнергии.

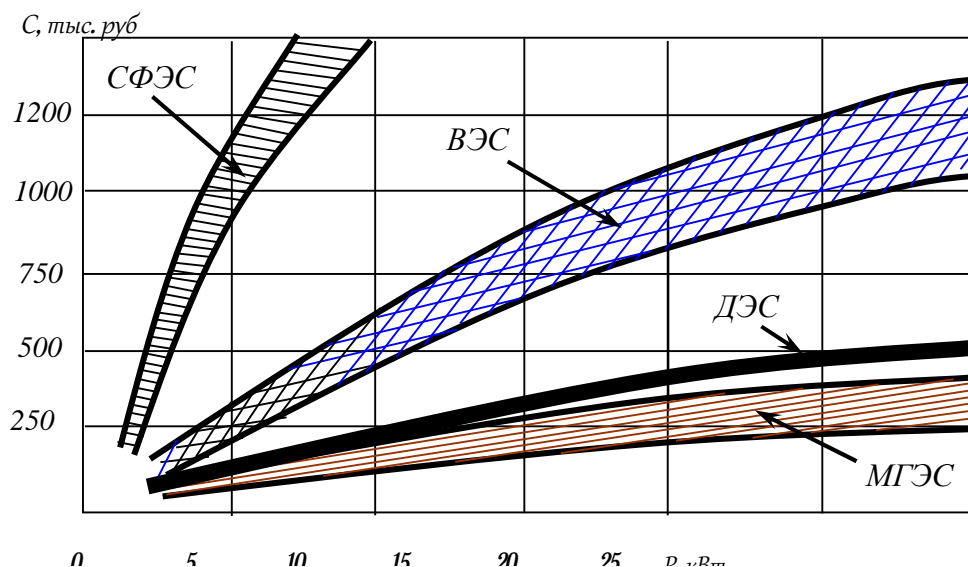


Рисунок 2 – Зависимости стоимости (С) ВИЭ и ДЭС от мощности (P)

Если для первого фермера примерно через 5 – 6 лет (таков срок окупаемости СФЭС) энергия станет бесплатной, то для второго этот момент не наступит никогда, и через год, и через десять лет он будет также платить за электроэнергию. По прогнозам к 2020 г. стоимость 1 кВт ч электроэнергии увеличиться в 3 – 5 раз.

Гарантийный срок работы СФЭС в настоящее время находится в пределах 20 – 25 лет. Нужны ли фермеру аккумуляторные батареи (АБ)? В ночное время можно пользоваться электроэнергией от внешней сети, по заниженным тарифам. Поэтому стоимость СФЭС может быть уменьшена на 40%.

Обстоятельства, влияющие на выбор за и против автономной системы на ВИЭ.

1. Объект находится в местности, где в принципе отсутствуют сети. Здесь выбора как такового нет. Выбор в пользу автономной системы очевиден и качество энергоснабжения определяется лишь выбором состава системы. Здесь целесообразно применять комбинированные автономные системы электроснабжения, выполненные с использованием разных типов

ВИЭ. Кроме того, в составе такой системы может использоваться традиционный источник электроэнергии, к примеру, газопоршневая электростанция.

2. В случае наличия удаленной подстанции (от 1 км) проведение от неё низковольтной линии электропередач неэффективно, из-за недостаточного напряжения на «конце» линии. Единственный традиционный выход из сложившейся ситуации в настоящее время – дорого стоящее строительство собственной подстанции. Но даже если средства на подстанцию есть, то путь от подготовки пакета документов до включения электроустановки фермерского хозяйства делится на несколько долгих и дорогих этапов:

- выделение мощностей и выдача электроснабжающей организацией технических условий на подключение;

- получение в местной электросети технического задания на подключение электроустановки дома к сети;

- оформление тех задания и согласование его со многими организациями (Горгаз, Ростелеком, Водоканал и Электросети);

- проектирование электроустановки фермерского хозяйства проектно-строительной организацией, имеющей лицензию;

- согласование проекта с владельцами земли (подстанции), коммуникаций, энергоснабжающей организации и в Госэнергонадзоре;

- выполнение работ по проекту нанятой вами электромонтажной организации, обладающей соответствующими лицензиями и опытом работы. О ней можно поинтересоваться в энергоснабжающей организации;

- проведение испытаний и составление «Акта приёмки» инспектором отделения Госэнергонадзора;

- пломбирование электросчётчиков, подписание Договора о пользовании электроэнергией с Энергосбытом и включение электропитания фермерского хозяйства.

