

**ПРОЧИЕ ВОПРОСЫ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ / OTHER QUESTIONS RELATED TO  
CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE**

DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2020.18.3>

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ЧЕЛОВЕКА В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ**

Научная статья

**Ошкина Я.В.<sup>1</sup>, Федоров О.П.<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, Россия

\* Корреспондирующий автор (yana\_oshkina[at]mail.ru)

**Аннотация**

Данная статья посвящена актуальной проблеме повышения энергоэффективности архитектурной среды. Ведь энергия являлась и является важнейшим ресурсом на протяжении всей истории существования нашей планеты и человечества. В представленной статье тема энергоэффективной архитектурной среды поднимается с целью рассмотрения интерактивных энергосберегающих технологий, их принципов и методов, способствующих расширению потенциала среды и пониманию людьми важности процесса экономии энергоресурсов. Основной акцент ставится на изучении принципов работы технологий, использующих кинетическую энергию человека. Изучив и проанализировав данные инновации, перечисляются преимущества применения интерактивных энергосберегающих технологий в благоустройстве городской среды, путем перечисления решаемых с их помощью социально-экономических проблем и функциональных нововведений.

**Ключевые слова:** энергосберегающие технологии, кинетическая энергия, интерактивность, благоустройство, городское пространство.

**USING OF HUMAN KINETIC ENERGY IN THE URBAN ENVIRONMENT**

Research article

**Oshkina Y.V.<sup>1</sup>, Fedorov O.P.<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, Russia

\* Corresponding author (yana\_oshkina[at]mail.ru)

**Abstract**

This article is devoted to the actual problem of improving the energy efficiency of the architectural environment. After all, energy has been and is the most important resource throughout the history of our planet and humanity. In this article the topic of energy-efficient architectural environment is raised to review an interactive energy-saving technologies, their principles and methods, contributing to capacity development for the environment and people's understanding of the importance of the process of energy savings. The main emphasis is placed on the study of the principles of operation of technologies using human kinetic energy. Having studied and analyzed these innovations, the advantages of using interactive energy-saving technologies in the improvement of the urban environment are listed, by listing the socio-economic problems solved with their help and functional innovations.

**Keywords:** energy-saving technologies, kinetic energy, interactivity, landscaping, urban environment.

Сегодня городу необходима постоянно модернизирующаяся, сбалансированная, комфортная и безопасная среда. Но, создавая городскую среду, необходимо помнить об ее устойчивости, экологичности и энергоэффективности. На сегодняшний день человечество потребляет свыше 120 миллиардов МВт\*час/год. В связи с этим возникали различные программы по экономии энергии и энергоэффективности [1, С. 416]. Появление первых из них в начале 1990-х гг. было связано с необходимостью реализации концепции устойчивого развития, принятой на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в г. Рио-де-Жанейро в июне 1992 г. [2, С. 90-95]

Принципы устойчивого развития должны внедряться во все сферы общественной деятельности. Особое место среди них занимает строительная отрасль как одна из наиболее энергозатратных [3, С. 86-90]. В том числе это касается и дизайна архитектурной среды.

Возобновляемая энергетика в мире начала всерьез развиваться после нефтяного кризиса середины 1970-х годов [4, С. 36-43]. На сегодняшний день человечество научилось получать энергию для бытовых нужд из энергии солнца, ветра, геотермальных источников, силы течения воды, и успешно применяет ее в архитектуре и архитектурной среде. Но возникает вопрос: может ли сам человек быть альтернативным источником энергии? Может. И доказательство этому – представленные ниже современные интерактивные энергосберегающие технологии, разработанные для благоустройства городской среды.

1. Британская компания Pavegen Systems Ltd. с успехом производит и продает разработанную ими в 2009 году уникальную тротуарную плитку, которая генерирует электроэнергию благодаря ходящим по ней пешеходам (см. рисунок 1).

