

УДК 621.3

**В. А. ДЗЕНЗЕРСКИЙ, С. В. ТАРАСОВ, С. В. БУРЫЛОВ,  
Ю. А. ЖУЛАЙ, В. Ю. СКОСАРЬ***Институт транспортных систем и технологий НАН Украины «Трансмаг»*

## **ПРОМЫШЛЕННЫЙ ЭНЕРГОПАРК ДЛЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ**

*Предложен вариант промышленного энергопарка, который включает предприятие авиационной или космической отрасли, группу возобновляемых источников энергии, и управляется интеллектуальной системой Smart Grid. Разработка позволяет рационально использовать электрическую и тепловую энергии, уменьшить техногенную нагрузку на окружающую среду, а также способствует развитию смежных наукоемких отраслей – ветроэнергетики, фотоэнергетики. Даны рекомендации по использованию в составе промышленного энергопарка ветроустановок, солнечных батарей, солнечных коллекторов, тепловых насосов и аккумуляторных батарей.*

**Ключевые слова:** *предприятие авиационной или космической промышленности, ветроустановки, солнечные батареи, тепловые насосы, аккумуляторные батареи, интеллектуальная сеть Smart Grid.*

### **Введение**

Энергетическая и экологическая проблемы, остро ставшие перед человечеством в последние десятилетия, заставляют вести поиск все новых путей выхода из сложившейся ситуации. Одним из таких путей, по мнению авторов, является создание промышленных энергопарков, включающих в себя предприятия высокотехнологических отраслей. Это относится к предприятиям и отдельным объектам авиационной и космической промышленности. Высокотехнологические отрасли отличаются наукоемкостью и способны стимулировать развитие смежных направлений в науке и технике, в том числе, в энергетике. В тоже время, создание промышленных энергопарков (ПЭ) как раз усилит связь между смежными наукоемкими областями. Ведь основной замысел ПЭ состоит в использовании в составе единого промышленного комплекса различных по природе и характеристикам источников энергии, в том числе, возобновляемых источников энергии (ВИЭ), которые способны восполнить недостатки друг друга, сократить потери энергии, а также решать экологические вопросы. Именно такая интегрированность, комплексность дают широкие перспективы для проектирования и создания промышленных энергопарков, включающих в себя предприятия и отдельные объекты авиационной и космической отраслей.

Развитие энергоустановок, работающих от ВИЭ, в первую очередь солнечных батарей, давно стимулируется космической отраслью. В открытом космосе и на поверхности планет и объектов Солнеч-

ной системы они практически незаменимы [1]. Из последних публикаций на эту тему в журнале «Авиационно-космическая техника и технология» можно указать на работу [2]. Ветроустановки не столь широко распространены в авиационной и космической отраслях, но и они находят применение на отдельных объектах: для гарантированного энергообеспечения радиостанций, наземных станций спутниковой связи, других автономных объектов [3].

Космическая наука и техника естественным образом ускоряют развитие технологии солнечных батарей, а достижения последней положительно влияют на космическую отрасль. Общая область аэродинамических задач авиационной науки и техники, ветроэнергетики обуславливают положительное взаимное влияние авиационной и ветроэнергетической отраслей. Опыт решения задач из области теплотехники, которым владеют специалисты ракетчики и самолетостроители, позволит ускорить разработки в сфере тепловых устройств, таких как тепловые насосы, теплообменники и т.п. Интеграция в ПЭ предприятий или отдельных объектов высокотехнологических отраслей с различными источниками энергии, в том числе, с солнечными батареями, ветроустановками и другими энергоустановками, работающими от ВИЭ, будет способствовать не только решению энергетической и экологической проблемы, но и стимулировать новые технические разработки.

