

## РАЗДЕЛ 1. ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 620.91:712.253.58

### «ЗЕЛЁНАЯ» ЭНЕРГЕТИКА В САДОВО-ПАРКОВЫХ КОМПЛЕКСАХ

*Багрова Л.А., Змерзлая К.С., Мазин А.С.-А.*

*Таврический национальный университет имени В.И. Вернадского, Симферополь  
E-mail: bagrovala@mail.ru; kristinazmerzla@gmail.com; fotoenergy@gmail.com*

Рассматривается роль использования альтернативных источников энергии в садово-парковых комплексах. Акцентируется важность экологизации энергообеспечения, рассматривается мировой опыт внедрения «зеленой» энергетики в садах и парках мира. На примере ботанического сада Таврического национального университета им. В.И. Вернадского показаны различные виды использования возобновляемых источников энергии.

**Ключевые слова:** альтернативные источники энергии, ботанический сад, экологизация энергообеспечения, «зеленые» энерготехнологии, мировой опыт применения.

#### ВВЕДЕНИЕ

Рост масштабов использования электрической энергии, обострение проблем охраны окружающей среды значительно активизировали поиски экологически чистых способов выработки электрической энергии. Традиционные горючие полезные ископаемые не возобновляемы, добыча их с каждым годом обходится все дороже и все больше усилий требуется для защиты окружающей среды при использовании этих энергоресурсов. Дефицит энергии и ограниченность топливных ресурсов на Крымском полуострове убеждают в неизбежности перехода к нетрадиционным, альтернативным источникам энергии для самых разных потребителей. Мировой опыт показывает, что эффективнее их использование на небольших объектах – это сельскохозяйственные и коммунально-бытовые предприятия, жилые дома, транспорт, городская инфраструктура и др.

Внимание авторов привлекли возможности экологизации энергообеспечения ботанического сада Таврического университета, созданного сравнительно недавно и нацеленного на дальнейшее и современное развитие. Само предназначение ботанических садов предполагает сокращение до минимума на их территориях антропогенных построек (подстанций, линий электропередач с гирляндами проводов и т.п.). Кроме того, использование ВИЭ может принести финансовую выгоду и энергетическую независимость ботаническому саду. Помимо этого, учитывая возрастающую роль ботанического сада в формировании у посетителей экологической этики, экологического (ноосферного) мировоззрения, примеры использования различных видов альтернативной энергии для обеспечения

некоторых нужд сада могут демонстрировать все возможности экологически чистых историков возобновляемой энергии.

Учитывая особую ценность именно образовательно-воспитательно-просветительских задач, авторы считают важным показать значение энергетики для жизни населения, непрерывающийся рост энергопотребления, проанализировать мировой опыт внедрения использования возобновляемой энергетики в садово-парковых комплексах и подсказать пути и способы более широкого внедрения альтернативных источников энергии в разнообразные сферы жизнедеятельности.

### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Энергия всегда была необходима для нормальной жизнедеятельности людей, и с развитием общества, экономики, ростом численности населения происходил непрерывный рост потребления энергии. Разница в использовании энергии между человеком каменного века и современным человеком огромна: пещерный человек потреблял около 1% того количества энергии, которую потребляет современный житель Земли (рис. 1).



Рис. 1. Потребление энергии на разных ступенях цивилизации [1].

На Землю постоянно поступает большое количество солнечной энергии (рис. 2). Примерно треть этой энергии отражается атмосферой Земли, 0,02 % используется растениями для фотосинтеза, а остальное идет на поддержание очень многих природных процессов: обогрев земной коры, океана и атмосферы, движение воздушных масс (ветер), волн, океанских течений, испарение и круговорот воды. В течении миллионов лет природа приспособилась к этим потокам энергии и достигла всеобщего теплового равновесия. *При этом следует помнить, что она стала более*

доступна, но её не стало больше, чем раньше. Количество энергии в природе постоянно, она не возникает из ничего и не может исчезнуть в никуда, она просто переходит из одной формы в другую.

В настоящее время использование энергии является основой развития человеческого общества и позволяет ему изменять окружающую среду. Стихийный рост потребления энергии в результате индустриальной и постиндустриальной революций привел к множеству проблем, некоторые из которых (например, глобальное потепление) представляют опасность для человечества. При использовании же возобновляемых источников энергии увеличение энергопотребления на Земле не нарушает всеобщее тепловое равновесие и не приводит к всеобщему потеплению.

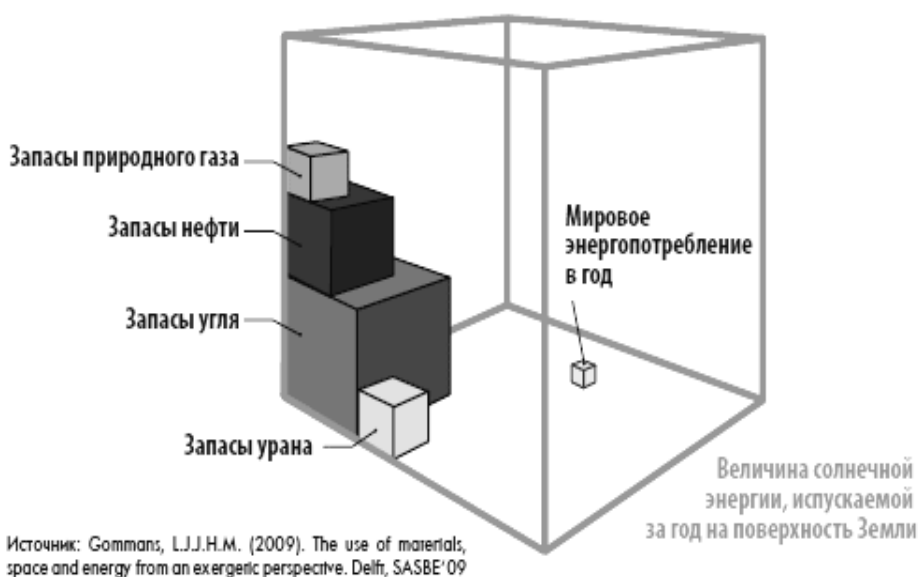


Рис. 2. Ежегодное мировое потребление энергии в сравнении с запасами ископаемых видов топлива и получаемой Землей солнечной энергией.

На протяжении последних десятилетий проделана значительная работа и накоплен большой опыт по переходу на использование возобновляемых энергоисточников как путем строительства крупных электростанций, так и созданием малых форм их применения. "Зеленые" энерготехнологии особенно быстрыми темпами внедряются при благоустройстве городских территорий, при строительстве зданий, транспортных систем, спортивных сооружений, в местах отдыха горожан (в парках и садах).

Проведенный анализ доступной информации о современном благоустройстве садов и парков в разных странах мира показал, что для них наиболее эффективно использование солнечной энергии для освещения (рис. 3), нагревания (воды), для автономной работы разнообразных **приборов** (для зарядки мобильных телефонов, для подключения к Интернету, для перезарядки батарей) и **садово-паркового оборудования и сооружений** (насосов, поливающих устройств, фонтанов, душевых и др.).



Рис. 3. Пример автономных осветительных фонарей [3].

В Израиле появились «деревья» с солнечными батареями вместо кроны (рис. 4). Они превращают солнечный свет в энергию для зарядки электронных устройств, охлаждения воды, Wi-Fi-доступа и др. (идею реализовала компания Sologic). Такое «eTree» представляет собой металлический ствол, поддерживающий многочисленные солнечные батареи вместо кроны. Конструкция, напоминающая пиксельное изображение в 8-битной игре, выводит энергию от батарей на выходы USB для зарядки устройств, на информационные LCD-экраны, обеспечивает ток воды для животных и питьевой воды для человека, доступ к Wi-Fi и ночное освещение [3].



Рис. 4. Первые солнечные деревья в городе Зихрон в Израиле [2].

Стремление к повышению экологичности городской среды стимулировало развитие новых технологий по производству разнообразных видов солнечных установок, созданию *новых материалов*.

Так, британская компания Pto-Teq разработала светящийся в темноте материал «STARPATH», которым можно вымостить практически любую поверхность, например, дорожки в парках, которые в ночное время суток обеспечивают освещение без потребления электроэнергии (материал «STARPATH» в течение дня поглощает солнечный свет, который с наступлением сумерек возвращается в виде красивого свечения). Новая технология мощения дорог была опробована в Christ's Pieces Park в Кембридже.

