



ООО «ЭнергоАрсенал»

## ОТЧЕТ

о работе автономной системы электроснабжения, состоящей из  
солнечных батарей и ветрогенератора, установленной мощностью 14,6  
кВт в п.Беяки Богучанского района Красноярского края за период  
01.07.2013- 01.05.2014 г.

Директор ООО «ЭнергоАрсенал»

Седунов Ф.В.

г. Красноярск, 2014

**Общество с ограниченной ответственностью «ЭнергоАрсенал»**

**ОТЧЕТ**

о работе солнечной электростанции установленной мощностью 14,6  
кВт за период 01.07.2013–01.05.2014 г.



Директор ООО «ЭнергоАрсенал»

Седунов Ф.В.

## Оглавление

<b>ЦЕЛИ РАБОТЫ</b>	<b>4</b>
<b>1. СОСТАВ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.</b>	<b>5</b>
1.1.Солнечный модуль ФСМ-200	5
1.2.Ветрогенератор «Бриз-5000»	6
1.3.Преобразователь	8
1.4.Трехфазный сетевой инвертор XantexXW4548 4,5кВт	8
1.5.Контроллер заряда MPPT XW-MPPT 60-150.	10
<b>2. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ</b>	<b>12</b>
<b>3. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</b>	<b>14</b>
<b>4. РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ</b>	<b>15</b>
<b>5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	<b>17</b>
<b>6. ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ</b>	<b>18</b>

## **ЦЕЛИ РАБОТЫ**

1. Установка и опытная эксплуатация автономной солнечной энергосистемы и ветрогенератора в п. Беяки Богучанского района Красноярского края;
2. Закрепление практических навыков по монтажу, эксплуатации и сервисному обслуживанию солнечной электростанции и ветрогенератора;
3. Бесперебойное обеспечение электроэнергией здания администрации и уличного освещения п. Беяки Богучанского района.
4. Планируемая экономия электроэнергии в размере до 30000 Квт\*ч. или в денежном выражение до 1,2 млн. руб. в год. (без учета роста тарифа на традиционную электроэнергию).

## 1. СОСТАВ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.

### 1.1. Солнечный модуль ФСМ-200



Технические характеристики приведены в табл.1.

Таблица 1

Технические характеристики солнечной панели

Модель	ФСМ-200
Мощность, Вт	200, 0+6
Напряжение холостого хода, В	44,4
Напряжение при работе на нагрузку, В	37,9
Номинальное напряжение, В	24
Ток при работе на нагрузку, А	5,41
Габариты, мм	1580x808x45
Температура эксплуатации и хранения, °С	-40..+85
КПД солнечного модуля, %	14,9
КПД солнечного элемента, %	17,2

Коннекторы	MC4
Класс защиты	IP 65
Солнечные элементы, монокристалл	Grade A
Кол-во диодов, шт	4
Вес, кг	15,5

### 1.2. Ветрогенератор «Бриз-5000»



Ветроэнергетическая установка (ВЭУ) «Бриз 5000» широко известна своей выносливостью в суровых условиях: тундры, пустыни, высокогорья, высокая влажность и т.п., применяется там, где важна высокая надежность подачи энергии. Высокоэффективна при ветрах от 2 до 13 м/с. Имеет возможность работать в сочетании с солнечными батареями, мотор-генераторами и сетью.

Ветроэлектростанция состоит из следующих компонентов:

1. ветрогенератор;



2. мачта;

3. блок управления ветрогенератора.

Технические характеристики приведены в табл. 2.