Плитка изготовлена из переработанных автомобильных покрышек, это дает плитке прочность, гибкость и водонепроницаемость. Корпус плитки изготовлен из нержавеющей стали, а внутрь интегрирован пьезоэлектрический преобразователь, который генерирует электричество при нажатии на верхнюю грань плитки и ее прогибе на 5 мм. Сама электроэнергия накапливается в специальном литиевом аккумуляторе.

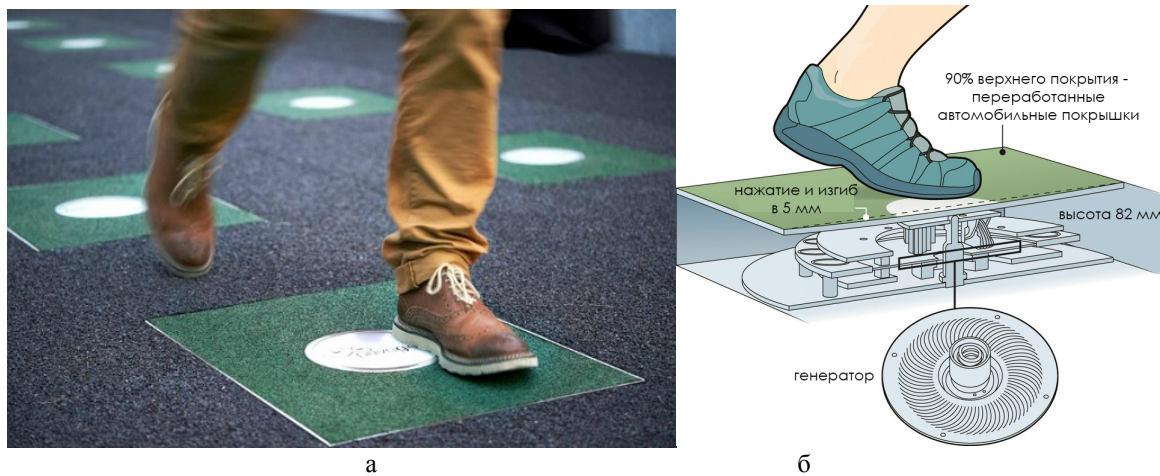


Рис. 1 – а) тротуарная плитка Pavegen, б) устройство тротуарной плитки

Впервые феномен «пьезоэлектричества» был описан и наглядно представлен Джексоном и Пьером Кюри в 1880 году. Это явление было продемонстрировано на кристаллах турмалина и кварца. Рассматривая подробнее физику процессов, происходящих в пьезоэлектрике, мы видим, что при механическом воздействии на пьезоэлемент наблюдается смещение атомов в несимметричной кристаллической решетке материала. Именно от смещения атомов зависит возникновение электрического поля, которое индуцирует (наводит) заряды на электродах пьезоэлемента. Заряды пьезоэлемента будут сохраняться только до тех пор, пока на них действует механическая нагрузка [5, С. 48-52].

Технология Pavegen несколько отличается от обычных пьезоэлектрических преобразователей, так как пьезогенераторы требуют «высокие пики», а промежуток времени между пиками делает трудным преобразование в постоянный ток, в то время как технология Pavegen позволяет эффективно захватывать и сохранять энергию, после того, как она преобразована в питающие 12 вольт.

В итоге, технология позволяет преобразовывать кинетическую энергию в электричество, которое может храниться для последующего использования в различных целях, например, энергию можно будет направлять на освещение рекламных вывесок или автобусных остановок. [6].

Данная технология подходит как для коридоров общественных зданий и сооружений, так и для пешеходных улиц с высокой проходимостью. Плитка Pavegen способна выдерживать суровые нагрузки в открытых местах за счет водонепроницаемости, гибкости и устойчивости к истиранию.

