
БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА

УДК 332.87: 65.011.56

МОДЕЛЬ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА КАК КОМПОНЕНТА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УСТРОЙСТВ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Попов А.А.

Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова

E-mail: popov.aa@rea.ru, a1710p@mail.ru

В статье обсуждается формирование единого информационного пространства жилищно-коммунального хозяйства с использованием устройств Интернета вещей. Информационные системы предприятий, использующих устройства Интернета вещей, неизбежно будут работать одновременно с информационными системами других предприятий с более низкой автоматизацией. Разработана модель информационного пространства на основе платформы Tibbo AggreGate. Единое информационное пространство, в том числе сформированное с использованием устройств Интернета вещей, не гарантирует успешное управление жилищно-коммунальным хозяйством.

Ключевые слова: Интернет вещей, жилищно-коммунальное хозяйство, единое информационное пространство, информационная система, управление, модель, база данных, платформа Tibbo AggreGate.

MODEL OF SINGLE INFORMATION SPACE AS A CONTROL COMPONENT OF HOUSING AND UTILITIES MANAGEMENT WHEN USING DEVICES OF INTERNET OF THINGS

Popov A.A.

Plekhanov Russian University of Economics

E-mail: popov.aa@rea.ru, a1710p@mail.ru

The article discusses formation of the single information space of housing and utilities when using devices of the Internet of things. Information systems of the enterprises, using devices of the Internet of things, will inevitably operate simultaneously with information systems of other enterprises with lower automation. A model of information space on the basis of Tibbo AggreGate platform is developed. Single information space, including the one formed with the use of the devices of the Internet of things, does not guarantee effective housing and utilities management.

Keywords: Internet of things, housing and utilities, single information space, information system, management, model, database, Tibbo AggreGate platform.

ВВЕДЕНИЕ

Для формирования ЕИП ЖКХ – своеобразной «информационной вертикали» от жильцов до федеральных органов власти [16] предназначена Государственная информационная система ЖКХ (ГИС ЖКХ). В настоящее время все чаще возникает вопрос об использовании технологий Интернета вещей (ИВ) в управлении ЖКХ. Внедрение технологий ИВ в управление ЖКХ соответствует требованиям Федерального закона от 21 июля 2014 г. № 209-ФЗ «О государственной информационной системе жилищно-коммунального хозяйства» (принципы создания, эксплуатации и модернизации ГИС ЖКХ, требования к ГИС ЖКХ, виды информации, размещаемой в ГИС ЖКХ).

Анализ публикаций показывает, что отсутствует единый подход к формированию ЕИП ЖКХ с использованием устройств ИВ. С одной стороны, существуют точки зрения о формировании ЕИП ЖКХ, излагаемые представителями фирм-разработчиков устройств ИВ и программного обеспечения [10, 26]. Каждый производитель предлагает «свои» устройства и среды разработки программных приложений для них (например, среда разработки EnOcean DolphinStudio [26]). При этом устройства могут быть не совместимы с устройствами других производителей [7, 8]. В таких публикациях практически не рассматривается возможность использования интеграционных платформ, с помощью которых может осуществляться взаимодействие устройств ИВ от разных производителей. С другой стороны, точки зрения сотрудников профильных министерств и организаций, осуществляющих внедрение ИВ в ЖКХ [14, 21, 24, 25]. Внедрение информационных систем (ИС) на основе ИВ в ЖКХ РФ пока что ведется не системно, а отдельными «организациями-энтузиастами» [14, 24]. Например, оператор сотовой связи «МегаФон» совместно с Huawei планирует развертывать ИВ на базе стандарта Narrow Band IoT (NB-IoT), который может стать основным для LPWAN (Low-power Wide-area Network – энергоэффективная сеть дальнего радиуса действия) для ИВ. При этом кроме NB-IoT существует целый ряд других решений (например, на основе технологии LoRaWAN или «Стриж» [23]), которые имеют уже отдельные внедрения в ЖКХ, но в ограниченном масштабе (офис, отдельное здание, жилой дом, отдельная квартира). Представители организаций, осуществляющие «цифровизацию» ЖКХ, в том числе с помощью ИВ, отмечают, что процесс «цифровизации» проходит очень медленно (мало стимулов для внедрения у ресурсоснабжающих организаций и дороговизна внедрения для населения). Предварительные расчеты показывают, что только установка интеллектуальных приборов учета электроэнергии во всех квартирах многоквартирных домов в РФ обойдется в сумму около 400 млрд руб. В случае перекладывания таких затрат на жильцов многоквартирных домов (МКД) процесс «цифровизации» ЖКХ будет очень долгим или вовсе потерпит провал. Поэтому внедрение устройств ИВ в ЖКХ может произойти только в случае частных инвестиций или новых механизмов финансирования, которые будут выгодны для жильцов МКД. С третьей стороны – вопросы использования устройств ИВ для формирования ЕИП ЖКХ, рассматриваемые научным сообществом [4, 6–10, 16–18]. В данных работах анализируются функциональные

возможности устройств ИВ, которые могут быть использованы для управления ЖКХ (платформа Wzzard, устройства Waspnote, EnOcean, «Стриж»). Также рассматриваются подходы к созданию стандартов, возможности по созданию банка унифицированных программных интерфейсов (API), обеспечивающих единообразные условия взаимодействия устройств ИВ от различных производителей для ЕИП «Умного» города». Отмечено, что без разработки стандартов взаимодействия устройств ИВ или каталогов стандартных API работа ИС, использующих устройства ИВ от разных производителей, будет невозможна или сильно затруднена.

Таким образом, в настоящий момент ЖКХ не может сразу целиком перейти на использование устройств ИВ. Информационные системы организаций по управлению ЖКХ (ОУ ЖКХ) с использованием устройств ИВ обязательно будут работать одновременно с ИС более низкого уровня. Поэтому необходимо определить, каким образом будут взаимодействовать информационные пространства ОУ ЖКХ, построенные на основе устройств ИВ, с информационными пространствами ОУ ЖКХ, не использующих устройства ИВ.

1. МОДЕЛЬ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ЖКХ С УЧЕТОМ ТИПИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЖКХ

В настоящий момент для управления ЖКХ в России в ОУ ЖКХ «верхнего» и «нижнего» уровней используется «зоопарк» ИС, состоящий из нескольких (четырех) типов ИС [10]. Следует отметить, что сама ГИС ЖКХ в соответствии с [10] относится к типу «3+» ИС, предоставляющей абонентам возможность работы с данными и сервисами по их обработке через веб-интерфейс. При этом хранение данных о работе ЖКХ, их обработка с помощью информационных сервисов осуществляются непосредственно в одной или нескольких ОУ ЖКХ «верхнего» уровня.

К ОУ ЖКХ «верхнего» уровня относятся муниципальные, городские, региональные, государственные органы власти, организаций, контролирующих платежи в ЖКХ и расчетных центров различного типа (МФЦ, РКЦ, ЕИРЦ и др.), а также организаций по надзору за состоянием МКД и проведению их капитальных ремонтов и т.д. К ОУ ЖКХ «нижнего» уровня относятся ТСЖ, управляющие компании ЖКХ, жилищно-эксплуатационные управления, жилищно-эксплуатационные управляющие компании, жилищно-эксплуатационные конторы, дирекции по эксплуатации зданий, коммунальные сервисные компании, ресурсоснабжающие организации и т.д.

Несмотря на активное внедрение ГИС ЖКХ и активную интеграцию уже существующих ИС с ГИС ЖКХ, достичь формирования полноценного ЕИП ЖКХ в масштабах Российской Федерации пока что не удалось. Наличие полноценного ЕИП ЖКХ предполагает доступ к любому виду информации (с учетом прав доступа) по «информационной вертикали» от жильцов до федеральных органов власти в соответствии с законом «О государственной информационной системе жилищно-коммунального хозяйства». Процесс формирования ЕИП ЖКХ за счет интеграции ГИС ЖКХ с

другими ИС может усложниться вследствие того, что в сфере ЖКХ может начаться использование ИС нового (пятого) типа [10] на базе устройств ИВ. Такие ИС характеризуются следующими особенностями [6, 18]:

- к ИС может подключиться любой абонент, участвующий в управлении ЖКХ (в том числе и устройства ИВ);
- каждый абонент, в том числе устройство ИВ, имеет IP-адрес;
- данные о функционировании ЖКХ хранятся в ЦОДах, которыми управляет либо провайдер, либо ОУ ЖКХ «верхнего» уровня;
- сети передачи данных (беспроводные, проводные сети, смешанные) обеспечивают устойчивую связь между абонентами;
- для взаимодействия абонентов, в том числе устройств ИВ, используются API;
- любой абонент (в соответствии с правами доступа), в том числе устройство ИВ, обладает возможностью самостоятельного подключения для доступа к данным;

– обработка данных о функционировании ОУ ЖКХ может осуществляться непосредственно на некоторых устройствах ИВ за счет их собственных вычислительных возможностей и возможностей по хранению данных.

Модель ЕИП ЖКХ (с учетом возможности подключения ИС с использованием устройств ИВ) представлена на рис. 1. При этом на настоящий момент времени ИС 5-го типа, как и ИС других типов (не использующих устройства ИВ), должны выполнять функции по получению, хранению, аналитической обработке и отображению следующей информации в соответствии с законом «О государственной информационной системе жилищно-коммунального хозяйства»:

- о нормативах и тарифах поставок и потребления ресурсов, а также о их фактическом уровне потребления в ОУ ЖКХ и о стоимости поставок;
- о показаниях и настройках устройств, осуществляющих сбор информации о поставляемых и расходуемых ресурсах и жилищно-коммунальных услугах;
- о технических характеристиках и состоянии многоквартирных (жилых) домов и прочих объектов ОУ ЖКХ (в том числе сведения об энергоэффективности, готовности к отопительному сезону и т.д.);
- об объектах теплоснабжения, водоснабжения, водоотведения, газоснабжения, электроснабжения, находящихся в ОУ ЖКХ и используемых для предоставления жилищно-коммунальных услуг;
- о жильцах многоквартирных (жилых) домов в ОУ ЖКХ (в том числе сведения о субсидиях, льготах);
- о нормативах и тарифах, а также о фактическом состоянии работ по техническому обслуживанию и ремонту многоквартирных (жилых) домов и других объектов, а также их систем в ОУ ЖКХ;
- о нормативно-правовых актах различного уровня и документах, характеризующих деятельность ОУ ЖКХ (о способах управления МКД, о собраниях собственников и их итогах, договоры различного рода, прочая информация, подлежащая размещению в Интернете);
- об обращениях по вопросам функционирования ЖКХ и результатах их рассмотрения;

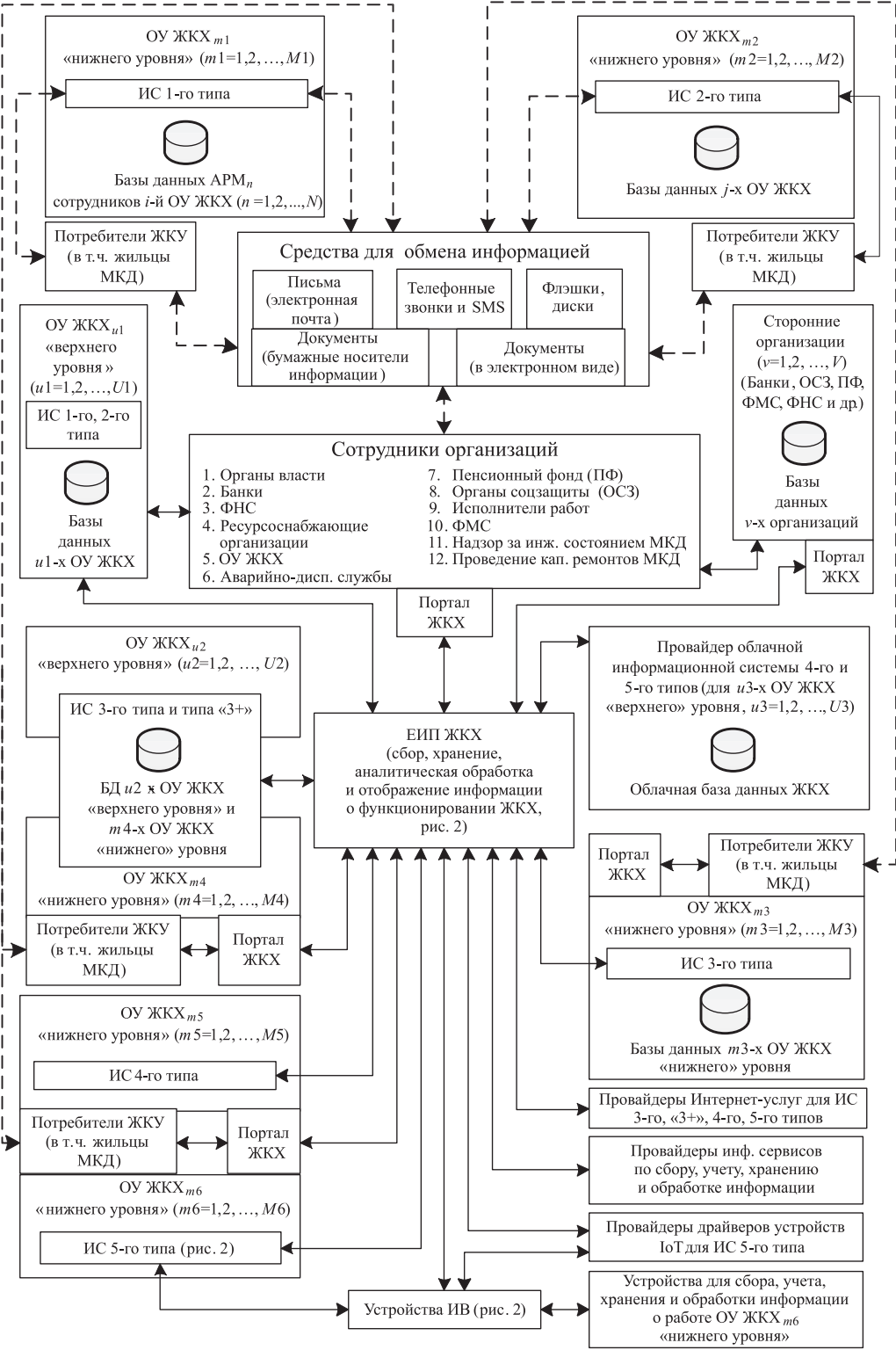


Рис. 1. Модель ЕИП ЖКХ с точки зрения типов ИС, используемых для управления ЖКХ

– о мероприятиях и их результатах в рамках различных программ (по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, по проведению капитального ремонта многоквартирных домов и переселению жильцов из аварийного жилья, по модернизации систем коммунальной инфраструктуры);

– о платежах за поставленные ресурсы, об оказанных жилищно-коммунальных услугах, о выполненных работах, а также о состоянии счетов жильцов и ОУ ЖКХ;

– о нормативах, стоимости, объеме, качестве поставляемых ресурсов и услуг и периодичности их предоставления жильцам и ОУ ЖКХ.

На рис. 1 перечисленные выше функции обозначены прямоугольником «ЕИП ЖКХ (сбор, хранение, аналитическая обработка и отображение информации о функционировании ЖКХ)». При этом использование ИС нового типа (как и ИС 4-го типа, использующих облачные технологии) предусматривает привлечение провайдеров облачных информационных сервисов. Кроме этого при использовании ИС 5-го типа требуется использование услуг провайдера информационных сервисов (появился термин «туманные» вычисления [11]) для взаимодействия устройств ИВ от различных производителей. В роли провайдеров таких сервисов могут выступать как ОУ ЖКХ «верхнего» уровня, так и сторонние организации. Также следует отметить, что ИС нового типа предоставляет в ЕИП ЖКХ только данные в соответствии с законом «О государственной информационной системе жилищно-коммунального хозяйства». При этом остальные данные, в том числе аналитические, полученные за счет использования устройств ИВ и характеризующие деятельность ОУ ЖКХ и потребителей ЖКУ, будут доступны только абонентам информационного пространства на уровне ОУ ЖКХ. Информация о деятельности ОУ ЖКХ, использующих ИС 1-го и 2-го типа [10], может вводиться «вручную» ЕИП ЖКХ сотрудниками ОУ ЖКХ «верхнего» и «нижнего уровня, сотрудниками сторонних организаций, а также потребителями жилищно-коммунальных услуг (ЖКУ), в том числе жильцами МКД с помощью средств для обмена информацией (без использования Интернет). Информация о деятельности ОУ ЖКХ, использующих ИС 3–5-го типов, также типа «3+», производятся сотрудниками ОУ ЖКХ «верхнего» и «нижнего» уровня, сотрудниками сторонних организаций и потребителями ЖКУ, в том числе жильцами МКД с использованием личных кабинетов на портале ЖКХ. При этом в случае необходимости обмен информацией между ОУ ЖКХ может производиться и «вручную» с помощью средств для обмена информацией (без использования Интернет).

Абонентами ЕИП ЖКХ, соответствующего приведенной на рис. 1 модели, являются:

- потребители ЖКУ (в том числе жильцы МКД);
- сотрудники («управленцы») ОУ ЖКХ «верхнего» и «нижнего» уровня;
- сотрудники («управленцы») сторонних организаций, не управляющих непосредственно ЖКХ, но взаимодействующих с ОУ ЖКХ по различным вопросам управления ЖКХ;
- провайдеры, предоставляющие услуги доступа к Интернету;

– провайдеры, предоставляющие услуги по доступу к информационным сервисам по сбору, хранению, отображению и аналитической обработке данных;

– провайдеры, предоставляющие доступ к информационным сервисам для взаимодействия устройств ИВ;

– устройства ИВ.

Для формирования ЕИП ЖКХ необходимы следующие компоненты [16, 22]:

1. Вычислительная сеть (проводная, беспроводная, гибридная).

2. Регистрирующие устройства (приборы) для сбора данных о результатах функционирования ЖКХ.

3. Базы данных (БД) и хранилища данных (ХД).

4. Программные приложения для автоматизации бизнес-процессов по управлению ЖКХ, для управления базами и хранилищами данных, для сбора данных с приборов учета и передачи их абонентам ЕИП, а также в БД и ХД, для аналитической обработки данных, для обеспечения информационно-справочного обслуживания абонентов, а также для обеспечения доступа абонентов к ЕИП ЖКХ.

На рис. 1 в качестве U_1 – обозначено количество ОУ ЖКХ «верхнего» уровня, использующих ИС 1-го и 2-го типов. В качестве U_2 обозначено количество ОУ ЖКХ «верхнего» уровня, использующих ИС 3-го типа и типа «3+». В качестве U_3 обозначено количество ОУ ЖКХ «верхнего» уровня, использующих ИС 4-го и 5-го типов. В качестве M_1 обозначено количество ОУ ЖКХ «нижнего» уровня, использующих ИС 1-го типа. В качестве M_2 обозначено количество ОУ ЖКХ «нижнего» уровня, использующих ИС 2-го типа. В качестве M_3 обозначено количество ОУ ЖКХ «нижнего» уровня, использующих ИС 3-го типа. В качестве M_4 обозначено количество ОУ ЖКХ «нижнего» уровня, использующих ИС типа «3+». В качестве M_5 обозначено количество ОУ ЖКХ «нижнего» уровня, использующих ИС 4-го типа. В качестве M_6 обозначено количество ОУ ЖКХ «нижнего» уровня, использующих ИС 5-го типа. В качестве V обозначено количество сторонних организаций.

На рис. 2 приведена модель ЕИП ЖКХ с точки зрения состава компонентов, являющаяся дополнением к модели, приведенной на рис. 1. Из рис. 1 видно, что существуют ОУ ЖКХ, взаимодействующие с сотрудниками других ОУ ЖКХ и других организаций, управляющих ЖКХ с помощью электронной почты, по телефону, социальных сетей, а также с помощью документов в бумажном и электронном виде (это характерно для ОУ ЖКХ, использующих ИС 1-го типа и части ОУ ЖКХ, использующих ИС 2-го типа). Такой обмен информацией показан на рис. 1 пунктирными стрелками.

Компонентами ЕИП ЖКХ являются информационные пространства ОУ ЖКХ «верхнего» и «нижнего» уровней, а также информационные пространства сторонних организаций. Общее количество информационных пространств ОУ ЖКХ «нижнего» уровня равно U , где $U = U_1 + U_2 + U_3$ (рис. 1, 2). Общее количество информационных пространств ОУ ЖКХ «верхнего» уровня равно M , где $M = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6$ (в зависимости от типа ИС, используемой в ОУ ЖКХ). Общее количество инфор-

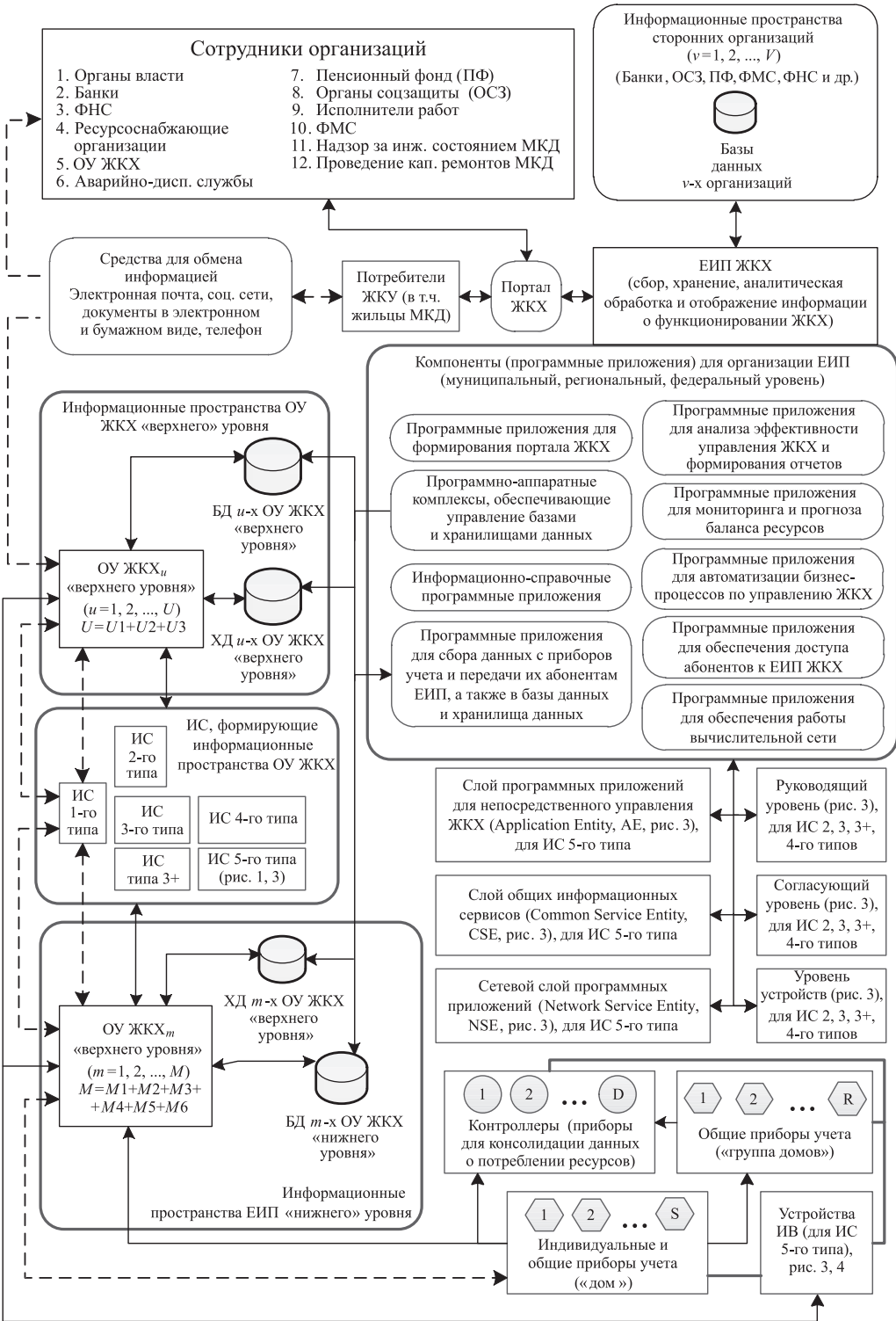


Рис. 2. Модель ЕИП ЖКХ с точки зрения компонентов (программных приложений, используемых для управления ЖКХ)

мационных пространств сторонних организаций равно V. Формирование ЕИП ЖКХ производится с использованием ИС различных типов, а также с использованием БД и ХД ОУ ЖКХ и сторонних организаций. Для обработки данных, характеризующих деятельность ЖКХ, используются программные приложения, которые могут быть реализованы как в ОУ ЖКХ «верхнего» уровня, так и в ОУ ЖКХ «нижнего» уровня (рис. 2). Программные приложения образуют три уровня обмена данными на муниципальном, региональном и федеральном уровне:

1. Руководящий уровень (программные приложения для анализа эффективности управления ЖКХ и формирования отчетов, для мониторинга и прогноза баланса ресурсов, для автоматизации бизнес-процессов по управлению ЖКХ, для выполнения информационно-справочного обслуживания абонентов).

2. Согласующий уровень (программно-аппаратные комплексы для управления базами и хранилищами данных, программные приложения для формирования портала ЖКХ, для обеспечения доступа абонентов к ЕИП ЖКХ).

3. Уровень устройств (программные приложения для обеспечения работы вычислительной сети, для сбора данных с приборов учета и передачи их абонентам ЕИП, а также в БД и ХД).

Следует отметить, что в случае использования ИС 1, 2, 3, «3+» и 4-типов для сбора данных, характеризующих деятельность ЖКХ, применяются устройства, не являющиеся устройствами ИВ (индивидуальные и общие приборы учета на уровне «дом» и «группа домов», а также приборы-контроллеры, консолидирующие передаваемые данные). Для ИС 1-го типа характерны стационарные приборы с «ручным» съемом информации потребителями ЖКУ с последующей «ручной» передачей в ОУ ЖКХ с помощью средств для обмена информацией (рис. 2). Такой обмен информацией показан на рис. 2 в виде пунктирных стрелок.

Приборы учета, передающие в ОУ ЖКХ данные по проводам, характерны для ИС 2-го, 3-го типов и типа «3+». Беспроводные приборы более характерны для ИС 4-го типа и ИС типа «3+». В случае использования ИС 5-го типа для сбора и обработки данных применяются устройства ИВ, которые могут выступать в роли приборов учета и контроллеров. На рис. 2 это отражено в виде толстых линий, соединяющих блок «Устройства ИВ» с блоками «Индивидуальные и общие приборы учета («дом»)), «Общие приборы учета («группа домов»))» и «Контроллеры».

В случае использования ИС 5-го типа руководящему уровню обмена данными соответствует слой программных приложений для непосредственного управления ЖКХ (Application Entity, AE), согласующему уровню соответствует слой общих информационных сервисов (Common Service Entity, CSE), а уровню устройств соответствует сетевой слой программных приложений (Network Service Entity, NSE). Такой состав слоев информационного обмена может быть рассмотрен в соответствии с многоуровневой моделью консорциума oneM2M, который занимается стандартизацией M2M (Machine-to-Machine) и IoT (Internet of Things, Интернет вещей) [17].

2. ОСОБЕННОСТИ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ 5-ГО ТИПА, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ УСТРОЙСТВА ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ, К ЕИП ЖКХ

Состав слоя программных приложений для непосредственного управления ЖКХ, слоя общих информационных сервисов, а также сетевого слоя программных приложений, приведенных на рис. 2, уточнен на рис. 3 в соответствии с [11, 12].

Сетевой слой предусматривает следующую иерархию устройств ИВ [15]:

- мобильные вычислительные устройства абонентов-жильцов и абонентов-«управленцев» (телефоны, ноутбуки, планшеты и т.д.);
- статичные вычислительные устройства для управления ЖКХ («настольные» ПЭВМ, серверы, элементы вычислительной сети, принтеры, используемые для управления ЖКХ);
- устройства мобильных объектов, которые могут быть источником данных (автотранспорт, находящийся на балансе организаций по управлению ЖКХ);
- устройства статичных объектов, которые могут быть источником данных (данные, характеризующие свойства многоквартирных домов, технологического оборудования внутри многоквартирных домов);
- встроенные устройства для управления ЖКХ (контроллеры, датчики, инструменты, микропроцессоры, микроконтроллеры для измерения значенний параметров, характеризующих функционирование ЖКХ).

Поскольку ИС, использующая устройства ИВ, будет предоставлять информацию для ЕИП ЖКХ совместно с другими ИС, не использующими ИС, то в соответствии с [11] наиболее приемлемым является использование центрального сервера (группы серверов), находящегося в ОУ ЖКХ с установленной на нем посреднической вычислительной платформой. Посредническая вычислительная платформа предназначена для обеспечения стандартизации взаимодействия устройств ИВ, входящих в состав ИС. Функции сервера (группы серверов) должны быть следующие:

- получение данных от устройств ИВ и передача их абонентам ИС;
- хранение и обработка полученной информации;
- обеспечение непосредственного взаимодействия между абонентами ИС (потребителями ЖКУ, сотрудниками ОУ ЖКХ) и устройствами ИВ с помощью пользовательского интерфейса.

Использование посреднической вычислительной платформы позволяет разрабатывать «единообразные» программные приложения для работы устройств ИВ и производить их настройку через пользовательские интерфейсы, предоставляемые платформой. Устройства ИВ, входящие в состав ИС, полученные данные не хранят, а передают в базу (хранилище) данных. При взаимодействии между собой устройства ИВ будут использовать информацию, хранящуюся в базе (хранилище) данных.

Локальная сеть устройств ИВ в составе ИС 5-го типа является беспроводной сетью. Взаимодействие сети устройств ИВ с сервером ОУ ЖКХ, имеющим выход в Интернет для передачи информации в ЕИП ЖКХ, про-

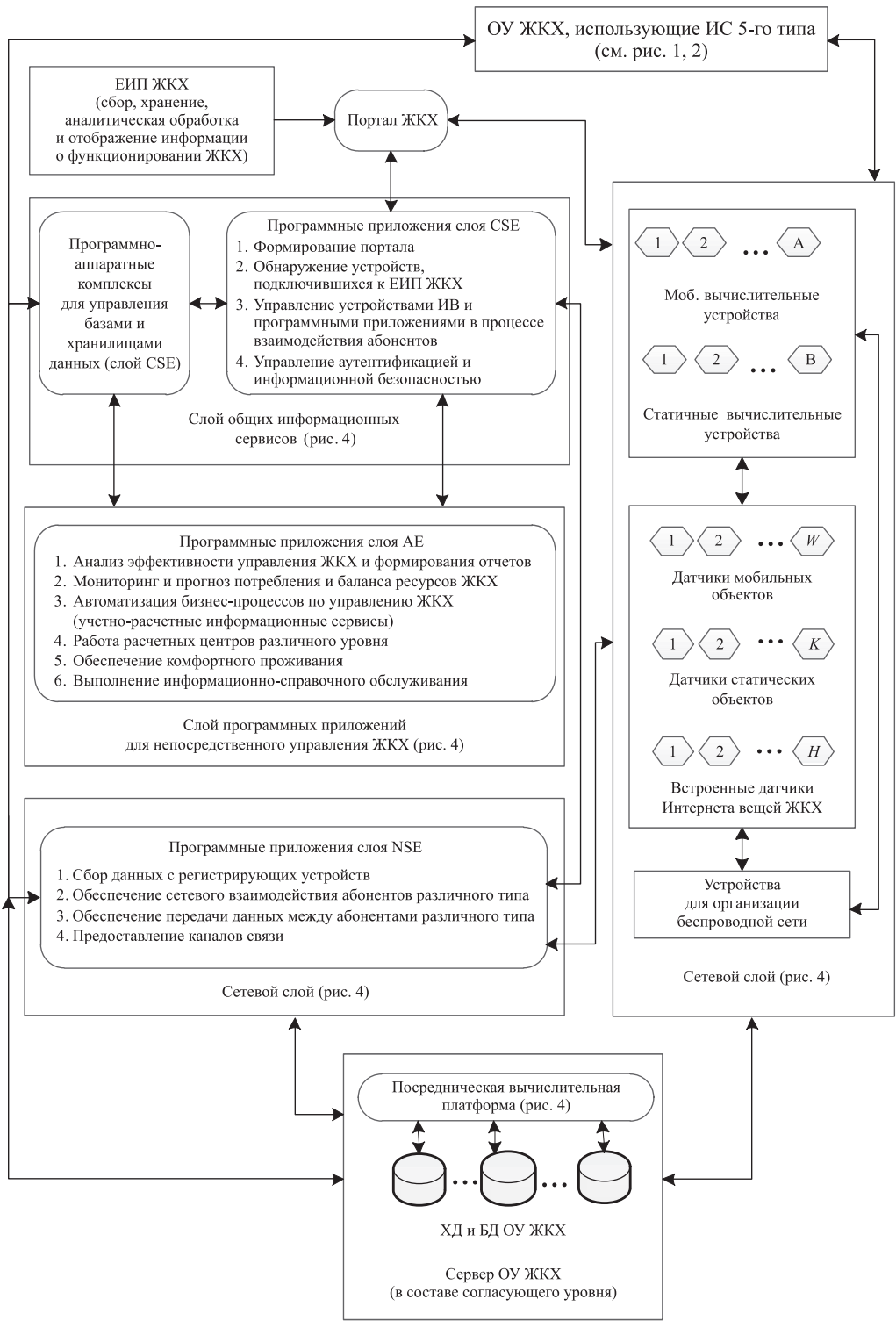


Рис. 3. Модель информационного пространства ОУ ЖКХ при использовании ИС 5-го типа

изводится с помощью шлюзов. Шлюз представляет собой приемопередатчик, совместимый с сетью устройств ИВ, и имеет в составе порт для подключения к серверу, а также микроконтроллер, выполняющий функции преобразования пакетов данных из одного формата в другой.

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАТФОРМЫ AGGREGATE ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ДЛЯ ОУ ЖКХ УРОВНЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УСТРОЙСТВ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Интеграция устройств ИВ от различных производителей в ЕИП ЖКХ может производиться с помощью созданной российскими разработчиками платформы AggreGate [20]. Именно поэтому в данной работе рассматривается специфика использования данной платформы в качестве посреднической вычислительной платформы для ОУ ЖКХ (см. рис. 3). Платформа может собирать сведения о состоянии устройств, о событиях, происходящих с ними, о состоянии получаемых (передаваемых) данных, о показаниях приборов учета потребления воды, газа, тепла и электричества, а также хранить данные в БД сервера AggreGate. Платформа включает в себя следующие составляющие (рис. 4):

1. Сервер (Java-приложение, обеспечивающее коммуникации с устройствами, хранение данных и их автоматизированную обработку).

2. Единая консоль. Представляет собой кроссплатформенное программное обеспечение, обеспечивающее одновременную работу с серверами в режиме администратора или оператора.

3. Агенты. Представляют собой библиотеки программных приложений для обеспечения унификации взаимодействия устройств с серверами.

4. Программные интерфейсы (API) с открытым исходным кодом для реализации сложных сценариев интеграции устройств.

Интеграция приборов учета и датчиков производится с использованием следующих возможных способов:

1. С помощью стандартного протокола.

2. С помощью серверного драйвера устройства, расположенного на сервере интеграционной платформы.

3. С помощью аппаратного агента (на основе программируемых аппаратных модулей или программируемых контроллеров). Аппаратный агент на основе программируемого модуля может служить в качестве центрального процессора для выполнения программных приложений, загруженных в память модуля («библиотеки» программных приложений). Аппаратный агент на основе программируемого контроллера используется для запуска только одного программного приложения для связи с устройством и доступа к его настройкам, операциям и событиям.

4. С помощью программного агента AggreGate (программного приложения, используемого для подключения устройства к платформе устройства с использованием оригинального протокола устройства). Программный агент может работать на программируемых модулях или контроллерах, но может также запускаться и на обычных компьютерах. Один программный

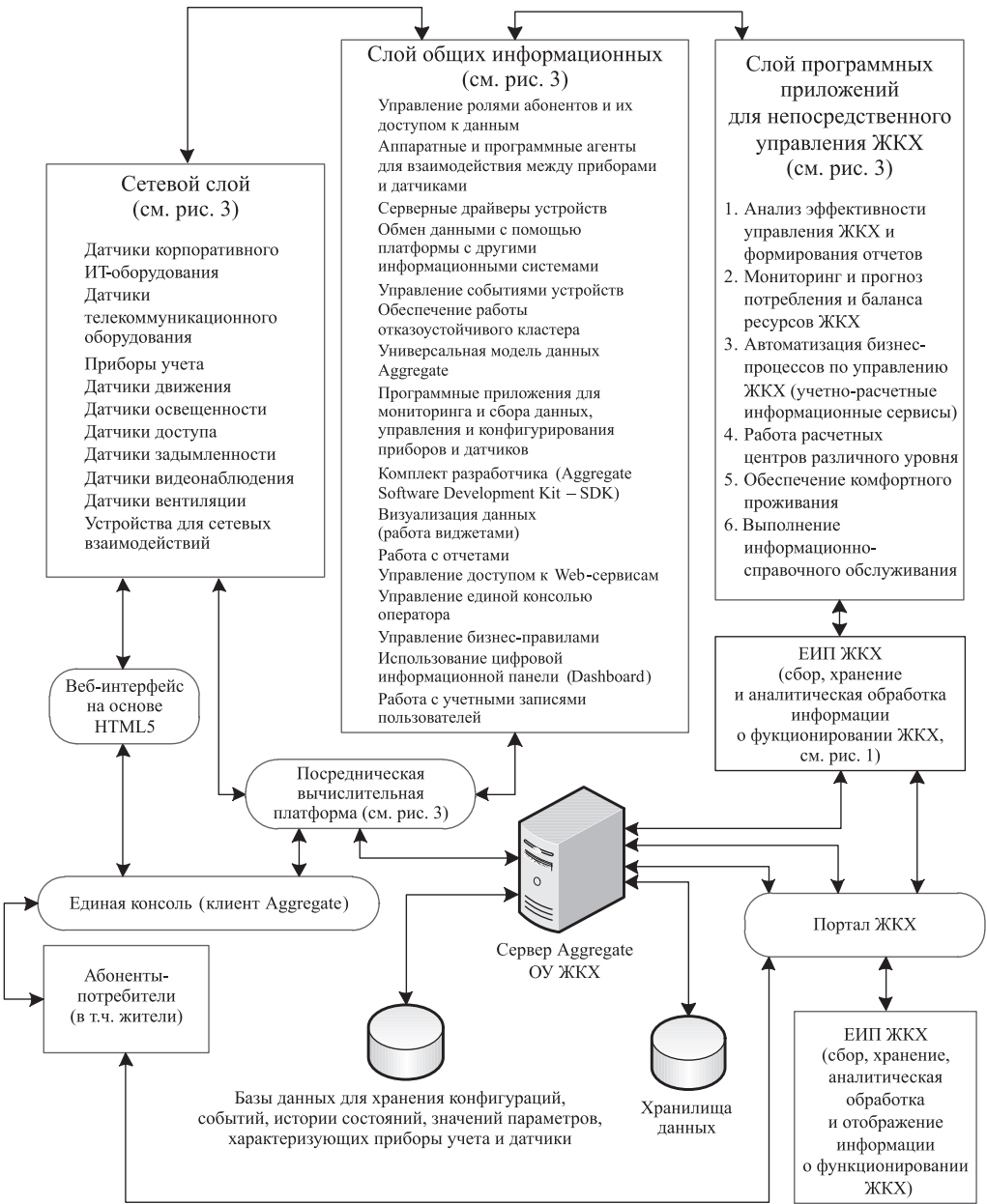


Рис. 4. Модель информационного пространства ОУ ЖКХ «нижнего» уровня с использованием платформы AggreGate

агент может использоваться для подключения нескольких устройств и работы с ними, в том числе в моменты недоступности сервера платформы.

5. С помощью передачи данных от устройств через сервер платформы AggreGate без обработки на сервере (сервер выступает посредником для маршрутизации данных между устройствами и программными приложениями на серверах других ОУ ЖКХ).

Сервер AggreGate хранит данные, которые можно разделить на две группы (конфигурация системы и устройств, а также события устройств

и системы). Конфигурация устройств может быть организована в виде реляционной базы данных, в виде базы данных ключевых значений, а также в виде файлов. Постоянные события устройств и системы также могут храниться в виде реляционной базы данных, базы данных NoSQL, а также устройства памяти. Сервер хранит копии всех элементов данных, относящихся к каждому устройству.

Сервер AggreGate допускает создание неограниченного числа учетных записей пользователей (абонентов информационного пространства ОУ ЖКХ). Права пользователей настраиваются с помощью таблицы прав. С помощью сервера AggreGate может осуществляться управление событиями, включающее несколько стадий:

- фильтрация событий по источнику, типу события, уровню критичности, а также по заданным критериям;
- агрегация событий путем объединения похожих событий в соответствии с заданными критериями;
- маскировка и корреляция событий;
- анализ основных причин для анализа связей между событиями и внешней средой;
- обогащение событий для прикрепления дополнительной информации к событиям.

Платформа AggreGate позволяет пользователям работать с единой консолью оператора (автономная версия клиента AggreGate), которая обеспечивает доступ к серверу AggreGate и AggreGate Web Desktop (веб-интерфейсом на основе HTML5). Платформа AggreGate позволяет работать с виджетами, которые объединяются в инструментальные панели и визуализируют работу с таблицами, извлекаемыми из единой модели данных. Платформа AggreGate использует реализованный на Java комплект разработчика программных приложений для устройств ИВ, входящих в состав ИС (Aggregate Software Development Kit – SDK), который включает в себя:

- AggreGate Driver Development Kit для подключения новых устройств;
- AggreGate Plugin SDK для организации обработки данных;
- Server API для подключения сторонних ИС к серверу AggreGate и получения доступа к единой модели данных;
- Agent SDK для разработки агентов AggreGate.

4. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЖКХ С УЧЕТОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УСТРОЙСТВ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА

С точки зрения системного подхода существующую систему управления ЖКХ с использованием ЕИП можно представить в виде совокупности компонент [1]:

$$SU = \{OBJ, STR, UIS, TECH, COND, ABON\}.$$

Компонент системы управления ЖКХ $OBJ = \{obj_c, c = 1, 2, \dots, C\}$ – это совокупность целей управления ЖКХ в России, определенная в «Стратегии развития ЖКХ до 2020 года», утвержденной распоряжением Правительства РФ от 26 января 2016 г. № 80-р.

Компонент системы управления ЖКХ $STR = \{STRP, STRO\}$ – это совокупность структур, реализующих цели управления ЖКХ (производственные и организационные).

Составляющая данного компонента $STRP = \{strp_{lp}, lp = 1, 2, \dots, LP\}$ – это совокупность производственных структур ЖКХ (ОУ ЖКХ «верхнего» и «нижнего» уровня различных типов, а также сторонние организации, косвенно влияющие на работу ЖКХ).

Составляющая данного компонента $STRO = \{stro_{lp}, lo = 1, 2, \dots, LO\}$ – совокупность организационных структур предприятий для управления ЖКХ. В соответствии с [13] существуют несколько типов организационных структур управления (функциональная, матричная, дивизиональная, проектная).

Компонент системы управления ЖКХ UIS (Unified Information Space) представляет собой единое информационное пространство для управления ЖКХ

$$UIS = UH \cap UL \cup \left(\bigcap_{v=1}^V UT_v \right),$$

где UT_v – информационные пространства сторонних организаций;

UH – единое информационное пространство ОУ ЖКХ «верхнего» уровня, осуществляющих управление ЖКХ региона:

$$UH = \bigcup_{i=1}^3 \left(\bigcap_{ui=1}^{Ui} uhl_{ui} \right);$$

UL – единое информационное пространство ОУ ЖКХ «нижнего» уровня:

$$UL = \bigcup_{j=1}^6 \left(\bigcap_{mj=1}^{Mj} ull_{mj} \right).$$

Элементы $uhl_{u1}, uhl_{u2}, uhl_{u3}$, принимающие участие в образовании компонента UHL ЕИП ЖКХ, представляют собой информационные пространства ОУ ЖКХ «верхнего» уровня в соответствии с используемыми типами ИС. Элементы $ull_{m1}, ull_{m2}, ull_{m3}, ull_{m4}, ull_{m5}, ull_{m6}$, принимающие участие в образовании компонента ULL ЕИП ЖКХ и представляют собой информационные пространства ОУ ЖКХ «нижнего» уровня в соответствии с типом ИС, используемой в ОУ ЖКХ «нижнего» уровня.

Отметим, что элементы uhl_{u3} и ull_{m6} множеств UHL и ULL соответствуют информационным пространствам ОУ ЖКХ, использующих устройства ИВ.

Пересечение информационных пространств ОУ ЖКХ «верхнего» и «нижнего» уровня при построении ЕИП (UIS , Unified Information Space) для ЖКХ означает, что данные организации предоставляют в ЕИП ЖКХ не всю информацию о своей деятельности, а только ту, которая регламентирована руководящими документами в сфере ЖКХ. В этом случае часть информации, находящейся в информационных пространствах ОУ ЖКХ, будет доступна только абонентам из данных организаций. Кроме этого полученное пересечение информационных пространств ОУ ЖКХ объединяется с пересечением информационных пространств сторонних организаций. Информация, предоставляемая в ЕИП ЖКХ, будет доступна абонентам ЕИП

ЖКХ в соответствии с правами доступа (компонент *ABON* системы управления ЖКХ).

Компонент системы управления ЖКХ $TECH = \{METH, IT, OBSL, UN, ALG\}$ – совокупность методов, алгоритмов, информационных технологий, устройств, используемых для управления ЖКХ. В качестве методов управления ($METH = \{meth_{lm}, lm = 1, 2, \dots, LM\}$), в том числе и в ЖКХ, обычно используются «классический» линейный метод управления, предусматривающий жесткую регламентацию процессов управления ЖКХ, не учитывающий взаимосвязь между подсистемами ЖКХ и целями их функционирования и уделяющий основное внимание управлению отдельными элементами ЖКХ [5]; нелинейный метод управления, при котором ЖКХ рассматривается как система, способная адаптироваться к изменению внешних факторов и находить новую точку равновесия, при которой достигается требуемое значение комплексного показателя эффективности ЖКХ [3, 5].

Следует отметить, что внедрение в управление ЖКХ устройств ИВ на настоящий момент времени не оказывает влияния на элемент *METH* вследствие большой инерционности в изменении руководящих документов в ЖКХ.

В качестве технологий, используемых для управления ЖКХ ($IT = \{it_{li}, li = 1, 2, \dots, LI\}$), рассматриваются ИС, приведенные в [10], проводные и беспроводные технологии для организации вычислительной сети, облачные технологии и технология ИВ, а также технологии для хранения данных и обмена данными. Также к технологиям для управления ЖКХ относятся и технологии обслуживания, ремонта, благоустройства многоквартирных домов и их инфраструктуры (инженерных и коммуникационных систем) – элемент $OBSL = \{obsl_{lo}, lo = 1, 2, \dots, LO\}$. Появление устройств ИВ в управлении ЖКХ в настоящий момент также не оказывает значительного влияния на изменение элемента *OBSL* вследствие потенциально больших затрат на изменение инженерных и коммуникационных систем.

В качестве устройств, используемых для управления ЖКХ ($UN = \{un_{lu}, lu = 1, 2, \dots, LU\}$) рассматриваются устройства и датчики различных типов (в том числе устройства ИВ), используемые для сбора и передачи данных в ОУ ЖКХ. Также для управления ЖКХ используются устройства, относящиеся к инженерным и коммуникационным системам (водоснабжение, отопление, канализация, электроснабжение и т.д.).

В качестве алгоритмов ($ALG = \{alg_{la}, la = 1, 2, \dots, LA\}$) рассматриваются алгоритмы, соответствующие программным приложениям, используемым на различных уровнях управления ЖКХ. Также к алгоритмам, в случае использования устройств ИВ, будут относиться алгоритмы, соответствующие программным приложениям слоя общих информационных сервисов, сетевого слоя, а также слоя программных приложений для непосредственного управления ЖКХ.

В качестве факторов, влияющих на управление ЖКХ, рассматривается совокупность факторов [2] ($COND = \{cond_{lf}, lf = 1, 2, \dots, LF\}$), к которым относятся:

- производственные факторы (оказывают непосредственное, прямое воздействие на систему производства товаров и услуг в ЖКХ);

- функциональные факторы (организация, планирование, мотивация и контроль);
- организационные факторы (организация бизнес-процессов, прогнозирование, экономико-управленческое моделирование);
- человеческие факторы (кадровая политика, обучение персонала, социально-психологический менеджмент, институциональная основа в виде философии, религии, культуры менеджмента).

Использование устройств ИВ приводит к изменению организационных факторов в связи с тем, что происходит уточнение бизнес-процессов вследствие появления новых участников в управлении ЖКХ (к провайдерам Интернет-услуг добавляются провайдеры информационных сервисов, в том числе и для взаимодействия устройств ИВ).

$ABON = \{MANAG, PROV, CUST, THING\}$ – абоненты («наблюдатели»), к которым относятся рассмотренные ранее абоненты ЕИП: абоненты-управленцы, являющиеся сотрудниками ОУ ЖКХ и сторонних организаций (*MANAG*), абоненты, являющиеся сотрудниками организаций-провайдеров информационных сервисов (*PROV*), абоненты-потребители ЖКУ, в том числе жильцы (*CUST*). Также в случае использования устройств ИВ они являются абонентами ЕИП (*THING*).

Таким образом, использование устройств ИВ в ЖКХ приводит к значительным изменениям ряда компонентов, входящих в состав системы управления ЖКХ (компоненты *UIS*, *COND*, *ABON*), и элементов *IT*, *UN*, *ALG* компонента *TECH*. Также следует отметить, что использование устройств ИВ в настоящее время не влияет на компоненты *OBJ*, *STR* и элементы *METH* и *OBSL* компонента *TECH*. Поскольку для совершенствования системы управления ЖКХ необходима взаимная адаптация и трансформация компонентов системы управления ЖКХ между собой [19], то отсутствие должного изменения компонентов *OBJ*, *STR* и элементов *METH* и *OBSL* в ответ на внедрение устройств ИВ может привести к срыву планирующейся «цифровизации» ЖКХ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследований, проведенных в данной статье, установлено следующее:

1. В нынешнем состоянии ЖКХ Российской Федерации недостаточно готово к «цифровизации» вследствие низкой степени готовности ряда компонентов системы управления ЖКХ к изменениям, обусловленным внедрением устройств ИВ. Поэтому замена существующих ИС в ЖКХ на ИС 5-го типа или модернизация функциональных возможностей ИС до возможностей ИС 5-го типа нецелесообразна.

2. При внедрении ИС, использующих устройства ИВ для управления ЖКХ, необходимо в целях формирования ЕИП ЖКХ обеспечивать взаимодействие с ИС более низкого уровня.

3. Взаимодействие устройств ИВ, входящих в состав ИС 5-го типа, с ЕИП ЖКХ следует обеспечивать не напрямую, а с помощью посреднической вычислительной платформы, установленной на сервере, имеющем выход в Интернет и находящемся в ОУ ЖКХ.

4. Платформа Aggregate, разработанная с участие отечественных производителей, может быть использована для формирования ИС 5-го типа для ОУ ЖКХ в качестве посреднической вычислительной платформы.

Литература

1. Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем и системный анализ. М.: Издательство Юрайт, 2013. 616 с.
2. Гиндин М.Б. Анализ факторов эффективного управления жилищно-коммунальным хозяйством территории // Экономика и управление. 2008. № 6. С. 184–187.
3. Козловская О.В., Акерман Е.Н. Особенности синергетического подхода в управлении пространственным развитием региона. Томск: Изд-во Томского политехнического ун-та, 2010. 418 с.
4. Куприяновский В.П., Намиот Д.Е., Куприяновский П.В. Стандартизация Умных городов, Интернета Вещей и Больших Данных. Соображения по практическому использованию в России // International Journal of Open Information Technologies. 2016. Т. 4. №. 2. С. 34–40.
5. Мартынова А.А. Основные методы управления системой жилищно-коммунального хозяйства // Вестник НГУЭУ. 2012. № 3. С. 58–66.
6. Намиот Д.Е., Куприяновский В.П., Синягов С.А. Инфокоммуникационные сервисы в умном городе // International Journal of Open Information Technologies. 2016. Т. 4. №. 4. С. 1–9.
7. Намиот Д.Е. Умные города 2016 // International Journal of Open Information Technologies. 2015. Т. 4. №. 1. С. 1–3.
8. Намиот Д.Е., Шнепс-Шнеппе М.А. Об отечественных стандартах для Умного Города // International Journal of Open Information Technologies. 2016. Т. 4. №. 7. С. 32–37.
9. Попов А.А. Анализ возможности использования устройств Интернета вещей для формирования единого информационного пространства жилищно-коммунального хозяйства // Креативная экономика. 2017. Т. 11. № 2. С. 223–240.
10. Попов А.А. Разработка системы поддержки принятия решений для формирования рациональной структуры единого информационного пространства жилищно-коммунального хозяйства региона: монография. М.: РУСАЙНС, 2017. 170 с.
11. Росляков А.В., Ваняшин С.В., Гребешков А.Ю. Интернет вещей: учеб. пособие. Самара: ПГУТИ, 2015. 200 с.
12. Самсонов М., Гребешков А., Росляков А., Ваняшин С. Интернет вещей в умном городе // ИнформКурьер-Связь. 2013. № 10. С. 58–61.
13. Тихомирова О.Г., Варламов Б.А. Менеджмент организации: теория, история, практика: учеб. пособие. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. 256 с.
14. Чачин П. ИОТ внедряется в ЖКХ // Электроника: наука, технология, бизнес. 2017. № 6 (166). С. 138–142. DOI: 10.22184/1992-4178.2017166.6.138.142.
15. Черняк Л.С. Интернет вещей: новые вызовы и новые технологии // Открытые системы. СУБД. 2013. № 4. С. 14–18.
16. Шибаева И.В. Необходимо создать единое информационное пространство ЖКХ // Электросвязь. 2013. № 4. С. 14–16.
17. Шнепс-Шнеппе М.А. Как строить умный город Часть 2. Организация «oneM2M» как прототип в области стандартов умного города // International Journal of Open Information Technologies. 2016. Т. 4. № 2. С. 11–17.
18. Шнепс-Шнеппе М.А., Намиот Д.Е., Сухомлин В.А. О создании единого информационного пространства общества // International Journal of Open Information Technologies. 2015. Т. 3. № 2. С. 1–10.
19. Venda V.F., Venda Y.V. Transformation Dynamics in Complex Systems // Journal of the Washington Academy of Sciences. 1991. Vol. 81. № 4. P. 163–184.

20. Автоматизация зданий – AggreGate Building Automation // AggreGate URL: <http://aggregate.tibbo.com/ru/solutions/building-automation.html> (дата обращения: 25.10.2017).
21. Как Минстрой продвигает интернет вещей в сферу строительства и ЖКХ // Строительство.ru. URL: <http://rcmm.ru/arhitektura-i-proektirovanie/24260-kak-minstroy-prodvigaet-internet-veschey-v-sferu-stroitelstva-i-zhkh.html> (дата обращения: 28.10.17).
22. Никитин И. Единое информационное пространство управления ЖКХ // Бухгалтерия.ру. URL: <http://www.buhgalteria.ru/article/n50354> (дата обращения: 28.10.17).
23. Решения // Стриж. URL: <http://strij.net/internet-of-things/resheniya.html> (дата обращения: 28.10.17).
24. Чачин П. Интернет вещей пробивается в ЖКХ // PC Week. URL: <https://www.itweek.ru/iot/article/detail.php?ID=193054> (дата обращения: 28.10.17).
25. Чернобровцев А. Цифровизация ЖКХ // Computerworld Россия. 2017. № 10. URL: <https://www.osp.ru/cw/2017/10/13052377/> (дата обращения: 28.10.2017).
26. