

Практический опыт внедрения и
использования объектов солнечной
энергетики

О.И. Шуткин

Начальник управления по стратегическому планированию и
сопровождению проектов ООО «Хевел»



ООО «Хевел» - совместное предприятие ГК «Ренова» и ОАО «РОСНАНО»



*Один из крупнейших
промышленных холдингов
России, активы более \$20
млрд.*

51%



РОСНАНО
Российская корпорация нанотехнологий

*Государственный
инвестиционный фонд,
созданный для развития
нанотехнологий в России*

49%



- ❑ **Цель Проекта:** реализация полного производственного цикла по изготовлению солнечных модулей на территории РФ, включая как создание действующего производства в г. Новочебоксарск (Чувашская Республика), так и строительство научно-технического центра на базе ФТИ им. Иоффе (Санкт-Петербург) с целью осуществления НИР/НИОКР в области фотовольтаики для повышения эффективности солнечных модулей, а также строительство, эксплуатацию и продажу т.н. «солнечных парков» (крупных солнечных электростанций, СЭС), в рамках вертикальной интеграции бизнеса и развития Девелоперской/ЕРС(М)-компетенции.
- ❑ **Миссия:** формирование в РФ новой высокотехнологичной отрасли экономики – солнечной энергетики.



Общий вид производственного комплекса «Хевел»

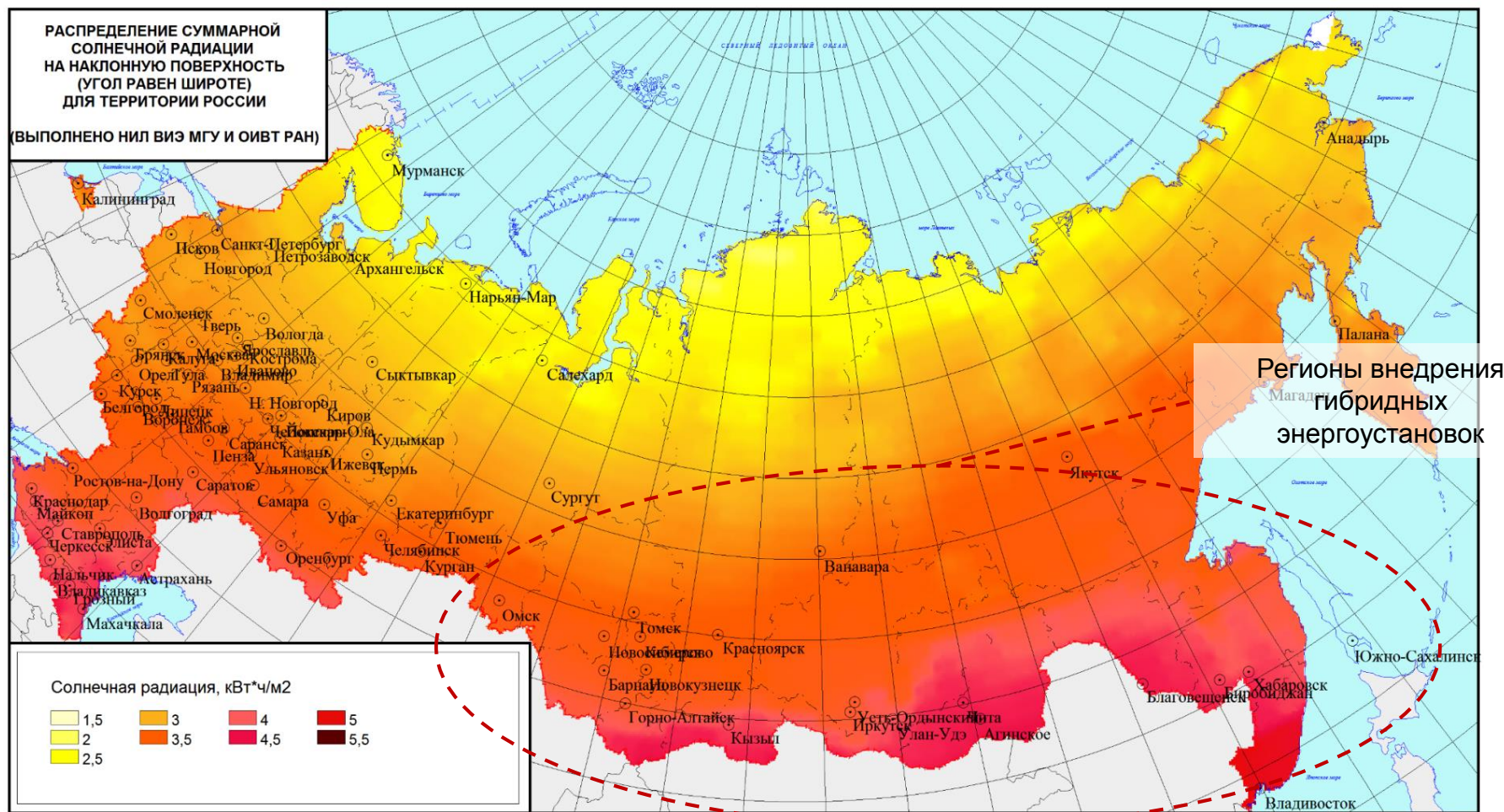
Ключевые параметры проекта

- ✓ Местонахождение: г. Новочебоксарск
- ✓ Объем инвестиций: более 20 млрд. руб.
- ✓ Объем производства: 100 МВт/год

