

При использовании критерия интегрального эффекта может возникнуть необходимость в учете некоторых ограничений, накладываемых рыночными условиями применительно к конкретной задаче. К ним относятся:

1. Задаваемый максимальный порог по внутренней норме доходности, при которой величина интегрального эффекта обращается в нуль ( $\Sigma_{\Pi}(\text{ВНД})=0$ );

$$\text{ВНД} \gg E_{\min},$$

где  $E_{\min}$  – максимальное допустимое значение коэффициента дисконтирования.

ВНД на практике определяется перебором различных пороговых значений рентабельности, при этом проект считается рентабельным, если ВНД не ниже исходного порогового значения.

2. задаваемый минимальный срок окупаемости инвестиционных затрат –  $T_{\text{ок}}$  (рис. 2), представляющий собой количество лет, в течение которых доход от продаж за вычетом издержек возмещает капитальные вложения [1].



Рис. 2. Финансовый профиль проекта: 1 – для варианта без модернизации; 2 – для варианта с модернизацией

**Выводы:** предложена методика оценки эффективности модернизации энергооборудования на базе интегральных показателей экономической эффективности инвестиций с учетом технологии производства, передачи и потребления электроэнергии.

#### Список литературы:

1. Гительман Л.Д., Ратников Б.Е. Энергетические компании: Экономика, Менеджмент, Реформирование: В 2 т. Т1. Екатеринбург: Изд-во УрГУ. 2001. 376с.
2. Методические рекомендации по комплексной оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования. М. Экономика, 2000. С. 25-30.
3. Домников А.Ю. Методика оценки финансовой и экономической эффективности инвестиционных проектов в энергетике. Екатеринбург, ГОУ УГТУ-УПИ, 2002, С. 5-18.

#### Особенности гибридных децентрализованных солнечно дизельных комплексов мегаваттного класса

Дмитриенко В.Н., Лукутин Б.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время на территории Российской Федерации существует огромное количество районов, не имеющих доступа к централизованному электроснабжению. Это, прежде всего северные территории Сибири и Дальнего Востока. Электроснабжение децентрализованных населенных пунктов, как правило, осуществляется с помощью дизельных электростанций (ДЭС). Для обеспечения постоянной и стабильной работы ДЭС необходимо обеспечение станции дизельным топливом (ДТ). Доставка топлива в удаленные районы со слабо развитой инфраструктурой ограничена сроками работы водных путей и зимних автодорог, что существенно отражается на стоимости топливных ресурсов, цена которых стабильно повышается.

Наиболее острыми проблемами электроснабжения удаленных населенных пунктов являются:

1. Высокая стоимость привозного дизельного топлива для ДЭС, и соответственно производимой электроэнергии.;
2. Технологическая изолированность и отсутствие связи с объединенной энергосистемой;

3. Эксплуатация оборудования в сложных природно-климатических условиях, что приводит к ускоренному износу электрических сетей и электрооборудования;
4. Отсутствие автоматизированных современных маневренных мощностей, способных обеспечить эффективное регулирование мощности в условиях высокой неравномерности годового графика потребления электроэнергии;

Актуальным решением подобных проблем, в регионах обладающих достаточным потенциалом инсоляции, является построение солнечно-дизельных комплексов с использованием фотоэлектрических панелей (ФП), с совместной работой современных автоматизированных дизельных электростанций. Построение подобных комплексов позволит решить ряд задач:

- экономия топлива и как следствие снижение зависимости энергоснабжения удаленных населенных пунктов от привозного дорогостоящего топлива;
- частичное замещение выбывающих/реконструируемых мощностей;
- в перспективе, снижение тарифа на электрическую энергию;
- снижение выбросов CO<sub>2</sub> и других вредных веществ;

Подобные системы становятся привлекательными ввиду, того что цена на ДТ неуклонно растет, в то время как цена на фотоэлектрические панели падает.

Томский филиал ЗАО Сибирского ЭНТЦ с декабря 2013 года участвует в проектировании фотоэлектрической станции в пос. Батагай Верхоянского улуса Республики Саха (Якутия). Данный проект стал совершенно новым направлением проектных работ, в которых участвует ТФ. Особенности децентрализованных солнечно-дизельных комплексов мегаваттного класса будут рассмотрены на примере расчетных данных проекта Батагайской ФЭС-ДЭС.

**Батагай** - посёлок городского типа, административный центр Верхоянского улуса, расположен в северной части республики Саха (Якутия), в пойме на правом берегу реки Яна. Географические координаты расположения объекта: широта 67°39'; долгота 134°39'; высота над уровнем моря 212 м; абсолютный минимум температуры -63°C; среднемесячная температура самого холодного месяца (январь) -41.8°C. Промышленные предприятия со значительным энергопотреблением на территории поселка отсутствуют. Единственным предприятием электроэнергетики пос. Батагай является Батагайская дизельная электростанция (ДЭС), находится в ведении ОАО «Сахаэнерго» филиала «Верхоянские электрические сети». Энергосистема поселка изолированная ДЭС в пос. Батагай обеспечивает электрической энергией потребителей первой, второй и третьей категорий надежности электроснабжения. Установлено 12 различных дизель-генераторов, включаемых в работу по мере необходимости. Общая установленная мощность ДЭС составляет 11 МВт.