2. Следующую технологию представила миру английская компания TGO. С 2008 года она производит «умные» уличные тренажеры, а за установку каждого из них высаживает одно дерево. Компания разработала спортивный комплекс «Зеленое сердце» (см. рисунок 2) из эллиптических, ножных, ручных и велотренажеров, которые вырабатывают и накапливают электроэнергию, в процессе их эксплуатации человеком.



Рис. 2 – а) энергосберегающая спортивная площадка «Green Heart» TGO в городе Халл (Великобритания), б) дисплей тренажера, отображающий количество генерируемой энергии

Спортивная площадка способна вырабатывать до 1 кВт·ч энергии в день. Каждый из тренажёров производит вплоть до 700 Вт энергии, во время стандартной тренировки пользователь вырабатывает от 50 до 100 Вт [7]. Чтобы преобразовывать кинетическую энергию в электрическую, тренажеры также оснащены генераторами электричества и накопителями.

Электроэнергия может быть направлена на общегородскую электросеть, освещение спортивной площадки в тёмное время суток или подзарядку мобильных устройств. Кроме того, в этот уличный комплекс входит и диагностический центр, который позволяет взвеситься, определить индекс массы тела, узнать какое количество электроэнергии выработал конкретный пользователь.

3. Следующая технология не контактирует непосредственно с человеком, а работает от кинетической энергии транспорта, которым он управляет. Компания New Energy Technologies из США, разработала устройство MotionPower Express, предназначенное для сбора кинетической энергии движущегося транспорта и преобразования ее в электроэнергию, выполнив его в виде своеобразного «лежачего полицейского» (см. рисунок 3).

В свою очередь и израильская компания Innowattech предложила похожую технологию. Работает эта инновация с помощью пьезоэлектрических генераторов. Они превращают энергию механических напряжений от перемещений транспортных средств по пьезоэлементам в электрическую. Всего было разработано три типа генераторов: один для железных дорог, другой для автодорог и третий — для беговых дорожек [8].

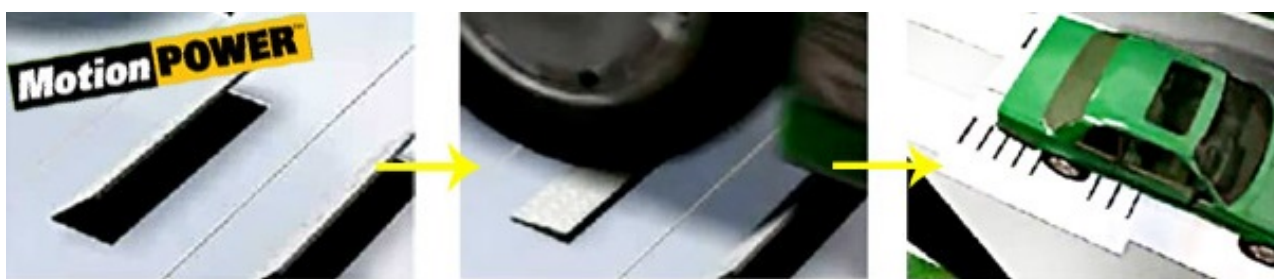


Рис. 3 – Принцип работы системы MotionPower Express

Работают эти технология в местах вынужденного снижения скорости или остановки – например, на автозаправках, парковках, переходах, контрольных постах. Дальнейшая разработка MotionPower Express предполагает, что все необходимые «придорожные» электроприборы (фонари, светофоры, билборды) будут «питаться» от самих дорог, а большое количество автомобилей в городах будет оправданным.

4. В случае разработки японской компании East Japan Railway Company для выработки электроэнергии используется поток людей, регулярно проходящий через турникеты на железнодорожных станциях (см. рисунок 4). В пол под турникетами встроены пьезоэлементы, которые производят электричество от давления и вибрации, которую они получают, когда люди наступают на них. Собранная кинетическая энергия осуществляет работу пропускной системы [9]. Эта установка функционирует на токийском вокзале в районе Сибуя.