❑ Организационная структура компании включает три основных бизнес-юнита:

- Бизнес-юнит «Производство» (строительство и эксплуатация производства солнечных модулей на площадке в г. Новочебоксарск, а также административно-управленческий персонал в г. Москва);
- Бизнес-юнит «Девелопмент» (строительство и продажа СЭС с использованием собственных модулей);
- НТЦ на базе ФТИ им. Иоффе в г. Санкт-Петербург, для которого ООО «Хевел» будет крупнейшим заказчиком НИР/НИОКР в области тонкопленочных технологий (повышение КПД производимых модулей, работа над оптимизацией себестоимости готовой продукции и т.п.).

Потенциал внедрения автономных гибридных энергоустановок в России



Развитие ВИЭ в изолированных энергосистемах: на примере ДФО



- Население Дальневосточного федерального округа (ДФО):
 - 6,5 млн человек;
 - 1 млн. человек проживает в 355 энергоизолированных населенных пунктах.
- Энергоснабжение и теплоснабжение изолированных территорий:
 - более 1500 малых дизель-генераторов общей установленной мощностью 665 МВт;
 - около 2000 котельных (5000 котлоагрегатов) общей производительностью 6000 Гкал/ч.
- Состояние оборудования:
 - высокий износ: более 60%;
 - низкий КПД: 20-30%.
- Низкая надежность и эффективность энергоснабжения:
 - высокие тарифы – **до 60 рублей/кВтч** и до 8000 рублей/Гкал;
 - ежегодная потребность **в дизельном топливе** – 175 тыс.тонн **на сумму 6 млрд рублей**;
 - затраты бюджета на возмещение разницы до экономически обоснованного тарифа – **более 20 млрд рублей ежегодно**.

Необходимо кардинальное обновление энергетического оборудования на основе современных технических решений в том числе с использованием ВИЭ.

- Удельный расход топлива современного дизель-генератора: **0,35 л./кВтч**
- Стоимость дизельного топлива: **30-35 руб./л.**
- Удельные топливные затраты на производство электроэнергии: **10-12 руб./кВтч**
- Доля топливных затрат: **50-60%**
- Удельные полные затраты на производство электроэнергии: **22-30 руб./кВтч**
- => тарифы на электроэнергию от ДЭС: в среднем **более 30 руб./кВтч**



Прогноз удельных затрат с учетом роста стоимости ДТ

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Стоимость ДТ, руб./л.	35	37,5	40,1	42,9	45,9	49,1	52,5
Удельные топливные затраты, руб./кВтч	12,25	13,1	14,0	15,0	16,1	17,2	18,4
Удельные затраты на производство электроэнергии, руб./кВтч	30,63	32,77	35,06	37,52	40,14	42,95	45,96

- Капитальные затраты: **100 тыс. руб./кВт**
- Операционные затраты: **2%** от кап.затрат в год
- Удельная выработка электроэнергии: **1250 кВтч/кВт**
- Ключевой элемент себестоимости: **стоимость и сроки финансирования**
- Долгосрочный тариф на розничном рынке позволит привлечь долгосрочное финансирование на приемлемых условиях



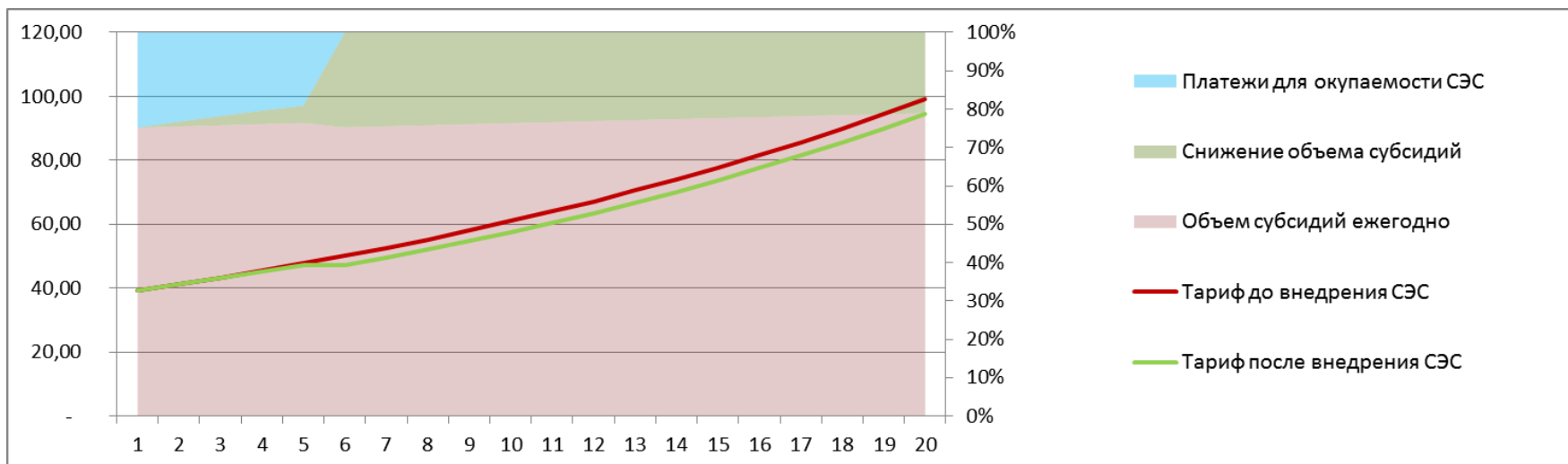
Необходимый уровень тарифа при различных сроках окупаемости