Таблица 2

Технические характеристики ветрогенератора

Модель	Бриз-5000
Мощность генератора, кВт	5
Выходное напряжение (однофазное), В	220, 50Гц
Напряжение аккумуляторной батареи, В	48
Тип аккумуляторной батареи	свинцово-кислотные
Стабильность выходного напряжения, В	220±2%
Рабочий диапазон скоростей ветра, м/с	3-25
Скорость ветра при номинальной мощности, м/с	11
Предельно допустимая скорость ветра, м/с	50
Коэффициент нелинейных искажений при линейной нагрузке, %	< 3
Коэффициент нелинейных искажений при нелинейной нагрузке, %	< 5
Система ориентации.	Флюгер
Диаметр ветроколеса, м	5
Высота мачты, м	20
Число лопастей, шт	3
Рабочая температура, °С	-40 .. +60
Частота вращения рабочего колеса при номинальной мощности, об/мин	500
Максимальная мощность при скорости ветра 15 м/с, кВт	5
Месячная выработка электроэнергии при средней скорости ветра 5 м/с, кВт/ч	1000
Буревая защита: вывод ротора из-под ветра	

Материал лопастей	стеклопластик
Соединение генератора с ротором	прямое
Генератор: синхронный трёхфазный с возбуждением от постоянных магнитов	
Тип мачты	стальная труба с растяжками
Срок службы (за исключением аккумуляторов), лет	20
Масса, кг.	620

### 1.3. Преобразователь

Обладает электронной защитой от: перегрузки, короткого замыкания, ошибки подключения полярности аккумулятора, полного разряда или перезаряда аккумулятора и функцией регулятора заряда аккумуляторных батарей (возможность заряда от генератора и от дизель-генератора).

Технические характеристики преобразователя приведены в табл. 3.

Таблица 3

#### Технические характеристики преобразователя

Напряжение постоянного тока, В	80-120
Выходное напряжение, В	200-230
Частота выходного напряжения, Гц	50
Номинальная выходная мощность, кВт	4
Максимальная выходная мощность, кВт	6
КПД, %	90

### 1.4. Трёхфазный сетевой инвертор XantexXW4548 4,5кВт

Инвертор/зарядное устройство нового поколения для систем бесперебойного / автономного питания и возобновляемой энергии.



Модель Xantrex XW включает в себя высококачественный синусный преобразователь постоянного тока, мощное зарядное устройство, а также трансферное реле переключения.

Для обеспечения штатного или резервного электропитания инвертор Xantrex XW способен работать как в автономном режиме, так и при автоматическом взаимодействии с городской сетью. Система Xantrex XW позволяет наращивание мощности до 24 кВт в 1-фазном или до 36 кВт в 3-фазном режимах

Технические характеристики сетевого инвертора приведены в табл. 4.

Таблица 4

## Технические характеристики сетевого инвертора

Номинальная мощность, кВт	4,5
Пиковая мощность, кВт	9 (15 с)
Пиковая сила тока, А	40 (15 с)
Собственное потребление (рабочий режим без нагрузок), Вт	28
Эффективность при 100% нагрузке, %	93
Форма волны переменного тока	Чистая синусоида
Диапазон входного переменного тока, В	165-280
Диапазон частоты входного переменного тока, Гц	45-55 (по умолчанию), 40-68 (настройка)
Номинальная постоянная сила тока, А	19,6
Гармонические искажения	< 5% при ном.нагрузке
AUX-реле контакта управления	0-12 В, макс. 250 мА, пост.ток

Номинальный входной постоянный ток, В	50,4
Диапазон входного постоянного тока, В	44-64
Сила постоянного тока при номинальной мощности, А	96
Макс. сила постоянного тока зарядного устройства, А	85
Размеры (H x W x D), см	58,0 x 41,0 x 23,0
Вес инвертора, кг	52
Вес с упаковкой, кг	55
Используемые АКБ	Открытые, AGM, GEL, с программными параметрами
Емкость АКБ, Ач	от 100 до 1000
Температурная компенсация	Датчик в комплекте
Температурный режим работы, °C	-25 + 70

### *1.5. Контроллер заряда MPPT XW-MPPT 60-150.*

Экстремальный регулятор (MPPT) — технология поиска оптимальной точки заряда позволяет значительно уменьшить потери и повысить эффективность (до 30%).

Использование более высокого входного напряжения солнечных панелей (до 145 В.) позволяет: повысить эффективность при низком освещении, уменьшить сечение кабелей, увеличить дистанцию от панелей до контроллера.

