Подкорытов Е.В., Минин А.А., Матрунчик А.С. Экономическая выгода мероприятий для повышения энергоэффективности многоквартирных жилых домов // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. – 2018. – Т. 9, № 3. – С. 88–98. DOI: 10.15593/2224-9826/2018.3.09

Podkorytov E.V., Minin A.A., Matrunchik A.S. The economic benefits of measures to improve the energy efficiency of multi-apartment buildings. *Bulletin of PNRPU. Construction and Architecture*. 2018. Vol. 9. No. 3. Pp. 88-98. DOI: 10.15593/2224-9826/2018.3.09

**ВЕСТНИК ПНИПУ.
СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА**
Т. 9, № 3, 2018
**PNRPU BULLETIN.
CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE**
<http://vestnik.pstu.ru/arhit/about/inf/>

DOI: 10.15593/2224-9826/2018.3.09

УДК 697.148

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ВЫГОДА МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

Е.В. Подкорытов, А.А. Минин, А.С. Матрунчик

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия

О СТАТЬЕ

Получена: 12 апреля 2018

Принята: 23 мая 2018

Опубликована: 28 сентября 2018

Ключевые слова:

тепловые сети, энергоэффективность, теплоноситель, класс энергосбережения, тепловая нагрузка.

АННОТАЦИЯ

Проблема энергосбережения стоит особо остро в настоящее время. Высокая степень износа жилого фонда в России проявляется и в серьезном устаревании тепловых сетей и режимов их работы. Большая доля тепловой энергии, подаваемой на объекты, теряется, не доходя до конечного потребителя. Это создает ситуацию, когда жители жилых домов вынуждены оплачивать тепло, уходящее вникуда. В результате, коммунальные счета, постоянный рост которых является крупной социальной проблемой, становятся еще больше, а получаемый экономический эффект меньше. Одним из современных мероприятий по повышению энергоэффективности жилых домов является переход с централизованной системы теплоснабжения на автономную. Данное решение в российских условиях, помимо выгоды, несет в себе потенциальную опасность. Так, ТЭЦ, помимо выработки тепловой энергии, осуществляет производство электроэнергии. В таком случае возникает ситуация, когда ТЭЦ для сохранения прибыльности своей работы будет вынуждено поднимать тарифы на электроэнергию. По этой причине предпочтительными для экономии теплоносителя являются мероприятия по оптимизации его расходов в рамках централизованной системы отопления. Повышение эффективности использования теплоносителя может принести ощутимую экономическую пользу управляющим организациям и жителям. В данной статье будет рассмотрено решение задачи увеличения эффективности использования тепловой энергии в многоквартирных жилых домах: предложен ряд мероприятий для оптимизации работы отопительной системы, подсчитаны результаты экономической эффективности данных мероприятий в рамках заданных условий инвестиционного проекта, определена энергоэффективность объекта и его класс энергосбережения.

© ПНИПУ

© Подкорытов Егор Владимирович – студент, e-mail: PodkorytovEV.uhm@yandex.ru.

Минин Антон Андреевич – студент, e-mail: minin.anton96@mail.ru.

Матрунчик Андрей Сергеевич – старший преподаватель, e-mail: andrey.matrunchik@gmail.com.

Egor V. Podkorytov – Student, e-mail: PodkorytovEV.uhm@yandex.ru.

Anton A. Minin – Student, e-mail: minin.anton96@mail.ru.

Andrei S. Matrunchik – Senior Lecturer, e-mail: andrey.matrunchik@gmail.com.

THE ECONOMIC BENEFITS OF MEASURES TO IMPROVE THE ENERGY EFFICIENCY OF MULTI-APARTMENT BUILDINGS

E.V. Podkorytov, A.A. Minin, A.S. Matrunchik

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

ARTICLE INFO

Received: 12 April 2018
Accepted: 23 May 2018
Published: 28 September 2018

Keywords:

heat networks, energy efficiency, coolant, energy-saving class, heat load.