Рис. 4 – а) турникет с пьезоэлементом, б) дисплей турникета, отображающий количество генерируемой энергии и принцип работы

Похожие технологии используются в Китае и в Нидерландах, но их работа осуществляется не за счет нажатия на пьезоэлементы, а путем толкания ручек турникета или дверей-турникетов. Подобное решение можно встретить в

голландском центре Natuurcafe La Port. Каждая из дверей-турникетов от компании Boon Edam производит около 4600 киловатт-час энергии в год [10].

5. Можно заметить, что все вышеперечисленные технологии работают в местах с большой проходимостью. И снова потенциальную человеческую энергию в условиях массового скопления людей предложили использовать инженеры шведской компании Jernhusen, а именно на центральном железнодорожном вокзале в Стокгольме. Только на этот раз они предложили использовать тепло тела человека и его жизнедеятельности для отопления здания, находящегося через дорогу.

Теплообменники, установленные в вентиляционной системе вокзала, поглощают избыточное тепло, вырабатываемое посетителями и используют его для подогрева воды в подземных резервуарах. Затем эта горячая вода подается по трубам в соседнее 13-этажное офисное здание Kungbrohuset, расположенное на расстоянии около 100 метров от вокзала и включается в основную систему отопления. Эта система не только является экологически чистой, но и снижает затраты на электроэнергию офисного центра на целых 25% [11].

Такой подход объясняется тем, что в Швеции высокие цены на газ, а зимние температуры очень низкие. Большинство экспертов смеют предположить, что в течение следующих 40 лет благодаря этой технологии поставки нефти и газа станут менее обильными.

Рассмотрев перечисленные выше средовые энергоэффективные технологии, необходимо отметить, что их применение в городской среде не только улучшает экологию, но и расширяет функциональный потенциал пространства, а также решает некоторые социально-экономические проблемы. Кроме того, при правильном применении интерактивных энергоэффективных технологий в городской среде, они способны объединять общество и организовывать пространство так, чтобы менять отношение людей к энергии, уменьшая их зависимость от ископаемого топлива и привычных электрических сетей. Взаимодействие людей и окружающей действительности – непереносимое условие нашего существования, а современные технологии не должны усугублять изолированность человека, нарушающую его межличностное взаимодействие [12, С. 40-46].

Потенциал той или иной технологии классифицирован и представлен ниже, в табличной форме (см. таблицу 1).

Таблица 1. Классификация рассматриваемых средовых энергоэффективных технологий

Технология	Функциональное нововведение	Решаемая социально-экономическая проблема
Тротуарная плитка Pavegen	1. Регуляция людьми процесса генерации электроэнергии 2. Новый тип улиц – «умная улица» (например London Smart Street)	1. Неосознанное преувеличение потребления энергоресурсов человеком 2. Упадок розничной торговли
«Green Heart» от компании TGO	1. Регуляция людьми процесса высадки деревьев путем активного занятия спортом 2. Уличный кинотеатр-велодром (Free Film Festival, Лондон)	1. Малая озелененность территорий, стимулирование развития зеленых насаждений 2. Малоподвижный образ жизни человека, негативно сказывающийся на здоровье
Система Motion Power Express	Дорога-электрогенератор	Большой расход электроэнергии на городское освещение
Энергоэффективные турникеты	Турникеты-электрогенераторы	Автономность зданий и сооружений
Система отопления от компании Jernhusen	Вокзал-теплоэлектростанция	Большой расход сырьевых импортируемых источников энергии