Однако интеграция в ПЭ будет эффективна лишь при внедрении новейших достижений в области систем управления в качестве «электронного мозга» ПЭ. И здесь самыми подходящими разработ-

ками могут оказаться различные варианты интеллектуальных сетей в энергетике - «Smart Grid». В Украине, Российской Федерации и др. странах Ближнего Зарубежья соответствующие проекты обсуждаются уже на уровне Академий Наук с участием представителей законодательной и исполнительной властей, а также с представителями крупнейших энергетических и технологических компаний. Вот лишь некоторые публикации за последние 3 года [4-8]. Интеллектуальная сеть «Smart Grid» есть система подключённых к генерирующим источникам электроэнергии и потребляющим электроустановкам различных потребителей, программно-аппаратных средств, информационно-аналитических и управляющих подсистем с целью обеспечения надёжной передачи электроэнергии от источника к потребителю в нужное время, в необходимом количестве и качестве. «Умная» сеть – тип электрической сети, которая может прогнозировать и интеллектуально реагировать на действия всех присоединённых электроустановок-потребителей и на генерацию электроэнергии. Преимущества, которые сулит «Smart Grid», это: существенное уменьшение потерь при передаче электрической энергии от генератора к потребителю, увеличение надёжности энергоснабжения, расширение возможности оптимально перераспределять энергетические потоки, уменьшая пиковые нагрузки. Важным преимуществом умной сети является и то, что она может интегрировать в себя ВИЭ, которыми сложно управлять, поскольку они зависят от силы ветра, яркости солнца и других независимых от нас факторов. Для нас более подходящими вариантами «Smart Grid» будут разработки локальных умных сетей, рассчитанных на достижение упорядоченности взаимодействия компактно расположенных небольших генерирующих энергоустановок, электросетей и потребителей за счет двустороннего обмена данными.

Внедрение локальной системы «Smart Grid» для управления ПЭ создаст благоприятные условия не только для решения энергетической проблемы, но и для стимулирования новых технических разработок.

## 1. Формулирование проблемы

Сотрудниками ИТСТ НАНУ «Трансмаг» и МНПК «ВЕСТА» разработан и запатентован ПЭ, в котором главным товаропроизводящим заводом является аккумуляторный завод [9]. Особенностью этого ПЭ является наличие собственного производства накопителей энергии в пределах ПЭ, что имеет ряд преимуществ. Главное преимущество – возможность использовать собственные аккумуляторы в качестве накопителей энергии для ветроустановок и

солнечных батарей из числа энергоустановок ПЭ, работающих от ВИЭ. А также возможность использовать собственные аккумуляторы для электротранспорта на территории ПЭ. Но возможности стимулировать развитие энергоустановок, работающих от ВИЭ, в указанном ПЭ весьма ограничены, поскольку главный товаропроизводящий завод не имеет прямого отношения к этим энергоустановкам.

Цель настоящей работы – обратить внимание специалистов на целесообразность создания ПЭ для авиационной и космической отрасли, которые способствовали бы рациональному использованию энергии, уменьшению техногенной нагрузки на окружающую среду за счет снижения расхода ресурсов, усовершенствованию ветроустановок, солнечных батарей, тепловых насосов и других энергоустановок, работающих от ВИЭ.

## 2. Схема промышленного энергопарка

В основу разработки взят вариант ПЭ, представленный в [9]. В этом ПЭ в качестве блока дифференциального управления задействована подстанция глубокого ввода, которую можно рассматривать, как «нулевое приближение» к системе «Smart Grid». Подстанция глубокого ввода не только преобразует энергию, поступающую от внешней сети энергоснабжения, но и решает задачи компенсации реактивной мощности, компенсации высших гармоник, регулирования напряжения, симметрирования тока и напряжения нагрузки, ограничения токов короткого замыкания и т.п. (за счет приданных электронных средств). Но для эффективного сопряжения внутренних энергопотоков от ВИЭ необходима такая модернизация подстанции, которая сделает ее локальной «Smart Grid», пригодной для использования в нашем решении.

