

УДК 697

## ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДОСТУПНОГО ЖИЛЬЯ КАК ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ФАКТОР ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЗДАНИЯ

АДЕГОВ А.В. <sup>1\*</sup>, к.т.н, доц.,  
КОЛОХОВ В. В. <sup>2\*</sup>, к.т.н, доц.,  
ВАСИЛЕНКО И. С. <sup>3</sup>, бакалавр.

<sup>1\*</sup> Кафедра теплотехники и газоснабжения, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 47-17-22, e-mail: [adegov@i.ua](mailto:adegov@i.ua), ORCID ID: 0000-0001-8837-4936

<sup>2\*</sup> Кафедра технологии строительных материалов изделий и конструкций, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-93-76, e-mail: [kolokhovdnepr@i.ua](mailto:kolokhovdnepr@i.ua), ORCID ID: 0000-0002-2314-1477

<sup>3</sup> Кафедра технологии строительных материалов изделий и конструкций, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина

**Аннотация.** *Цель.* Для снижения стоимости строительно-монтажных работ, сокращения эксплуатационных расходов и повышения функциональной и эксплуатационной надежности инженерных систем используемых в здании необходимо пересмотреть целевую функцию при проектировании и возведении здания. Для построения такой целевой функции необходимо выполнить декомпозицию цели на ряд задач, каждая из которых обеспечивала бы повышение эффективности использования местного сырья и альтернативных источников энергии. *Методика.* Выполнялась качественно-количественная критериальная оценка эффективности использования ресурсов при возведении и эксплуатации здания. На основании экспертной оценки выполнена формулировка принципа создания двухуровневых и трехуровневых систем обеспечения параметров микроклимата помещений. Выполнялся анализ эффективности проектирования здания и его инженерных систем для обеспечения сформулированной выше цели. *Результаты.* Для достижения поставленной цели необходимо решить минимаксную задачу, минимизации используемых ресурсов с максимальным соответствием нормируемых требований комфортности проживания. Одним из решений такой задачи представляется создание кластер-комплекса, под которым понимают комплекс малоэтажных сблокированных домов, представляющих собой замкнутое пространство, составленное из жилых модулей и помещений общественного назначения. Для обеспечения реализации разработанной концепции сформулированы следующие задачи: разработать технологию производства строительных конструкций пониженной энергоёмкости с использованием местного сырья и альтернативных источников энергии; разработать технологию возведения зданий; разработать принципиальные схемы двухуровневых и трехуровневых систем обеспечения параметров микроклимата климатическим оборудованием; разработать независимые системы генерации тепловой и холодильной энергии для помещений кластер-комплекса; разработать режимы и критерии, по которым будут определяться количество уровней и доля покрытия тепловой нагрузки каждым уровнем климатического оборудования; разработать принципиальные схемы обеспечения горячей водой каждого блока кластер-комплекса. *Научная новизна.* Сформулированный принцип создания двухуровневых и трехуровневых систем обеспечения параметров микроклимата помещений позволяет повысить энергоэффективность зданий и определяет параметры как конструктивно-технологических решений самого здания, так и используемых систем климатизации помещений. *Практическая значимость.* Решение поставленных задач позволит снизить стоимость строительно-монтажных работ, сократить эксплуатационные расходы и повысить функциональную и эксплуатационную надежность инженерных систем используемых в здании.

**Ключевые слова:** энергоэффективность зданий; кластер-комплекс зданий; двухуровневые и трехуровневые систем обеспечения параметров микроклимата помещений

## ИНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ДЛЯ ДОСТУПНОГО ЖИТЛА ЯК ВИЗНАЧАЛЬНИЙ ЧИННИК ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ БУДІВЛІ

АДЕГОВ А.В. <sup>1\*</sup>, к.т.н, доц.,  
КОЛОХОВ В. В. <sup>2\*</sup>, к.т.н, доц.,  
ВАСИЛЕНКО И. С. <sup>3</sup>, бакалавр.

