

УДК 72.01

**Садыкова Аделина Ильдусовна**

архитектор

E-mail: [adelsi@mail.ru](mailto:adelsi@mail.ru)

**ООО «МавиКазань»**

Адрес организации: 420133, Россия, г. Казань, пр-т Ямашева д. 92а

**Ахтямова Резеда Хакимовна**

старший преподаватель

E-mail: [rezeda.akhtiamova@gmail.com](mailto:rezeda.akhtiamova@gmail.com)

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

## **Ресурсосберегающие принципы модернизации в архитектуре серийного жилья**

### **Аннотация**

*Постановка задачи* Цель работы – отбор наиболее актуальных методов ресурсосбережения при модернизации серийного жилья, сбор и анализ опыта, принципов ресурсосбережения в жилых зданиях средней высотной этажности, их классификация.

*Результаты* Основные результаты исследования состоят в выявлении и классификации методов ресурсосбережения, приемлемых для проектов. Анализ их рентабельности. Сделан обзор и анализ зрительных рядов аналогов реализованных проектов.

*Выводы* Значимость полученных результатов для архитектуры состоит в выявлении ресурсосберегающих принципов модернизации в архитектуре серийного жилья, которая включает в себя работу с психологическим состоянием жителей, повышает престижность жилья и улучшает образ города.

**Ключевые слова:** ресурсосберегающие принципы, реновация архитектуры, модернизация жилья, советская архитектура, жилье регионов России.

### **Введение**

Архитектура советского периода устарела во всех смыслах, об этом говорит, как ее конструктивная, так и моральная составляющая. Планировки по проектам серийного домостроения были созданы для временного пребывания людей, в связи с массовым переселением из бараков. На сегодняшний день, данные проектные решения домов во многом не соответствуют эксплуатационным нормам, внутренние системы изнашиваются, а узлы теряют свою прочность. Помимо технических параметров, проекты серийного домостроения не соответствуют жизненному укладу людей и потому теряют всякую привлекательность для потенциальных покупателей. Для решения данной проблемы существует два способа решения – это снос устаревшей жилой застройки или же проведение модернизации [1].

В толковом словаре Ушакова термин «модернизировать» (от фр. *moderniser*) означает процесс придания чему-либо современного облика, переделывания чего-либо на новейший лад.

Безусловно, такой кардинальный метод как снос эффективен, но весьма дорогостоящ и неприемлем как массовое решение в регионах. Потому наиболее подходящим методом улучшения сложившейся ситуации становится модернизация. Данная проблема острая и требует поиска современных путей решения, одним из направлений которых может стать использование ресурсосберегающих принципов [2].

### **Ресурсосбережение в строительстве**

По словам профессора, доктора архитектуры Айдаровой Галины Николаевны ресурсосбережение – это не набор инженерных решений, а альтернативная культурологическая парадигма (минимальное потребление природных ресурсов, изменение модели потребления, пересмотр духовных и физических факторов). Однако

именно посредством данных решений существует такое направление. В контексте модернизации жилья методы модернизации позволят:

- минимизировать воздействие на окружающую среду, сохраняя природные ресурсы, защищая экосистемы, улучшая качество воздуха и воды;
- сокращать капитальные и эксплуатационные затраты, рост стоимости недвижимости и повышение производительности труда;
- снижение энергопотребления затраты, экономия ресурсов;
- улучшать здоровье, благополучие, и качество жизни людей [3].

Методы ресурсосбережения описаны в книгах Сату Пайхо – «Энергоэффективный ремонт московских многоквартирных домов и жилых районов», в них автор поднимает вопрос о технических аспектах модернизации жилья, актуализируя вопрос санации объектов [4]. В книгах Аннет Оссо – «Техническое руководство по устойчивому строительству. Экологическое проектирование, строительство и эксплуатация зданий», Хирано Томоко – «Устойчивая книга проектирования зданий», а так же в справочнике по зеленому строительству от корпорации экономического развития Нью-Йорка. Ключевыми темами являются обзор реализованных проектов, внешних видоизменений, биоподходов [5].

Авторы книг описывают методы ресурсосбережения, основываясь на которых были выявлены два ключевых типа модернизации. Это внешняя и внутренняя модернизация. Безусловно, оба этих типа очень важны для формирования устойчивого и эстетически привлекательного объекта.