Появились специальные материалы для лёгких построек типа беседок (обеспечивающие укрытие, создающие тень), для натяжных структур и воздухоопорных пневматических сооружений (теплицы, парники, оранжереи), где ткани становятся источниками энергии, для навесов, крытых площадок для прогулок, спортивных стадионов, конференц-центров. Фотоэлектрические (PV, фотовольтаика) технологии с использованием тонких пленок или покрытий, применяемые в материалах, которые способны преобразовывать солнечную энергию в электрическую, обладают огромным потенциалом. Используя самый устойчивый источник энергии на земле – солнце – самые «умные материалы» 21 века будут снижать наше увлечение углеродным топливом.

Такие материалы (система ETFE – этилен тетрафторэтилена), демонстрирующие энергоэффективность и возможность генерировать энергию на месте, уже использованы для оранжерей-биомов по проекту «Райского сада» в Корнуолле (Англия). Это самый большой ботанический сад в мире, который был открыт в марте 2001 г. на месте бывшего карьера по добыче глины, к юго-западу от Лондона. Три оранжереи, содержащие биомы из влажных и сухих областей тропиков, а также теплого умеренного пояса, сконструированы с помощью рам из оцинкованных трубчатых стальных шестиугольников, затянутых трехслойной энергоэффективной фольгой из ETFE. Воздух формирует изоляционную подушку между слоями, а компьютеризированная система вентилирует и нагревает эти биомы.

*Соединение* различных приёмов *экологизации* современных архитектурных и *дизайнерских решений* приводит к созданию совершенно новых «зелёных» объектов. Так, канадский ботанический сад VanDusen Botanical Garden Visitor Centre является демонстрацией подобных наработок архитектуры в области «зеленых» технологий. Здание в Ванкувере не только отлично вписывается в окружающий его ландшафт, но оно имеет «зеленую» крышу и статус LEED Platinum, что означает нулевое потребление электроэнергии из внешних источников.

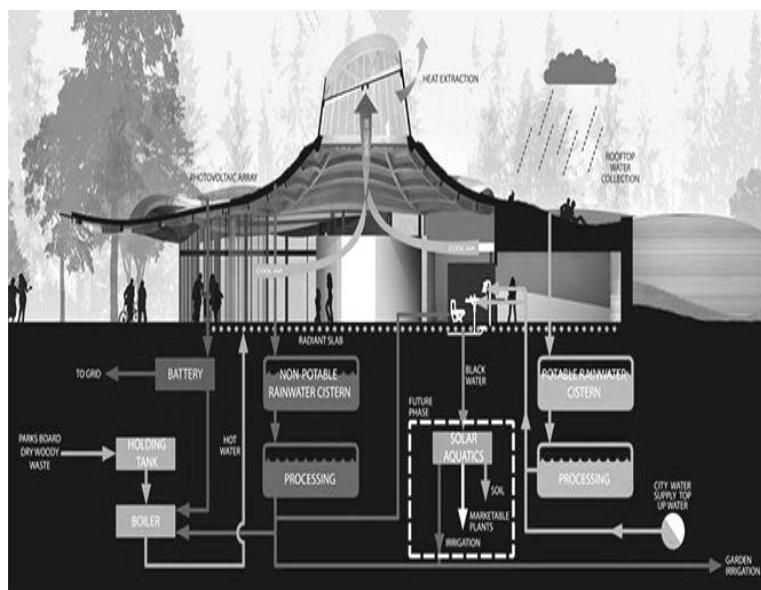


Рис. 5. Зеленые технологии главного здания ботанического сада Van Dusen [4].

В дополнение к обширной «зеленой» крыше, которая уменьшает необходимость дополнительного энергоснабжения для систем отопления и кондиционирования воздуха, архитекторы предусмотрели возможность использования местных возобновляемых источников энергии для достижения нулевого уровня энергопотребления из внешних источников. Энергоблок из фотоэлектрических панелей на крыше будет генерировать электроэнергию для здания, а вода будет нагреваться при помощи котла, в котором сгорает биомасса и сухие древесные отходы, доставляемые сюда из близлежащих районов. Фильтрованная дождевая вода используется для повышения общей эффективности использования ресурсов. Местный биореактор очищает 100% грязной воды.