В условиях постоянного роста тарифов на энергоносители и, как следствие, роста цен на дизельное топливо, минимизация его использования является весьма актуальной задачей. За год ДЭС пос. Батагай на нужды электроснабжения потребляет около 6000 тонн дизельного топлива, при этом вырабатывает 23200 тыс. кВт\*ч электрической энергии. Примечательно, что в наиболее солнечный летний сезон потребность в электроэнергии в три раза меньше по сравнению с зимним энергопотреблением (см. таблицу №2). При постоянном росте цен на дизельное топливо (см. таблицу №1), производство электрической энергии постоянно увеличивается в цене. Тариф на электроэнергию в пос. Батагай более чем на 60% определяется топливной составляющей. Поэтому основной целью строительства фото электростанции в перспективе является снижение тарифа, за счет экономии привозного дорогостоящего ДТ.

Таблица №1. Цена на ДТ

ДЭС п. Батагай	Цена топлива, руб/т без НДС						
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
ДТЗ	24 246	30 014	30 425	33 579	38 115	41 361	49961

Как видно из представленной таблицы, в отчетном 2012 году потребность в мощности характеризовалась широким диапазоном изменений значений.

При построении солнечно-дизельных комплексов мегаваттного класса наиболее целесообразно использование параллельной работы ФЭС с сетью образованной ДЭС.

Таблица №2. Показатели нагрузки ДЭС Батагай в 2012 г.

Выработанная электроэнергия	кВт*ч в год	23 525 558
Минимальная зимняя нагрузка	кВт	3275
Максимальная зимняя нагрузка	кВт	5186
Минимальная летняя нагрузка	кВт	907
Максимальная летняя нагрузка	кВт	2075

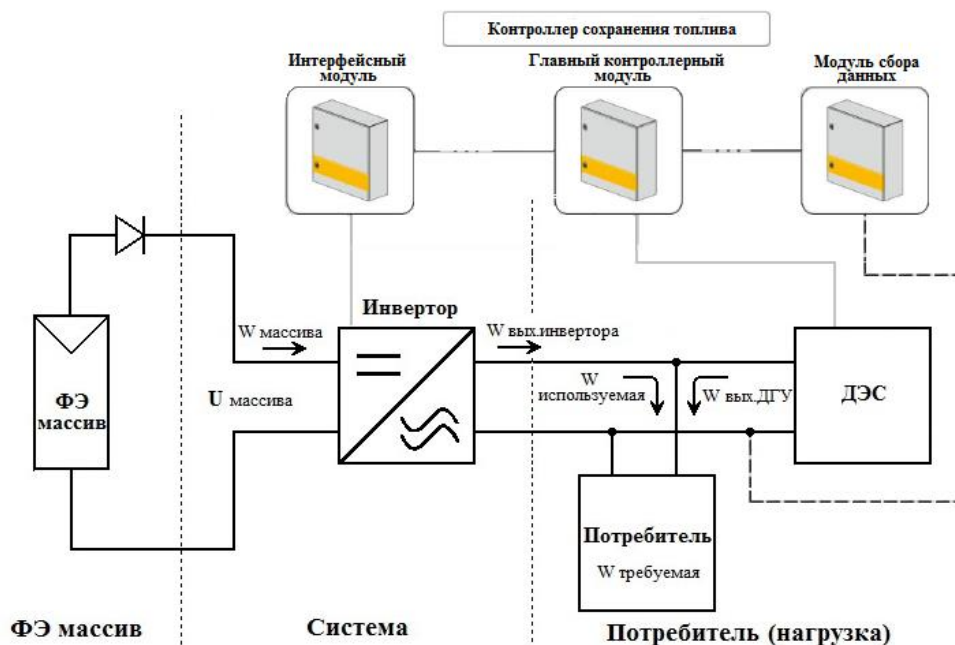


Рис.1. Упрощенная схема ФЭС работающая параллельно с сетью (ДЭС)

При падении солнечного света на фотоэлектрический массив генерируется электрическая энергия постоянного тока, которая поступает на инвертор для преобразования в энергию переменного тока. Преобразованная электроэнергия используется потребителем. Для оптимизации выработки и потребления в системе фотоэлектрическая – дизельная станция устанавливается Контроллер сохранения топлива (FuelSaveController) фирмы SMA. Данный контроллер состоит из Интерфейсного модуля, модуля сбора данных, главного модуля. Интерфейсный модуль передает информацию о возможном отпуске электрической энергии фотоэлектрической станцией на главный модуль. Модуль сбора данных измеряет и передает в главный модуль данные по нагрузке. Главный модуль, на основе полученных данных от интерфейсного модуля и модуля сбора данных, распределяет нагрузку между фотоэлектрической и дизельной станциями.

