

# АНАЛИЗ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ПЕРМИ ЗДАНИЯ, ОТВЕЧАЮЩЕГО ТРЕБОВАНИЯМ РЕБРЕДНИНГА И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Н.Б. Курякова, Т.Ю. Запольских, А.Н. Панькова, А.С. Пупова

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет,  
Пермь, Россия*

## Аннотация

Авторами статьи рассматривается возможность возведения в городе Перми здания общественного назначения, актуального для города, как с точки зрения ребрендинга, так и с позиций энергосбережения. Данное исследование развивалось в направлении «Sustainable building».

**Ключевые слова:** энергосбережение, энергосыработка, ребрендинг, архитектурная выразительность, экономическая эффективность

## ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF CONSTRUCTION IN PERM PUBLIC BUILDINGS THAT MEET THE REQUIREMENTS OF REBRANDING AND ENERGY EFFICIENCY

N. Kuryakova, T. Zapolskikh, A. Pankova, A. Pupova

*Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia*

## Abstract

The authors consider the possibility of the construction of the city of Perm in the public buildings the actual city especially in terms of rebranding, and meeting the requirements of energy saving. This research was developed in the direction of «Sustainable building».

**Keywords:** energy saving, power production, rebranding, architectural expression, economic efficiency

В эпоху глобального дефицита топливно-энергетических ресурсов стратегия энергоэффективности является генеральным вектором экономического развития любой страны, и Россия здесь не исключение. В этой связи особое значение приобретают международная интеграция, обмен опытом и передовыми энергосберегающими технологиями между государствами и разработками научно-исследовательских, проектных институтов, инжиниринговых и строительных компаний.

Для нашей страны особенно интересен опыт ближайших соседей, с которыми нас объединяет не только географическая близость, но и схожие условия экономического развития. Например, Дания, живущая в аналогичных климатических условиях. Как и Россия, эта страна обладает собственными запасами нефти и газа, и исторически использует технологии центрального теплоснабжения, но, несмотря на это, выбрала курс на энергосбережение, и на сегодняшний день занимает устойчивое первое место в мире по этому показателю.

Однако, помимо глобальных проблем, существуют так же и социально-экономические аспекты потребления, один из наиболее значимых - рост тарифов на коммунальные

услуги. И связан он, не только с внутренней экономической ситуацией в стране, но и отчасти обусловлен серьезным обветшанием зданий и сооружений, сетей тепло- и водоснабжения, техническое состояние большинства которых можно рассматривать как ограниченно работоспособное, или аварийное. Как следствие сложившейся ситуации, потери энергии неизбежны, следовательно, неизбежны и потери в материальном плане. И с каждым годом эти потери увеличиваются в разы.

В этом направлении, опираясь на вышеупомянутый успешный опыт европейских стран, в которых вопросами энергосбережения занимаются на уровне государства, был принят Федеральный закон № 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности». Основной его направленностью стало регламентирование действий по оснащению приборами учета, и снижению энергопотерь в сетях. Тем не менее, вопрос невозобновляемости используемых источников энергии, остался открытым.

Для решения данной проблемы было предложено использование альтернативных источников энергии и строительство нулевых домов. Применение солнечных батарей и коллекторов, ветрогенераторов, тепловых насосов, получило широкое применение во всем мире. В нашей стране и, в частности, в городе Перми, эта отрасль энергетики только набирает обороты. Несмотря на определенные сдвиги в области энергосбережения и применения альтернативной энергетики, по мнению авторов, эти задачи должны иметь комплексное решение.

То есть, при проектировании современных зданий, в которых используются элементы инновационных технологий, например тепловой насос, помимо возможности его установки, должна быть учтена соответствующая требованиям климатологии и строительной физики ориентация здания по сторонам света, качественная теплоизоляция, система рекуперации тепла [1]. В таком случае, эффективность применения указанного теплового насоса увеличится в разы.

Более того, нельзя не отметить, что строительными компаниями Перми активно ведется работа по проектированию и возведению зданий с установкой элементов энерговыработки и отвечающих требованиям энергосбережения. Одной из таких организаций является строительный холдинг «Камская долина» [7], который уже прочно зарекомендовал себя в сфере применения энергосберегающих и энерговырабатывающих установок, как в жилых, так и в общественных зданиях. К примеру, на стене административного здания будут размещены альтернативные источники питания (фотоэлектрические модули мощностью 3 кВт), которые частично обеспечат его потребности в электроэнергии, а именно, освещение аварийных выходов, бесперебойное питание сигнализации, системы видеонаблюдения.