ABSTRACT

The problem of energy saving is particularly acute at the present time. The high degree of wear and tear of the housing stock in Russia is also manifested in the serious aging of heat networks and their operation modes. A large proportion of the heat supplied to the facilities is lost without reaching the end user. This creates a situation where residents of residential buildings are forced to pay for the heat that goes nowhere. As a result, utility bills, whose constant growth is a major social problem, become even bigger, and the resulting economic effect is less. One of the modern measures to improve the energy efficiency of residential buildings is the transition from a centralized heating system to an Autonomous one. This decision in the Russian conditions, in addition to the benefits, carries a potential danger. Thus, the thermal power station, in addition to generating thermal energy, produces electricity. In this case, there is a situation when the CHP to maintain the profitability of its work will be forced to raise electricity tariffs. For this reason, measures to optimize its costs within the centralized heating system are preferable to save the coolant. Improving the efficiency of the use of the coolant can bring tangible economic benefits to management companies and residents. In this article the solution of the problem of increase of efficiency of use of thermal energy in apartment houses will be considered: a number of actions for optimization of work of heating system are offered, results of economic efficiency of these actions within the given conditions of the investment project are calculated, energy efficiency of object and its class of energy saving is defined.

© PNRPU

Город Пермь относится к третьему климатическому поясу, с температурой наиболее холодной пятидневки -35° , с коэффициентом обеспеченности 0,92. Согласно ГОСТ 30494–2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» на поддержание температуры 20–24 °С в жилых комнатах необходимо затрачивать энергетические ресурсы. В данный момент в Перми преобладает централизованная система теплоснабжения, которая включает в себя источник тепла, тепловые сети и потребителя тепла – на каждом из этапов данного пути происходят потери тепловой энергии.

Потери у потребителя связаны с устареванием оборудования и материалов, примененных на момент строительства. Одной из задач Федерального закона № 261-ФЗ от 23.11.2009 (ред. от 29.07.2017) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» является создание организационных основ для повышения энергетической эффективности и энергосбережения здания. В частности, в п. 4 ст. 12 указано, что «лицо, ответственное за содержание многоквартирного дома, или при непосредственном управлении многоквартирным домом собственники помещений в многоквартирном доме обязаны проводить мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, включенные в утвержденный перечень мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в отношении общего имущества собственников помещений в многоквартирном доме, за исключением случаев проведения указанных мероприятий ранее и сохранения результатов их проведения». Таким образом, благодаря ФЗ № 261 потребитель тепла обязан проводить мероприятия по повышению энергетиче-

ской эффективности здания. Целью управляющих организаций является качественное предоставление услуг, которое повысит уровень комфортности людей, проживающих в жилых домах. В данной работе будут рассмотрены меры для увеличения энергоэффективности системы отопления уже построенного здания и их экономический эффект.

Объектом энергетического обследования является 9-этажный жилой дом 1975 г. постройки, который расположен в г. Перми. Одной из проблем данного дома является низкая эффективность использования теплоносителя для нужд системы отопления. Проверка производилась по методу сравнения реально полученной тепловой энергии и расчетной тепловой нагрузки, взятой по укрупненному показателю. Расчетная тепловая нагрузка по укрупненному показателю вычисляется по формуле

$$Q_{от} = q_0 \cdot a \cdot V_n \cdot (t_v - t_n), \quad (1)$$

где q_0 – удельная тепловая характеристика строения (для здания объемом от 11 до 25 м³ принимается равной 0,33); a – поправочный коэффициент, зависящий от района (для Перми принимается равным 0,95); V_n – наружный объем здания; t_v , t_n – внутренняя и наружная температуры воздуха.

Все расчеты производились на основе архивных данных тепловычислителя ВКТ-7-03, установленного на объекте исследования, за период с 10.12.2016 по 24.05.2017 и с 12.09.2017 по 08.12.2017. Температура в помещении принята 21 °С. В результате сравнения было выявлено, что реальная тепловая нагрузка превышает расчетную на 207,5 Гкал. Результаты расчетов сведены в табл. 1.

