

«УМНЫЕ ЗДАНИЯ» СТАНУТ ОСНОВОЙ ГРАДОСТРОЕНИЯ БУДУЩЕГО

Рассмотрена актуальная проблема разработки интеллектуальных зданий и сооружений в современной архитектуре.

Цель статьи – обозначить мировую тенденцию развития современной архитектуры в направлении создания интеллектуальных зданий и сооружений.

Проведен анализ мирового опыта по данной проблеме. Показаны исторические аспекты развития этого направления. Приведены примеры наиболее значимых проектов в мировой и отечественной практике.

В проекте должна быть предусмотрена многоуровневая система компьютерного управления для оптимального функционирования всех систем. Нижний уровень отвечает за цифровизацию исполнительных элементов умного здания. Это электроприводы исполнительных механизмов, устройства нагрева, кондиционирования, освещения, водоснабжения охранной сигнализации. На втором уровне находятся функциональные системы, которые объединяют оцифрованные исполнительные элементы низшего уровня. Верхний уровень управляет всем зданием, отдавая команды функциональным системам второго уровня. Все уровни управления должны быть объединены в общую Автоматизированную систему управления зданием (АСУЗ). Из таких систем в перспективе будут сформированы «умные кварталы», города и агломерации.

Показано, что в настоящее время компьютеризации подвержены основные функциональные системы здания: системы управления и связи, система отопления, вентиляции и кондиционирования, система освещения, система электропитания здания, система безопасности и мониторинга. При этом практически невозможно компьютеризировать старые здания, которые функционально не приспособлены под технологию «умного дома». Для эффективной работы технологии умного дома, она должна быть спроектирована в самом начале строительства здания. Вся архитектура, и инженерные коммуникации должны подчиняться этой идеи. По этой причине компьютеризация зданий составляет основу будущего градостроения.

В настоящее время заказчиками интеллектуального строительства являются структуры, которые могут себе позволить значительные начальные финансовые затраты, получив дальнейшую экономическую выгоду при эксплуатации за счет сокращения затрат на ремонтные и аварийные работы, обслуживание технических систем, создания комфортабельных условий проживания. Это прежде всего аэропорты, крупные банки, гостиничные комплексы, большие торговые центры, коттеджное строительство.

Приводятся данные по особенностям развития проектов «умных зданий» в Европе и России.

Ключевые слова: «умный дом», интеллектуальное здание, автоматизированная система управления зданием, энергоэффективное здание.

«SMART BUILDINGS» WILL BECOME THE BASIS OF URBAN PLANNING OF THE FUTURE

Deals with the actual problem of the development of intelligent buildings and structures in modern architecture.

The purpose of the article is to identify the global trend in the development of modern architecture in the direction of creating intelligent buildings and structures.

The analysis of the world experience on this problem is carried out. The historical aspects of the development of this direction are shown. Examples of the most significant projects in the world and domestic practice are given.

The project should provide a multi-level computer control system for optimal functioning of all systems. The lower level is responsible for digitalization of the executive elements of the «smart building». These are electric actuators, heating, air conditioning, lighting, water supply, and alarm systems. Functional systems are located on the second level, which combine digitized lower-level executive elements. The upper level controls the entire building, giving commands to the functional systems of the second level. All levels of management should be integrated into a common Automated Building Management System (ABMS). «Smart neighborhoods», cities and agglomerations will be formed from such systems in the future.

It is shown that the main functional systems of the building are currently subject to computerization: control and communication systems, heating, ventilation and air conditioning systems, lighting systems, building power supply systems, security and monitoring systems. At the same time, it is almost impossible to computerize old buildings that are not functionally adapted to «smart home» technology. For the «smart home» technology to work effectively, it must be designed at the very beginning of the construction of the building. All architecture and engineering communications should obey this idea. For this reason, the computerization of buildings forms the basis of future urban planning.

Currently, the customers of intelligent construction are structures that can afford significant initial financial costs, receiving further economic benefits during operation by reducing the cost of repair and emergency work, maintenance of technical systems, and creating comfortable living conditions. These are primarily airports, large banks, hotel complexes, large shopping centers, cottage construction.

Data on the peculiarities of the development of smart building projects in Europe and Russia are presented.