Ориентировочный расчетный срок окупаемости - 6 лет, но компания считает, что за счет роста тарифа на электроэнергию срок окупаемости снизится. На нескольких объектах взят на вооружение принцип рекуперации, при котором создается процесс теплообмена. Такая схема применяется для бизнес-центра «Синица» на ул. Стахановской, д.45. Аналогичное решение реализовано в фитнес-клубах «BodyBoom» на ул. Качалова, ул. Тимирязева, ул. Стахановской.

Еще одна «энергонивация» от «Камской долины» – это использование тепловых насосов. Так, на храме Петра и Февронии, строящемся в жилом комплексе «Боровики», было принято решение применить теплогенерирующую установку. По предварительным прогнозам, основанным на аналоговом подходе в силу отсутствия личного опыта «энергоэкономического» пермского строительного рынка, срок эксплуатации оборудования составит 20 лет.

Кроме этого, на базе выставочного центра «Пермская ярмарка», проходят многочисленные выставки, форумы и обсуждения, при поддержке крупнейших строительных компаний как Перми и Пермского края, так и России. Одним из инициаторов

проведения подобных мероприятий выступают ПНИПУ и вышеупомянутая компания «Камская долина». Аналитическим центром данной организации проводятся обсуждения, в которых принимают участие застройщики Перми, поставщики энергосберегающего оборудования, представители органов власти Пермского края и сетевых ресурсоснабжающих организаций. Основные задачи, выносимые для обсуждения на мероприятия такого уровня — определение актуальных проблем развития малоэтажного жилищного строительства, и перспективы внедрения энергоэффективных технологий в Перми и Пермском крае.

Однако, все эти новшества осуществляются на стандартных проектах зданий. Авторов же, помимо вопросов энергосбережения, заинтересовала проблема безликости современных городов, отсутствия в них уникальности, своего неповторимого духа. Пермь, в этой области не стала исключением. Краевую столицу постигла участь всех городов, которые во времена СССР представляли исключительно промышленную и оборонную составляющую страны [3]. Отсутствие архитектурной выразительности, типовая застройка, разрозненные объекты современной постройки, которые ни в коей мере не могут составлять единую архитектурную композицию города.

Необходимо так же отметить, что в 2012 году город Пермь был признан культурной столицей Урала. Тем не менее, в части урбанистики и архитектуры города на данный момент времени это не отразилось. Во многом это связано с тем, что основная доля финансирования со стороны государства направлена на проведение фестивалей, выставок и прочих мероприятий различного масштаба, относящихся к культурной сфере. Вопросами же расстановки акцентов и придания выразительности зданиям занимаются, как правило, их непосредственные собственники. Более того, стоит признать, что даже широко распространенное в мире люминирование фасадов, не получило должного развития в Перми. Причины этого подробно рассмотрены в статье [6]. Основными же являются – отсутствие руководящих положений по выполнению архитектурных подсветок и культуры работы со световыми носителями, а так же существенная экономическая нагрузка, в том числе, и на стадии оплаты услуг поставщиков электроэнергии.

Вышеизложенное явилось предпосылкой проведенной авторами работы. Исходя из этого, появилась идея собрать воедино два, казалось бы, диаметрально разных вектора, таких как альтернативные технологии и ребрендинг городов. Поэтому авторы статьи, совместно с коллегами из Уральского филиала Российской академии живописи, ваяния и зодчества, провели анализ проектов общественных зданий, которые могли бы стать не просто запоминающимся архитектурным объектом для города, но и отвечали бы требованиям энергосбережения. Среди проектов были рассмотрены варианты детского развлекательно-образовательного комплекса в форме моллюска Трофон геверсианус (*Trophon geversianus*), обитающего в акватории реки Камы, вдоль берега, которой расположен город Пермь (Рис. 1), проект гидропарка в микрорайоне «Камская долина» (Рис. 2) и множество других проектов, которые по праву заслужили бы звание места, ради которого стоит посетить город Пермь. Наибольший интерес вызвала работа, посвященная созданию музея (Рис. 3), который своей формообразующей составляющей напоминает Уральские горы, а так же пригоден и удобен для размещения источников альтернативного энергоснабжения здания. Именно эти факторы - этнический и конструктивный, стали определяющими в выборе.