Технические характеристики контроллер заряда приведены в табл.

5.

Таблица 5

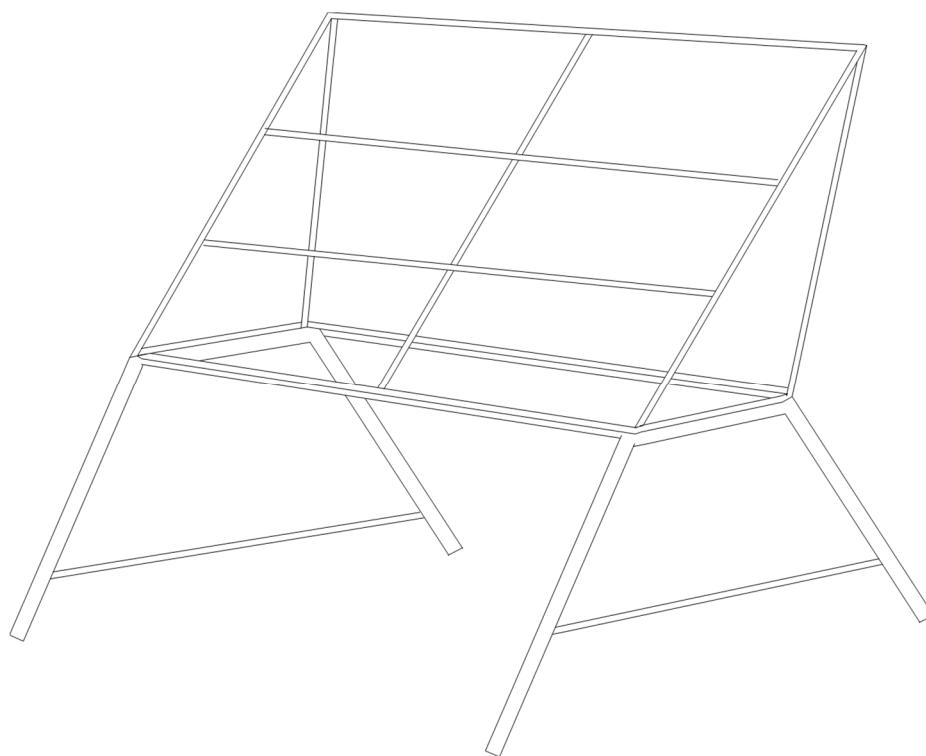
### Технические характеристики контроллер заряда

Номинальная сила тока, В	12, 24, 36,48, 60
Максимальное напряжение на входе, В	150
Макс. напряжение холостого хода солнечных панелей, В	150
Макс. ток короткого замыкания солнечных панелей, А	60
Собственное потребление, Вт	2,5
Размеры (контроллер), мм	368 x 146 x 138
Размеры (в упаковке), мм	483 x 229 x 350
Вес, кг	4,8
Диапазон рабочих температур,С°	-20..+45
Крепление	вертикальное
Гарантия, г.	2

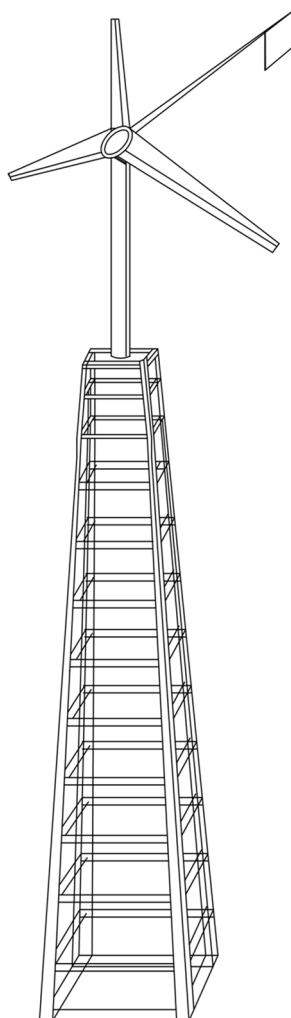
## 2. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ.