Таблица 1

Расчет тепловой нагрузки

Table 1

Calculation of heat load

Месяц измерения	Среднее значение температуры, град	По укрупненному показателю, гКал	Действительные значения, гКал	Планируемые значения, гКал	Действительные – расчетные, гКал	Средняя действительная температура в помещении, град
Декабрь 2016	–15,8	99,107	117,639	98,578	18,532	27,9
Январь 2017	–15,3	144,425	168,625	139,621	24,201	27,1
Февраль 2017	–9,8	110,790	147,866	110,211	37,076	31,3
Март 2017	0,5	81,776	111,745	81,776	29,969	28,5
Апрель 2017	5,5	59,696	85,398	58,638	25,702	27,7
Май 2017	10,6	31,966	53,309	29,986	21,343	27,9
Сентябрь 2017	7,8	22,081	33,367	21,487	11,286	27,8
Октябрь 2017	6,8	18,230	27,136	18,230	8,906	27,9
Ноябрь 2017	–0,6	66,628	80,068	63,784	13,440	25,4
Декабрь 2017	–3,0	24,648	29,394	24,648	4,746	25,6

В ходе натурного осмотра объекта были зафиксированы температуры на лестничных клетках и в двух квартирах – на 4-м и 9-м этажах: температура на лестничных клетках составляла от 19 до 22°, а в квартирах – 28°. Данные значения температур превышают нормативные.

В качестве ключевого мероприятия по оптимизации расхода теплоносителя принята установка в узел управления ИТП клапана – ограничителя расхода, для расчета был принят клапан AVQ компании Danfoss [1]. Данный регулятор за счет уменьшения расхода осуществит снижение температуры в жилых помещениях и помещениях общего пользования до нормируемых параметров по ГОСТ 30494–2011 [2]. Для вычисления достигнутой экономии принимается разница между реальными тепловыми нагрузками за весь отопительный период 2016–2017 гг. и расчетной тепловой нагрузкой, взятой по укрупненному показателю. За расчетную тепловую нагрузку принята тепловая нагрузка, которую здание получит после установки регулятора. Полученные данные в ходе расчета сведены в табл. 2.

Таблица 2

Экономический эффект от установки регулятора

Table 2

Economic effect of regulator installation

Разница между реальными тепловыми нагрузками за весь отопительный период 2016–2017 гг. и расчетной тепловой нагрузкой, взятой по укрупненному показателю, Гкал	Цена за 1 Гкал, руб.	Достигнутая экономия, руб.
207,588	1832,58	380 421,62*

Кроме того, в качестве дополнительной меры можно регулировать систему в зависимости не только от температуры наружного воздуха, но и от времени суток – снижать расчетную температуру помещений в ночное время с 0:00 до 5:00 ч до 18°. Колебание температуры допускаются в 3 °С. Итоги расчета сведены в табл. 3.

Таблица 3

Экономический эффект ночного снижения температуры

Table 3

Economic effect of night temperature decrease

Достигнутая экономия в рублях с 0:00 до 5:00 ч при температуре 21 °С	Достигнутая экономия в рублях с 0:00 до 5:00 ч при температуре 18 °С	Общая достигнутая экономия за отопительный период, руб.
301 071,63*	109 674,79*	410 746,42*

Капитальные затраты на установку регулятора расхода, полученные в ходе сметного расчета, составляют 72 415 руб. без НДС, с НДС – 85 450 руб.

Изначально принято условие, что для реализации проекта энергосбережения выделяется по 20 тыс. руб. ежемесячно, начиная с июня того года, в котором стартует реализация модернизации. Установка регулятора запланирована на 1 сентября 2018 г., но поскольку выделение средств для реализации проекта начнется с 1 июня 2018 г., то за 3 месяца на данное мероприятие будет выделено 60 тыс. руб. Экономия от использования устройства в 4 раза превышает его установку, поэтому средства, выделяемые за сентябрь и октябрь, рекомендуется использовать единовременно для установки регулятора расхода. Для управления данным регулятором расхода принято решение о найме двух сотрудников: один дол-

жен производить регулировку в 0:00 часов, второй – в 5:00. Экономический эффект на 3-й год после установки регулятора расхода представлен в табл. 4.

Таблица 4

Экономический эффект регулировки теплоносителя

Table 4

Economic effect of coolant adjustment

Общая достигнутая экономия на конец 3-го года реализации проекта по установке регулятора, руб.	Капитальные затраты на установку регулятора расхода, руб.	Трудозатраты, руб.	Экономический эффект от установки регулятора расхода, руб.
1 232 239,25	85 449,70	254 400,00	892 389,55

Вторым решением, направленным на повышение энергоэффективности, является обустройство теплоизоляции стояков и восстановление изоляции на подводящих магистралях. При осмотре подвала здания было обнаружено, что подводящие магистрали имеют недостаточную теплоизоляцию. На рис. 1 показано текущее состояние теплоизоляции магистралей и стояков.