Сочетание экологичности подобных установок и бесконечно разнообразных дизайнерских приёмов делает их особенно привлекательными. Примером могут служить сооружения в Ботаническом саду Сингапура – Gardens by the Bay. Дизайн был основан на органических формах и природных особенностях обычных орхидей. Разработкой гигантских оранжерей-биом занималась английская компания Wilkinson Eyre Architects. В Ботаническом саду не только собраны материалы о значении растений, о роли природы в историческом и культурном наследии человечества, но и на практике реализуется стратегия администрации Сингапура в стремлении объединить воедино искусственную и естественную окружающую среду [4].

Биотехнологический светодиодный комплекс появится в Центральном ботаническом саду (ЦБС) НАН Беларуси - одном из крупнейших ботанических садов Европы. В ЦБС начнется монтирование новой высокотехнологичной оранжереи для выращивания растений общей площадью 1200 кв.м. В новой

оранжерее часть осветителей будут светодиодными. Светодиодная техника позволяет в 2-3 раза уменьшить энергозатраты. Кроме того, ряд других свойств светодиодных излучателей позволяют считать их почти идеальными источниками светового питания растений. Центральный ботанический сад планирует использовать светодиодные излучатели при выращивании голубики (*Промышленные посевы голубики в Беларуси предполагается довести до 200 тыс. га. При микроклонировании растений будет активно использоваться светодиодная подсветка. Известно, что именно при таком способе можно в короткие сроки увеличить количество биомассы растений в 2-3 раза*). Светодиодные излучатели будут использоваться и для обеспечения в зимнее время оптимальных условий освещения тропических и субтропических культур, выращиваемых в фондовых и экспозиционных оранжереях [5].



Рис. 6. Оранжереи-биомы в Ботаническом саду Сингапура – Gardens by the Bay [4].

В России в Марий Эл уже на протяжении нескольких лет на территории ботанического сада построен и успешно функционирует центр коллективного пользования, где изучаются перспективы использования нетрадиционных источников получения света и тепла. Одно из самых интересных направлений – получение биологического газа из продуктов жизнедеятельности домашней птицы и скота (в больших ёмкостях происходит сбраживание органического сырья за счёт бактерий, которые изначально в нём содержатся). Такие установки широко используются в европейских странах (только в одной Германии их около трёх тысяч).

Существует множество других приёмов использования энергии окружающей среды (пассивной энергии). Так, даже в Иркутске – городе с суровым климатом – предложено разбивать сады и парки на крышах жилых домов: перенос озелененного пространства на крышу обеспечивает растениям необходимое освещение, которое они не получают в затененных дворах, а также воздух, который намного чище, чем в приземном слое. «Зеленые» крыши выгодны коммунальщикам: газон экономит тепло

зимой и снижает энергозатраты на кондиционирование летом. И если под палящим солнцем черное рулонное покрытие крыши раскаляется летом почти до 90 град., то растительный покров способен удерживать температуру на уровне 20 градусов. Кроме этого "зеленые легкие", даже помещенные на большую высоту, будут очищать атмосферу. Иркутские ученые подсчитали, что на крышах в старой части города уже самостоятельно растут около 20 травянистых и древесных видов [6].

В ботаническом саду Академии наук Республики Молдова запущен ветряной генератор, с помощью которого учреждение намерено экономить расходы на электроэнергию составляют порядка 300 тыс. леев плюс 2,5 млн. леев за газ, только за зиму. К 2020 году планируется установить ветротурбины общей мощностью 400 МВт [7].

Институт возобновляемой энергетики (ИВЭ) НАН Украины, расположенный в Центральном ботаническом саду Киева, – единственное в стране учреждение, которое в полной мере обеспечивает себя “зеленой” энергетикой. Фотоэлектрические батареи и один ветряк дают достаточное количество электроэнергии, солнечные коллекторы обеспечивают горячее водоснабжение, фонари на солнечных батареях освещают ботанический сад.

Такая гибридная мини-электростанция (один ветряк на 800 Вт, две фотопанели по 150 Вт, преобразователь на 1,5 кВт и две аккумуляторные батареи на 200 А·ч) стоит 5 тыс. долл., вырабатывает около 200 кВт·ч электроэнергии в месяц и служит 20 лет (за этот срок необходимо 3-4 раза поменять аккумуляторы стоимостью 1 тыс. долл.) (необслуживаемые герметичные) [5]

Убедительность перечисленных выше авторами положений основывается не только на достаточно всестороннем анализе мирового опыта использования возобновляемых источников в ботанических садах и парках, но и на расчетах, проводимых в ботаническом саду Таврического университета им. В.И.Вернадского в г. Симферополе.