Keywords: *«smart house», intelligent building, automated building management system, energy-efficient building.*

Строительство зданий и сооружений – древнейший вид человеческой деятельности. В эпоху индустрии 4.0, когда цифровизация и компьютеризация проникли во все сферы, было бы странным, если бы этот процесс не затронул градостроение. Разработка проектов «умных зданий», кварталов, поселений и городов уже перестала быть экзотикой. Этот процесс уверенно шагнул в нашу современную жизнь [1-10]. Изучение этого вопроса говорит о следующем. Термин «интеллектуальное здание» (IB – Intelligent Building) появился в США в начале 1980-х годов. Следует

заметить, что «интеллектуальное здание» – не очень точный перевод английского термина. Слово «intelligent» следует понимать, как умение распознавать определенные ситуации и каким-либо образом на них реагировать.

В 1987 г. в СССР был представлен проект радиоэлектронного оснащения жилища «СФИНКС», по своей сути напоминающий идею современного «умного дома». Главной изюминкой проекта был главный центральный процессор, состоящий из нескольких блоков, а также пульта, содержащие микрофоны управления голосом. Проект был раз-

работан в ВНИИТЭ и публиковался в нескольких журналах «Техническая эстетика».

Осенью 2012 г. компания Panasonic объявила полномасштабное производство систем управления энергией «SMARTHEMS», предназначенных для «умных домов». «Panasonic» планировал совместить с этой системой всю линейку своих бытовых приборов, таких как: кондиционеры, «умная» кухонная техника и системы горячего водоснабжения «EcoCute».

Система «AiSEG» позволяет связать все оборудование и домашние устройства в единую сеть, организовав отображение информации о работе солнечных батарей, расходе электричества, газа и воды и автоматически контролируя работу бытовых приборов.

Таким образом, умное здание – это компьютерная система, которая обеспечивает безопасность, ресурсосбережение и комфорт для всех пользователей. В простейшем случае она должна уметь распознавать конкретные ситуации, происходящие в здании, и соответствующим образом на них реагировать: одна из систем может управлять поведением других по заранее выработанным алгоритмам. Кроме того, от автоматизации нескольких подсистем обеспечивается синергетический эффект для всего комплекса. Система подразумевает слаженную работу системы отопления и кондиционирования, а также контроль факторов, влияющих на необходимость включения или отключения указанных систем. Иными словами, в автоматизированном режиме в соответствии с внешними и внутренними условиями задаются и отслеживаются режимы работы всех инженерных систем и электроприборов.

Технической основой «умных зданий» является Автоматизированная система управления зданием (АСУЗ). Она предназначена для автоматизации процессов и операций, которые реализуются в современных зданиях. Достаточно часто в литературе встречается употребление термина АСУЗ, как системы для автоматизации инженерных систем (или систем жизнеобеспечения) здания: вентиляции, отопления и кондиционирования, водоснабжения и канализации, электроснабжения и освещения, и т. д. В больших и сложных зданиях можно выделить несколько десятков инженерных систем.

Основными целями создания АСУЗ являются повышение безопасности, улучшение комфорта и обеспечение эффективности ресурсопотребления [11-16].

Это комплексная задача, часто имеющая под собой определенную бизнес концепцию.

Результат достигается за счет лучшего качества работы систем жизнеобеспечения здания при сокращении расходов на обслуживающий персонал.

В мире практически все современные объекты коммерческой недвижимости и жилые здания оснащаются АСУЗ. Следует различать несколько уровней функционирования этой системы.

Верхний – уровень диспетчеризации и администрирования «Management Level» с базами данных и статистическими функциями, на котором осуществляется взаимодействие между персоналом (операторами, диспетчерами, пр.) и системой через человеко-машинный интерфейс, реализованный в основном на базе компьютерных средств и «SCADA-систем».

Средний – уровень автоматического (автоматизированного) управления (Automation Level) функциональными процессами, основными компонентами которого являются контроллеры управления, модули ввода-вывода сигналов и различное коммутационное оборудование.

Нижний – уровень окончательных устройств с функциями входа/выхода, включающий в себя датчики и исполнительные механизмы, а также кабельные соединения между устройствами и нижним-средним уровнями.

В «умном доме» обычно интегрируются следующие системы в единую систему управления зданием (рис.1):

- системы управления и связи;
- система отопления, вентиляции и кондиционирования;
- система освещения;
- система электропитания здания;
- система безопасности и мониторинга.