### **Внутренняя модернизация**

Внутренняя модернизация подразумевает меры реновации жилого дома по техническому, строительному типу. Принципы обновления включают в себя максимизацию эффективности системы отопления, использования внутренних источников энергии в здании, энергоэффективности санитарного оборудования и оптимизацию теплоизоляционной способности конструкций внешней оболочки. Общие принципы энергообеспечения заключаются:

- в снижении спроса на энергию;
- в использовании возобновляемых источников энергии [1].

Требования и критерии для обновления энергоэффективности и возобновляемости на уровне здания были сформированы в табл. (на основе работы Сату Пайхо, «Энергоэффективный ремонт московских многоквартирных домов и жилых районов»).

Требованиями и критериями стали:

#### ***Использование безопасных и экологических материалов***

Безопасные и экологически чистые местные материалы продлят эксплуатационный срок объекта и не навредят окружающей среде.

#### ***Кондиционирование воздуха с эффективным восстановлением тепла***

Система вентиляции здания может быть улучшена либо путем обновления существующей системы, либо путем обновления всей системы. В случае вентиляции важно наличие существующих вентиляционных каналов или нет. Во многих старых зданиях имеется только естественная вентиляция, где потребляемый воздух удаляется из здания естественным образом, разностями давления и температуры. В этих случаях все тепло выходит наружу, что приводит к более высокому потреблению тепла. Положительная сторона состоит в том, что система не потребляет никакого электричества. Для улучшения такой системы необходима установка вентиляционных каналов. Путем установки подающих и вытяжных каналов и блока механической вентиляции с эффективной рекуперацией тепла улучшается комфортность внутреннего воздуха и снижается потребление тепла [6].

#### ***Высокая теплоизоляция и герметичность конструкции***

Улучшение тепловых свойств и, таким образом, энергоэффективности ограждения здания, как правило, экономически эффективны, если в здании необходимы и другие ремонтные работы. Тогда улучшение тепловых свойств может составить лишь незначительную долю затрат, и спрос на тепло значительно уменьшится. Системы

теплового насоса, используя холодную среду, откачиваемую непосредственно с земли, получает эффективное охлаждение почти бесплатно [4].

#### ***Энергоэффективные окна и двери***

Заменить окна на более эффективные, зачастую выгодно. Снос старых окон и установка новых формируют значительную долю затрат, а цена высококачественных окон максимум на 50 % (обычно около 20 %) дороже стандартной продукции.

#### ***Пассивные системы охлаждения, уменьшение потребности в охлаждении***

Самым дешевым способом повышения энергоэффективности является снижение спроса на охлаждение. Размещая солнечные ограждения на окна, можно значительно уменьшить потребности в охлаждении

Так же существуют централизованные системы охлаждения, которые более энергоэффективны, чем квартирные, но требуют огромных инфраструктурных инвестиций и некоторых источников охлаждения, таких как морская вода.

#### ***Энергосберегающее электрооборудование***

Снижение спроса на электроэнергию в зданиях может быть достигнуто путем замены старых бытовых приборов с теми, которые имеют более высокие оценки энергоэффективности и модернизация строительного оборудования, такого как насосы, лифты и т. д. Возобновляемые источники энергии, такие как энергия ветра или солнечная энергия, могут использоваться для производства электроэнергии в зданиях путем установки фотогальванических панелей или небольших ветровых турбин.

Использование ископаемого топлива может быть более экологическим, а финансовая экономия могут быть достигнуты за счет эффективного реагирования на спрос. Реакция спроса означает сокращение потребления электроэнергии в те периоды, когда потребление электроэнергии является самым дорогим. В нормальных условиях эти периоды совпадают с пиками энергетической системы, когда менее эффективные и наиболее загрязняющие электростанции совершаются или увеличивают их уровни производства. На уровне здания реакция спроса может облегчаться системами мониторинга и управления энергопотреблением, которые будут управлять гибкими нагрузками, такими как электрические котлы с резервуарами для хранения, тепловыми насосами и системами вентиляции (в допустимых пределах от теплового комфорта и качества воздуха в помещении.) [4].

#### ***Энергосберегающее освещение***

Энергосберегающий потенциал внутреннего освещения зависит в основном от двух проблем: тип лампочек и контроль освещения. Прежде всего, тип лампочки имеет решающее значение. Например, лампы накаливания являются типичными лампами, используемыми для внутреннего освещения.