В условиях Украины наиболее рациональным является совместное использование ветровой энергии, солнечной энергии и низкопотенциальной тепловой энергии. Это дает максимальную выгоду с позиции снижения потребности в электроэнергии из внешней сети энергоснабжения, а также максимальную экономию ресурсов для производства электроэнергии. За счет экономии ресурсов уменьшается техногенная нагрузка на окружающую среду. Поэтому в состав ПЭ входят ветроустановки, солнечные батареи, солнечные коллекторы, тепловые насосы. Ветроустановки, расположенные на территории предприятий ПЭ, могут быть вертикально-осевые: малой (до 30 кВт) и средней (30-500 кВт) мощности. Такие устройства способны эффективно работать в условиях вихревых воздушных потоков вблизи промышленных зданий энергопарка. Кроме того, у них относительно небольшие габариты, и

они могут быть органично вписаны в особенности промышленного ландшафта и архитектурного расположения производственных корпусов. Ветроустановки, расположенные в ближайшей окрестности предприятий ПЭ (за пределами их территорий), не обязаны подчиняться подобным ограничениям. Они могут быть большой (свыше 500 кВт) мощности и различных конструкций, в том числе горизонтально-осевыми. Солнечные батареи могут быть стационарно размещены на свободных площадях производственных корпусов (в основном на крышах), оснащены тракерами для ориентации по солнцу. При стационарном закреплении желательна ориентация солнечных батарей в южном направлении (для нашего северного полушария) с углом наклона от горизонтали в 30-60° (для умеренных широт). Это будет способствовать максимальной освещенности солнечных батарей и их естественной очистке от пыли и загрязнений. В отдельных случаях возможен интегрированный монтаж, когда солнечные батареи становятся элементами конструкции зданий. Может быть использована так называемая «солнечная черепица», эстетически воспринимаемая как крыша здания. Для плоских крыш рациональным решением могут быть цилиндрические солнечные батареи, способные с одинаковой эффективностью поглощать солнечную энергию, поступающую с любого направления [10]. Солнечные коллекторы, преобразующие солнечное излучение в тепловую энергию, могут быть размещены вблизи освещенных солнцем боковых стен производственных корпусов (и зданий

жилого массива). А тепловые насосы – вблизи мест вывода бросового тепла из производственных помещений. Электроэнергия, вырабатываемая солнечными батареями, будет обеспечивать работу автопарка внутренних транспортных средств (электрокар, электропогрузчиков) на тяговых батареях, которые будут заряжаться на станциях зарядки аккумуляторов. Солнечные коллекторы и тепловые насосы будут включены в контур теплоснабжения производственных корпусов и жилых зданий. Центральным элементом этого контура будет котельная, способная снабжать теплом все помещения ПЭ. Солнечные коллекторы и тепловые насосы заметно снизят нагрузку на котельную в части обеспечения теплоснабжения.

На рисунке 1 схематически представлена структура ПЭ и взаимодействие его элементов.

Центральным энергетическим и управляющим блоком ПЭ 1 является подсистема управления 2 (локальная сеть «Smart Grid» или подстанция глубокого ввода), которая объединяет и коммутирует все элементы энергопарка, а также оптимизирует энергоснабжение товаропроизводящих заводов (потребителей 3). Подсистема управления 2 соединена с внешней централизованной энергосетью 4 региона и получает от нее основную мощность. Кроме того, подсистема 2 через комплекс коммутирующего электрооборудования 5 и накопительный узел 6 соединена с внутренними источниками энергии, представленными в энергопарке ветроустановками 7 и солнечными батареями 8.