<sup>1\*</sup> Кафедра теплотехніки і газопостачання, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 47-17-22, e-mail: [adegov@i.ua](mailto:adegov@i.ua), ORCID ID: 0000-0001-8837-4936

<sup>2\*</sup> Кафедра технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 46-93-76, e-mail: [kolokhovdnepr@i.ua](mailto:kolokhovdnepr@i.ua), ORCID ID: 0000-0002-2314-1477

<sup>3</sup> Кафедра технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна

**Анотація. Мета.** Для зниження вартості будівельно-монтажних робіт, скорочення експлуатаційних витрат і підвищення функціональної та експлуатаційної надійності інженерних систем використовуваних в будівлі необхідно переглянути цільову функцію при проектуванні та зведенні будівлі. Для побудови такої цільової функції необхідно виконати декомпозицію мети на ряд завдань, кожна з яких забезпечувала б підвищення ефективності використання місцевої сировини та альтернативних джерел енергії. **Методика.** Виконувалася якісно-кількісна критеріальна оцінка ефективності використання ресурсів при зведенні та експлуатації будівлі. На підставі експертної оцінки виконана формулювання принципу створення дворівневих та трирівневих систем забезпечення параметрів мікроклімату приміщень. Виконувався аналіз ефективності проектування будівлі та її інженерних систем для забезпечення сформульованої вище мети. **Результати.** Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити мінімаксна задачу, мінімізації використовуваних ресурсів з максимальною відповідністю нормованих вимог комфортності проживання. Одним з рішень такого завдання є створення кластер-комплексу, під яким розуміють комплекс малоповерхових зблокованих будинків, що представляють собою замкнутий простір, складене з житлових модулів і приміщень громадського призначення. Для забезпечення реалізації розробленої концепції сформульовані наступні завдання: розробити технологію виробництва будівельних конструкцій зниженою енергоємності з використанням місцевої сировини та альтернативних джерел енергії; розробити технологію зведення будівель; розробити принципові схеми дворівневих та трирівневих систем забезпечення параметрів мікроклімату кліматичним устаткуванням; розробити незалежні системи генерації теплової та холодильної енергії для приміщень кластер-комплексу; розробити режими і критерії, за якими визначатимуться кількість рівнів і частка покриття теплового навантаження кожним рівнем кліматичного обладнання; розробити принципові схеми забезпечення гарячою водою кожного блоку кластер-комплексу. **Наукова новизна.** Сформульований принцип створення дворівневих та трирівневих систем забезпечення параметрів мікроклімату приміщень дозволяє підвищити енергоефективність будівель і визначає параметри як конструктивно-технологічних рішень самої будівлі, так і використовуваних систем кліматизації приміщень. **Практична значимість.** Рішення поставлених завдань дозволить знизити вартість будівельно-монтажних робіт, скоротити експлуатаційні витрати і підвищити функціональну та експлуатаційну надійність інженерних систем використовуваних в будівлі.

**Ключові слова:** енергоефективність будівель, кластер-комплекс будівель, дворівневі і трирівневі системи забезпечення параметрів мікроклімату приміщень.

## ENGINEERING SYSTEMS FOR AFFORDABLE HOUSING SHAPING A BUILDING'S LIFE CYCLE

ADEGOV A.V. <sup>1\*</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Prof*  
 KOLOKHOV V.V. <sup>2\*</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Prof*  
 VASILENKO I. S. <sup>3</sup>, *Bak. Sc. (Tech.)*

<sup>1\*</sup> Department of Heat Technique and Gas Supply, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, тел. +38 (0562) 47- 17-22, e-mail: [adegov@i.ua](mailto:adegov@i.ua), ORCID ID: 0000-0001-8837-4936

<sup>2\*</sup> Department of Technology of building materials, products and designs, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, тел. +38 (0562) 46-93-76, e-mail: [kolokhovdnepr@i.ua](mailto:kolokhovdnepr@i.ua), ORCID ID: 0000-0002-2314-1477

<sup>3</sup> Department of Technology of building materials, products and designs, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine

**Abstract. Purpose.** To reduce the cost of construction and installation works, reduce operating costs and improve functional and operational reliability of engineering systems used in the building need to review the objective function in the design and construction of the building. To construct such an objective function must be decomposed into a number of objectives tasks, each of which would ensure more efficient use of local raw materials and alternative energy sources. **Methodology.** Performed qualitative and quantitative assessment of the criterion of resource efficiency in the construction and operation of buildings. On the basis of expert judgment is made formulation of the principle of creating a two-level and three-level systems provide indoor climate parameters. Performs efficiency analysis of building design and engineering systems for the above objective. **Findings.** To achieve this goal it is necessary to solve the minimax problem, minimizing the use of resources to best match the requirements of standardized comfort of living.. One solution to this problem seems to create a cluster-complex, which refers to a complex of low-rise semi-detached houses, which are enclosed space composed of residential units and public premises. To ensure the implementation of the developed concept formulated the following objectives: to develop production technology of building structures reduced energy intensity by using local raw materials and alternative energy sources; to develop the technology of

construction of buildings; develop concepts of two-level and three-level systems providing microclimate parameters climatic equipment; develop independent generation system heating and cooling energy for building cluster-complex; modes and to develop criteria that will be determined by the number of levels and the proportion of coating thermal load each level of HVAC equipment; develop concepts provide hot water each block cluster complex. **Originality.** Formulated the principle of creating a two-tier and three-tier systems provide indoor climate parameters can improve the energy efficiency of buildings and defines the parameters as structural and technological solutions of the building and premises used air-conditioning systems. **Practical value.** These tasks will reduce the cost of construction and installation works, reduce operating costs and improve the performance and operational reliability of engineering systems used in the building.

**Keywords:** energy efficiency in buildings, the cluster-building complex, two-level and three-level system of indoor climate parameters

## Введение

Стоимость проектирования, возведения и эксплуатации здания складывается из многих факторов. Изменяя параметры конструктивного решения и применяемых инженерных систем при проектировании можно получить как различную стоимость строительства, так и различный уровень эксплуатационных расходов. При этом изменение конструктивного решения, с учётом особенностей применения современных систем климатизации, может одновременно, и снизить первоначальные капвложения, и снизить эксплуатационные расходы [1, 3, 7, 8, 9]. Однако традиционный подход к возможности учёта свойств систем, обеспечивающих отопление и вентиляцию здания. Актуальность создания зданий низкой стоимости не только не снижается, но и возрастает. Предварительный анализ показывает, что инженерные системы для доступного жилья являются наиболее значимым параметром определяющим комфортность, надёжность эксплуатации и стоимость здания в целом.

## Цель

Для снижения стоимости строительно-монтажных работ, сокращения эксплуатационных расходов и повышения функционально и эксплуатационной надёжности инженерных систем используемых в здании необходимо пересмотреть целевую функцию при проектировании и возведении здания. Для построения такой целевой функции необходимо выполнить декомпозицию цели на ряд задач, каждая из которых обеспечивала бы повышение эффективности использования местного сырья и альтернативных источников энергии.

## Методика

Выполнялась качественно-количественная критериальная оценка эффективности использования ресурсов при возведении и эксплуатации здания. На основании экспертной оценки выполнена формулировка принципа создания двухуровневых и трехуровневых систем обеспечения параметров микроклимата помещений. Выполнялся анализ эффективности проектирования здания и его инженерных систем для обеспечения сформулированной выше цели.

## Результаты

Для достижения поставленной цели необходимо решить минимаксную задачу, минимизации используемых ресурсов с максимальным соответствием нормируемых требований комфортности проживания. Одним из решений такой задачи представляется создание кластер-комплекса, под которым понимают комплекс малоэтажных сблокированных домов, представляющих собой замкнутое пространство, составленное из жилых модулей и помещений общественного назначения.

Строительство таких кластер-комплексов позволит решить жилищную проблему для некоторых групп населения, например, для молодёжи и переселенцев, позволит повысить комфорт для военнослужащих. Возможно применение таких объектов в качестве туристических комплексов или пансионатов, а также мотелей и т.п. Отдельно можно предположить использование такого вида комплексов для строительства в сельской местности и/или в пригородах. Во всех случаях очень важным является минимальное потребление тепловой энергии для систем отопления, вентиляции, охлаждения и горячего водоснабжения.