Одним из первых этапов в работе стало обращение в городскую администрацию, департамент градостроительства и департамент жилищно-коммунального хозяйства Перми, с целью выяснения заинтересованности властей в возможной реализации на территории города подобного проекта, но желаемого результата это не принесло. Несмотря на то, что в процессе общения с государственными органами, все они высказали свою заинтересованность обозначенными направлениями развития в области энергосбережения и ребрендинга, какой-либо информации о существующих подобных проектах или разработанных программах в этих отраслях, предоставлено не было, с

размытой ссылкой на то, что вопросы сбора и предоставления подобной информации не находятся в компетенции администрации города.



Рис. 1. Проект детского развлекательно-образовательного комплекса



Рис. 2. Проект гидропарка в микрорайоне «Камская долина»



Рис. 3. Выбранный для исследования проект музея

Следующей задачей авторов, стало определение тех энергосберегающих и энерговырабатывающих технологий, которые по своим характеристикам подходят именно для климатических особенностей Пермского края. То есть, целью их эксплуатации будет не просто обеспечивать возможность автономного существования здания, но и окупать свою стоимость в течение непродолжительного периода времени.

Объектом исследования стал ряд наиболее популярных активных и пассивных источников энергии – это солнечные батареи, ветрогенераторы, тепловой насос, система сбора дождевой воды, система рекуперации, а также СИП-панели. Однако, ранее проведенные и опубликованные работы авторов [5], выявили нецелесообразность применения в городе Перми отдельных составляющих комплекса энергоэффективного дома. Так, например, солнечные батареи, несмотря на ряд преимуществ, не оправдывают свою установку в качестве единственного источника электроснабжения (исключение составляют дома дачной постройки, при условии использования солнечных панелей в качестве дополнительного источника энергии), поскольку на практике выработанной мощности не хватает для автономного существования здания, а средства, вкладываемые в установку, не окупаются за весь срок их эксплуатации. И все же стоит отметить, что возможность использования солнечных батарей и коллекторов в России есть, но лишь в южных регионах. Пермский край относится к регионам России с небогатыми солнечными ресурсами (Рис. 4), и в год на территории края - 250 солнечных дней, а полностью ясных всего 29 (конкретно в Перми 145 солнечных дней), поэтому выработка альтернативной энергии всецело зависит от «капризов погоды».



Рис. 4. Карта продолжительности солнечной активности на территории Российской Федерации

Авторы также не рекомендуют устройство ветрогенераторов, поскольку средние скорости ветра в Пермском крае составляют приблизительно 2,4 м/с, а для эффективной работы ветрогенератора, по данным компаний поставщиков [8], скорость ветра должна составлять, как минимум, 3 м/с. Так же, согласно данным метеорологических исследований известно, что для работы ветряка на полную мощность, необходима высота около 100 м и открытая площадка [4]. Еще одним отягощающим фактором является то, что срок окупаемости ветрогенератора достигает 10 лет, что для данного исследования неприемлемо.

Что касается остальных энергосберегающих и энерговырабатывающих технологий, то для демонстрации целесообразности их применения авторы провели ряд необходимых расчетов приведенных ниже.

Для демонстрации эффективности применения СИП-панелей компании RUSSIP-DOM авторы произвели теплотехнический расчет ограждающих конструкций фасадов, а также расчет затрат на возведение здания.

Исходные данные: место строительства - Пермский край,  $z_{от}=229$ сут.,  $t_{от}=-5,9^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{ext}=-35^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{в}=+21^{\circ}\text{C}$ ,  $\varphi=55\%$ .

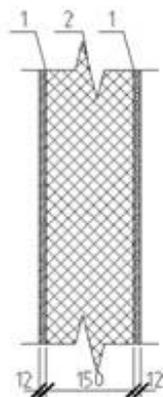


Рис. 5. Расчетная схема ограждающих конструкций фасадов

Таблица 1. Состав ограждающей конструкции по слоям с нормируемыми теплотехническими показателями материалов

| № п/п | Наименование материала | $\gamma_0$ , кг/м <sup>3</sup> | $\delta$ , м | $\lambda$ , Вт/(м·°C) | $R$ , м <sup>2</sup> ·°C/Вт |
|-------|------------------------|--------------------------------|--------------|-----------------------|-----------------------------|
| 1     | ОСП- плита             | 650                            | 0,012        | 0,18                  | 0,06                        |
| 2     | Пенополистирол КТП-174 | 50                             | 0,15         | 0,041                 | 3,85                        |