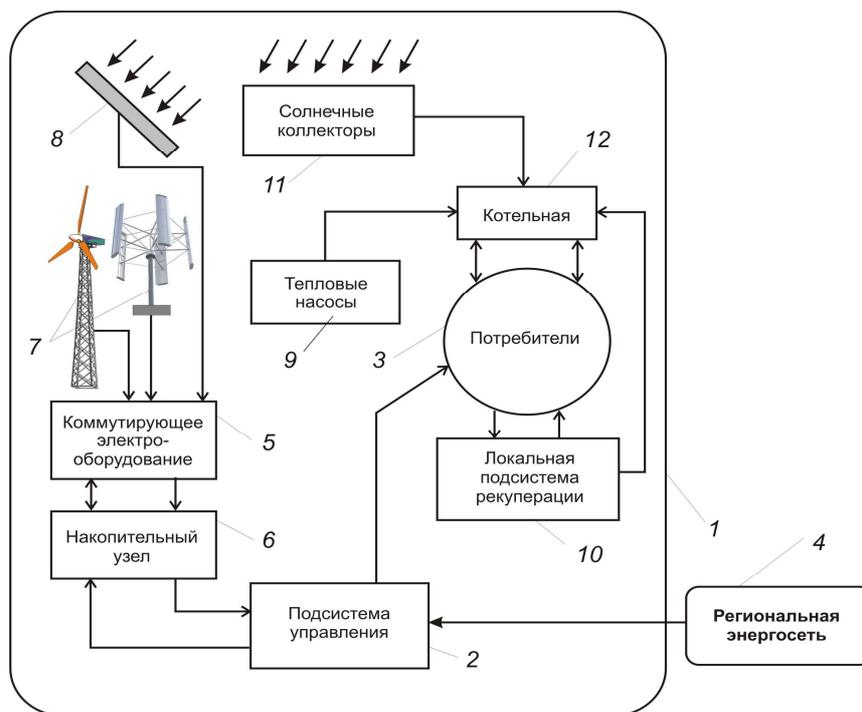


Рис. 1. Структура промышленного энергопарка

Накопительный узел 6 является промежуточным узлом, работающим в нескольких режимах. В энергопарке через конвертор напряжений подсистемы управления 2 производится сопряжение энергии от разнородных нестабильных ВИЭ с накопительным узлом 6, укомплектованными аккумуляторными батареями. Накопительный узел дает возможность создавать резервные запасы энергии, а также служить станцией сменных аккумуляторных батарей для внутрицеховых транспортных средств.

Группа ветроустановок 7 энергопарка включает в свой состав как скоростные горизонтально-осевые ветроустановки большой мощности, так и тихоходные вертикально-осевые ветроустановки малой и средней мощности, соединенные через коммутирующее электрооборудование 5 с управляющей подсистемой 2. Такой комбинированный ряд, содержащий ветроустановки различных типов, дает возможность перекрыть диапазоны перепадов ветрового потенциала, который колеблется как в суточном, так и в сезонном ритме.

Солнечные батареи 8 включают как неподвижные фотоэлектрические модули, размещаемые произвольно на свободных плоскостях цеховых покрытий, а также управляемые модули, расположенные на башнях, опорах ветроустановок и на технологических постройках предприятий. Солнечные батареи 8 также оснащены коммутирующим электрооборудованием 5, соединяющим их с управляющей подсистемой 2.

Тепловая подсистема содержит разные уровни сбора энергии: подземного низкопотенциального тепла, отбросной теплоты (наддувочного воздуха, смазочного масла, охлаждающей жидкости и отработавших газов и паров, выбросов от экзотермических реакций), а также надземного тепла солнечной энергии. Эти уровни представлены соответствующим оборудованием: тепловыми насосами 9, теплообменниками-утилизаторами локальной подсистемы рекуперации 10 и солнечными коллекторами 11. Контур тепловой подсистемы замыкаются на буферной емкости горячего теплоносителя, входящей в состав котельной 12.

Локальная подсистема рекуперации 10 состоит из множества разнотипных теплообменников-утилизаторов, распределенных по всей территории цехов. Система связывает и отводит избыточное тепло от агрегатов и узлов, которые охлаждаются жидкостью или воздухом, и возвращает энергию в производственные и подсобные помещения, как для их равномерного обогрева, так и для технологических нужд.

Энергоустановки, работающие от ВИЭ, размещают на свободных земельных площадях внутри производственного комплекса, на периферии ком-

плекса (незанятых плоскостях цеховых корпусов, на резервных площадках). Их количество рассчитывается в зависимости от ветрового и радиационного потенциалов, определенных на территории ПЭ, ландшафтных особенностей, от площади производственно-пассивной территории и от особенностей тепловых потоков внутри и вблизи заводских сооружений.