срок окупаемости / норма доходности	9%	10%	11%	12%	13%
20 лет	11,81	12,40	13,00	13,62	14,25
15 лет	12,61	13,18	13,77	14,36	14,98
10 лет	14,79	15,33	15,89	16,45	17,03
5 лет	22,49	23,03	23,57	24,11	24,66

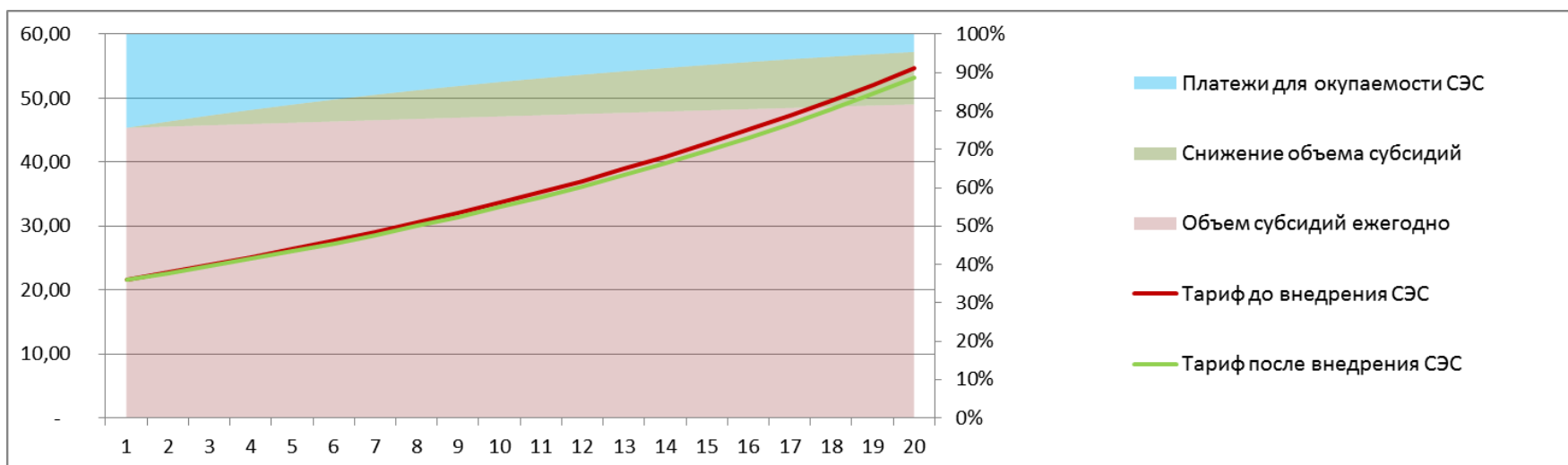
Примеры расчета эффективности



Эффект при окупаемости за 5 лет



Эффект при окупаемости за 20 лет



Критерии	Показатель
Расстояние изолированной территории до инфраструктуры общей электрической сети	
при мощности ДЭС:	не менее:
300 кВт	5 км
600кВт	11 км
1000кВт	17 км
2000 кВт	29 км
3000 кВт	43 км
5000 кВт	71 км
Минимальная уст. мощность объекта не менее	300 кВт
Максимальная уст. мощность объекта не более	5000 кВт
Экономические критерии	
Для срока окупаемости 5 лет	
<i>Тариф, утвержденный для энергоснабжающей организации, использующей ДЭС, не менее</i>	<i>38,1 руб./кВтч</i>
<i>Стоимость дизельного топлива для энергоснабжающей организации, использующей ДЭС, не менее</i>	<i>65,3 руб./л.</i>
Для срока окупаемости 20 лет	
<i>Тариф, утвержденный для энергоснабжающей организации, использующей ДЭС, не менее</i>	<i>21 руб./кВтч</i>
<i>Стоимость дизельного топлива для энергоснабжающей организации, использующей ДЭС, не менее</i>	<i>36 руб./л.</i>

Реализованный проект в РФ:
Автономная гибридная энергоустановка (АГЭУ)
100 кВт (с. Яйлю, Республика Алтай)

