

УДК 621.3

Хабибуллин Ю.Х. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: a0an@mail.ru

Барышева О.Б. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: obbars@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Развитие альтернативной комплексной диспетчеризации энергонасыщенных зданий

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследования – выявить недостатки в действующих, в настоящее время, системах индивидуального учета и диспетчеризации энергоресурсов на объектах жилищно-коммунального хозяйства, и создать оптимизированную систему мониторинга и контроля эксплуатационных качеств энергонасыщенных зданий и объектов ЖКХ, с использованием современных средств, и программного обеспечения.

Результаты. Основные результаты исследования состоят в создании альтернативной системы комплексной диспетчеризации энергонасыщенных объектов ЖКХ, которая позволяет сократить финансовые расходы, благодаря мониторингу и контролю в процессе эксплуатации зданий.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в повышении эффективности системы мониторинга и эксплуатационных качеств. Это ведет к повышению общей надежности функционирования инженерных систем на предприятиях коммунального хозяйства.

Ключевые слова: унифицированные модули, автоматизированная система, энергоресурсы, тепло, мониторинг.

В зданиях с хорошо развитой инфраструктурой действуют сложные и дорогие инженерно-технические комплексы. Необходимым условием эффективного использования и функционирования средств, которые обеспечивают жизнедеятельность инфраструктуры здания, является управление и контроль инженерным оборудованием. Но даже современные системы диспетчеризации зданий не обеспечивают контролирование за оборудованием в полном объеме.

Рассмотрена интеллектуальная система индивидуального учета энергоресурсов в зданиях и сооружениях. Технической основой системы индивидуального учета и диспетчеризации энергетических ресурсов в объектах ЖКХ является оборудование для учета потребления энергоносителей, включающего первичные датчики потребления электроэнергии, природного газа, холодной и горячей воды и т.д., исполнительные устройства, которые обеспечивают передачу данных через интернет на сервер центра обработки информации, причем оборудования первичного учета и устройства передачи данных, объединены в общую локальную проводную сеть с использованием сервера, которые функционируют с консольным приложением и дают возможность сбора и хранения первичной информации, настройки и управления оборудованием учета расхода энергоносителей и двустороннего обмена информацией с сервером центра обработки данных.

Эта система основана на унифицированных модулях с единой элементной базой.

Согласно «Энергетической стратегии России за период до 2020 года», утвержденной распоряжением Правительства РФ № 1234-р от 28.03.2003 г. экономия энергетических ресурсов – это одно из важнейших направлений в стратегии России [1, 2]. Устойчивое развитие страны невозможно без детальной проработки отдельных аспектов энергетической политики. Основным фактором нерациональных затрат являются потери энергии при транспортировке ее от поставщика к потребителю, что неизбежно вызывает качественно новые требования к измерению, учету, контролю и управлению энергетическими ресурсами.

Повышение энергоэффективности теплоснабжения потребителей является максимально возможным приближением источника тепла к потребителю с целью уменьшения потерь тепла при транспортировке путем устройства следующих объектов:

- пристроенных, встроенных и крышных автоматизированных котельных;
- организацией системы диспетчеризации, управления и учета производства и потребления тепловой энергии.

Используя современные технологии, человечество переведет систему теплоснабжения на качественно новый уровень интеллектуальных систем, но это в будущем.

На данный момент потери тепловой энергии при транспортировке велики иногда доходят до 40-60 %, что естественно бьет по карману физических лиц, прежде всего.

На рис. 1 показано как на локальном участке производства происходят потери тепловой энергии при нормальной работе.