Однако определяющим показателем является стоимость строительства и эксплуатации кластер-комплекса, которая характеризуется уровнем его энергозависимости и при его минимизации может перевести кластер-комплекс в разряд доступного жилья.

Для минимизации этих показателей необходимо ещё на этапе проектирования предусмотреть: максимальную энергетическую независимость, функциональную и эксплуатационную надёжность инженерного оборудования, экологическую безопасность, а также минимизацию строительно-монтажных работ.

В последнем случае наибольшего эффекта можно достичь, используя в максимальных объёмах местные строительные материалы и изготавливая несущие сборные железобетонные конструкции непосредственно на строительной площадке. Сократив т.о. транспортные расходы и расходы связанные с заводским производством сборного железобетона можно существенно снизить стоимость несущих конструкций использовав все преимущества сборного железобетона в полной мере. Т.к.

большинство заводов сборного железобетона расположены в пределах существующей городской застройки, то использование альтернативных источников теплоснабжения на их территории затруднено по различным причинам. Перенос же производства конструкций к месту их использования снимает большую часть ограничений на использование альтернативы традиционным источникам тепловой энергии. Однако такой подход сегодня недостаточно развит из-за отсутствия опыта применения таких технологий в Украине.

Значительные резервы снижения стоимости строительно-монтажных работ – совершенствование конструкций, которые должны быть приспособлены при изготовлении к применению современных инженерных систем, а также обладать энергоэффективными свойствами. Всё вышперечисленное накладывает дополнительные ограничения на работу архитектора и позволяет говорить о необходимости перехода от традиционной последовательности процесса проектирования к параллельности работы архитектора, конструктора и специалистов по проектированию инженерных систем здания на всех этапах работы.

При этом условия в которых будет эксплуатироваться кластер будут определять свойства применяемого инженерного оборудования для систем теплоснабжения, вентиляции, горячего и холодного водоснабжения, электроснабжения, канализации, а те, в свою очередь, будут задавать граничные условия для архитектурно-конструктивного проектирования [1, 3, 9].

Под максимальной энергетической независимостью понимается полная или частичная независимость от природного газа, от линий электропередач, от магистрального водопровода. Для каждого места застройки прорабатывается возможность использования альтернативных источников энергии.

Надежность инженерного климатического оборудования и горячего водоснабжения обеспечивается использованием двухуровневых или трёхуровневых энергетически независимых инженерных систем. Надежность систем инженерного климатического оборудования и горячего водоснабжения, определяется, как свойство оборудования выполнять заданные функции в заданном объеме при определенных условиях функционирования [5]. В нашем случае – это бесперебойное обеспечение каждого помещения кластер-комплекса теплотой или холодом и горячей водой.

Двухуровневые или трёхуровневые энергетически независимые инженерные климатические системы позволят сохранять минимально необходимую температуру внутри помещений кластер-комплекса, для того чтобы обеспечить температурно-влажностный режим строительных конструкций и соответственно их сохранность, а также готовность принять жильцов в кратчайшие промежутки времени.

Конструкция и протяженность инженерных сетей, технология систем генерации теплоты, объемы баков-аккумуляторов, технология утилизации канализационных стоков определяют оптимальный радиус кластер-комплекса.

За последние годы на украинском рынке появилось большое количество энергоэффективной инженерной техники, обеспечивающей микроклимат помещений в зданиях и генерацию тепловой энергии. Комплексное использование новых технологий в инженерном оборудовании при индивидуальном и общественном строительстве позволяет в несколько раз снизить потребление первичных энергоносителей и при этом обеспечить экологически чистую среду обитания. К такому инженерному оборудованию, обеспечивающему оптимальные параметры микроклимата, относят новое поколение систем лучистого и воздушного отопления и охлаждения. Существенную роль в применении таких систем является значительное увеличение сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций и современных стеклопакетов. При таком строительстве появилась возможность убрать отопительные приборы из-под окон.