#### Цена “солнечного” освещения



Рис.7 Цена установки фонарей на солнечных батареях [8].



Так, одним из первых примеров использования солнечной энергии в ботаническом саду являются фонари у главного входа в сад (на пункте охраны), на здании факультета журналистики, а также на западном входе в сад. Данные фонари можно заменить на фонари с питанием с помощью солнечных фотоэлектрических модулей. Автономные уличные фонари – современные светодиодные и фотоэлектрические технологии, которые являются выгодной экономичной альтернативой традиционному освещению и не требуют затрат на подключение к электросетям.

В состав типичной системы освещения на основе фотоэлектрических батарей входят:

- Фотоэлектрический модуль, непосредственно преобразующий энергию солнечного излучения в электричество. Срок эксплуатации данного компонента системы составляет 25 лет.

- Аккумуляторная батарея для накопления и сохранения электроэнергии, выработанной фотоэлектрическим модулем. Аккумулятор является герметичным и необслуживаемым, срок его службы в зависимости от модели составляет от 8 до 12 лет.

- Контроллер для управления режимами и оптимизации зарядки/разрядки аккумулятора с целью увеличения его срока службы, а также автоматического включения и выключения освещения в зависимости от времени суток (укомплектовывается таймером для настройки режима в заданное время).

- Осветительный блок, состоящий из плафона с лампой, обеспечивающий необходимое световое поле и освещённость. В зависимости от предназначения системы может комплектоваться натриевыми или светодиодными лампами различной мощности. Срок службы осветительного блока составляет 10 тысяч часов.

- Опора солнечного фонаря.

- Герметичный металлический бокс для размещения контроллера и аккумулятора.

Существуют разработки по сооружению в саду фонтанов, работающих на солнечных батареях. Плавающие фонтаны можно поместить в пруды ботанического сада (*из-за постоянно меняющейся интенсивности солнечного света фонтаны будут работать с переменным напором. На зимнее время фонтаны рекомендуется убирать в темное помещение или хранить их при температуре выше 0°C*).

Сотрудниками Крымского научного центра А. С-А. Мазиновым, В. О. Смирновым, Р. В. Горбуновым и др. была разработана автоматизированная автономная энергосберегающая система капельного орошения на солнечных батареях, которую планируется применить в Ботаническом саду.

Система состоит из автономного датчика влажности почв, позволяет проводить регистрацию влажности и передавать результат состояния почвы на Базу (до 50 метров). После получения соответствующей информации База производит анализ данных, и в случае низкого содержания влаги в почве сигнализирует и (или) выдает управляющую команду на включение системы полива. Ручная настройка системы позволяет выставлять любые нормы полива, а справочные материалы (графики) позволяют их максимально оптимизировать (настройка производится один раз, с возможностью оперативного перенастройки системы). После выдачи поливной

нормы система отключает коммутацию насоса (клапана), и переходит в ожидание следующего сигнала полива от датчика влажности. В случае больших поливных площадей и наличии много плечевого капельного орошения, система может быть расширена за счет подключения нескольких клапанов. При малом дебете источника поливной воды возможен вариант поочередного полива каждого из сегментов всего массива. А это в свою очередь позволит применять маломощные насосные станции для автономного полива относительно крупных областей с использованием солнечных батарей удаленных на значительные расстояния от центрального энергоснабжения [9].

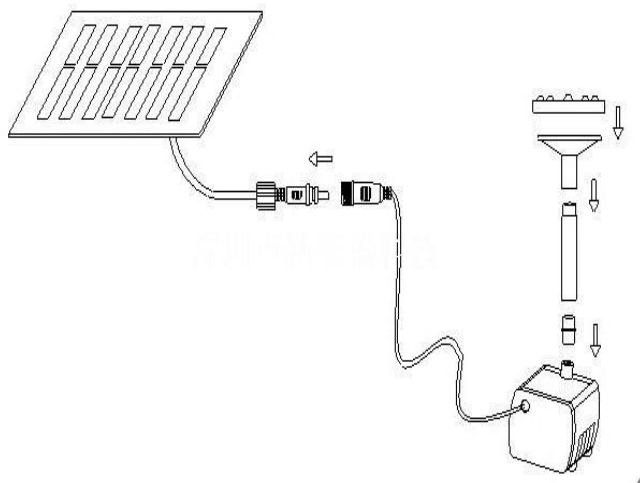


Рис. 8 Схема устройства фонтана.