Функционирование ПЭ происходит следующим образом. Основная мощность в виде поступления электроэнергии подается в энергопарк от региональной энергосети 4 и средствами подсистемы управления 2 передается товаропроизводящим заводам и всем потребителям. Энергопарк выполнен по модульному принципу, который позволяет за счет присоединения энергопотоков от ВИЭ и рационального долевого использования каждого увеличивать суммарную мощность ПЭ. Для того, чтобы вклад ВИЭ в интегральную мощность ПЭ был существенным, должны использоваться ветро- и фотомодули мегаваттного класса. Ветроустановки и солнечные батареи малой и средней мощности важнее, в данном случае, для наработки опыта их эксплуатации в условиях производственного ландшафта и стимулирования работ по усовершенствованию этого типа энергоустановок, работающих от ВИЭ.

Ветровой потенциал ветроустановками 7 преобразуется в электроэнергию, которая поступает на преобразование параметров в блок 5, а после подается в узел 6. Здесь часть энергии закачивается в аккумуляторные батареи, а часть – непосредственно попадает в подсистему управления 2.

Солнечная энергия утилизируется двумя способами: преобразованием лучистой формы в тепловую при посредстве солнечных коллекторов 11 и методом фотопреобразования в электроэнергию на фотоэлектрических модулях солнечных батарей 8. Электрическая энергия от солнечных батарей 8 проходит тот же цикл преобразований, что и электроэнергия от ветроустановок 7.

Низкопотенциальная тепловая энергия утилизируется также по двум каналам: при помощи тепловых насосов 9 и при помощи вторичных теплообменников 10. Однако эти каналы утилизации реализованы в разных подсистемах. Тепловые насосы работают отдельно, а теплообменники-утилизаторы в виде условной локальной подсистемы рекуперации 10 распределены по территории комплекса. Тепловые насосы 9, теплообменники 10, а также солнечные коллекторы 11 сообщены по теплу с котельной 12, обеспечивающей теплом и горячей водой весь промышленный комплекс. В зависимости от конкретных условий, может оказаться выгоднее тепло от некоторых теплообменников возвращать сразу же на месте для отапливания помещения.

Одно из основных требований к источникам разнородной энергии - совместимость - обеспечивается средствами подсистемы управления 2, которая должна быть представлена сетью «Smart Grid».

Промышленный энергопарк, обладая значительными резервами дополнительной, свободной энергии, дает возможность применять гибкую, многовариантную тактику потребления мощности из региональной энергосети, выгоднее использовать ночной тариф.

Поскольку в состав ПЭ будут входить товаропроизводящие предприятия авиационной или космической отрасли, то появятся дополнительные стимулы для развития ветровой и солнечной энергетики, а также различных тепловых устройств силами научно-технического персонала предприятий энергопарка. Научные и технические специалисты ПЭ могут решать аэродинамические задачи усовершенствования конструкций ветроустановок, в частности роторов вертикально-осевых ветроустановок (роторов Дарье, Савониуса, комбинированных роторов, карусельных роторов и т.д.). А также усовершенствовать конструкции пленочных фотоэлементов на базе аморфного кремния и технологии их нанесения, усовершенствовать фотоэлементы на базе арсенида галлия и т.д., вести научный поиск новых материалов для фотоэлементов солнечных батарей. Кроме того, должно значительно ускориться усовершенствование различных конструкций тепловых насосов, теплообменников и т.п.