Панельно-лучистый обогрев и охлаждение обеспечивается большими поверхностями нагрева или охлаждения, расположенными в полу, стенах или потолке. Часто такие системы называют лучистыми панелями. Помещения, в которых оборудованы такие системы, обеспечиваются наиболее предпочтительными параметрами микроклимата с точки зрения гигиены и здоровья человека. В лучистых панелях в качестве теплоносителя используется вода, которая имеет умеренную температуру как для отопления и для охлаждения, поэтому широко используются конденсационные котлы, тепловые насосы, солнечные коллекторы [6, 7, 8].

При панельно-лучистом отоплении и охлаждении используются большие площади теплоотдающих поверхностей, их температура приближается к требуемой температуре в помещении. В жилом помещении с лучистым отоплением или охлаждением температура воздуха всегда ниже или выше на 3°C...4°C, при этом человек ощущает температуру на 3°C...4°C выше или ниже [11, 12, 13].

Условия теплового комфорта в помещении обеспечиваются при более низкой или высокой температуре воздуха, сократив расход тепла на подогрев/охлаждение вентиляционного воздуха. Снижение температуры воздуха всего на 1°C позволяет снизить потребление первичных энергоносителей в среднем до 7%. При этом величина экономии растет пропорционально отапливаемым или охлаждаемым объемам. Экономия энергии в малоэтажных домах может достигать 25...30% [4, 6, 7, 8, 10].

Для конструирования излучающих поверхностей используют полимерные материалы (полиэтилен, полибутилен, ко-полипропилен) или медные трубки, с

наружным диаметром 10...15мм или полипропиленовые капиллярные маты с диаметром трубок 3,5-4мм. На поверхности излучения укладываются капиллярные маты или регистры из труб, которые затем заштукатуриваются или закрываются гипсокартоном. Широко используются панели заводского производства.

Теплоноситель – вода имеет умеренную температуру 26°C...32°C для отопления, 16°C...19°C для охлаждения, отсюда оптимальные условия для работы конденсационных котлов, тепловых насосов и солнечных коллекторов, высокий уровень энергетической эффективности и экологической безопасности.

Удельные мощности различных поверхностей в помещениях для систем отопления и охлаждения могут достигать следующих значений [ 4, 7, 8, 10, 11, 12]:

– для теплого пола до 100 Вт/м<sup>2</sup>, зависит от технологии обустройства пола и требуемой температуры в помещении;

– для стеновых обогревающих панелей выше, чем у обогревающих полов, и варьируется от 160 до 200 Вт/м<sup>2</sup>;

– для потолочных панелей ниже, чем у обогревающих полов будет достигать 65-70 Вт/м<sup>2</sup>, при перепаде 10 °С между температурой поверхности панели и температурой воздуха в помещении;

– для напольных лучистых систем охлаждения может достигать 40...60 Вт/м<sup>2</sup>;

– для стеновых лучистых систем охлаждения может достигать 70...80 Вт/м<sup>2</sup>;

– для потолочных лучистых систем охлаждения может достигать 75...85 Вт/м<sup>2</sup>, при разности температуры воздуха и охлажденной воды в системе лучистого потолка равной 9°C.

К существенным достоинствам панельно-лучистого отопления-охлаждения следует отнести то, что отопление и частично охлаждение помещения осуществляется одной и той же системой, имеющей хорошие эксплуатационные показатели качества. Необходимость присутствия вентиляции в любом жилом помещении определяется обеспечением притока свежего воздуха, осушки внутреннего воздуха в теплое время года и его увлажнения в холодное.

Для надежного и экономичного обеспечения параметров микроклимата в помещении предлагается использовать двухуровневые, независимо работающие системы: панельно-лучистого отопления/охлаждения и приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией. В холодное и теплое время года система панельно-лучистого отопления/охлаждения работает как фоновая – основная, а вентиляционно-воздушная безинерционная рассчитана на покрытие пиковой тепловой или холодильной нагрузки и обеспечение помещений притоком свежего воздуха. Такая совместная работа двух систем даст ощутимую эксплуатационную экономическую и энергетическую

эффективность обеспечения параметров микроклимата, и повысит функциональную и эксплуатационную надежность [5, 6, 11, 12].