Рассмотрим эти системы. Система управления выполняет следующие функции:

– удалённое управление электроприборами, приводами механизмов и всеми системами автоматизации.

– управление электронными бытовыми приборами. В «умном доме» они могут быть объединены в домашнюю сеть с возможностью выхода в сети общего пользования.

– механизация здания (открытие/закрытие ворот, шлагбаумов, электроподогрев ступеней и т. п.)

Система отопления, вентиляции и кондиционирования обеспечивает регуляцию температуры, влажности и поступление свежего воздуха. Кроме этого эта система экономит энергию за счёт рационального использования температуры среды.

Система освещения контролирует уро-



Рис. 1. Интеллектуализация основных функций умного дома

вень освещенности в помещении, в том числе для экономии электроэнергии за счет рационального использования естественного освещения. Она включает в себя:

- автоматику для включения и выключения света в заданное время суток;
- датчики движения для включения света только тогда, когда в помещении кто-то находится;
- автоматику для открытия/закрытия ставней, жалюзи, для регулировки прозрачности специальных оконных стекол;
- дистанционное включение или отключение розеток.

Системы электропитания обеспечивают бесперебойное питание, в том числе за счет автоматического переключения на альтернативные источники электропитания (рис.2).

Система безопасности и мониторинга имеет следующую структуру:

- систему видеонаблюдения;

- систему контроля доступа в помещения;
- охранно-пожарную сигнализацию;
- систему телеметрии (удалённого слежения за системами);
- систему автоматической блокировки водоснабжения при протечке и заливе помещения.

Таким образом концепция интеллектуального здания заключается в создании единой взаимосвязанной системы управления всеми инженерными системами здания, которая обеспечивает создание комфортной и безопасной среды обитания внутри здания при одновременной минимизации расходов на поддержание этой среды.

Принципиально важным является понимание того, что каждый элемент интеллектуального здания должен являться интеллектуальным элементом, то есть при его проектировании должна быть использована методология, которая будет «заставлять» этот



Рис.2. Автоматизированная система электропитания умного дома

элемент стремиться к выбору оптимального решения в эксплуатации.

Опыт разработки интеллектуальных зданий показывает, что его нельзя построить на основе существующей инженерной системы [17-23]. Его необходимо создать до этапа проектирования инженерных систем объекта. Все внутренние инженерные системы здания проектируются на базе уже разработанного проекта системы управления зданием.

Как показывает мировая практика, интегрированная система управления зданием в конечном итоге позволяет строителю интеллектуального здания оптимизировать свои затраты на строительство, а собственнику – сократить ежемесячные эксплуатационные расходы и затраты на амортизацию оборудования. Интеллектуальные здания требуют больших инвестиций на начальном этапе строительства, но при этом быстро окупаются за счет снижения эксплуатационных затрат.

Нестабильная экономическая ситуация, не позволяющая делать долгосрочные прогнозы, позволяет выделить несколько категорий заказчиков, заинтересованных в строительстве интеллектуальных зданий. В первую очередь, это компании, где от четкой работы производственных систем и подсистем здания напрямую зависит доход: аэропорты, крупные банки, гостиничные комплексы, большие торговые центры. В таких зданиях кроме отопления, вентиляции и систем обеспечения безопасности необходимы надежные и высокоскоростные линии связи и передачи данных. Ни одна из перечисленных систем не должна выходить из строя и при этом контролироваться из единого центра управления.

Еще одна сфера применения интеллектуальных зданий – строительство коттеджных поселков. В этом случае при различных запросах обитателей этих коттеджей можно создавать системы разной сложности при их полной совместимости.

Одно из новых направлений – строительство жилых зданий повышенной комфортности.

Интеллектуальные жилые здания позволяют повысить уровень комфорта при одновременном снижении эксплуатационных затрат в современном градостроительстве [24-25].

Несмотря на то, что процесс постройки «умных зданий» охватил все развитые страны, реализация проектов имеет отличия в Европе и России. Прежде всего это связано с разным ментальным подходом к этой проблеме.

В Европе предназначение отдается энергосбережению и только потом комфорту. Подход заключается в максимальной унификации.