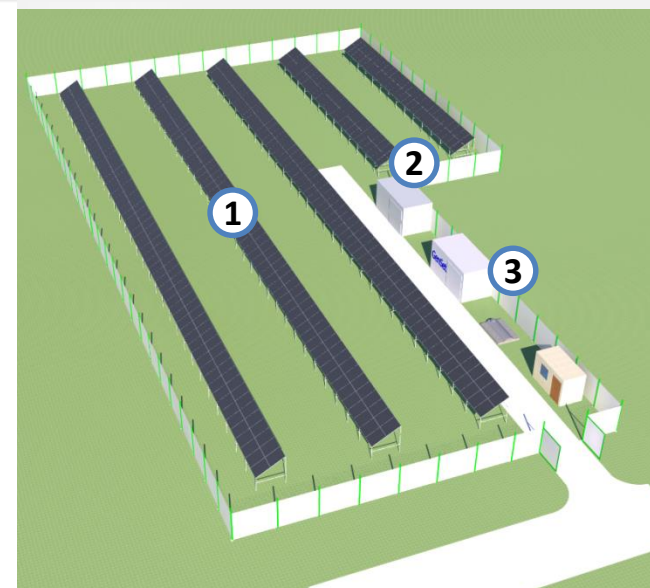
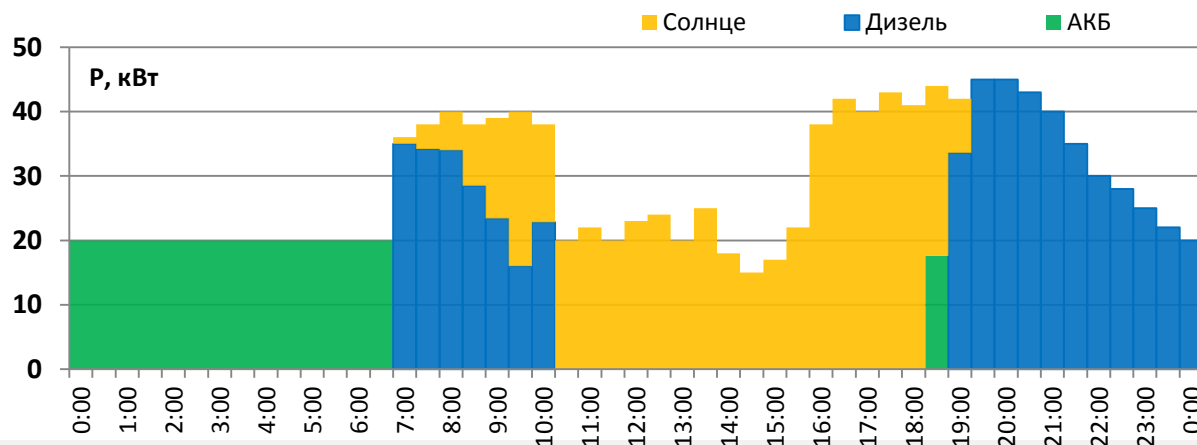
Энергоснабжение крупных объектов: АГЭУ большой мощности

Автономные гибридные энергоустановки (далее – **АГЭУ**) предназначены для энергоснабжения изолированных энергосистем и труднодоступных районов. АГЭУ позволяют **экономить дизельное топливо и обеспечивать надежное энергоснабжение.**

Состав АГЭУ:

- 1. Фотоэлектрическая система** (далее – **ФЭС**);
ФЭС в дневные часы преобразует солнечную энергию в электрическую с помощью фотоэлектрических модулей (далее – ФЭМ).
- 2. Дизельные генераторы;**
Резервный источник электроэнергии на случай нехватки энергии, вырабатываемой ФЭС.
- 3. Накопители электроэнергии** (аккумуляторные батареи - АКБ)
Служат для накопления электроэнергии от ФЭС для энергообеспечения поселка в ночные часы.

Пример суточного энергобаланса АГЭУ

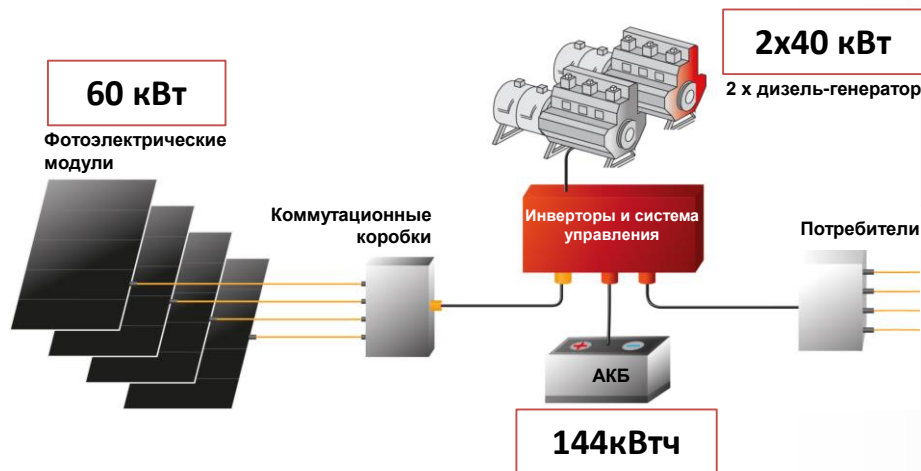


- 1. Фотоэлектрическая система** – фотоэлектрические модули, размещенные на опорных конструкциях
- 2. Дизельный генератор** – размещение в блок-контейнере
- 3. Накопители электроэнергии** – размещение блока АКБ в блок-контейнере совместно с электротехническим оборудованием