Используя программный продукт для проектирования фотоэлектрических станций PVsystV6.16 – PREMIUM – PhotovoltaicSystemsSoftware, а также логику и собственное мышление, были определены основные показатели фотоэлектрических станций различной мощности.

Таблица №3. Расчетные характеристики фотоэлектрических станций различной мощности

Мощность ФЭС		0 МВт	1 МВт	1,5 МВт	2 МВт	2,5 МВт
Использованное топливо, тонн	До реконструкции ДЭС	5881	5544	5432	5349	5301
	После реконструкции ДЭС	5176	4870	4754	4654	4580
Коэффициент использования ФЭС	До реконструкции ДЭС	0	0,97	0,89	0,8	0,72
	После реконструкции ДЭС	0	0,99	0,96	0,9	0,84

По данным таблицы №3 были построены зависимости потребленного топлива и коэффициента использования ФЭС и ее мощности. Материалы представлены на рис.2 и рис.3 соответственно.

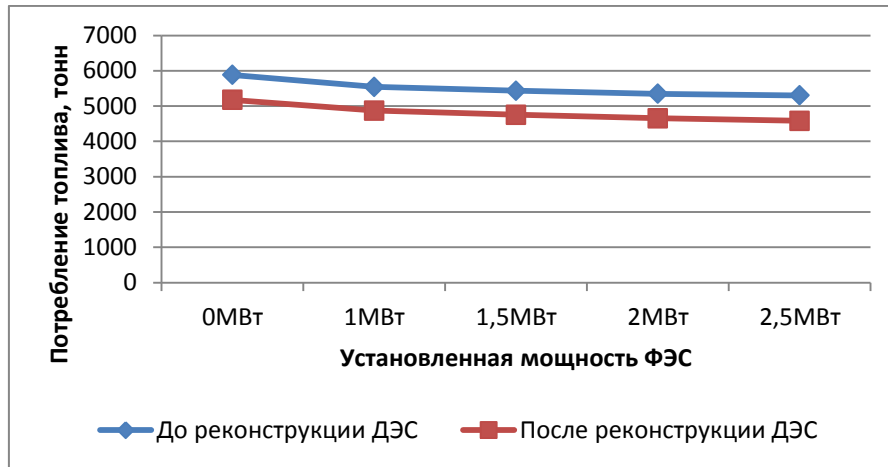


Рис.2. График зависимости потребления ДТ в год при различных мощностях ФЭС

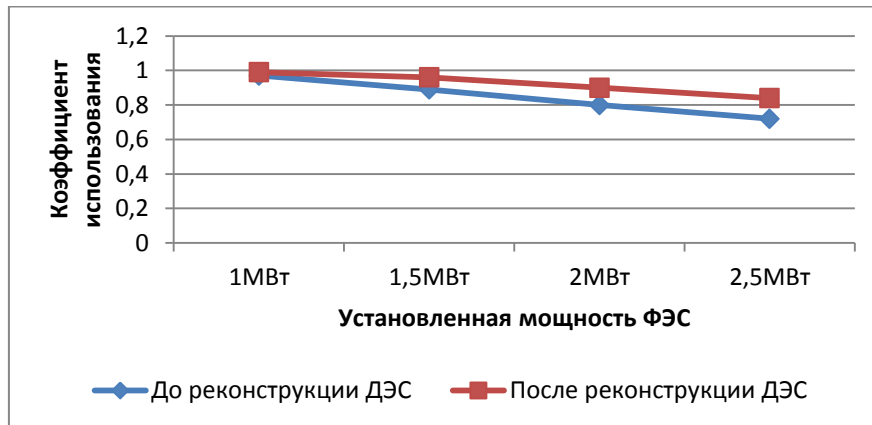


Рис.3. Зависимость годового коэффициента использования ФЭС различной мощности

Для определения оптимальной мощности ФЭС построены месячные зависимости коэффициента использования при работе с существующей ДЭС, а также с реконструируемой ДЭС (Рис.4, 5.)