Рис. 1. Фотоматериалы существующей изоляции магистралей и стояков
Fig. 1. Photographic materials of the existing insulation of highways and risers

Достигнутая экономия по данному решению была рассчитана следующим способом: по формулам (2)–(4), описанным ниже, были подсчитаны тепловые потери для стояков без теплоизоляции и с теплоизоляцией, а также потери с магистральями при текущей ситуации, когда в качестве утеплителя используется теплоизоляционный материал из вспененного полиэтилена Energoflex® и минеральной ваты:

$$Q = b \cdot l \cdot q \quad (2)$$

где b – коэффициент, учитывающий тепловые потери через опоры, соединения и арматуру, принимаемый для стальных трубопроводов с $D_y < 150$ мм равным 1,2, для $D_y > 150$ равным 1,15, а для неметаллических труб – 1,7 [5]; l – длина участка, м; q – тепловые потери с 1 м трубы за 1 ч, Вт/м.

$$q = k \cdot 3.14 \cdot (t_b - t_c), \quad (3)$$

где t_b – температура воды в трубопроводе, °С; t_c – температура среды, окружающей трубопровод, °С; k – линейный коэффициент теплопередачи, Вт/м °С;

$$k = 1/((1/2\lambda_t) \cdot \ln(d_{нт}/d_{вт}) + (1/2\lambda_{и}) \cdot \ln(d_{ни}/d_{ви}) + 1/(\alpha_n \cdot d_{ни})), \quad (4)$$

где λ_t – коэффициент теплопроводности материала трубы, Вт/м² °С; $\lambda_{и}$ – коэффициент теплопроводности тепловой изоляции, Вт/м² °С; $d_{вт}$, $d_{нт}$ – внутренний и наружный диаметры трубы соответственно, м; $d_{ви}$, $d_{ни}$ – внутренний и наружный диаметры изоляции соответственно, м; α_n – коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности тепловой изоляции, Вт/м² · °С,

В качестве теплоизоляционного материала был выбран минераловатный утеплитель. Расчеты тепловых потерь сведены в табл. 5–8.

Таблица 5

Тепловые потери на стояках, расположенных в подвале без утеплителя

Table 5

Heat losses on risers located in the basement without a heater

Номер участка	Труба, мм	Теплопроводность трубы	Теплопроводность изоляции	Толщина изоляции	Коэффициент k	Температура $t_{\text{воды}}$, град	Температура $t_{\text{возд}}$, град	Коэффициент b	Коэффициент q , Вт/м	Длина участка L , м	Потери, Вт
1	Сталь 32/2.0	58	0	0	0,38	70	18	1	63	33	2079
2	Сталь 32/2.0	58	0	0	0,38	50	18	1	39	33	1287
Суммарная величина тепловых потерь (за 1 ч)									3366 Вт		

Таблица 6

Тепловые потери на стояках, расположенных в подвале с утеплителем

Table 6

Heat losses on risers located in the basement with a heater

Номер участка	Труба, мм	Теплопроводность трубы	Теплопроводность изоляции	Толщина изоляции	Коэффициент k	Температура $t_{\text{воды}}$, град	Температура $t_{\text{возд}}$, град	Коэффициент b	Коэффициент q , Вт/м	Длина участка L , м	Потери, Вт
1	Сталь 32/2.0	58	0,044	5	0,20	70	18	1	32	33	1056
2	Сталь 32/2.0	58	0,044	5	0,20	50	18	1	20	33	660
Суммарная величина тепловых потерь (за 1 ч)									1716 Вт		

Таблица 7

Тепловые потери на магистралях с утеплителем «Энергофлекс»

Table 7

Heat losses on the mains with insulation “Energoflex”

Номер участка	Труба, мм	Теплопроводность трубы	Теплопроводность изоляции	Толщина изоляции	Коэффициент k	Температура $t_{\text{воды}}$, град	Температура $t_{\text{возд}}$, град	Коэффициент b	Коэффициент q , Вт/м	Длина участка L , м	Потери, Вт
1	Сталь 108/4.0	58	0,036	5	0,52	70	18	1	84	146	12264
2	Сталь 108/4.0	58	0,036	5	0,52	50	18	1	52	146	7592
Суммарная величина тепловых потерь (за 1 ч)										19 856 Вт	