Расчеты ведутся согласно СП 50.13330.2012 “Тепловая защита зданий” по нижеприведенным формулам:

$$G_{СОП} = (t_{в} - t_{от}) \times z_{от}; \quad R_0^{TP} = a \cdot G_{СОП} + b; \quad R_0 = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{ext}}; \quad R_0^r = R_0 \times r;$$

$$R_0^r > R_0^{TP} = 3,72 > 3,56$$

Проведенный теплотехнический расчет выявил, что расчетное сопротивление теплопередаче СИП-панелей больше требуемого, следовательно, ограждающая конструкция удовлетворяет нормативным требованиям тепловой защиты здания. Таким образом, теплотехнические характеристики СИП-панелей, несмотря на малую толщину конструкции, превосходят характеристики традиционных материалов, используемых в качестве ограждающих конструкций (минимальная толщина ограждающей конструкции, удовлетворяющей требованиям тепловой защиты зданий, из кирпича для Перми равна 510 мм, без учета утеплителя, например, из пенополистирола толщиной 150 мм) а значит идеально подходят для возведения энергоэффективных зданий.

Однако, для объективной оценки целесообразности применения СИП-панелей авторы произвели расчет затрат на их приобретение, опираясь на данные строительных компаний города Перми. В результате мониторинга цен, выяснилось, что затраты на приобретение необходимого количества СИП-панелей, для возведения исследуемого музея, составят порядка 270 тысяч рублей, что в среднем в 2,5 раза меньше затрат на

возведение традиционного здания из кирпича, а это в свою очередь значительно удешевляет и упрощает строительство.

Как было отмечено выше, для приближения рассматриваемого здания к энергоэффективному, необходимо устройство системы рекуперации. Для исследуемого здания она крайне необходима в связи с тем, что установлены трехкамерные энергосберегающие стеклопакеты в оконные и дверные проемы, которые практически полностью исключают теплопотери, и, следовательно, естественную вентиляцию помещений через проемы.

Для подбора рекуператора авторы приняли допущение в соответствии с действующими с СанПиНами, что на каждый квадратный метр площади подается  $3\text{ м}^3/\text{час}$  свежего воздуха. Следовательно, воздухопотребность здания равна:

$$L = l \times S = 3 \times 800 = 2400 \text{ м}^3/\text{ч}$$

То есть, на каждый квадратный метр площади при высоте потолков в 2,6 м кратность рекуператора равна  $3/2,6=1,15$  независимо от количества людей, находящихся в помещении.

Таким образом, из модельного ряда компаний, занимающихся продажей и монтажом систем рекуперации, по мнению авторов, наиболее отвечает заданным условиям система рекуперации Прана 340А. В соответствии с полученными расчетными данными для обеспечения расчетной воздухопотребности в музее необходимо установить 5 рекуператоров данной модели.

Указанная система позволяет подключение приточных и вытяжных каналов ( $\Sigma \leq 300 \text{ Па}$ ). Управляется система рекуперации с помощью блока управления, который позволяет плавно регулировать количество воздухообмена, а так же переключать рекуператор в режим односторонней работы вентилятора или «только приток (более  $1000 \text{ м}^3/\text{час}$ )», или «только вытяжка (более  $1000 \text{ м}^3/\text{час}$ )»; режим рекуперации - приток ( $520 \text{ м}^3/\text{ч}$ ) и вытяжка ( $500 \text{ м}^3/\text{ч}$ )» (работают одновременно на встречных потоках).

Переключение необходимо в связи с различной функциональной направленностью пространства и помещений здания, сложностью маневрирования людского потока, предполагаемым размещением экспонатов, и некоторыми другими характеристиками.

Подключение системы рекуперации не представляет сложности, а точнее, вентиляторы рекуператоров попросту устанавливаются в отверстия обычной приточно-вытяжной вентиляции, а сами блоки рекуператоров монтируются в чердачном перекрытии.

Стоимость такого рекуператора за штуку составит 35000 рублей (в ценах весны 2014 г.). Соответственно, общая стоимость будет равна:  $35000 \times 5 = 175000$  рублей.

В качестве расчетного КПД примем среднюю величину из заявленных производителем:

$$\frac{78\% + 54\%}{2} = 66\%$$

Это означает, что при среднегодовой температуре наружного воздуха  $t_{от} = -5,9^\circ\text{C}$ , температуре внутреннего воздуха  $t_b = 23^\circ\text{C}$ , воздух, который будет поступать в помещения, нагреется до температуры  $t_{пр}$ :  $t_{пр} = \eta \times (t_b - t_{от}) + t_{от} = 0,66 \times (23 + 5,9) - 5,9 = 13,2^\circ\text{C}$

Для оценки экономической эффективности произведем расчет, в котором будет отражено, какое количество энергии и денежных средств будет затрачено на нагрев  $2400 \text{ м}^3/\text{ч}$  (масса данного объема воздуха будет равна  $2940 \text{ кг}$ ), дополнительными устройствами, отличными от рекуператора, и питающимися от электросети, например электрическими тэнами.

Для этого используется уравнение теплового баланса:  $Q = c \times m \times (t_B - t_{от})$ , где  $m$  – масса воздуха, кг;  $(t_2 - t_1)$  – разность температур воздуха в помещении и наружного воздуха, °С;  $c$  – удельная теплоёмкость воздуха. В результате оказалось, для того, чтобы нагреть воздух указанной массы с температурой  $-5,9$  °С, до температуры  $+23$  °С за 1 час, необходимо  $23,7$  кВт·ч тепловой энергии.

Для сравнения, потребляемая мощность системы рекуперации составляет, в среднем,  $72$  Вт, переведем это значение в кВт·ч и умножим на количество рекуператоров:  $72 \text{ Вт} \times 5 = 0,072 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \times 5 = 0,36 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ .

Разница потребляемой мощности стороннего электроприбора и системы рекуперации колоссальна, а точнее тэна, для нагревания воздуха потребляет в  $65$  раз больше электроэнергии, чем  $5$  рекуператоров в совокупности.

Для возможности отказа от централизованных систем отопления и горячего водоснабжения авторами предложено устройство теплового насоса, который оптимально использует имеющееся природное тепло окружающей среды.

Использование теплового насоса в качестве единственного источника отопления создает необходимость точного расчета теплотерь здания. Для расчета авторы использовали данные компании GEO-Komfort: здание с пассивным энергопотреблением -  $10 \text{ Вт/м}^2$ , энергосберегающее здание -  $40 \text{ Вт/м}^2$ , новое здание (хорошая теплоизоляция) -  $50 \text{ Вт/м}^2$ , стандартное здание (нормальная теплоизоляция) -  $80 \text{ Вт/м}^2$ , здание старой постройки (без специальной теплоизоляции) -  $120 \text{ Вт/м}^2$ .

Поскольку данный объект относится к классу энергосберегающих, следовательно, расчетные теплотери составляют  $32$  кВт, следовательно, для здания площадью  $800 \text{ м}^2$  необходимо установить тепловой насос мощностью  $32$  кВт. К теплотерям здания необходимо прибавить  $20\%$  для обеспечения необходимого резерва, то есть к  $32$  кВт необходимо добавить  $20\%$  мощности.

Для учета прибавки мощности насоса на приготовление горячей воды «закладывают» ее максимальный расход в количестве около  $50$  л на человека в сутки в соответствии с требованиями СП 30.13330.2012 «Внутренний водопровод и канализация зданий», при средней температуре  $45$ °С. Это соответствует дополнительному теплотреблению около  $0,35$  кВт на человека в сутки. Такое нормирование теплотребления вызывает необходимость определения штата сотрудников музея. В соответствии с объектами – аналогами, порядок величины колеблется в районе  $40$  человек. Следовательно, потребление составит  $14$  кВт, и окончательная мощность теплового насоса составит  $52,4$  кВт.

В качестве объекта оценки энергетической и экономической эффективности, авторы остановили свой выбор на геотермическом тепловом насосе NIBE F1345-60.

Таблица 2. Затраты на тепловой насос и комплектующие

| № п/п | Наименование   | Стоимость (руб.) |
|-------|--|------------------|
| 1     | Геотермический тепловой насос (60 кВт) NIBE F1345-60 | 887 710          |
| 2     | Комплектующие  | 464 260          |
|       | Итого:   | 1 351 970        |

Данный тепловой насос отличается высокой эффективностью, благодаря двум вмонтированным винтовым компрессорам в специально предназначенном трубопроводе хладонотителя. Устройство является максимально экономным, так как коэффициент

полезного действия (КПД) достигает 4,3 - 4,8, при температуре хладоносителя на входе 0°C, и температуре на выходе в отопительную систему 35°C.