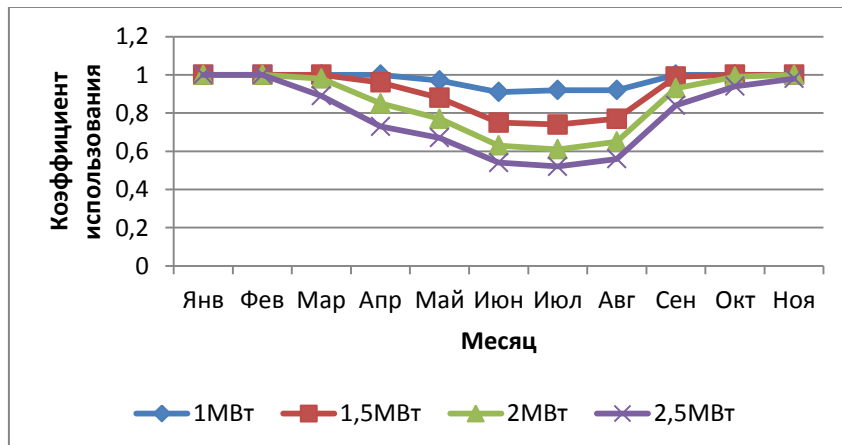


Рис.4. Месячный коэффициент использования при работе ФЭС с существующей ДЭС

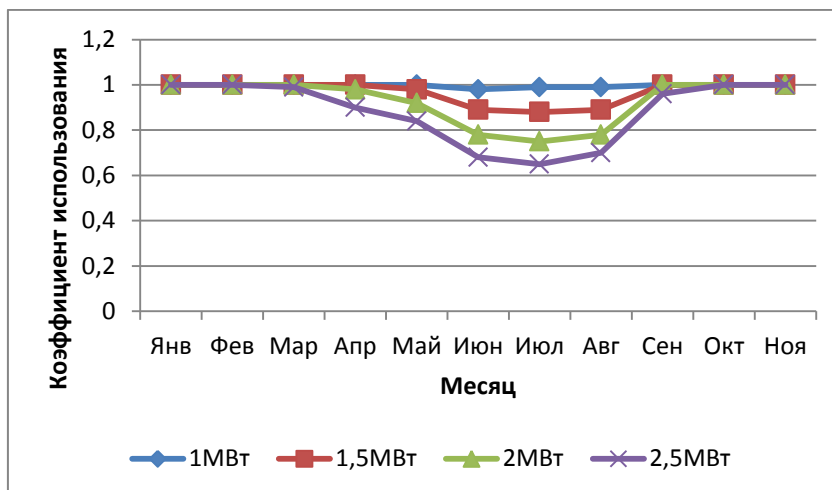


Рис. 5. Месячный коэффициент использования при работе ФЭС с реконструированной ДЭС

На основе результатов расчетов оптимальная мощность ФЭС, при совместной работе с существующей ДЭС, составляет 1 МВт установленной мощности. При работе с реконструированной ДЭС мощность ФЭС можно увеличить до 2 МВт, так как станция в летние месяцы теряет не более 25% своих возможностей. Недопустимо опускаться ниже этого уровня, ввиду большого количества недоиспользованной энергии.

Исходя из требований надежности, нагрузка поселка частично должна быть покрыта за счет электроэнергии вырабатываемой дизельной станцией с учетом загрузки отдельных дизель генераторных установок ДЭС.

При сравнении полученных данных наблюдается существенная экономия топлива при условии реконструкции ДЭС. Резко увеличивается коэффициент использования реконструированной станции за счет того, что появляется больший резерв мощности, снижается нижняя граница загрузки дизельных агрегатов, увеличивается возможность регулирования нагрузки генератора (от 30 до 100%).

Экономия топлива за счет частичного замещения дизельных агрегатов, характеризуется уменьшением удельных расходов с 250 г/кВт\*ч, до 222 г/кВт\*ч. При оптимизации работы дизелей в летнее время экономический эффект может быть увеличен.

#### Выводы и рекомендации

1. Установленная мощность ФЭС должна составлять от 20% до 35% мощности ДЭС;
2. ФЭС мегаваттного класса, предполагающиеся к строительству в отдаленных северных поселках, как правило, не предусматривают использование аккумуляторных батарей. В связи с дороговизной и сопутствующими проблемами (доставка, монтаж, расходы на обслуживание, обучение персонала).
3. Для контроля параметров распределительной сети, нагрузки и режимов работы дизель генераторов необходимо применение системы управления типа «FuelSaveController».

#### Техника локального энергообеспечения

*Золотов В.П.*

*Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия*

Рост тарифов на энергоносители, перебои их поставки в рамках централизованного энергообеспечения заставляют потребителей задумываться об альтернативных вариантах энергообеспечения, наилучшим из которых является реализация локального обеспечения строительством под свои нужды теплоэлектростанции (мини-ТЭС). В [1] показано, что в этом случае коэффициент использования топлива повышается с уровня 55 до 90%. Их достоинства: относительно невысокие стоимости оборудования и эксплуатационных расходов; низкая себестоимость получаемых энергоносителей, быстрая окупаемость финансовых вложений; совместимость с существующими электрическими и тепловыми сетями и возможность реализации с их помощью излишков мощностей внешнему потребителю.