Приведем общий пример ПЭ. В качестве товаропроизводящего завода ПЭ может служить высокотехнологическое предприятие, потребляющее электрическую мощность в количестве до 40 МВт и тепловую мощность в количестве до 10 МВт. Если для ПЭ, созданного для предприятий Международной научно-промышленной корпорации «ВЕСТА» (г. Днепропетровск) [9] в качестве узла управления использовалась подстанция глубокого ввода ПС150/6 кВ, то в данном примере необходима более совершенная подсистема управления в виде «Smart Grid». Группа энергоустановок, работающих от ВИЭ, может состоять из ветроустановок суммарной мощностью 3 МВт, солнечных батарей суммарной мощностью 0,5 МВт, солнечных коллекторов суммарной мощностью 250 кВт и тепловых насосов такой же суммарной мощности. В итоге, суммарная мощность ВИЭ будет составлять 8% от общей потребляемой товаропроизводящим заводом мощности. Кроме того, ПЭ будет оснащен тракерами фотоэлектрических модулей солнечных батарей, группой аккумуляторных батарей общей емкостью 5 МВт·ч, коммутирующим электрооборудованием (преобразователи частоты и напряжения, источники реак-

тивной мощности, зарядные устройства и др.), отопительной котельной мощностью 22 МВт.

ПЭ, созданный, например, в условиях г. Днепропетровска, имеет благоприятный уровень ветрового и солнечного потенциала: средняя скорость ветра на его территории составляет 6,5 м/с (на высоте ротора ветрогенератора), а энергия светового потока достигает показателей в диапазоне 1070-1400 кВт·ч/м<sup>2</sup>. Это является гарантией перспективного увеличения доли ВИЭ в общем энергетическом балансе. Солнечные коллекторы и тепловые насосы прогревают воду, температура которой зимой достигает 30<sup>0</sup> (и в котельной производится дальнейший нагрев поступившей воды), а летом вода из коллекторов прогревается до температуры 80<sup>0</sup>, и не нуждается в дополнительном нагреве.

Например, в более раннем варианте ПЭ [9] для горячего водоснабжения и обогрева лаборатории завода по рекуперации свинца выбраны солнечные коллекторы вакуумные с тепловой трубой (Heat Pipe), производитель «АТМОСФЕРА», модель коллекторов СВК-А. Основные технические характеристики этих коллекторов следующие: объем емкостного водонагревателя составляет 200 л (определен техническим заданием); температура холодной воды 10<sup>0</sup>С; расчетная температура горячей воды 60<sup>0</sup>С. Ожидаемая полезная годовая выработка тепла при углах наклона 45-60<sup>0</sup> составляет 76-77% при условии обеспечения теплосъема с солнечных коллекторов, начиная с температуры старта системы 30<sup>0</sup>С. На рисунке 2 представлена средняя температура нагрева воды солнечным коллектором по месяцам года.

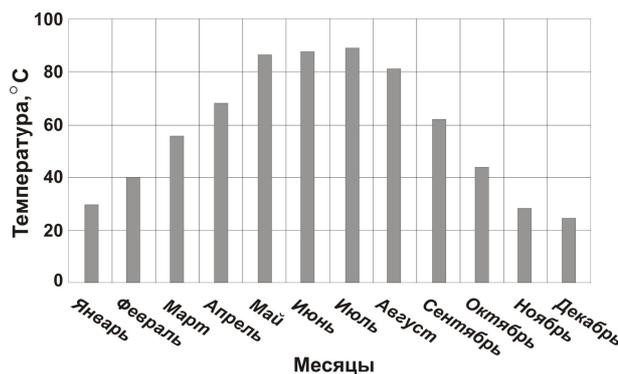


Рис. 2. Средняя расчетная температура воды в течение года

В качестве основного источника тепла для горячего водоснабжения и обогрева лаборатории завода по рекуперации свинца в ПЭ [9] выбран тепловой насос австрийского производителя OCHSNER серии Golf Maxi plus типа воздух-вода (GMLW 25 Plus) тепловой мощностью 21,5 кВт в расчетной точке с