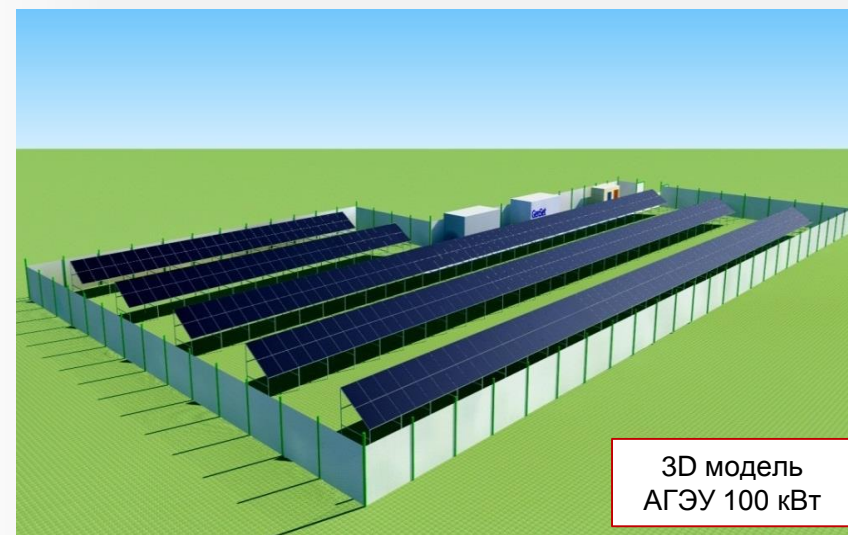
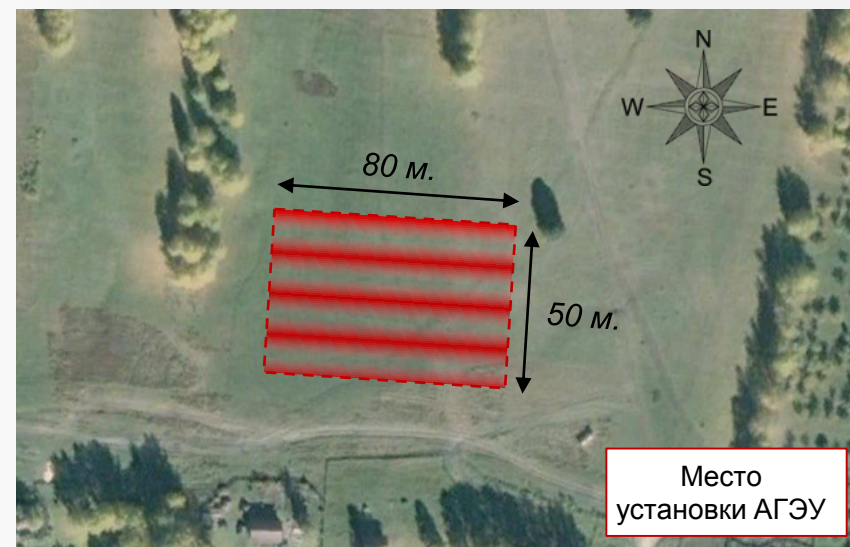
- ❑ **Автономная гибридная дизель-солнечная энергоустановка (Республика Алтай)**
 - Место установки: с. Яйлю, Республика Алтай.
 - Мощность ФЭС: 100 кВт, из них 60 кВт – ФЭМ и 2 дизель-генератора по 40 кВт каждый (один основной и доп. резервный), а также автономное оборудование, включающее блок автономный инвертеров и банк гелевых АКБ.
 - Дата установки: март 2013 г.
 - Доп. информация: первый в РФ проект автономной гибридной энергоустановки.



Автономная гибридная энергоустановка (АГЭУ): технические характеристики



- Интеллектуальная система управления АГЭУ позволяет максимально эффективным способом **обеспечивать энергоснабжение поселка**, распределяя нагрузку между фотоэлектрической системой, накопителями и дизельными генераторами.
- Оптимальное взаимодействие компонентов АГЭУ увеличивают срок службы системы, значительно снижают потребление дизельного топлива, обеспечивают надежное, стабильное энергоснабжение поселка.