Европейские проекты автоматизации частных домов и квартир готовит сам разработчик и производитель систем, установкой занимаются обычные, но квалифицированные монтажники, работающие строго по схеме.

В России для высокобюджетных проектов приоритет уделяется комфорту и имиджу, простейшей охранно-пожарной сигнализация, иногда с функцией GSM-оповещения (для минимальных бюджетов). Подход для таких проектов строго индивидуальный. В нашей стране установкой занимаются специалисты. Как правило, они работают со многими производителями систем автоматизации, это позволяет подбирать систему оптимально для решения поставленных задач. Эти же специалисты занимаются проектированием, продажей, монтажом, запуском и в дальнейшем обслуживанием клиентов построенного «умного дома».

Заключение

Цифровизация и компьютеризация промышленных и гражданских зданий является объективным процессом современного градостроения. Эти тенденции наиболее рельефно проявили себя в экономически развитых странах, в том числе и в России. Этот процесс идет эволюционно. Первоначально умными становятся отдельные здания. Затем эти «умные здания» объединяются в «умные кварталы» и в перспективе эти кварталы должны будут образовать «умные города» и агломерации. Техническую основу этого процесса составляет современное развитие компьютерных средств, которые специализируются именно на градостроительстве (АСУЗ). Структурно системы управления «умными зданиями» подразделяются на три уровня. На низшем уровне располагаются «умные элементы», такие как электродвигатели, розетки, выключатели, подводы воды, тепла и света с встроенными ЧИП. На втором уровне создаются подсистемы из этих «умных элементов» (электроснабжения, теплоснабжения, вентиляции, освещения, охраны). На третьем самом высоком этапе из «умных подсистем» создается интеллектуальная система управления самим зданием. В перспективе эти системы будут перерастать в интеллектуальные кварталы, города и агломерации. Процесс интеллектуализации в градостроительстве обусловлен в первую очередь экономически. Не смотря на дополнительные

капиталовложения, становится выгодно выделять средства на компьютеризацию, так как это существенно экономит затраты на эксплуатацию сложных сооружений. Особенность этого процесса заключается в том, что нельзя сделать интеллектуальными ста-

рые здания, изначально не приспособленные для этого процесса. Компьютеризацию и интеллектуализацию следует внедрять в новое строительство, которое составит будущее градостроения.