Конструктивная часть представляет собой металлический каркас солнечных модулей (рис. 1) и металлический каркас ветрогенератора (рис. 2). Расположение панелей солнечных модулей на конструкции выполнено на устойчивой подставке навстречу югу (для северного полушария), наклонная поверхности меняет положение относительно поверхности земли от 46 до 70 градусов, крепление выполнено болтовым соединением. Неправильная ориентация установки панели приводит к потере выходной мощности.

*Рис 1. Конструктивная часть солнечной установки*



*Рис 2. Конструктивная часть ветрогенератора*



Инвертор установлен в специально подготовленном техническом помещении. Техническое соединение «Солнечные панели – Инвертор» осуществлено кабельной линией 2хВВГнг 4х35, проложенной в земле и 12хSolar кабель 6мм<sup>2</sup>. При соединении панелей последовательно положительной полюс (анод) первой панели должен соединиться с отрицательным полюсом (катод) следующей панели и т.д.

Ввиду технических требований к номиналу мощности инвертора, было решение разделить общее количество на 4 группы, т.е. 4 конструкций (2 инвертора по 2 ввода).

### 3. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Строительство выполнено в 2013 г. п. Беляки, Богучанского района Красноярского края. Ввод в эксплуатацию 01.07.2013. Акт выполненных работ по монтажу солнечной электростанции и ветрогенератора приведен в прил. 1.

#### *Расположение п.Беляки:*

Широта места расположения объекта –  $58^{\circ}51'28''$  с. ш.;

Долгота места расположения объекта –  $97^{\circ}11'40''$  в. д.

Высота над уровнем моря – 342 м;

#### *Статистика погоды:*

Минимальное значение температуры воздуха  $-49,5$  (30.01.2006)

Максимальное значение температуры воздуха  $+34,8^{\circ}\text{C}$  (06.07.2012)

Средняя скорость ветра 3,1 м/с

Максимальная скорость ветра 21 м/с (28.03.2014)

Годовая инсоляция – 1700-2000 ч. (рис.3)