Таблица 3. Технические данные теплового насоса

|  |  |
|--|--|
| Потребление энергии (В 0 /W 35)          | 12.8 (2x6.9) кВт                         |
| Тепловая мощность (В 0 /W 35)            | 60.6 (2x30.3) кВт                        |
| Коэффициент эффективности COP при В0/W35 | 4,7                                      |
| Высота                                   | 1580 без регулируемых ножек (30 – 50 мм) |
| Ширина                                   | 625 мм                                   |
| Глубина                                  | 1500 мм                                  |
| Вес нетто                                | 350 кг                                   |

Затраты на приобретение и эксплуатацию теплового насоса NIBE F1345-60 мощностью 60 кВт в течение отопительного периода составляют 1 428 628,4 рубля (в ценах весны 2014 г.). Суммарные затраты на отопление и горячее водоснабжение составляют 383 588.64 руб. (в ценах весны 2014 г.).

Для оценки экономического эффекта от установки теплового насоса произведен расчет затрат за несколько лет, оговоренный ниже.

Расчет проведен согласно функции сложного процента, основой для выбора ставки дисконтирования стали статистические данные об изменении тарифных ставок на электроэнергию в Пермском крае [9].

Расчетный период 4 года, именно такой средний срок окупаемости гарантируют производители.

$$FV = \sum_{n=1}^{25} PV \times (1 + i)^n,$$

где, FV- экономическая выгода от использования за расчетный период, приведенная к текущей стоимости, PV- экономическая выгода в первый год службы, n- расчетный период, i- средний рост тарифных ставок на электроэнергию в Пермском крае в год.

Таким образом, экономическая выгода от использования теплового насоса составила 1 728 493 рублей (в ценах весны 2014 г.). Это свидетельствует о том, что за 4 года эксплуатации тепловой насос полностью окупил свою стоимость. Учитывая, что срок службы теплового насоса десятки лет, вложение средств в его использование можно считать выгодной инвестицией.

Тем не менее, для получения окончательного результата об энергетической и экономической эффективности выбранного для исследования проекта музея, поставленные задачи будут решаться поэтапно с последующей комплексной оценкой полученных данных. Решающим условием при выполнении исследования станет ценовой критерий при эксплуатации объекта. Однако, он во многом энергоэффективность сооружения, будет зависеть от его местоположения. Таким образом, возникает необходимость в определении местоположения музея. Местоположение данного музея будет определено с помощью методов критериального анализа [2], с использованием программного комплекса «Бизнес-ДЕКОН», разработанного кафедрой «Строительный инжиниринг и материаловедение» ПНИПУ.

В заключение статьи, важно отметить, что на данном этапе работа в указанном направлении не заканчивается, и авторы предполагают, что данный проект может стать полезным опытом для города Перми, как в вопросах расстановки акцентов на объектах архитектуры, так и в плане эффективности применения альтернативных технологий в непростых климатических условиях. Особую актуальность данное исследование приобретает в связи с появлением новой обширной дисциплины «Sustainable building».

## Литература

1. Данилов Н.И., Щелоков Я.М. Основы энергосбережения: учебник. - Екатеринбург: Автограф, 2009. - С. 98-99.
2. Интегративное управление в инвестиционно-строительной сфере / под ред. А.Н. Асаула. - СПб.: «Гуманистика», 2007. - 248 с.
3. Визгалов Д.В. Брендинг города. - М.: Фонд «Институт экономики города», 2011. – 160 с.
4. Гришкова А.В., Матрунчик А.С. Возможность применения ветряных генераторов в г. Перми // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. - №1, 2013. - С. 84-90.
5. Панькова А.Н., Пупова, А.С., Курякова Н.Б. Оценка целесообразности использования солнечных батарей в качестве основного источника электроснабжения на примере г. Перми // Роль технических наук в развитии общества. - Уфа: Аэтерна, 2014. - С. 41-45.
6. Курякова Н.Б., Гладких А.И., Сергеева К.В. Влияние подсветки фасадов на ребрендинг зданий и города в целом на примере Перми // Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика. - Пермь: Издательство ПНИПУ, 2014. - С. 55-66.
7. Сайт строительного холдинга «Камская долина» [Сетевой ресурс]. - URL: <http://www.kamdolina.ru/>
8. О выборе типа ветрогенератора для средней полосы России [Сетевой ресурс]. – URL: <http://energyfuture.ru/ob-vybore-tipa-vetrogeneratora-dlya-srednej-polosy-rossii>
9. Пермэнергосбыт. Тарифы на электроэнергию [Сетевой ресурс]. - URL: <http://www.permenergobyt.ru/business/Tariff.aspx>