Литература

1. Ю.А. Табунщиков, М.М. Бродач, Н.В. Шилкин Энергоэффективные здания. –М.:АВОК–Прес.203. –200с.
2. Gandzha, S., Belonozhko, A. Development of Electrical Energy Storage Device Using Direct-Acting Fuel Cells Based on Methanol. Proceedings - 2018 International Ural Conference on Green Energy, UralCon 2018.– P. 248-252.
3. Sergey Gandzha. Dilshod Aminov, Bakhtiyor Kosimov, Rustam Nimatov, Azamdzhon Davlatov and Azamjon Mahmudov. Development of a concept of an energy-efficient house for an environmentally friendly settlement in the South Ural. International Scientific Conference on Energy, Environmental and Construction Engineering (EECE – 2019). Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University. 18 December 2019 St. Petersburg, Russia. DOI <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201914011009>
4. Богуславский Л. Д. Экономическая эффективность оптимизации уровня теплозащиты зданий. – М.: Стройиздат, 1981. – С. 102.
5. Бродач М. М. Изопериметрическая оптимизация солнечной энергоактивности зданий. – Гелиотехника 2, Ташкент, 1990. – С. 200.
6. Бродач М. М. Энергетический паспорт зданий – АВОК, 1993, № 1/2. – С.101.
7. Бродач М. М., Шилкин Н. В. Использование топливных элементов для энергообеспечения зданий. // АВОК. – 2004. – № 2. – С. 52. / № 3. – С. 52.
8. Бродач М. М., Шилкин Н. В. Многоэтажное энергоэффективное жилое здание в Нью-Йорке. // АВОК. – 2003. – № 4. – С. 38.
9. Бродач М. М., Шилкин Н. В. Оптимизация тепловой эффективности зданий // Сборник докладов восьмой научно–практической конференции (академические чтения) «Стены и фасады. Актуальные проблемы теплофизики». – М.: НИИСФ, 2003. – С. 191–196.
10. Васильев Г. П. Энергоэффективный жилой дом в Москве. // АВОК. – 1999. – № 4. – С. 4.
11. Васильев Г. П. Энергоэффективный экспериментальный жилой дом в микрорайоне Никулино–2. // АВОК. – 2002. – № 4. – С. 10–18.
12. Васильев Г. П., Крундышев Н. С. Энергоэффективная сельская школа в Ярославской области // АВОК, №5. 2002. – С. 22–26.
13. Гранев В. В., Табунщиков Ю. А., Наумов А. Л. Рейтинговая система оценки качества зданий // АВОК, 2010. №6 – С. 16–21.
14. Малахов М. А. Проект естественно-механической вентиляции жилого дома в Москве. // АВОК. – 2003. – № 3. – С. 28.
15. Малахов М. А. Системы естественно-механической вентиляции в жилых зданиях с теплым чердаком. // АВОК. – 2006. – № 7. – С. 8.
16. Молодкин С.А. Принципы формирования архитектуры энергоэффективных высотных зданий. Дис. канд.арх. Москва, 2007.–142 с.
17. Молчанов, В.М. Теоретические основы проектирования жилых зданий: Учеб пособие.- 2-е изд., перераб. и доп./В.М.Молчанов.- Ростов н/Д: «Феникс», 2003.– 240 с.
18. Новиков, В.А. Архитектурная организация сельской среды: Учеб. Пособие/В. А. Новиков.–М.:Архитектура. 2006.–376 с.
19. Нурмиев, Г.Н. Москва-энергоэффективный город/Г.Н.Нурмиев//Жилищное строительство.-2002.-№4.-С.26-28.
20. Оболенский Н.В. Архитектура и солнце.- М.: Стройиздат , 1988.– 207 с.
21. Огородников, И.А. Экодом — жилище XXI века//Архитектура и строительство России.- 1996.– № 910. – С. 14-15.
22. Огородников, И.А. Экодом в Сибири. Обзор литературы, оригинальные разра-

- ботки, рекомендации специалистов/ И.А. Огородников, О.Н. Макарова, Е.С. Дубынина. Исар-Сибирь, Новосибирск, 2000.– 89 с.
23. Онищенко, С.В. Автономная система энергоснабжения жилого дома// Жилищное строительство.–2008.– С.10-12.
24. Шабиев С.Г. Умное градостроительство- основа формирования уникального архитектурного облика г. Челябинска. – Наука ЮУрГУ [электронный ресурс]: материалы 70 научной конференции. Секция социально-гуманитарных наук. – Электрон. текст. дан. (Мб). Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – С. 12-16.
25. Spiridonov V. Yu. Shabiev S.G., Smart urban planning: modern technologies for sustainable territory development.– International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety (ICCATS 2020) IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 6- 12 September 2020, Sochi , Russian Federation. – Т.962. – № 032034. – 6 p.