температурой источника тепла 10°C и температурой теплоносителя 65°C. Внутренний контур теплового насоса заполнен хладагентом, который, имея очень низкую температуру кипения, проходит через испаритель, расположенный в помещении заводского цеха, и превращается из жидкого состояния в газообразное. Это происходит при низком давлении и температуре. Из испарителя газообразный хладагент попадает в компрессор теплового насоса, где он сжимается до высокого давления и высокой температуры. Далее горячий газ поступает во второй теплообменник – конденсатор, где происходит теплообмен между горячим газом и теплоносителем из обратного трубопровода системы отопления лаборатории. Хладагент отдает свое тепло в систему отопления, охлаждается и снова переходит в жидкое состояние, а нагретый теплоноситель системы отопления поступает к отопительным приборам лаборатории. Эффективность работы теплового насоса подтвердилась следующими данными, полученными в цеховых условиях. При температурах в цехе 15 и 20°C, и температуре теплоносителя 65°C полезная тепловая мощность насоса составила 23 и 25 кВт, соответственно. А потребляемая электрическая мощность – всего 11 кВт. В совокупности, тепловой насос и солнечный коллектор обеспечили обогрев и горячее водоснабжение лабораторного корпуса, который требует в среднем 28,37 кВт тепла. Пример показывает, как можно эффективно использовать избыток тепла производственного цеха.

### Заключение

Полученные результаты позволяют сформулировать выводы:

- одним из перспективных путей решения энергетической и экологической проблем является создание ПЭ, включающих в себя предприятия высокотехнологических отраслей, и использующих дополнительную энергию от ВИЭ;
- в состав энергоустановок, работающих от ВИЭ, в первую очередь, должны входить ветроустановки и солнечные батареи (в том числе мегаваттного класса), солнечные коллекторы и тепловые насосы;
- предприятия авиационной и космической отрасли, как высокотехнологические, в составе ПЭ создадут дополнительный стимул для усовершенствования солнечных батарей, ветроустановок и тепловых насосов.

Дальнейшие научные исследования должны быть направлены на разработку и усовершенствование «электронного мозга» ПЭ, подбор датчиков и управляющих элементов для управления тепловыми потоками от тепловых устройств ПЭ и котельной.

### Литература

1. Лидоренко, Н. С. Немного истории. Солнечные батареи в космической технике [Электронный ресурс] / Н. С. Лидоренко // Сайт о главном конструкторе космических энергосистем. – Режим доступа: <http://www.lidorenko.ru/ns99.htm>. – 12.05.2014.
2. Шенетов, Ю. А. Моделирование энергоприхода от солнечных батарей космического аппарата класса микроспутник для дистанционного зондирования Земли [Текст] / Ю. А. Шенетов, Е. А. Должикова // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2013. – № 7(104). – С. 157-160.
3. Цынка, Е. В. Системы гарантированного энергообеспечения с использованием ветроустановок малой мощности [Текст] / Е. В. Цынка // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2009. – № 5(62). – С. 24-27.
4. SMART GRID – масштабное направление в энергетике [Электронный ресурс] / Сайт «Информационный центр поддержки предпринимательства о новых промышленных технологиях и изделиях». – Режим доступа: <http://www.74rif.ru/Smart%20grid.html>. – 12.05.2014.
5. Перспективы развития технологии «smart grid» в Украине [Электронный ресурс] / Сайт «Электровести». – Режим доступа: [http://elektrovesti.net/16327\\_perspektivy-razvitiya-tekhnologii-smart-grid-v-ukraine](http://elektrovesti.net/16327_perspektivy-razvitiya-tekhnologii-smart-grid-v-ukraine). – 12.05.2014.
6. Системы smart-grid: проблемы та актуальність для України. Presentation Transcript [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.slideshare.net/greencubator/smartgrid>. – 12.05.2014.
7. Ледин, С. Интеллектуальные сети Smart Grid – будущее российской энергетике [Электронный ресурс] / С. Ледин // *Автоматизация и ИТ в энергетике*. – 2010. – № 11/16. – Режим доступа: <http://www.sicon.ru/about/articles/?base=&news=16>. – 12.05.2014.
8. Ледин, С. Концепция «электроэнергия – то-вар» как катализатор развития Smart Grid [Электронный ресурс] / С. Ледин. // *Автоматизация в промышленности*. – 2012. – № 4. – Режим доступа: <http://www.sicon.ru/about/articles/?base=&news=26>. – 12.05.2014.
9. Пат. на винахід 99396 Україна, МПК (2012.01) H02J 9/00, 3/00; (2006.01) H02J 3/28, F24D 3/08. Промисловий енергопарк і спосіб його експлуатації [Текст] / Дзензерський В. О., Дзензерський Д. В., Тарасов С. В. [и др.] ; власник Дзензерський В. О., Дзензерський Д. В., Тарасов С. В. [и др.]. – № а 201107721 ; заявл. 20.06.2011 ; опубл. 10.08.2012, Бюл. № 15. – 12 с.
10. Монтаж солнечных батарей. [Электронный ресурс] / Сайт, посвященный энергосберегающим технологиям и источникам альтернативной энергии. – Режим доступа: <http://www.solarbat.info/solnechnie-batarei-i-moduli/montaj-solnechnix-batarei>. – 12.05.2014.