## References

1. Danilov N.I., Shchelokov YA.M. *Osnovy energosberezheniya* [Basics of energy efficiency. Textbook]. Yekaterinburg, 2009, pp. 98-99.
2. *Integrativnoye upravleniye v investitsionno - stroitel'noy sfere* [Integrative management of investment and construction field. Ed. A.N. Asaul]. - St. Petersburg, 2007, 248 p.
3. Vizgalov D.V. *Branding gorodov* [Branding the city]. Moscow, 2011, 160 p.
4. Grishkova A.V., Matrunchik A.S. *Vozmozhnost' primeneniya vetrjanyh generatorov v g. Permi* [The possibility of using wind generators in Perm. Herald Perm National Research Polytechnic University. Construction and arhitektura]. No. 1, 2013, pp. 84-90.

5. Pankova A.N., Pupova A.S., Kuryakova N.B. *Otsenka tselesoobraznosti ispol'zovaniya solnechnykh batarey v kachestve osnovnogo istochnika elektrosnabzheniya na primere g.Permi* [Assessment of the feasibility of using solar cells as the main source of power supply on the example of the city of Perm]. Ufa, 2014, pp. 41-45.
6. Kuryakova N.B., Gladkih A.I., Sergeyeva K.V. *Vliyaniye podsvetki fasadov na rebrending zdaniy i goroda v tselom na primere Perm* [Effect of illumination on the facades of buildings and re-branding the city as a whole for example Perm]. Perm, 2014, pp. 55-66.
7. *Sajt stroitel'nogo holdinga «Kamskaja dolina»* [Website building holding "Kama Valley"]. Available at: <http://www.kamdolina.ru/>
8. *O vybore tipa vetrogeneratora dlja srednej polosy Rossii* [On the choice of the type of wind turbine for an average strip of Russia]. Available at: <http://energyfuture.ru/ob-vybore-tipa-vetrogeneratora-dlya-srednej-polosy-rossii>
9. *Permenergosbyt. Tarify na elektroenergiyu* [Electricity tariffs. Perm]. Available at: <http://www.permenergosbyt.ru/business/Tariff.aspx>

## ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

### **Наталья Борисовна Курякова**

К.т.н., доцент кафедры "Архитектура и урбанистика", Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ПНИПУ), Пермь, Россия  
e-mail: [tashatasha11@bk.ru](mailto:tashatasha11@bk.ru)

### **Татьяна Юрьевна Запольских**

Ст. преподаватель кафедры "Архитектура и урбанистика" Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ПНИПУ), Пермь, Россия  
e-mail: [tania-69.69@mail.ru](mailto:tania-69.69@mail.ru)

### **Анна Николаевна Панькова**

Студенка 5 курса (факультет строительный), кафедра "Строительный инжиниринг и материаловедение", Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ПНИПУ), Пермь, Россия  
e-mail: [anna.pankova93@mail.ru](mailto:anna.pankova93@mail.ru)

### **Арина Сергеевна Пупова**

Студенка 5 курса (факультет строительный), кафедра "Строительный инжиниринг и материаловедение", Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ПНИПУ), Пермь, Россия  
e-mail: [pupovaa@yandex.ru](mailto:pupovaa@yandex.ru)

## DATA ABOUT THE AUTORS

### **Natalia Kuryakova**

Ph.D., Associate Professor of Department "Architecture and Urbanism", Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia  
e-mail: [tashatasha11@bk.ru](mailto:tashatasha11@bk.ru)

### **Tatyana Zapolskikh**

Senior lecturer of Department "Architecture and Urbanism", Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia  
e-mail: [tania-69.69@mail.ru](mailto:tania-69.69@mail.ru)

**Anna Pankova**

5<sup>th</sup> year student (Faculty Building), Department of "Building Engineering and Materials", Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia  
e-mail: [anna.pankova93@mail.ru](mailto:anna.pankova93@mail.ru)

**Arina Pupova**

5<sup>th</sup> year student (Faculty Building), Department of "Building Engineering and Materials", Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia  
e-mail: [pupovaa@yandex.ru](mailto:pupovaa@yandex.ru)