3. В случае наличия электросети мощность подстанции в загородном поселке или в месте, где фермерское хозяйство не бесконечно. Соответственно качество энергоснабжения в пиковые часы снижается. Дополнительные мощности оплачивает желающий их увеличить, т.е. вновь подключаемый абонент. Стоимость отечественного понижающего трансформатора мощностью *160 кВА* без учета установки, согласований и дополнительного оборудования составляет *120 – 160 тыс. руб.*

4. Если фермерское хозяйство находится вблизи с внешней системой электроснабжения, то практически пропадают стимулы к сохранению энергии и энергоэффективности. Однако можно иметь дорогую систему и не иметь электроэнергии при частых отключениях и авариях в сетях. Поэтому, можно рекомендовать выделить хотя бы часть нагрузки (например, осветительная нагрузка) и обеспечить ее электроэнергией от резервных АБ, которые периодически заряжаются СФЭС.

Объективные преимущества и недостатки, которые возможны при сделанном выборе. В настоящее время существует четыре варианта выбора использования автономных систем электроснабжения.

1. Система, содержащая внешнюю сеть, как основной источник питания и автономный источник, используются в качестве резервных источников электроэнергии.

2. Автономная система, выполненная с использованием традиционных источников электроэнергии.

3. Автономная система, выполненная с использованием ВИЭ.

4. Автономная (комбинированная) система, выполненная с применением традиционных и ВИЭ.

В первом варианте всё очевидно – пропадает сеть, включаются резервные источники электроэнергии – традиционные или ВИЭ. С целью экономии потребления электроэнергии от внешней сети, а также уменьше-

ния сроков окупаемости, пока есть воздушные потоки или солнечная радиация могут работать ветроэлектростанции или СФЭС.

Второй вариант предполагает использование дизельных электростанций (ДЭС) или газопоршневых электростанций (ГПЭ). Перспективность этого варианта в основном определяется отдалённостью потребителей от внешней сети и климатическими условиями, а также ландшафтом местности.

Перспективность третьего варианта также определяется климатическими условиями и ландшафтом местности. Здесь могут применяться, как ветродизельные, ветросолнечные и любые другие комбинации электростанций.

Четвёртый вариант предполагает использование как традиционных автономных источников электроэнергии (ДЭС и ГПС), так и ВИЭ (ВЭС, МГЭС, СФЭС).

Четвёртый вариант имеет неоспоримое преимущество, при применении ВИЭ, поскольку фиксируется цена получаемой электроэнергии на много лет вперед. Например, если установить СФЭС и ВЭС, то фактически электроэнергия покупается на 25 или 30 лет вперед по фиксированной цене. Также фиксируется само потребление – ничего лишнего.

Практически во всех вариантах, при наличии ответственных потребителей электроэнергии (потребителей первой категории) должны применяться АБ для обеспечения бесперебойного электроснабжения.

Таким образом, возможны комбинации выше рассмотренных вариантов систем электроснабжения на базе автономных источников. В любом случае, если к потребителям электроэнергии уже проведена внешняя сеть – не нужно отключаться от нее. От внешней сети нужно отключаться в том случае, когда стоимость электроэнергии высокая или высока стоимость её содержания. Но, в общем случае, лучше комбинировать электроснабжение внешней сети с ВИЭ. Это даёт следующие преимущества:

– независимость от внешней сети (даже в том случае, когда она подключена) даёт преимущества в случаях аварии в сетях, падение напряжения из-за перегрузок, увеличение стоимости обслуживания и ремонта элементов сети;

– автономная система на ВИЭ можно наращивать до необходимой мощности в силу модульного принципа их построения.

Список литературы

1. Перспективы развития возобновляемых источников энергии в России. Результаты проекта TACIS Europe Aid/116951/ C/SV/RU. // Под ред. В.Г. Николаева. – М.: Изд. «АТМОГРАФ». 2009. 456 с.

2. Справочник по ресурсам возобновляемых источников энергии России и местным видам топлива / Показатели по территориям. – М.: «ИАЦ Энергия», 2007. – 272 с.

3. Григораш О.В. 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.