*Поступила в редакцію 12.05.2014, рассмотрена на редколлегии 17.06.2014.*

**Рецензент:** д-р физ.-мат. наук, ст. науч. сотр. С. В. Плаксин, ИТСТ НАНУ «Трансмаг», Днепропетровск.

### **ПРОМИСЛОВИЙ ЕНЕРГОПАРК ДЛЯ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОЇ ГАЛУЗІ**

***В. О. Дзензерський, С. В. Тарасов, С. В. Бурилов, Ю. О. Жулай, В. Ю. Скосар***

Запропоновано варіант промислового енергопарку, який включає підприємство авіаційної або космічної промисловості, групу відновлюваних джерел енергії, й керується інтелектуальною системою Smart Grid. Розробка дозволяє раціонально використовувати електричну і теплову енергії, зменшити техногенне навантаження на навколишнє середовище, а також сприяє розвитку суміжних наукоємких галузей – вітроенергетики, фотоенергетики. Запропоновано рекомендації з використання в складі промислового енергопарку вітроустановок, сонячних батарей, сонячних колекторів, теплових насосів і акумуляторних батарей.

**Ключові слова:** підприємство авіаційної або космічної промисловості, вітроустановки, сонячні батареї, теплові насоси, акумуляторні батареї, інтелектуальна сіть Smart Grid.

### **AN INDUSTRIAL ENERGY PARK FOR A HIGH-TECH BRANCH**

***V. A. Dzenzersky, S. V. Tarasov, S. V. Burylov, Yu. A. Zhulay, V. Yu. Skosar***

The variant of industrial energy park which includes the aircraft or airspace manufacturer, the group of renewable sources and intellectual Smart Grid system is proposed. This development enables rational usage of electric and thermal energies, reduction of man-induced footprint to environment and also promotes the development of allied knowledge-intensive industries – wind power and solar power engineering. The recommendations for use of wind generators, solar batteries, solar collectors, thermal pumps and storage batteries as the parts of industrial power park are given.

**Key words:** aircraft or airspace manufacture, wind generators, solar batteries, thermal pumps, storage batteries, intellectual Smart Grid network.

**Дзензерський Віктор Александрович** – д-р техн. наук, професор, директор, інститут транспортних систем і технологій НАН України «Трансмаг», Днепропетровск, Україна.

**Тарасов Сергей Васильевич** – канд. техн. наук, ст. науч. сотр., заведуючий відделом, інститут транспортних систем і технологій НАН України «Трансмаг», Днепропетровск, Україна.

**Бурилов Сергей Владимирович** – канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр., заведуючий відделом, інститут транспортних систем і технологій НАН України «Трансмаг», Днепропетровск, Україна.

**Жулай Юрий Алексеевич** – канд. техн. наук, ст. науч. сотр., вед. науч. сотр., інститут транспортних систем і технологій НАН України «Трансмаг», Днепропетровск, Україна, e-mail: zhulay@westa-inter.com.

**Скосар Вячеслав Юрьевич** – канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр., інститут транспортних систем і технологій НАН України «Трансмаг», Днепропетровск, Україна, e-mail: svu@westa-inter.com.