Если эти нитевидные лампы заменяются лампами, которые имеют лучшую энергоэффективность (например, со светодиодами или другими энергосберегающими лампами), потребление электроэнергии на освещение снижается более чем на 70 %. Как правило, эти виды ламп дороже, но рентабельность инвестиций в осветительные решения сокращает потребление электроэнергии и, следовательно, счета за электричество [4].

#### ***Электро-, теплосчетчики и водные счетчики в квартирах***

Дают возможность жильцам самостоятельно контролировать расходы электричества и воды, а так же позволят экономить.

#### ***Водосберегающие приборы***

Приборы для экономии воды – это водосберегающие насадки, это простой и недорогой способ экономии воды за счет уменьшения протока воды. Например, экономичная душевая лейка или аэратор для крана (насадка-распылитель), где экономия воды достигается благодаря принципу «турбоэффекта» – разделения струи воды на миллионы мелких капель.

#### ***Наличие служб технического обслуживания и безопасности зданий***

Своевременный ремонт и профилактические меры значительно продлят эксплуатационный срок здания [7].

Некоторые требования, такие как кондиционирование воздуха с эффективным восстановлением тепла и универсальное многофункциональное использование

общественных пространств более затратные, нежели другие. Однако, качество всех факторов напрямую важно, ведь только при комплексной работе всех аспектов, модернизация здания будет ресурсосберегающей и энергоэффективной. Так, например, если в здании окна будут отремонтированы, но система отопления здания не будет перенастроена, температура в квартирах возрастет, и жители начнут открывать окна, чтобы снизить температуру, переплачивая при этом за отопление.

Таблица

**Требования и критерии для построения энергоэффективности и возобновляемости  
(на основе работы Сату Пайхо,  
«Энергоэффективный ремонт московских многоквартирных домов и жилых районов»)**

<b>Критерии устойчивого развития модернизации здания</b>	<b>Уровень технической проблемы: +++ очень сложно; ++ возможно; + низкий уровень сложности</b>	<b>Оценка стоимости: (+ дешево; +++ дорого) * низкая стоимость улучшения, при условии проведения других работ по реконструкции</b>	<b>Специальные записки и вопросы, касающиеся критериев</b>
Использование безопасных и экологических материалов	++	+	Зависит от того, насколько материал восстановим. Улучшение возможно
Кондиционирование воздуха эффективным восстановлением тепла	+(+)	++*	Механическая вентиляция может быть эффективным вариантом. Но российские СНиП его пока не рассматривают.
Высокая теплоизоляция герметичность конструкции	++	+*	Может быть подвержено улучшениям, а так же необходимо улучшение вентиляции во избежание плохого качества воздуха в помещении и риска проблем с влагой в конструкциях. Экономичный вариант при добавлении механической вентиляции (если фасад также отремонтирован). Возможно использовать элементы стеновых агрегатов, которые уже имеют канал подачи воздуха, а также хорошую изоляцию. Поверхность здания должна быть герметичной.
Энергоэффективные окна и двери	+	+*	Легко улучшить, но качество вентиляции должно быть высоким или проведена модернизация
Энергосберегающее электрооборудование	+	+*	Класс энергопотребления А или плановый
Пассивные системы охлаждения, уменьшение потребности в охлаждении	++	+*	Минимизация потребности в охлаждающей энергии, пассивное солнечное охлаждение. На практике: выбор окон с хорошей пропускной способностью солнечной энергии (Чем меньше G, тем лучше, пока это не влияет на проникновение видимого света через окно, рекомендуется 0,3-0,35). Также затенение жалюзи и шторами.

Продолжение таблицы

Энергосберегающее освещение	++	+	Энергосберегающие, светодиодные лампы, использование естественного света, управления освещением
Элекотеплосчетчики в квартирах	+	+	Индивидуальные счетчики в квартирах помогают жильцам обращать внимание на энергопотребление и поэтому снижают его.
Водные счетчики в квартирах	+	+	Индивидуальные счетчики в квартирах помогают жильцам обращать внимание на энергию Примечание: важно учитывать расходы на содержание счетчиков
Водосберегающие приборы	+	+	Особенно горячей воды (душ, ванна, мытье посуды)
Наличие служб технического обслуживания и безопасности зданий	+	+	Необходимо обеспечить надлежащий уровень обслуживания зданий. Чем лучше проект, тем ниже затраты на техническое обслуживание.
Универсальное многофункциональное использование общественных пространств	+	++	Высокая степень использования общественных пространств
Выбросы из строительных материалов и их парниковые газы (CO <sub>2</sub> )	+	+	Некоторые материалы могут быть трудно заменены. Отсутствие информации об используемых материалах и их данных о выбросах