Таблица 1

Технические характеристики фонтана

Солнечная панель	Мощность	1.8W
	максимальное напряжение	6.72V
	максимальный ток	268mA
	метод установки	плавающий
Насос	Тип	BP320605
	максимальный подъем	0.52m (20.5inches)
	максимальная производительность	150L/H (39.6GPH)
	длина кабеля	0.15m (0.5ft)

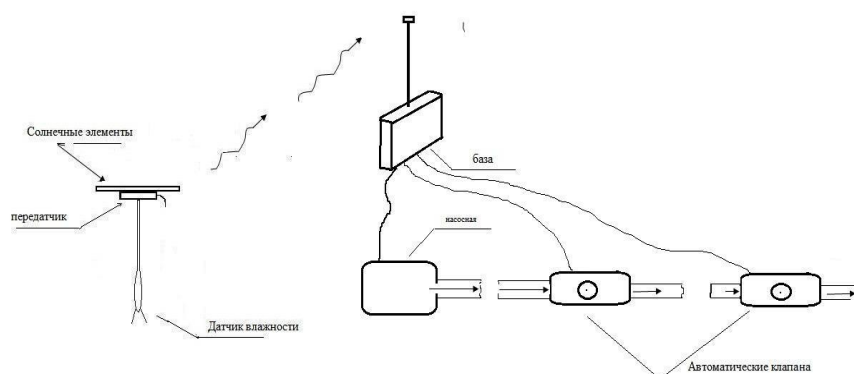


Рис. 9. Принципиальная схема системы капельного орошения на солнечных батареях [9].

### ВЫВОДЫ

Таким образом, на небольшой территории ботанического сада есть немало возможностей для применения новых технологий, основанных на использовании альтернативной энергетики. Переход на новые технологии всегда связан с трансформацией привычных занятий, требует новых знаний и изучения накопленного опыта, нуждается в обеспечении финансами и материальными средствами. Это сложный и многоплановый, но необходимый и экологически обоснованный процесс.

### Список литературы

1. Энергопотребление Часть 2. Электронный ресурс. Ресурс доступа: <http://www.spb.org.ru/SPARE/intrus/ensave/ensave03.htm-01.12.2014>.
2. Уличные фонари на солнечных батареях. Электронный ресурс. Ресурс доступа: <http://rent techno.com/solutions/led/solar-lights.html>. - 01.12.2014.
3. Деревья с солнечными батареями вместо кроны появились в Израиле. Электронный ресурс. Ресурс доступа: [http://www.energy-fresh.ru/news/?id=9787&utm\\_source=feedburner&utm\\_medium=feed&utm\\_campaign=Feed%3A+EnergyFresh+\(020+energy-fresh.ru\)](http://www.energy-fresh.ru/news/?id=9787&utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+EnergyFresh+(020+energy-fresh.ru)). - 30.11.2014.
4. Канада: великолепный ботанический сад VanDusen. Электронный ресурс. Ресурс доступа: [http://energysafe.ru/energy\\_conservation/energy\\_saving/538/](http://energysafe.ru/energy_conservation/energy_saving/538/). - 30.11.2014.
5. Центральный ботанический сад национальной академии наук Беларуси. Электронный ресурс. Ресурс доступа: <http://cbg.org.by/>. - 02.12.2014.
6. Газон ближе к звёздам. Электронный ресурс. Ресурс доступа: <http://www.vsp.ru/social/2011/10/01/516436>. - 30.11.2014.
7. Устойчивый Крым. Энергетические стратегии XXI века / под ред. В.С. Тарасенко.- Симферополь: СОНАТ, 2001. - 400 с.
8. Уличные батареи на солнечных батареях. Электронный ресурс. Ресурс доступа: <http://rent techno.livejournal.com/44548.html>. - 02.12.2014.
9. Солнечная энергетика в Крыму: методическое пособие для специалистов и всех интересующихся проблемами использования солнечной энергии : информационно-справочное изд. //С.В.