### Научная новизна и практическая значимость

Сформулированный принцип создания двухуровневых и трехуровневых систем обеспечения параметров микроклимата помещений позволит повысить энергоэффективность зданий и определяет параметры как конструктивно-технологических решений самого здания, так и используемых систем климатизации помещений.

Решение поставленных задач позволит снизить стоимость строительно-монтажных работ, сократить эксплуатационные расходы и повысить функциональную и эксплуатационную надежность инженерных систем используемых в здании.

### Выводы

Для обеспечения разработанной концепции необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать технологию производства строительных конструкций пониженной энергоёмкости с использованием местного сырья и альтернативных источников энергии.
2. Разработать технологию возведения зданий.
3. Разработать принципиальные схемы двухуровневых и трехуровневых систем обеспечения параметров микроклимата климатическим оборудованием.
4. Разработать независимые системы генерации тепловой и холодильной энергии для помещений кластер-комплекса.
5. Разработать режимы и критерии, по которым будут определяться количество уровней и доля покрытия тепловой нагрузки каждым уровнем климатического оборудования.
6. Разработать принципиальные схемы обеспечения горячей водой каждого блока кластер-комплекса.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Колохов В. В. Анализ тепловой эффективности изготовления трёхслойных стеновых панелей. / В.В Колохов., Л.В. Саламаха, А.В. Адегов, В.Н. Волошко, А.П. Кудрявцев // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. науч. трудов. Вып. 76. – Дн-вск, ПГАСА, 2014. – С.148-152

Kolokhov, V. V. Analysis of thermal efficiency of making of the three-layered wall panels / Kolohov V.V., Salamakha L.V., Adegov A.V., Voloshko V.N., Kudryavtsev A.P. //Building, materials sciences, mechanic engineering: Collection of scientific papers Issue №76. – Dnipropetrovs'k, PSAES, 2014. – pp. 148-152.

2. Кувшинов Ю. Я. Панельно-лучистое охлаждение помещений. [Электронный ресурс] / Ю. Я. Кувшинов, Д. Н. Зинченко, С. Г. Булкин // Журнал АВОК – 2007, № 5, С.18–22.

Kuvshinov, Yu. Ya. Panel-radiant cooling of apartments./ Kuvshinov Yu. Ya., D. N. Zinchenko, S. G. Bulkin// Magazine ABOK – 2007, № 5, С.18–22  
[http://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=3680](http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3680).

3. Накашидзе Л.В. Основные элементы инновационной комплексной системы климатизации с использованием энергии альтернативных источников / Л.В. Накашидзе, В.А. Габринетц// Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. научн. трудов. Вып. №68. – Днепропетровск, ГВУЗ ПГАСА, 2013. – С.240 – 243

Nakashidze L.V. Basic elements of the innovative complex system of providing of climate of apartments with the use of energy of alternative sources./Nakashidze, L.V. Gabrinets V.A.// Building, materials sciences, mechanic engineering: Collection of scientific papers Issue №68. – Dnipropetrovs'k, PSAES, 2013. – pp. 240-243.  
<http://pgasa.dp.ua/science/ISPC/ekokopleks/archive/>

4. Петренко А.О. Забезпечення оптимальних умов мікроклімату з рахуванням моделювання теплового режиму приміщення / А.О. Петренко // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. науч. трудов. Вып. №68. - Дн-вск., ГВУЗ ПГАСА, 2013,- С. 266-271

Petrenko A.O. Providing of optimal terms of microclimate is with the account of design of the thermal mode apartment/ Petrenko A.O.// Building, materials sciences, mechanic engineering: Collection of scientific papers Issue №68. – Dnipropetrovs'k, PSAES, 2013. – pp. 266-271  
<http://pgasa.dp.ua/science/ISPC/ekokopleks/archive/>

5. Руденко Ю.Н., Ушаков И.А. Надежность систем энергетики. 2-е изд., пере-раб. и доп. – Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1989. – 328с.