Таблица 8

Тепловые потери на магистралях, утепленных минеральной ватой

Table 8

Thermal losses on highways insulated with mineral wool

Номер участка	Труба, мм	Теплопроводность трубы	Теплопроводность изоляции	Толщина изоляции	Коэффициент k	Температура $t_{\text{воды}}$, град	Температура $t_{\text{возд}}$, град	Коэффициент b	Коэффициент q , Вт/м	Длина участка L , м	Потери, Вт
1	Сталь 108/4.0	58	0,044	10	0,39	70	18	1	63	146	9198
2	Сталь 108/4.0	58	0,044	10	0,39	50	18	1	39	146	5694
Суммарная величина тепловых потерь (за 1 ч)										14 892 Вт	

Таким образом, устройство теплоизоляции позволяет уменьшить тепловые потери на 28 % [7]. В качестве усредненного значения при расчете экономической эффективности принимается 14 %. Работы по замене теплоизоляции рекомендуется выполнять в конце ноября 2018 г. – капитальные вложения составляют 15 471 руб. без НДС и 18 255,78 руб. с НДС. Экономический эффект применения тепловой изоляции приведен в табл. 9.

Таблица 9

Экономический эффект от замены утеплителя

Table 9

The economic effect of replacement insulation

Общая достигнутая экономия на конец 3-го года реализации проекта по тепловой изоляции	Капитальные затраты на обустройство тепловой изоляции	Экономический эффект от обустройства тепловой изоляции
525 353,27*	18 255,78*	507 097,49*

При замерах и визуальном осмотре здания было выявлено, что в оконных блоках имеются щели, через которые во внутренний объем здания поступает наружный воздух: у некоторых оконных блоков зафиксированы щели в 1,5 см. Из этого можно сделать вывод, что такие оконные блоки имеют повышенный коэффициент инфильтрации, который способствует тепловым потерям здания. Предлагается в сентябре 2019 г. произвести замену деревянных оконных блоков на оконные блоки из ПВХ – это приведет к снижению трансмиссионных потерь через окна на 12 % [7], так как производится замена оконных блоков не по всему дому, а только по лестничной клетке. Данные экономического эффекта приве-

дены в табл. 10. Капитальные затраты по замене оконных блоков составляют 176 138 руб. без НДС и 207 842,84 руб. с НДС.

Таблица 10

Экономический эффект от замены оконных блоков

Table 10

The economic effect of replacing window blocks

Общая достигнутая экономия на конец 3-го года реализации проекта по замене оконных блоков	Капитальные затраты на замены оконных блоков составляют	Экономический эффект от замены оконных блоков на конец 2-го года применения оконных блоков
214 512,62*	207 842,84*	6 669,78*

Итоговый экономический расчет предлагаемого проекта оптимизации представлен в табл. 11.

Таблица 11

Общий экономический эффект проводимых мероприятий на 3-й год реализации проекта

Table 11

The overall economic effect of the activities carried out for the 3rd year of the project implementation

Наименование мероприятия	Расходная часть		Доходная часть	Прибыль
	Затраты на проведение, руб.	Затраты на содержание, руб.	Планируемая экономия, руб.	Планируемая прибыль по итогу проекта, руб.
Установка регулятора подачи теплоносителя	85 449,70	254 400,00	1 232 239,25	892 389,55
Изоляция магистралей и стояков	18 255,78	0	525 353,27	507 097,49
Установка новых окон	207 842,84	0	214 512,62	6 669,78
Итого	311 548,32	254 400,00	1 972 105,14	1 406 156,82

Подводя итоговый эффект от проводимых мероприятий за отопительный период, выявили сумму потенциальной экономии денежных средств (рис. 2), а также определили потенциальное снижение тепловой нагрузки на здание (рис. 3). В перспективе данные меры позволят экономить до 42 % расходов на отопление.