### Список литературы / References

1. Лапин Ю.Н. Автономные экологические дома / Ю.Н. Лапин - М: Алгоритм, 2005. – С. 416
2. Федоров О.П. Методика прогнозирования тенденций развития экоустойчивой архитектуры на основе анализа международных систем экологической сертификации в архитектуре / О.П. Федоров // Фундаментальные исследования – 2016. – №11-1. – С. 90-95
3. Федоров О.П. «Экоустойчивая архитектура» как профессиональный термин в архитектурной деятельности / О.П. Федоров // Вестник гражданских инженеров – 2016. – №6 (59). – С. 86-90
4. Федоров О.П. Эволюция использования ветроэнергетических установок как элемента композиции в архитектуре и градостроительстве / О.П. Федоров // Вестник гражданских инженеров – 2016. – №5 (58). – С. 36-43
5. Рукобратский Н.И., Федоров О.П., Шитухина Н.Ю. Концепция энергогенерирующей фасадной системы / Н.И. Рукобратский, О.П. Федоров, Н.Ю. Шитухина // Международный журнал гуманитарных и естественных наук – 2017. – №10. – С. 48-52
6. Electric Info. Тротуарная плитка Pavegen, генерирующая электроэнергию – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elektrik.info/main/news/1138-trotuarnaya-plitka-generiruyuschaya-elektroenergiyu.html>
7. TGO. The Great Outdoor Gym Company – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.tgogc.com/activation>
8. It works. Генерация электричества из движущихся машин – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://itw66.ru/blog/technologies/552.html>

9. Inhabitat. Energy-Generating Floors to Power Tokyo Subways – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://inhabitat.com/tokyo-subway-stations-get-piezoelectric-floors/>
10. Recycle. Джоули из турникетов – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://recyclemag.ru/article/10-neobychnyh-alternativnyh-istochnikov-energii>
11. BBC. Harvesting energy: body heat to warm buildings – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.bbc.com/news/business-12137680>
12. Федоров О.П. Медиафасады в архитектуре. Их роль и место в информационном обществе / О.П. Федоров // Вестник гражданских инженеров – 2018. – №3 (68). – С. 40-46

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Lapin Y. N. Autonomous ecological houses / Y. N. Lapin – М: Algorithm, 2005. – P. 416.
  2. Fedorov O. P. Methods of forecasting trends in the development of eco-sustainable architecture based on the analysis of international systems of environmental certification in architecture / O. P. Fedorov // Fundamental research – 2016. – No. 11-1. – P. 90-95
  3. Fedorov O. P. "Eco-Sustainable architecture" as a professional term in architectural activity / O. P. Fedorov // Bulletin of civil engineers – 2016. – No. 6 (59). – P. 86-90
  4. Fedorov O. P. Evolution of the use of wind power plants as an element of composition in architecture and urban planning / O. P. Fedorov // Bulletin of civil engineers – 2016. – No. 5 (58). – P. 36-43
  5. Rukobratski N. I., Fedorov O. P., Shatohina N. Y. The concept of the generation facade systems / N. I. Rukobratski, O. P. Fedorov, N. Y. Shatohina // international journal of Humanities and Sciences – 2017. – No. 10. – P. 48-52
  6. Electric Info. Pavegen paving slabs, generating electricity – [Electronic resource] – URL: <http://elektrik.info/main/news/1138-trotuarnaya-plitka-generiruyuschaya-elektroenergiyu.html>
  7. TGO. The Great Outdoor Gym Company – [Electronic resource] – URL: <https://www.tgogc.com/activation>
  8. It works. Generating electricity from moving machines – [Electronic resource] – URL: <http://itw66.ru/blog/technologies/552.html>
  9. Inhabitat. Energy-Generating Floors to Power Tokyo Subways – [Electronic resource] – URL: <https://inhabitat.com/tokyo-subway-stations-get-piezoelectric-floors/>
  10. Recycle. Joules of turnstiles – [Electronic resource] – URL: <https://recyclemag.ru/article/10-neobychnyh-alternativnyh-istochnikov-energii>
  11. BBC. Harvesting energy: body heat to warm buildings – [Electronic resource] – URL: <https://www.bbc.com/news/business-12137680>
  12. Fedorov O. P. Media Facades in architecture. Their role and place in the information society / O. P. Fedorov // Bulletin of civil engineers – 2018. – No. 3 (68). – P. 40-46
- 
-