Казаченко, С.А. Кибовский, А.С. Мазінов, Е.В. Николаев, А.С. Слепокуров, В.У. Стоянов : под ред. Бокова В.А. и Стоянова В.У. - Симферополь: Таврия-Плюс, 2008. – 200 с.

**Багрова Л.А. «Зелена» енергетика в садово-паркових комплексах / Л.А. Багрова, К.С. Змерзла, А.С.-А. Мазінов // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. Серія: Географічні науки. – 2014. – Т.27 (66), №2. – С. 3-15.**

Розглядається роль користування альтернативних джерел енергії в садово-паркових комплексах. Акцентується важливість екологізації енергопостачання, розглядається світовий досвід внедріння «зеленої» енергетики в садах и парках світу. На зразку ботанічного саду Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського показати різні види користування возобновляемие джерела енергії.

**Ключові слова:** альтернативні джерела енергії, ботанічний сад, екологізація енергопостачання, «зелені» енерготехнології, світовий досвід користування.

## **«GREEN» ENERGY IN THE GARDEN AND PARK COMPLEX**

**L.A. Bagrova, K.S.Zmerzlaya, A. S.-A.Masinov**

*Taurida National V.I. Vernadsky University, Simferopol*

*E-mail: bagrovala@mail.ru; kristinazmerzla@gmail.com; fotoenergy@gmail.com*

Energy shortages and limited fuel resources on the Crimean peninsula convinced of the inevitability of the transition to non-traditional, alternative energy sources for a variety of consumers. Conducted in the article analysis of the world experience shows that the effectiveness of their use on small objects - agricultural and municipal enterprises, housing, transport, urban infrastructure and others. The possibilities ecologization of energy Botanical Garden Tauride University, established relatively recently and aimed at further and modern development. The use of renewable energy can bring financial benefits and energy independence botanical garden. An example of the use of solar energy can be lanterns at the main entrance to the garden (at point guard) at the Faculty of Journalism, as well as on the western entrance to the garden. These lanterns can be replaced by lights powered by solar photovoltaic modules. There are developments in the construction of the garden fountains, solar-powered. Employees of the Crimean Scientific Center has developed an automated stand-alone energy-saving drip irrigation system on solar batteries. In addition, given the increasing role of the botanical garden in the formation of the visitors of environmental ethics, environmental outlook, examples of the use of various types of alternative energy for the needs of some of the garden can show all the possibilities of environmentally friendly renewable energy sources.

**Keywords:** alternative energy, global experience in the application, the Botanical Gardens, the greening of energy, solar energy, ecological worldview

### **References**

1. Power Part 2: Electronic resource. Resource access: <http://www.spb.org.ru/SPARE/intrus/ensave/ensave03.htm-01.12.2014>.
2. The streetlights on solar batteries. Electronic resource. Resource access: <http://rent techno.com/solutions/led/solar-lights.html>. - 12.01.2014.
3. Trees with solar panels instead of the crown appeared in Israel. Electronic resource. Resource access:<http://www.energy->

- fresh.ru/news/?id=9787&utm\_source=feedburner&utm\_medium=feed&utm\_campaign=Feed%3A+EnergyFresh+(020+energy-fresh.ru). - 11.30.2014.
4. Canada: gorgeous Botanical Garden VanDusen. Electronic resource. Resource access: [http://energysafe.ru/energy\\_conservation/energy\\_saving/538/](http://energysafe.ru/energy_conservation/energy_saving/538/). - 11.30.2014.
  5. Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus. Electronic resource. Resource access: <http://cbg.org.by/>. - 12.02.2014.
  6. Lawn closer to the stars. Electronic resource. Resource access: <http://www.vsp.ru/social/2011/10/01/516436>. - 11.30.2014.
  7. Steady Crimea. Energy strategies XXI century / edited. VS Tarasenko.- Simferopol Sonata, 2001. – 400 p.
  8. Street batteries Solar. Electronic resource. Resource access: <http://rent techno.livejournal.com/44548.html>. - 12.02.2014.
  9. Solar energy in the Crimea: handbook for professionals and all interested in the problems of using solar energy: information and reference edition. //S.V. Kozachenko, SA Kibovsky, AS Mazinov, EV Nikolaev, AS Slepokurov, VU Stoyanov: ed. Bokov, VA Stoyanova and VU - Simferopol: Rep Plus, 2008. - 200 p.

*Поступила в редакцию 20.11.2014 г.*