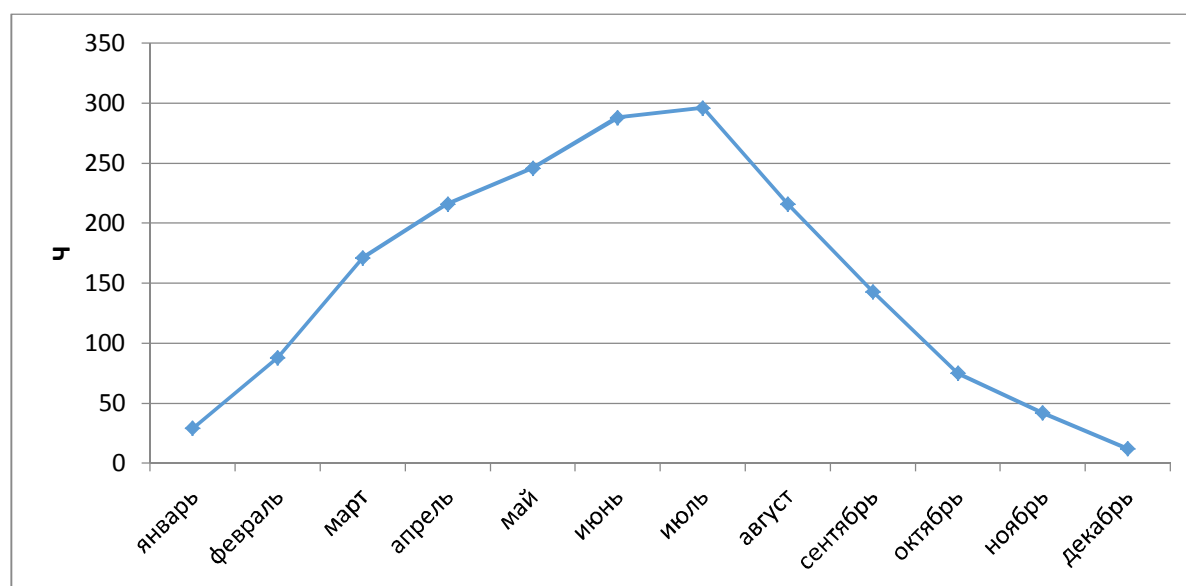


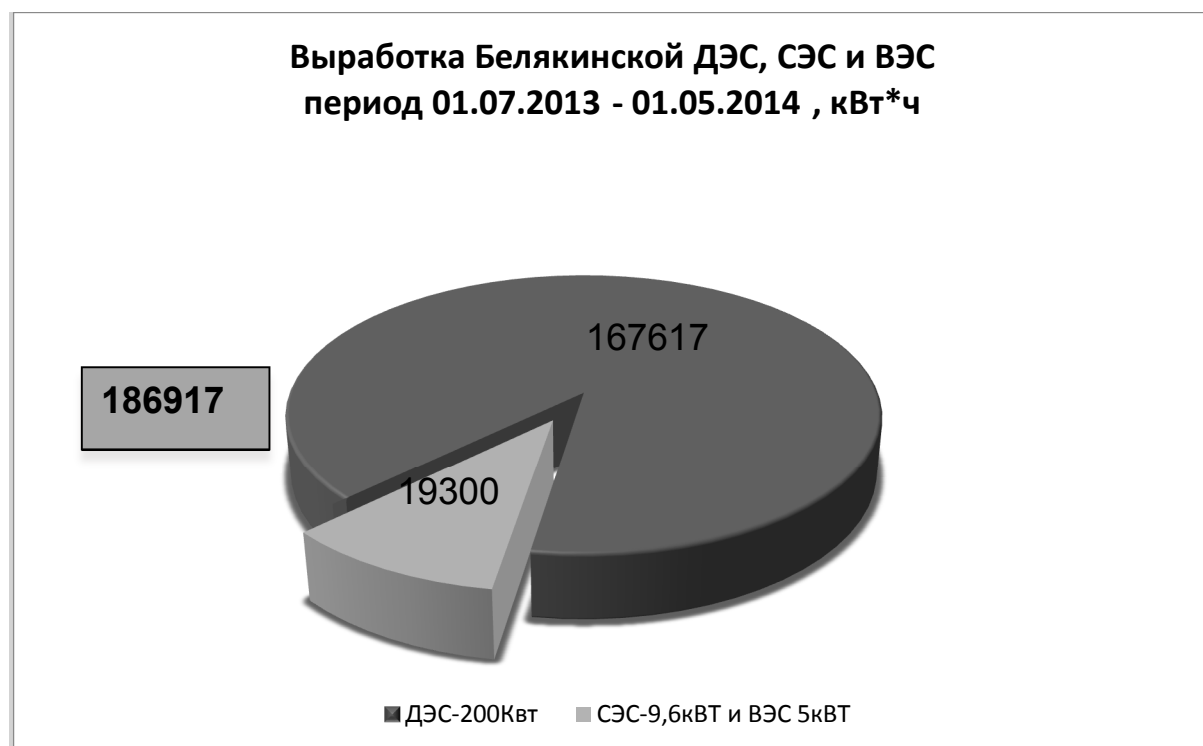
Рис.3 Суммарный приход солнечной радиации.

#### 4. РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

Белякинская автономная солнечная энергосистема (СЭС) с установленной мощностью 9,6кВт и ветрогенератор (ВЭС) с установленной мощностью 5кВт введены в эксплуатацию 01.07.2013г.