Rudenko Yu.N., Ushakov I.A. Nadezhnost sistem energetiki. [The reliability of energy systems.] 2-e izd., pererab. i dop. – Novosibirsk: Nauka. Sibirskoe otdelenie, 1989. – 328p.  
<http://www.twirpx.com/file/531992/>

6. Савицкий Н.В. Моделирование работы солнечного коллектора для систем индивидуального горячего водоснабжения/ Н.В. Савицкий, А.В. Адегов, А.П. Кудрявцев, В.Н. Волошко, А.А. Ефременко // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. научн. трудов. Вып. №75. - Днепропетровск, ГВУЗ "ПГАСА", 2014.-С.189-193.

Savytskyi, N. Design of work of sunny collector for systems individual hot water/Saveytsky N., Adegov A., Kudryavcev A., Voloshko V., Yefremenko A. //Building, materials sciences,

mechanic engineering: Collection of scientific papers Issue №76 – Dnipropetrovs'k, PSAES, 2014. – pp. 148-152.

7. Системы лучистого отопления и охлаждения. Часть 1.– Журнал АВОК – 2003, №6, с 38-42.

Sistemy luchistogo otopeniya i ohlazhdeniya. Chast 1. [Systems of the radiant heating and cooling. Part 1] – Magazine ABOK – 2003, № 6, pp. 38-42.

[http://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=2162](http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2162).

8. Системы лучистого отопления и охлаждения. Часть 2.– Журнал АВОК 2003, № 7, с. 27-31.

Sistemy luchistogo otopeniya i ohlazhdeniya. Chast 2. [Systems of the radiant heating and cooling. Part 2] – Magazine ABOK – 2003, № 7, pp. 27-31.

[http://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=2223](http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2223).

9. Тимошенко Е.А. Эколого-экономические аспекты малоэтажного строительства / Е. А. Тимошенко, В. В. Колохов, А. А. Бородин, М. А. Бородин, В. А. Мартынюк, И. Н. Чижмак// Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. науч. тр. Вып. № 30. – Днепропетровск. – 2004. – С.187-192.

Timoshenko, E.A. Ecological and economic aspects of building of cottages/ Timoshenko, E. A., Kolokhov, V.V., Borodin, A. A., Borodin, M. A., Martynyuk, V.A., Chizhmak I.N.// Building, materials sciences, mechanic engineering: Collection of scientific papers Issue №30 – Dnipropetrovs'k, PSAES, 2004. – pp. 187-192.

10. Capillary Tube Systems. Technical information Product Data sheets. Beka Heiz- und Kuhlmaten GmbH Berlin, 2006, p.316.

11. Feng, J. Cooling load differences between radiant and air systems. [Electronic re-source]/ Feng, J., Schiavon, S., Bauman, F. // Energy and Buildings, 2013.65, pp.310-321.  
<http://escholarship.org/uc/item/7jh6m9sx>

12. Feng, J. Impact of Solar Heat Gain on Radiant Floor Cooling System Design. [Electronic resource]/ Feng, J., Schiavon, S., Bauman, F.// Center for the Built Environment, University of California, Berkeley, United States, Publication Date: 02-05-2013– Title from the screen. – Access Mode: <http://escholarship.org/uc/item/2913930b#page-1>

13. Savytskyi, M.V., Comparaison des systèmes de chauffage radiant dans les locaux du batimenta faible hauteur/ Savytskyi M.V., Limam K., Adegov A.V., Kudryavcev A.P.// Construction, science des matériaux, industrie mécanique: Recueil des articles. Volume #68 – Dnipropetrovs'k, PAEGCA, 2013. - pp.334 - 338

<http://pgasa.dp.ua/science/ISPC/ekokopleks/archive/>

*Статья рекомендована к публикации доктором. техн. наук, проф. В.Н. Деревянко (Украина); доктором. техн. наук, проф. С. З. Полищук (Украина)*

Статья поступила в редколлегию 14.04.2015