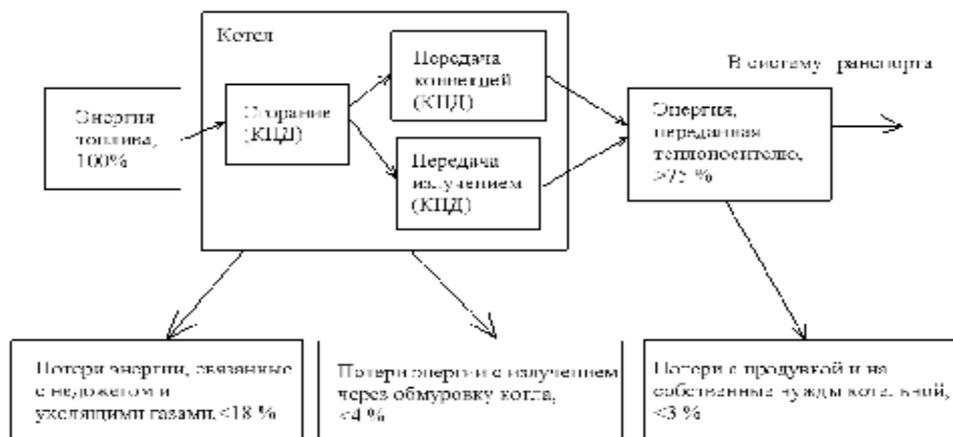


Рис. 1. Потери тепловой энергии на локальном участке производстве

Авторами проведен анализ потерь тепловой энергии, который представлен на рис. 2.

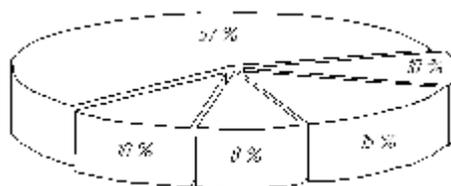


Рис. 2. Классификация потерь тепловой энергии: 57 % – полезно используемое тепло; 10 % – потери тепла при потреблении; 8 % – потери тепла на регулирование; 15 % – потери тепла при транспортировке; 10 % – потери тепла на источнике

Из рис. 2 видно, что полезно используемое тепло занимает всего 57 %, средние потери при транспортировке – 15 %, и далее, практически в равной пропорции находятся потери энергии при потреблении, потери на источники по 10 % и чуть меньше потери на регулирование – 8 %. В процессе регулирования также происходит потеря тепла, т.к. этот процесс зависит от используемого оборудования и его срока службы. Бывает, когда старое оборудование просто срывает и происходит аварийная ситуация, в результате которой происходит утечка тепла.

В конце 2010 года была утверждена Государственная программа РФ № 2446-р от 27.12.2010 г. «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года».

Программа разрабатывалась для повышения финансовой устойчивости, конкурентоспособности, экологической и энергетической безопасности российских предприятий.

Она также предусматривает снижение энергопотребления, повышения энергетической эффективности за счет модернизации, технологического развития и рационального использования энергетических ресурсов.

Благодаря этой программе можно добиться снижения энергоемкости валового внутреннего продукта на 40 % к 2020 году [3, 4].

Общепринятые до недавнего времени заключения подразумевают автоматизацию только местных инженерных систем объекта, а, не рассматривая автоматизацию объекта в целом. Крупные объекты состоят из множества локальных инженерных систем, которые решают задачи по обеспечению жизнедеятельности объекта, а также технологические процессы в подразделениях, находящихся на объекте. Численность таких систем увеличивается из года в год. Проверка состояния и совершенствование этих систем выполняется экстенсивно, способ наблюдения системы производится специфическим оборудованием для каждой из них. В качестве связи инженерной единицы с постом используется кабельная проводка. Многие системы вовсе не имеют средств мониторинга и централизованного контроля, измерения и управления. Каждая из этих подсистем мониторинга выполняет ограниченные местные задачи автоматизации и диспетчеризации соответствующей инженерной системы. Анализируя системы, которые действуют на сегодняшний день можно понять, что такие решения имеют нижеперечисленные недостатки: недостаток данных у служб эксплуатации; недостаток данных у эксплуатационных служб; отсутствие связи у различных инженерных единиц в системе мониторинга; уменьшение общих показателей надежности процесса; использование технических средств, сильно изживших себя; недоступность запасного оборудования серийного производства; большие затраты на эксплуатацию; продолжительное время реакции на неисправность оборудования, также на восстановление ее работоспособности; не принятие мер по увеличению долговечности системы; невозможность автоматического управления; отсутствие дистанционной передачи данных в эксплуатационные службы здания, и как следствие ограниченные возможности диспетчерской связи.

Дорогие и сложные инженерно-технические комплексы работают в основном в энергоемких зданиях с развитой инфраструктурой. Важным условием эффективного использования и функционирования объектов, обеспечивающих жизнедеятельность строительной инфраструктуры, является контроль и управление инженерным оборудованием. Существующие системы диспетчеризации зданий не обеспечивают контроль оборудования в необходимом количестве и базируются, как правило, на элементной базе с низкой надежностью, что не дает анализа состояния оборудования и прогнозирования отказов.