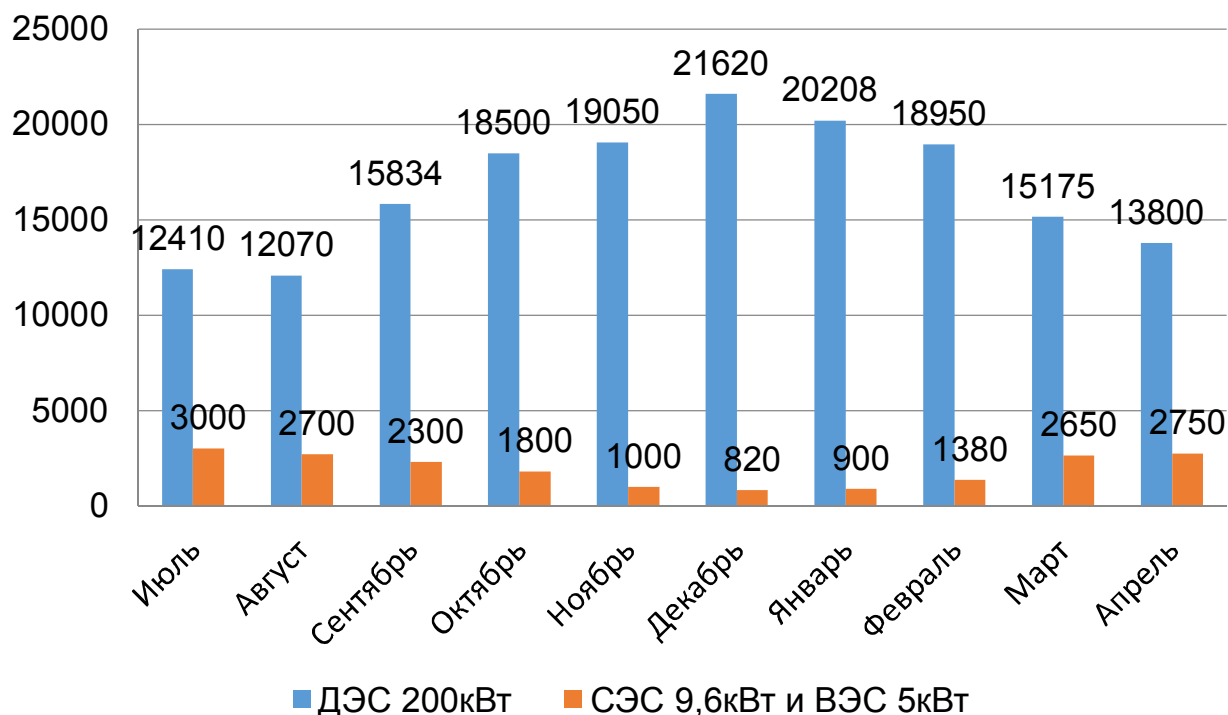
За период работы с 01.07.2013г. по 01.05.2014г. Получены следующие показатели:

- Общая выработка электроэнергии СЭС и ВЭС 19300 Квт\*ч.
- Экономия в денежном выражение составила 772 тыс. руб.
- Объем вытесненного топлива составил 10 т.
- Окупаемость инвестиций 4,5 года

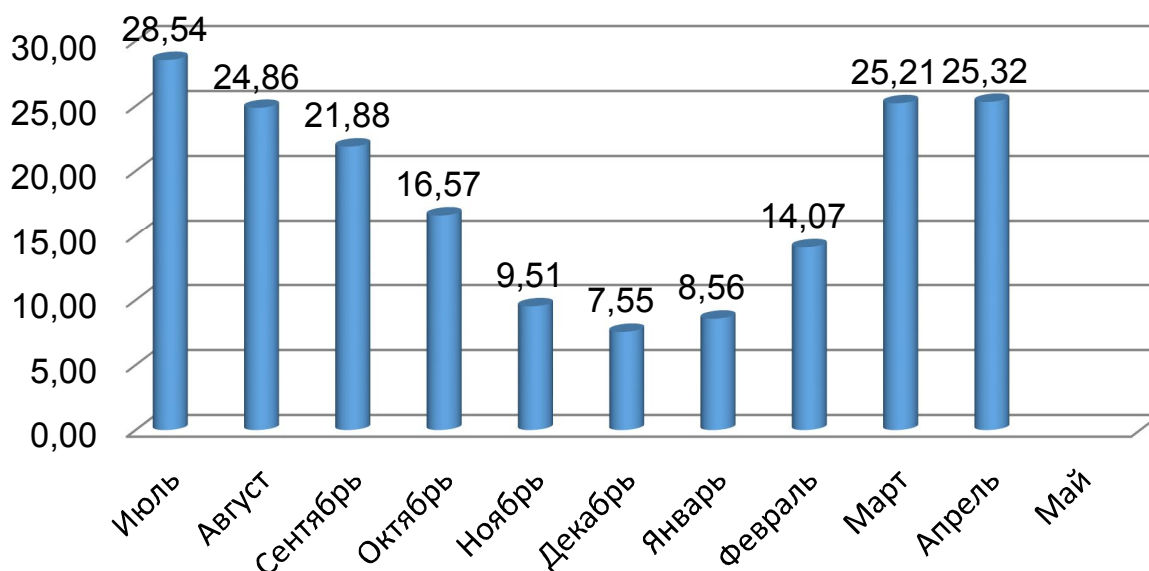




**Выработка Белякинской ДЭС, СЭС и ВЭС  
за период с 01.07.2013 - 01.05.2014г., кВт\*ч**



**Коэффициент использования установленной мощности  
(КИУМ) Белякинской СЭС и ВЭС  
за период 01.07.2013 - 01.05.2014г., %**



## 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Солнечная электростанция на базе прямого преобразования солнечной радиации в электроэнергию с помощью фотоэлементов работоспособна на широте с. Беляки. Систему можно использовать для повышения надежности электроснабжения, а также в качестве генерирующего источника в общую сеть.
2. Потребление электроэнергии на здание администрации и уличного освещения за период с 01.07.2012г. по 01.07.2013г., согласно показаниям приборов учета составило 16274кВт\*ч, а выработка СЭС и ВЭС за период 01.07.2013г. – 01.05.2014 уже составила 19300 кВт\*ч. Таким образом, мы видим, что СЭС в полной мере закрывает потребность в электроэнергии для здания администрации и уличного освещения.
3. За счет работы СЭС и ВЭС на период с 01.07. 2013 г. по 01.05.2014 г. экономия топлива на Белякинской ДЭС составила 10т. или в денежном выражении около 370 тыс. руб. Планируемая экономия топлива в год составит 12 т., в денежном выражение около 444 тыс.руб.
4. При оценке окупаемости учитывалась стоимость традиционной электроэнергии, которая будет замещаться за счет использования альтернативных источников (солнце, ветер) из расчета 40 руб. за 1кВт\*ч окупаемость инвестиций составит 4,5 года. При этом в расчетах окупаемости не было учтено постоянное повышение тарифов, которое происходит в последнее время все чаще и чаще.

## 6. ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

### ***Достоинства:***

- общедоступность и неисчерпаемость источника;
- компактность оборудования;
- монтаж не требующий серьезных подготовительных работ и больших финансовых затрат;
- срок службы до 25 лет;
- низкие эксплуатационные издержки и отсутствие топливной составляющей;
- простота обслуживания, не требуется высококвалифицированный персонал;
- модульность (возможность увеличить или уменьшить мощность СЭС путем изменения количества панелей и инверторов);
- возможность удаленного мониторинга и управления, фиксирование данных на длительный период;
- экологическая безопасность (отсутствие вредных выбросов в окружающую среду, шума и вибрации).

### ***Недостатки:***

- цена солнечных фотоэлементов сравнительно высокая, но с развитием технологии и ростом цен на ископаемые энергоносители этот недостаток постепенно преодолевается;
- высокая стоимость конструкции, связанная с применением редких элементов (к примеру, индий и теллур);
- нестабильное наличие солнечного излучения (ночь, облачность, дым, туман и т.д.);
- необходимость системы слежения за солнцем в особых случаях;

- необходимость периодической очистки отражающей поверхности от пыли, снега;
- периодическая замена аккумуляторов;
- дорогостоящий ремонт (действительно, ремонт солнечных электростанций может обходиться очень дорого, но при правильной эксплуатации такая услуга может никогда и не понадобиться);