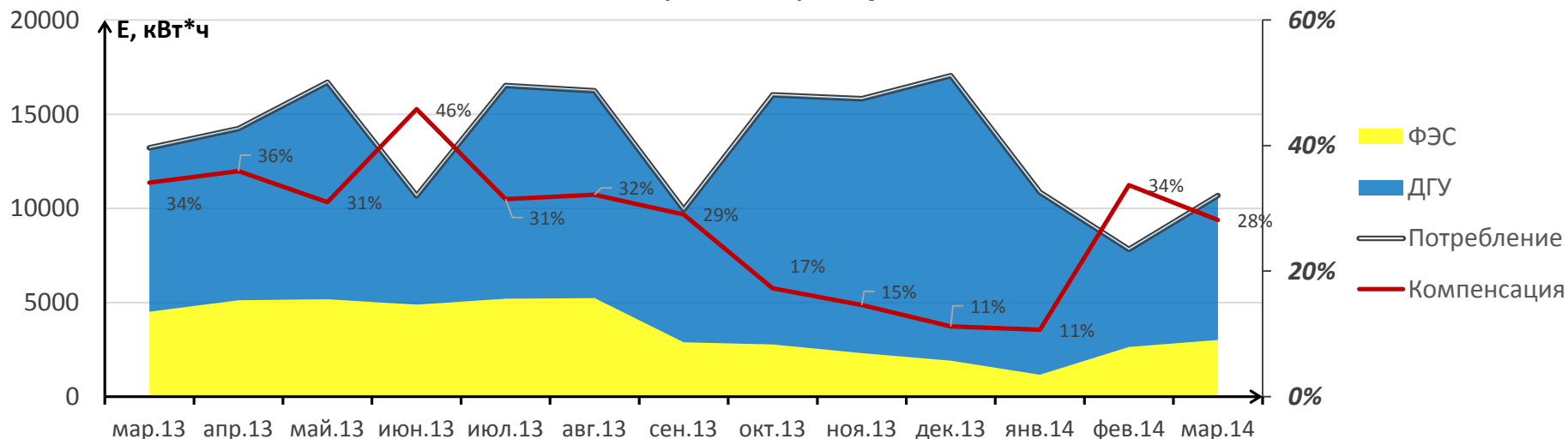


АГЭУ 100кВт: результаты эксплуатации (1)

Результаты, достигнутые после установки АГЭУ:

- График подачи электроэнергии изменен с 16 ч. до 24 ч. в день;
- Снижено на 40% потребление дизельного топлива по отношению к потреблению при 16 ч. графике подачи электроэнергии;
- Снижено время работы дизельного генератора с 16 ч. до 8-10 ч. в день в среднем по году, что позволило в 2 раза увеличить межсервисные интервалы для дизельного генератора;
- Увеличена максимальная мощность системы с 80 кВт до 120 кВт;
- Улучшено качество электроэнергии;
- ФЭС в составе АГЭУ вырабатывает от 10% до 60% электроэнергии, потребляемом поселком в сутки;
- АГЭУ работает в автономной режиме и не требует круглосуточного нахождения обслуживающего персонала.

АГЭУ 100 кВт (с. Яйлю). Энребобаланс



АГЭУ 100кВт: результаты эксплуатации (2)



За весь период наблюдений (1 марта 2013 г. – 19 марта 2014 г.):

Полезный отпуск электроэнергии АГЭУ: **175 755 кВтч**;
Из них выработано солнечными модулями: **46 769 кВтч (27%)**;
Не выброшено в атмосферу CO₂: **более 34 000 кг**;

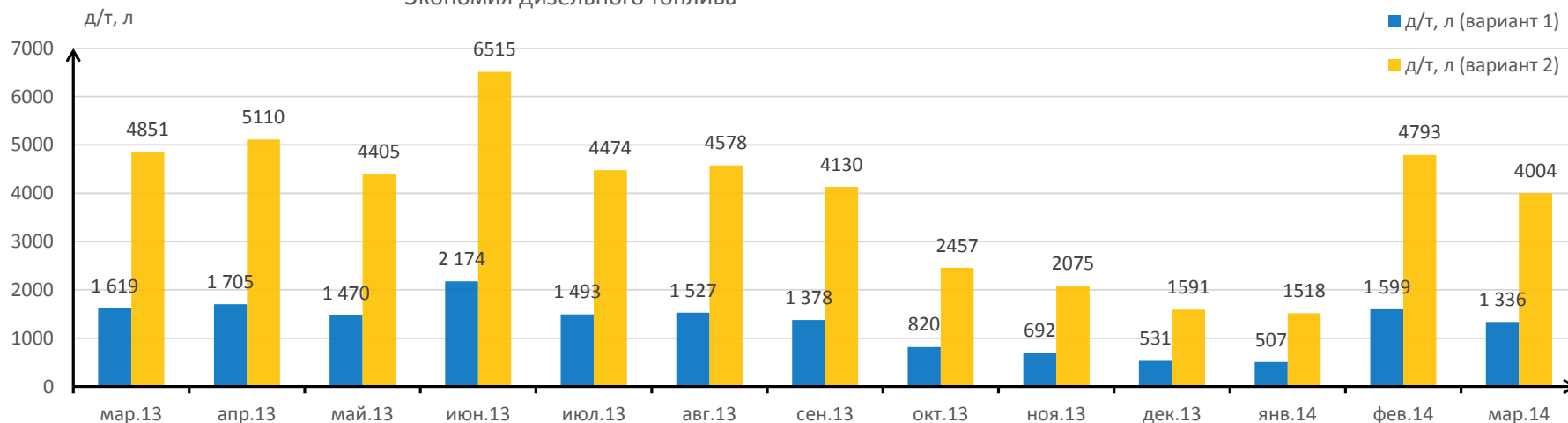
Среднее потребление электроэнергии в день: **500-550 кВтч**;

Средняя выработка электроэнергии фотоэлектрической системой в день: **120-180 кВтч**;

Максимальная мощность фотоэлектрической системы: **45,6 кВт**.

Экономия дизельного топлива: **более 16 800 л.** в сравнении с показателями потребления д/т до установки АГЭУ (*вариант 1*), и **более 50 500 л.** в сравнении с потреблением д/т в режиме круглосуточного энергоснабжения при эксплуатации только ДГУ (*вариант 2*).

Экономия дизельного топлива



Автономная гибридная энергоустановка: пример дневного энергобаланса

График покрытия нагрузки (пасмурный день)

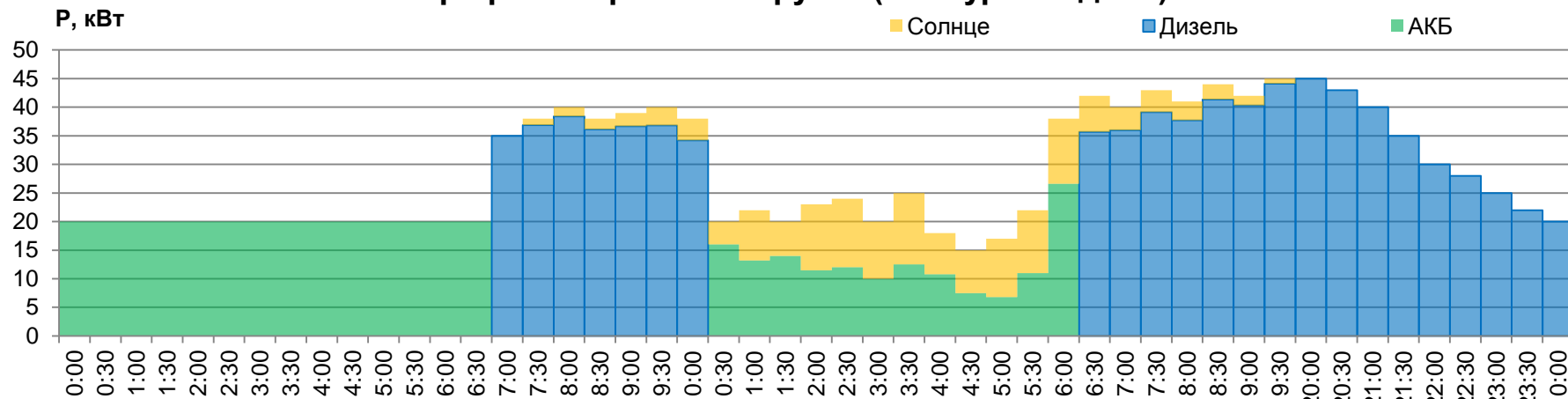
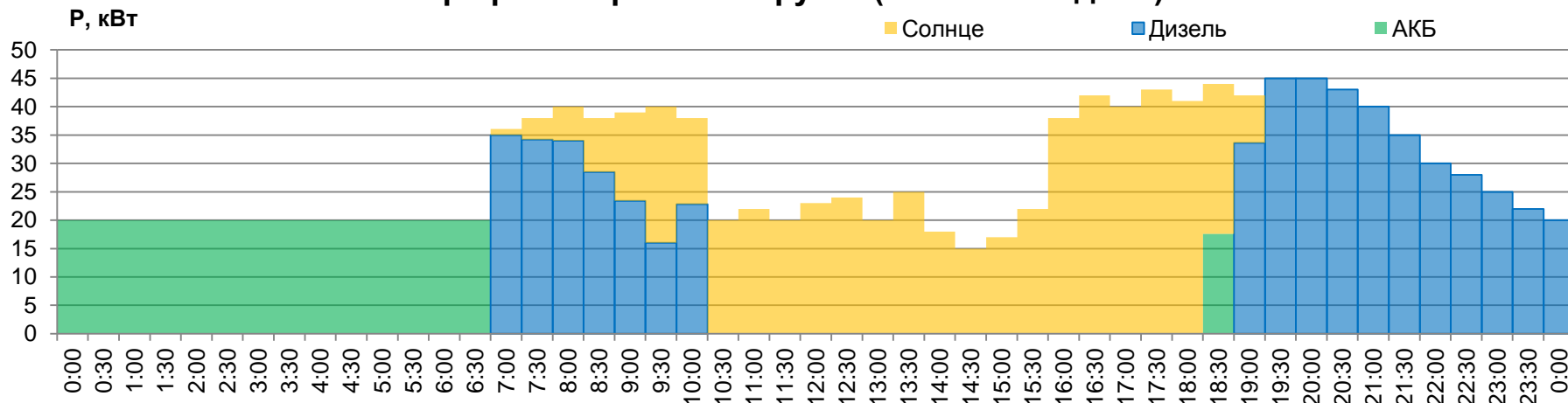


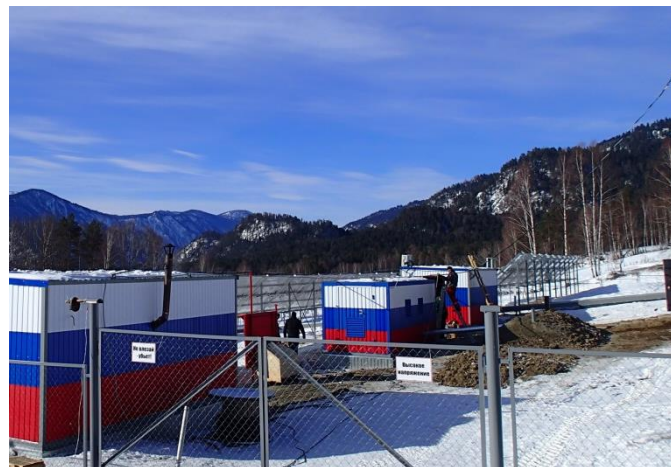
График покрытия нагрузки (солнечный день)



Гибридная энергоустановка 100 кВт (1)



Гибридная энергоустановка 100 кВт (2)



Другие реализованные проекты в РФ

Реализованные проекты на территории РФ: «Умные вокзалы» для ОАО «РЖД» - г. Анапа



Фотоэлектрические модули



Сетевые инвертеры



Банк АКБ с автономными инвертерами



Панорамный вид

Hevel

Реализованные проекты на территории РФ: Солнечный парк на о. Валаам для ОАО «ФСК ЕЭС»

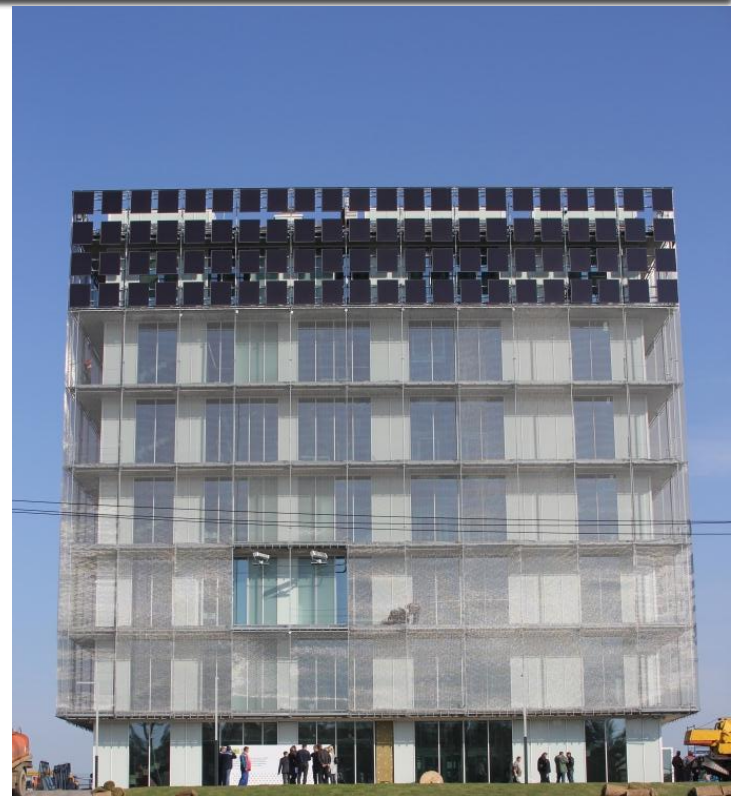


Федеральная Сетевая Компания
Единой Энергетической Системы

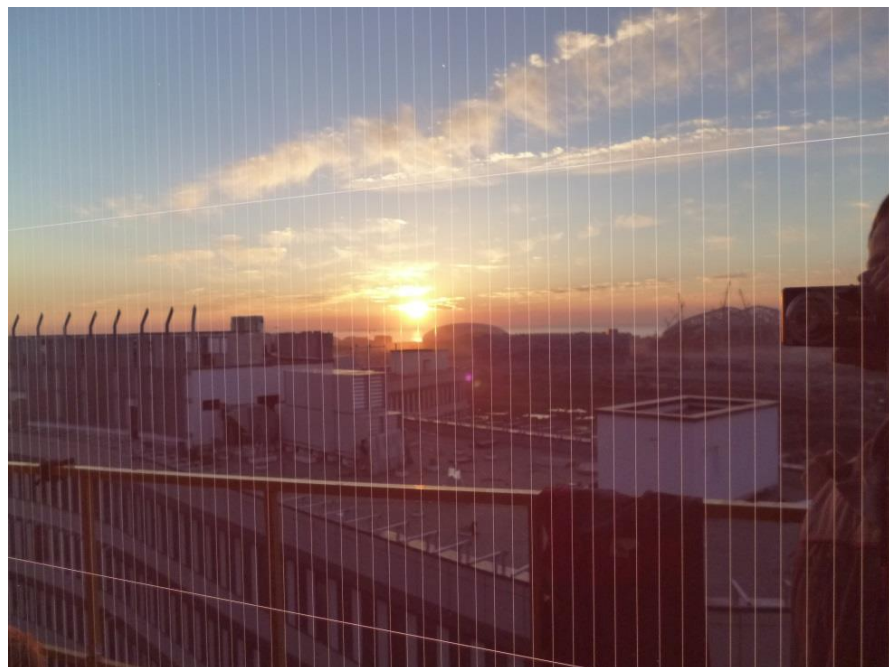


Реализованные проекты на территории РФ: Установка ФЭС на Гиперкуб, «Сколково»

Sk
СКОЛКОВО



Реализованные проекты на территории РФ: Фасадная установка ФЭС на Апарта-отель, Сочи



Реализуемый проект: ФЭС 127,5 кВт на кровле ж/д вокзала «Олимпийский парк»

Вокзал «Олимпийский парк», Сочи

- Размещения фотоэлектрической системы пиковой мощностью **127,5 кВт** (1028 модулей)
- Модули располагаются на кровле главного корпуса вокзала «Олимпийский парк»

солнечные модули