Массовое использование приборов учета, безусловно, является необходимым, но недостаточным условием достоверности расходования энергоресурсов. Монтаж приборов учета рассредоточенных территориально не допускает осуществление мониторинга текущих показаний и ограничивается центром обработки информации. Число пользователей центра обработки данных ограничено. Пользователями являются службы жилищно-коммунального хозяйства и индивидуальные потребители [5, 6].

Поэтому весьма актуальной становится задача создания системы, которая бы сделала возможным объединение локальных узлов учета в единый измерительно-информационный комплекс для единовременного, непрерывного автоматизированного контроля над технологическими процессами получения, транспортировки и потребления энергоресурсов, а также для коммерческих отношений между производителями и потребителями ресурсов.

Система комплексного учета энергоресурсов включает в себя не только систему учета электропотребления, но и учет расхода холодной воды и газа, а также расхода горячей воды в сетях отопления и горячего водоснабжения.

Такие системы удобно рассматривать в виде модели трехуровневой модели [7, 8]:

1. уровень датчиков;
2. уровень передачи данных;
3. уровень серверов.

В этой модели основная информация передается с первого на третий уровень.

На первом уровне расположены локальные узлы учета, которые выполняют первичную обработку данных (потребление электроэнергии, природного газа, холодной и горячей воды и т.д.).

Второй уровень определяет канал формата информационных обменов, способ передачи информации от приборов учета.

На третьем уровне производится хранение, обработка и анализ данных, полученных с помощью приборов учета. С этого уровня пользователи могут получать информацию о потреблении энергетических ресурсов, как отдельными объектами, так и всей рассматриваемой инфраструктурой.

Введение системы комплексного учета энергоресурсов имеет много достоинств по сравнению с использованием отдельных систем для каждого видов ресурсов. Прежде всего, это более экономный вариант за счет применения единой инфраструктуры сбора данных от приборов учета различных конкретных энергоносителей.

Кроме того, комплексная система имеет следующие эксплуатационные преимущества, представленные в табл.

Таблица

Эксплуатационные преимущества комплексной системы

Преимущества	Описание
Актуальность	Комплексная система позволяет контролировать потребление энергоресурсов в режиме on-line. Также обеспечивается накопление информации за предыдущие периоды для последующего изучения и анализа. Для последующего изучения и анализа можно использовать данные за предыдущие периоды.
Высокая информативность	Система комплексного учета энергоресурсов обеспечивает возможность получения данных о потреблении как отдельных компонентов, так и целой группы абонентов. Ко всему прочему обеспечивается возможность контроля показаний счетчиков энергетических ресурсов различного вида (электроэнергии, отопления, холодной и горячей воды, газа и т.д.).
Автоматизация	Полная автоматизация процесса сбора информации, что очень важно для групп абонентов со сложной структурой и огромным количеством приборов учета потребления энергетических ресурсов.
Точность	Высокая точность и достоверность получаемых данных о потреблении.

Исходя из этих преимуществ, комплексный учет энергоресурсов является более удобным в эксплуатации.

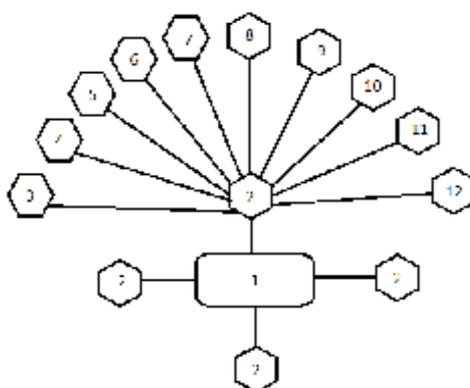


Рис. 3. Структурная схема комплексной системы по снижению энергопотребления:

1 – центральный диспетчерский пункт; 2 – локальные диспетчерские пункты; 3 – средства управления и контроля; 4 – оборудование электроснабжения, со средством контроля оборудования канализации, водоснабжения и теплоснабжения; 5 – средства контроля элементов пожарной безопасности; 6 – средства связи и вещания; 7 – информационно-справочная служба; 8 – средства контроля и управления; 9 – система кабельных магистралей, средства контроля и управления систем технической безопасности; 10 – средства управления и контроля лифтами; 11 – средства управления и контроля системой вентиляции; 12 – средства контроля состояния целостности зданий и сооружений

Система позволяет также организовывать реально результативный контроль энергопотребления. Это помогает обнаруживать слабые места и находить новые возможности для экономии энергетических ресурсов.