References

1. Yu.A. Tabunshchikov, M.M. Brodach, N.V. Shilkin Energy-efficient buildings. –М.: AVOK–Pres.203. –200 p.
2. Ganzha S., Belonozhko A. Development of an electric energy storage device using direct-acting fuel cells based on methanol. Proceedings of the International Ural Conference on Green Energy 2018, UralCon 2018.– pp. 248-252.
3. Sergey Ganzha. Dilshod Aminov, Bakhtiyor Kosimov, Rustam Nimatov, Azamjon Davlatov and Azamjon Mahmudov. Development of the concept of an energy-efficient house for an ecologically clean village in the Southern Urals. International Scientific Conference on Energy, Environmental Protection and Construction (EECE – 2019). Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University. December 18, 2019 St. Petersburg, Russia. DOI <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201914011009>
4. Boguslavsky L. D. Economic efficiency of optimizing the level of thermal protection of buildings. – М.: Nauka, 1981. – 102 p.
5. Brodach M. M. Isoperimetric optimization of solar energy activity of buildings. – Helioelektronika 2, Tashkent, 1990. – 200 p.
6. Brodach M. M. Energy passport of buildings – AVOK, 1993, No. 1/2. – 101 p.
7. Brodach M. M., Shilkin N. V. The use of fuel cells for power supply of buildings. // AVOC. – 2004. – No. 2. – 52 p.
8. Brodach M. M., Shilkin N. V. Multi-storey energy-efficient residential building in New York. // AVOC. – 2003. – No. 4. – 38 p.
9. Brodach M. M., Shilkin N. V. Optimization of thermal efficiency of buildings // Collection of reports of the eighth scientific and practical conference (academic readings) “Walls and facades. Actual problems of thermophysics”. – М.: NIIEF, 2003. – pp. 191-196.
10. Vasiliev G. P. Energy-efficient residential building in Moscow. // AVOC. – 1999. – No. – pp. 4-6
11. Vasiliev G. P. Energy-efficient experimental residential building in the Nikulino-2 microdistrict. // AVOK. – 2002. – No. 4. – pp. 10-18.
12. Vasiliev G. P., Krundyshev N. S. Energy-efficient rural school in the Yaroslavl region // AVOK, No. 5. 2002. – pp. 22-26.
13. Granev V. V., Tabunshchikov Yu. A., Naumov A. L. Rating system for assessing the quality of buildings // AVOK, 2010. No.6 – pp. 16-21.
14. Malakhov M. A. Project of natural mechanical ventilation of a residential building in Moscow. // AVOC. - 2003. – No. 3. – p. 28.
15. Malakhov M. A. Systems of natural mechanical ventilation in residential buildings with a warm attic. // AVOK. – 2006. – No. 7. – p. 8.
16. Molodkin S.A. Principles of formation of architecture of energy-efficient high-rise buildings. Dis. Candidate of Architecture. Moscow, 2007. pp. – 141-142 .
17. Molchanov, V.M. Theoretical foundations of the design of residential buildings: Textbook.– 2nd ed., reprint. and additional/V.M.Molchanov.– Rostov n/A: “Phoenix”, 2003.– 240 p.
18. Novikov, V.A. Architectural organization of rural environment: Studies. Poso-bie/V. A.Novikov.– М.:Architecture. 2006.– p. 376 .

19. Nurmiev, G.N. Moscow-an energy-efficient city/G.N.Nurmiev//Housing construction.– 2002. –No.4. – pp. 26-28.
20. Obolensky N.V. Architecture and the sun.- Moscow: Stroyizdat , 1988.– 207 p.
21. Ogorodnikov, I.A. Eco– house-housing of the XXI century//Architecture and construction of Russia.– 1996.– No. 910.– pp. 14-15.
22. Ogorodnikov, I.A. Eco-house in Siberia. Literature review, original developments, recommendations of specialists/ I.A. Ogorodnikov, O.N. Makarova, E.S. Dubynina. Isar-Siberia, Novosibirsk, 2000.– 89 p.
23. Onishchenko, S.V. Autonomous power supply system of a residential building// Housing construction.–2008.– pp.10-12.
24. Shabiev S.G. Smart urban planning is the basis for the formation of a unique architectural appearance of Chelyabinsk.– SUSU Science [electronic resource]: materials of the 70th scientific conference. Section of Social and Humanitarian Sciences. – Electron. text. dan. (Mb). Chelyabinsk: SUSU Publishing Center, 2020. – pp. 12-16.
25. Spiridonov V. Yu., Shabiev S.G., Smart urban planning: modern technologies of sustainable development of territories.– International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety (ICCATS 2020) IOP Conference Series: Materials Science and Engineering September 6-12, 2020, Sochi, Russian Federation. – Vol.962. – № 032034. – 6 p.

Ганджа С.А.,

заведующий кафедрой «Теоретические основы электротехники», Энергетический факультет, Политехнический институт, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия. E-mail: gandzhasa@susu.ru

Gandzha S. A.,

head of Department “Theoretical Foundations of Electrical Engineering”, Faculty of Power Engineering, Polytechnic Institute, South Ural State University, c. Chelyabinsk, Russia. E-mail: gandzhasa@susu.ru

Шабиев С.Г.,

заведующий кафедрой «Архитектура», Архитектурно-строительный институт, доктор архитектуры, профессор, г. Челябинск, Россия. E-mail: shabievsg@susu.ru

Shabiev S.G.,

head of the Department of Architecture, Institute of Architecture and Civil Engineering, Doctor of Architecture, Professor, c. Chelyabinsk, Russia. E-mail: shabievsg@susu.ru

Поступила в редакцию 20.05.2022