### **Внешняя модернизация**

Внешняя модернизация напрямую влияет на психоэмоциональное состояние жителя. Моральное устаревание, удручающие фасады, потерявший привлекательность внешний облик, негативно сказываются на людях. Исследователями отмечается проблема идентификации современного человека: не соотнося себя ни с одной из социальных групп, он одинок; несмотря на потребность в душевности и привязанности, он самоидентифицируется (мимикрирует), воплощая в реальность любой образ, придумывая себе имя, возраст, пол, образ, историю и т.д. [7]. Только комфортная и «человеколюбивая» среда способна изменить ощущение человека, оказать благоприятное влияние [8]. Потому так важно улучшить внешний облик объектов серийного домостроения. Основываясь на мировом опыте экологического домостроения, были выявлены методы внешней модернизации.

### **Реконструкция фасада**

Необходимая мера, когда стены утрачивают свои несущие способности в связи с эрозией, последующей осадкой и возникновением трещин, а так же эстетическим причинам. При возникновении трещин обязательно производится усиление стен. Реконструкция фасада может быть как декоративной (отделочные работы) так и более радикальной (увеличение оконных проемов).

Наиболее популярный метод модернизации фасадов – отделка декоративными панелями, как, например, в проектах башни «Лаузицтауер» от студий NL architects и XVW architectuur в Германии (рис. 1).



а)

б)

Рис. 1. Примеры модернизации: а) Реконструкция фасада. Башня «Лауцигтаур», хойерсверда/NL architects и XVW architectuur, Германия<sup>1</sup>;  
б) Использование кровли с растительностью. Мемориальная Библиотека Мартина Лютера Кинга-младшего, США<sup>2</sup>

### ***Использование кровли с растительностью***

Зеленые крыши обслуживают несколько технических целей для здания, например, поглощают дождевую воду, обеспечивают изоляцию и помогают снизить температуру воздуха в городах и бороться с эффектом теплового острова. Зеленые крыши иногда используются для снижения потребности в энергии охлаждения (путем испарения дождевой воды). Кроме того она имеет высокую эстетическую ценность.

Зеленую кровлю используют как территорию для отдыха, так и в качестве придомового огорода (проект Вилла жинтай от бюро Rural Urban Framework в Китае).

### ***Сбор дождевой воды***

Сбор и использование осадков с крыши или другого водосборного бассейна – отличный способ воспользоваться преимуществами природных ресурсов участка, сократить осадки на площадке и необходимость использования устройств контроля стока, а также свести к минимуму потребность в коммунальной воде. Сбор дождевой воды уже давно используется в засушливых районах мира. В частности, в районах, где население рассеивается, сбор дождевой воды предлагает недорогую альтернативу централизованному водопроводу [5].

### ***Использование материалов местного производства***

Небольшие расстояния по доставке, вдумчивое использование новых материалов, минимальное потребление, уменьшение отходов сократят затраты [9]. Наиболее яркое использование подобных методов отслеживается в Азии. Так, в Бангладеше и Китае распространено использование бамбукового дерева. Проект дома-коммуны «Пани Центр» от SchilderScholte architects (рис. 2).

### ***Расширение площадей в здании путем надстраивания***

Оптимальный метод, распространенный по всему миру, на основе которого увеличивается эксплуатируемая площадь объекта, значительная модернизация без перемены плана как жилого, так и общественного здания. (проекты жилого дома от бюро ACM Architektencontor Magdeburg AG, Германия, проект офисов Тлалпан, бюро BROISSIN, Мексика (рис. 2) [10].

<sup>1</sup>NL Architekten //nlarchitects.nl официальный сайт: ежедн. интернет-изд. 2018. URL:<http://www.nlarchitects.nl/slideshow/306/> (дата обращения: 15.11.2018).

<sup>2</sup>Мемориальная библиотека Мартина Лютера Кинга – реконструкция//archi.ru: ежедн. интернет-изд. 2018. URL: <https://archi.ru/projects/world/8534/memorialnaya-biblioteka-martina-lyutera-kinga-rekonstrukciya> (дата обращения: 17.11.2018).



а)

б)

Рис. 2. Примеры модернизации: а) Использование материалов местного производства. Коммуна пани Центра/SchilderScholte architects, Бангладеш<sup>3</sup>;  
б) Расширение площадей в здании путем надстраивания. Офисы Тлалпан/BROISSIN, Мексика<sup>4</sup>

### ***Озеленение окружающего пространства, дворов***

Улучшение качества воздуха во дворах, создание теней, ветрозащита дворового пространства (рис. 3) [3].



а)

б)

Рис. 3. Примеры модернизации: а) Проект BIGyard/Zanderroth Architekten, Германия<sup>5</sup>;  
б) Террасирование, модернизация балконов. Жилые дома/idA, Швейцария<sup>6</sup>

### ***Террасирование, модернизация балконов***

Обновление балконов может также повысить удобство пользования квартирами. С помощью различных фасадных материалов может придать зданию современный облик [5]. Очень популярный прием, используемый по всей Европе. Модернизация балконов позволяет сформировать дополнительные пространства для отдыха (проект модернизации жилых домов от idA, Швейцария – рис. 3) [11].

<sup>3</sup>Schilderscholte официальный сайт // schilderscholte.com : ежедн. интернет-изд. 2018. URL: <http://www.schilderscholte.com/en/projects/> (дата обращения: 17.11.2018).

<sup>4</sup>Financial Headquarters Tlalpan, BROISSIN// archdaily.com: ежедн. интернет-изд. 2017. URL: <https://www.archdaily.com/869726/banorte-financial-group-broissin> (дата обращения: 17.11.2018).

<sup>5</sup>Urban BIG YARD: Co-Housing Development by Zanderroth Architekten// archipreneur.com: ежедн. интернет-изд. 2017. URL: <https://archipreneur.com/urban-bigyard-co-housing-development-zanderroth-architekten/> (дата обращения: 20.11.2018).

<sup>6</sup>Reconstruction of a Townhouse with new Steel Balconies / idA // archdaily.com: ежедн. интернет-изд. 2016. URL: <https://www.archdaily.com/793389/reconstruction-of-a-townhouse-with-new-steel-balconies-ida> (дата обращения: 21.11.2018).

На данный момент вопрос модернизации советских проектов серийного домостроения не изучен в полной мере. Существуют предложения по проведению санации жилья (комплексных мероприятий с учетом технических и экономических факторов для продления срока эксплуатации дома) или по сносу объектов и строительства новых жилищных комплексов. Однако все эти методы не учитывают комплексную работу с объектом. Санация жилья не рассматривает работу с эстетической стороны проблемы, а снос не рентабелен для провинциальных городов. По этой причине были рассмотрены методы работы, как с внутренними аспектами модернизации, так и с внешними.

### **Заключение**

Внешняя и внутренняя модернизация включают в себя как инновационные методы санации жилья, так и работу с психологическим состоянием жителей, повышая престижность жилья и улучшая образ города.

Во внутреннюю модернизацию входят: использование безопасных и экологических материалов; кондиционирование воздуха с эффективным восстановлением тепла; высокая теплоизоляция и герметичность конструкции; энергоэффективные окна и двери; пассивные системы охлаждения, уменьшение потребности в охлаждении; энергосберегающее электрооборудование; энергосберегающее освещение; электо-, теплосчетчики и водные счетчики в квартирах; водосберегающие приборы; наличие служб технического обслуживания и безопасности зданий.

Тогда как во внешнюю модернизацию входят: реконструкция фасада; использование кровли с растительностью; сбор дождевой воды; использование материалов, местного производства; расширение площадей в здании путем надстраивания; озеленение окружающего пространства, дворов; террасирование, модернизация балконов.

Для достижения наилучшего результата, данные мероприятия необходимо проводить комплексно.

### **Список библиографических ссылок**

1. Таякина В. О. Реконструкция зданий как вариант сохранения образа старого города : сб. ст. по материалам XVII студ. Междунар. заочной науч.-практ. конф. / МЦНО. М., 2014. С. 56–67.
2. Jennifer Donnelly. Myth, modernity and mass housing : The Development of Public Housing in Depression-Era Cleveland // TDSR Volume XXV. 2013. № 1 (10). 14 p.
3. Canada-Ontario Affordable Housing Initiative : Social Housing Renovation and Retrofit Program (SHRRP), Ontario, 2013. 39 p.
4. Satu Paiho. Energy-efficient renovation of Moscow apartment buildings and residential districts. Espoo : VTT Technology, 2013. 115 p.
5. Annette Osso, Building technical manual, Green Building Design, Construction, and Operations. USA : Public Technology, Inc., 1996. 292 p.
6. New York City Economic Development Corporation, The Green Building Handbook. NY: New York City Economic Development Corporation, 2007. 47 p.
7. Шуплецова Е. Ж., Сокровенное в жилом пространстве современной российской культуры. Екатеринбург : Издательство Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2012. 85 с.
8. Денисенко Е. В. Биологические критерии и биоподходы в архитектуре XXI века // Вестник ВолГАСУ. 2013. № 33 (52). С. 173–178.
9. Shoko Hashida, Hirano Tomoko. Sustainable building design book. Tokyo : The SB05Tokyo Student Session Organising Committee, 2015. 100 p.
10. Каширина В. Модернизация панельных зданий. Опыт Германии : Издательский дом «Балтикум». 2009. № 3. С. 33.
11. Кабанова М. С. Энергосбережение и энергоэффективность – новая реальность. Новосибирск : Центр развития научного сотрудничества, 2017. С. 28.



**Sadykova Adelina Ildusovna**

architect

E-mail: [adelsi@mail.ru](mailto:adelsi@mail.ru)**LLC «MaviKazan»**

The organization address: 420133, Russia, Kazan, Yamashev st., 92a

**Akhtyamova Rezeda Khakimovna**

senior lecturer

E-mail: [rezeda.akhtyamova@gmail.com](mailto:rezeda.akhtyamova@gmail.com)**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

**Resource-saving principles of modernization in the architecture of mass housing****Abstract**

*Problem statement.* The purpose of the work is the selection of the most relevant methods of resource saving for serial housing, collecting and analyzing the experience of the principles of resource saving in residential buildings of different heights, their classification.

*Results.* The main results of the research are to identify and classify resource saving methods that are acceptable for projects. Analysis of their profitability. A review and analysis of the visual series of analogues of implemented projects.

*Conclusions.* The significance of the results obtained for the architecture consists in identifying the resource-saving principles of modernization in the architecture of mass housing, which includes working with the emotional posture of residents, increases the prestige of housing and improves the view of the city.

**Keywords:** resource-saving principles, renovation of the architecture, housing modernization, Soviet architecture, housing in Russians regions.

**References**

1. Tayakina V. O. Reconstruction of buildings as an option to preserve the image of the old city : dig. of art. Based on materials XVII stud. International correspondence the scien.-practical. conf. / MTSNO. M., 2014. P. 56–67.
2. Jennifer Donnelly. Cleveland: Myth, Clevesland and TDSR Volume XXV. 2013. № 1 (10). 14 p.
3. Canada-Ontario Affordable Housing Initiative: Social Housing Renovation and Retrofit Program (SHRRP), Ontario, 2013. 39 p.
4. Satu Paiho. Energy-efficient renovation of Moscow apartment buildings and residential districts. Espoo: VTT Technology, 2013. 115 p.
5. Annette Osso, Building technical manual, Green Building Design, Construction, and Operations. USA: Public Technology, Inc., 1996. 292 p.
6. New York City Economic Development Corporation, The Green Building Handbook. NY. : New York City Economic Development Corporation, 2007. 47 p.
7. Shupletsova E. Zh., Intimate in the living space of modern Russian culture. Ekaterinburg : Publisher Rus. state Prof.-ped. University, 2012. 85 p.
8. Denisenko E. V. Biological criteria and biological approaches in the architecture of the 21<sup>st</sup> century // Vestnik VolGASU. 2013. № 33 (52). P. 173–178.
9. Shoko Hashida, Hirano Tomoko. Sustainable building design book. Tokyo: The SB05Tokyo Student Session Organizing Committee, 2015. 100 p.
10. Kashirina V. Modernization of panel buildings. Experience of Germany : Publishing House «Baltikum». 2009. № 3. P. 33.
11. Kabanova M. S. Energy saving and energy efficiency – a new reality. Novosibirsk : Center for the Development of Scientific Cooperation, 2017. P. 28.