Известна комплексная система инженерного обеспечения, автоматизированного управления и электропитания [9]. На рис. 3 показана структура этой системы.

Известна также система учета, контроля и управления энергетическими ресурсами в ЖКХ [10].

Система включает в себя:

- первичные измерительные преобразователи расхода электроэнергии, газа, тепловой энергии и воды, которые снабжены устройствами отображения информации в виде ЖК индикатора;

- модулей контроля температуры;

- охранно-пожарной сигнализации измерения относительной влажности;

- первичных преобразователей сигналов от этих устройств.

Данная система снабжена:

- микропроцессорным счетчиком-вычислителем;

- ЖК-индикатором;

- счетчиком-вычислителем;

- устройством сбора, передачи и хранения информации;

- ЦОИ – это центром обработки информации;

- ЛВС – это локальной вычислительной сетью;

- ПО – это программным обеспечением;

- модулями принудительного отключения подачи энергоносителя;

- центр обработки информации связан с охраной, аварийно-ремонтными подразделениями и т.д.;

- радиосвязью.

Данная система имеет ограниченные функциональные возможности, которая выражается только в ограничении энергопотребления за счет дистанционной остановки при превышении лимита энергопотребления и возможности точечного отключения при возникновении аварийных ситуаций.

Авторы предлагают систему мониторинга и контроля потребления ресурсов, которая состоит из: объекта с оборудованием для первичного учета потребления энергии, устройства для передачи данных об используемых ресурсах на сервер центра обработки данных через интернет и устройств для передачи информации из первичного оборудования для контроля и учета объектов объединяется в общую для всех типов ресурсов локальную проводную сеть с использованием сервера, работающего с консольным приложением, и возможность сбора и хранения первичной информации, настройки и управление оборудованием учета потребления энергии и двустороннего обмена данными с сервером центра обработки информации и графическими интерфейсами для просмотра информации об энергопотреблении на объектах системы в реальном времени отдельными потребителями и пользователями центра обработки информации. Эта система основана на унифицированных модулях с единой электронной базой данных.

Конфигурация такой системы учета и контроля данных может быть изменена и расширена за счет включения в нее новых модулей и замены некоторых элементов другими без остановки всей системы.

Система включает диспетчерский комплекс аппаратно-программного обеспечения, состоящий из набора аппаратного и программного обеспечения, которые совместно работают для мониторинга и мониторинга потребления энергоресурсов, например, в виде тепла, электричества, горячей и холодной воды и природного газа. Аппаратное обеспечение включает в себя оборудование для измерения расхода, по меньшей мере один из энергоносителей.

Оборудование для учета потребления энергоносителей включает первичный датчик энергоносителя, устройства сбора и передачи данных по встроенным устройствам сбора и передачи данных. Данные с подключенного устройства через локальную сеть передаются на усилитель, а затем на сервер центра обработки информации, где

пользователи (администратор, диспетчер, потребитель и т.д.) могут запросить соответствующую информацию.

Построение системы комплексного учёта энергоресурсов должно обязательно сопровождаться мероприятиями, связанными с обеспечением информационной безопасности передаваемых и обрабатываемых данных. Под информационной безопасностью понимается защищенность информации от следующих факторов [10]:

- преднамеренных воздействий, которые нарушают целостность сообщений с целью несанкционированного перехвата и ознакомления с информацией, а также навязывания потребителю фальшивых сообщений;
- случайных воздействий, в результате которых возможны сбои в работе аппаратуры, помехи в камерах связи и т.д.;

Определение, анализ и классификация допустимых угроз является одним из важнейших факторов обеспечения информационной безопасности системы комплексного учета энергоресурсов. Основой для проведения анализа риска и выражения требований к системе защиты является полный список всех угроз и оценка вероятности их реализации.