Рис. 2. Потенциальное снижение расходов на отопление за один отопительный период после принятых мер

Fig. 2. Potential reduction in heating costs for one heating period after the measures taken

Рис. 3. Снижение тепловой нагрузки на здание после принятия всех мер
Fig. 3. Reducing the heat load on the building after taking all measures

Закключение

После принятия всех изложенных в данном проекте мер эффективность использования теплоносителя для нужд отопления должна составить $-33,16\%$. Отрицательный процент говорит о снижении тепловой нагрузки здания относительно нормируемого. За нормируемый показатель взята тепловая нагрузка, рассчитанная по укрупненному показателю. При изначальных расчетах дом имел эффективность $+24,3\%$. Положительный процент говорит о том, что в данный момент у здания наблюдается перерасход тепловой энергии. В качестве сравнения были взяты фактические тепловые нагрузки и тепловые нагрузки, посчитанные по укрупненному показателю. Таким образом был сделан вывод, что до реализации проекта дом имеет класс D (пониженный). После реализации проекта у здания ожидается класс B+ (высокий) [3]. Дальнейшая стоимость эксплуатации объекта оценивается в 1 040 946 руб. за отопительный период.

Библиографический список

1. Быков Е.Н., Овсяков Н.В. Факторы, влияющие на энергоэффективность здания // Синергия наук. – 2017. – Т. 1, № 18. – С. 869–887.
2. Анисимова Е.Ю. Энергоэффективность теплового режима здания при использовании оптимального режима прерывистого отопления // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2012. – № 38 (297). – С. 55–59.
3. Королева А.Д., Козлов С.С. Энергоэффективность жилых зданий // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5–1. – С. 171–172.
4. Якубсон В.М. Энергоэффективность инженерных сетей здания // Инженерно-строительный журнал. – 2013. – № 3 (38). – С. 5.
5. Якубсон В.М. Энергоэффективность зданий и сооружений: практические шаги // Инженерно-строительный журнал. – 2013. – № 6 (41). – С. 5–6.
6. Першина Т.А., Сапунова И.Ю., Романова А.В. Энергоэффективность зданий и способы ее повышения // Вклад молодого специалиста в развитие строительной отрасли Вол-

гоградской области: материалы рег. науч.-практ. конф. / Волгоград. гос. архит.-строит. ун-т. – Волгоград, 2013. – С. 127–132.

7. Беляев В.С., Ахмяров Т.А. Энергоэффективность крупнопанельных зданий // Жилищное строительство. – 2012. – № 4. – С. 47–49.

8. Горшков А.С. Энергоэффективность в строительстве: вопросы нормирования и меры по снижению энергопотребления здания // Инженерно-строительный журнал. – 2010. – № 1. – С. 9–13.

9. Лежнина Ю.А., Шумак К.А. Энергоэффективность зданий и меры ее повышения // Перспективы развития строительного комплекса. – 2015. – № 1. – С. 62–67.

10. Стрижак П.А., Морозов М.Н. Энергоэффективность систем теплоснабжения зданий при различных методах регулирования теплопотребления // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – СПб., 2014. – № 3 (202). – С. 88–96.

11. Черепанов В.В. Энергоэффективность и тепловая защита зданий как способ совершенствования современного рынка жилищно-коммунальных услуг // Экономика России в условиях ресурсных ограничений: сб. науч. тр. по итогам науч.-практ. конф. молодых ученых Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2016. – С. 43–46.

12. Кисляков И.Н. Энергоэффективность жилых и общественных зданий на территории уральского региона // Современная архитектура: артикуляция пространства: материалы междунар. науч.-практ. конф. / Урал. гос. арх.-худ. ун-т. – Екатеринбург, 2016. – С. 107–109.

13. Котин В.Я. Нормы тепловой защиты зданий: мифы и реальность // Промышленное и гражданское строительство. – 2009. – № 9. – С. 42.

14. Вережкина С.Е. Критерии оценки уровня энергоэкономичности зданий // Современная наука. Новый взгляд: сб. науч. докл. – Diamondtradingtour. – 2015. – С. 10–12.

15. Материалы Четвертой Российской научно-технической конференции «Энергосбережение в городском хозяйстве, энергетике, промышленности», Ульяновск, 24–25 апреля 2003 г.

References

1. Bykov E.N., Ovsiukov N.V. Faktory, vliyaiushchie na energoeffektivnost zdaniia [Factors affecting the energy efficiency of the building]. *Sinergiiia nauk*, 2017, vol. 1, no. 18, pp. 869–887.

2. Anisimova Ye.Yu. Energoeffektivnost teplovogo rezhima zdaniya pri ispolzovanii optimalnogo rezhima preryvistogo otopeniya [Energy efficiency of the thermal regime of a building using the optimal mode of intermittent heating]. *Vestnik Yuzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Stroitelstvo i arkhitektura*, 2012, no. 38 (297), pp. 55–59.

3. Koroleva A.D., Kozlov S.S. Energoeffektivnost zhilykh zdaniy [Energy efficiency of residential buildings]. *Sovremennyye naukoemykie tekhnologii*, 2014, no. 5-1, pp. 171–172.

4. Yakubson V.M. Energoeffektivnost inzhenernykh setey zdaniya [Energy efficiency of utility building networks]. *Inzhenerno-stroitelnyy zhurnal*, 2013, no. 3 (38), pp. 5.

5. Yakubson V.M. Energoeffektivnost zdaniy i sooruzheniy: prakticheskiye shagi [Energy efficiency of buildings and structures: practical steps]. *Inzhenerno-stroitelnyy zhurnal*, 2013, no. 6 (41), pp. 5–6.

6. Pershina T.A., Sapunova I.YU., Romanova A.V. Energoeffektivnost zdaniy i sposoby yeye povysheniya [Energy efficiency of buildings and ways to improve it]. *Vklad molodogo spetsialista v razvitiy stroitelnoy otrasli Volgogradskoy oblasti. Materialy regionalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Volgograd, Volgogradskiy gosudarstvennyy arkhitekturno-stroitelnyy universitet, 2013, pp. 127-132.
7. Belyayev V.S., Akhmyarov T.A. Energoeffektivnost krupnopanelnykh zdaniy [Energy efficiency of large-panel buildings]. *Zhilishchnoy estroitelstvo*, 2012, no. 4, pp. 47-49.
8. Gorshkov A.S. Energoeffektivnost v stroitelstve: voprosy normirovaniya i mery posnizheniyu energopotrebleniya zdaniya [Energy efficiency in construction: issues of rationing and measures to reduce the energy consumption of the building]. *Inzhenerno-stroitelnyy zhurnal*, 2010, no. 1, pp. 9-13.
9. Lezhnina YU.A., Shumak K.A. Energoeffektivnost zdaniy i mery yeye povysheniya [Energy efficiency of buildings and measures to improve it]. *Perspektivy razvitiya stroitelnogo kompleksa*, 2015, no. 1, pp. 62-67.
10. Strizhak P.A., Morozov M.N. Energoeffektivnost sistem teplosnabzheniya zdaniy pri razlichnykh metodakh regulirovaniya teplopotrebleniya [Energy efficiency of Buildings heating system using various methods of heat consumption regulation]. *Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta*, 2014, no. 3 (202), pp. 88-96.
11. Cherepanov V.V. Energoeffektivnost i teplovaya zashchita zdaniy kak sposob sovershenstvovaniya sovremennogo rynka zhilishchno-kommunalnykh uslug [Energy efficiency and thermal protection of buildings as a way to improve the modern market of housing and communal services]. *Ekonomika Rossii v usloviyakh resursnykh ogranicheniy. Sbornik nauchnykh trudov po itogam nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchonykh Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta*, 2016, pp. 43-46.
12. Kislyakov I.N. Energoeffektivnost zhilykh i obshchestvennykh zdaniy na territorii ural'skogo regiona [Energy efficiency of residential and public buildings in the Ural region]. *Sovremennaya arkhitektura: artikulyatsiya prostranstva materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Ural'skiy gosudarstvennyy arkhitekturno-khudozhestvennyy universitet, 2016, pp. 107-109.
13. Kotin V.Y. Normy teplovoy zashchity zdaniy: mify i realnost [Norms of Heat Protection of Buildings: Myths and a Reality]. *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitelstvo*, 2009, no. 9, pp. 42.
14. Verovkina S.Y. Kriterii otsenki urovnya energoekonomichnosti zdaniy [Criteria for assessing the energy efficiency level of buildings]. *Sovremennaya nauka. Novyy vzglyad. Cbornik nauchnykh dokladov*. Diamond trading tour, 2015, pp. 10-12.
15. *Materialy Chetvertoy Rossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii "Energoberezheniye v gorodskom khozyaystve, energetike, promyshlennosti"*, Ul'yanovsk, 24-25 April 2003.