Изучая информационные потоки в системе комплексного учета энергоресурсов, можно выделить участки, наиболее слабые с точки зрения информационной безопасности.

Проведем анализ следующих участков передачи информации:

1. от первичного датчика до прибора учёта;
2. от прибора учёта до микропроцессорного счетчика-вычислителя;
3. от счётчика-вычислителя до устройства сбора, хранения и передачи данных;
4. от устройства сбора, хранения и передачи данных до сервера центра обработки информации;
5. сервера до внешних пользователей системы.

Участок 1. Здесь возможные угрозы, связанные со следующими негативными моментами:

- искажение информации, поступающей с первичного датчика до прибора учета (неверная установка, нарушение изоляции проводников и даже их обрыв);
- разукomплектование или хищение датчиков и приборов учёта с целью получения материальной выгоды;
- искажение настроек приборов учёта.

Вариантом решения проблем является ограничение доступа в конкретное помещение, установка ограждений в местах установки приборов учета.

Известно [10], что примерно 80 % угроз для любой информируемой системы исходят от действующих или бывших сотрудников данной организации. Поэтому необходимо обязательно опечатывать приборы учёта и блокировать их служебные функции для предотвращения доступа к системным настройкам.

Участок 2. Поскольку счётчик-вычислитель предполагается устанавливать в непосредственной близости от приборов учёта, то все негативные моменты, характерные для первого участка, должны быть перенесены на участок 2.

При подключении квартирных приборов учёта счётчик-вычислитель устанавливается в распределительном щитке. И хотя несанкционированный доступ к счетчику-вычислителю приведёт к включению аварийного сигнала на персональном компьютере диспетчера, не исключена возможность искажения сигнала злоумышленником. Поэтому необходимо предусмотреть контрольные сверки показаний приборов учёта с информацией в системе комплексного учёта энергоресурсов с интервалом не менее 1 раза в год, а в случае включения аварийного сигнала – непосредственно по каждому случаю.

Участок 3. С точки зрения информационной безопасности весьма уязвим вследствие своей протяжённости. Искажение информации можно предотвратить, применяя при передаче контрольные цифры, а конфиденциальность – путём шифрования данных.

Безопасность информации, передаваемой на участке 4, может быть обеспечена использованием стандартных средств. Например, возможно программно реализовать в приложениях поддержку протокола SSL или применить другие программно-аппаратные средства защиты информации при передаче ее по открытым компьютерным сетям. Персональный компьютер диспетчера также должен соответствовать хорошему уровню

безопасности. Кроме того, нежелательно объединять персональные компьютеры объединённой диспетчерской службы на основе открытых сетей общего пользования (локальные городские сети доступа в интернет) вследствие невысокой надежности этих сетей и повышенной вирусной активности.

Участок 5 по стенке уязвимости аналогичен участку 4, с учётом того, что обмен информацией происходит по открытым каналам связи (с использованием интернета), что устанавливает высокие требования к идентификации, аутентификации удалённых пользователей. Естественно, следует максимально ограничить список доступных им функций по управлению системой. Также для обеспечения необходимого уровня информационной безопасности возможно применение виртуальных частных сетей.

В итоге, авторы выявили недостатки в действующих в настоящее время системах индивидуального учета и диспетчеризации энергоресурсов на объектах ЖКХ и создали альтернативную систему мониторинга и эксплуатационных качеств энергонасыщенных зданий жилищно-коммунального хозяйства.

На рис. 4 видно, что в реальном времени с каждым годом растут потери энергии при транспортировке энергии. Это связано с изнашиванием, например, трубопроводов. Во втором же случае, наоборот, с каждым годом идет уменьшение потерь энергии, т.к. системы контроля и мониторинга совершенствуются.

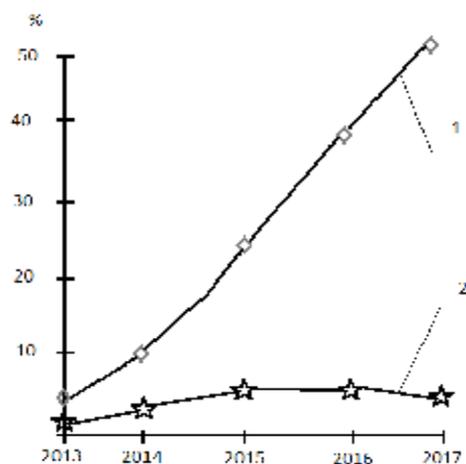


Рис. 4. Зависимости потерь энергии при транспортировке в реальном времени и с использованием системы мониторинга и контроля потребления ресурсов:
1 – потери в реальном времени; 2 – потери энергии с использованием системы мониторинга и контроля потребления ресурсов

В заключении можно сказать, что авторами предложена система мониторинга и контроля потребления энергоресурсов на унифицированных модулях с единой элементной базой. Данная система позволяет существенно уменьшить потери тепла при транспортировке, регулировании, потерях на источнике и потерях энергии при потреблении.

Список библиографических ссылок

1. Сибикин Ю. Д., Сибикин М. Ю. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. М. : Лабиринт, 2017. 240 с.
2. Данилов О. П. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. М. : МЭИ, 2011. 424 с.
3. Кашкаров А. П., Мовчан Д. А. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции. М. : Лабиринт, 2012. 144 с.
4. Волков А. А. Интеллект зданий: формула // Промышленное и гражданское строительство, 2012, № 3. С. 54–57.
5. Global Energy Assessment Towards a Sustainable Future, IIASA, Austria, 2012.
6. Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU. Lessons from the ODYSSEE MURE project. Ademe, September, 2012.

7. IEA, The Energy Efficiency Market. Report, 2014.
8. Garyaeva V. & Garyaev N. Interpreted Assessment of the Technical condition of the Housing Project on the Basic of Computer Technology. Computer in Civil and Building Engineering, 2014. P. 1336–1343.
9. Комплексная система инженерного обеспечения, автоматизированного управления, связи и электропитания (КСИАС) : пат. 2445693 Рос. Федерация. № 2009121284/02 ; заявл. 05.10.10 ; опубл. 20.03.12, Бюл. № 11. 7 с.
10. Примак Л. В., Чернышев Л. Н. Энергосбережение в ЖКХ. М. : Академический проект, 2011. 622 с.

Khabibullin Iu.Kh. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: a0an@mail.ru

Barysheva O.B. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: obbars@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Development of alternative integrated dispatching of energy-saturated buildings

Abstract

Problem statement. The purpose of the study is to identify shortcomings in the currently functioning systems of individual metering and dispatching of energy resources at housing and utilities facilities and to create an optimized system for monitoring and controlling the performance of energy-saturated buildings and utilities using modern facilities and software.

Results. The main results of the research are the creation of an alternative system for the integrated dispatching of energy-saturated housing and communal services, which allows reducing financial costs, thanks to monitoring and control during the operation of buildings.

Conclusions. The significance of the results obtained for the construction industry is to increase the efficiency of the monitoring system and performance. This leads to an increase in the overall reliability of the functioning of engineering systems in utilities.

Keywords: Unified modules, automated system, energy resources, heat, monitoring.

References

1. Sibikin Yu. D., Sibikin M. Yu. Non-traditional and renewable energy sources. M. : Labirint, 2017. 240 p.
2. Danilov O. P. Energy saving in heat power engineering and heat technologies. M. : MEI, 2011. 424 p.
3. Kashkarov A. P., Movchan D. A. Wind turbines, solar panels and other useful structures. M. : Labyrinth, 2012. 144 p.
4. Volkov A. A. Intelligence of buildings: the formula // Industrial and civil construction, 2012, № 3. P. 54–57.
5. Global Energy Assessment Towards a Sustainable Future, IIASA, Austria, 2012.
6. Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU. Lessons from the ODYSSEE MURE project. Ademe, September, 2012.
7. IEA, The Energy Efficiency Market. Report, 2014.
8. Garyaeva V. & Garyaev N. Interpreted Assessment of the Technical condition of the Housing Project on the Basic of Computer Technology. Computer in Civil and Building Engineering, 2014. P. 1336–1343.
9. Integrated system of engineering support, automated control, communication and power supply (KSIA): patent 2445693 of the Rus. Federation. № 2009121284/02; decl. 05.10.10; publ. 20.03.12, Bull. in № 11. 7 p.
10. Primak L. V., Chernyshev L. N. Energy saving in housing and communal services. M. : Academic Project, 2011. 622 p.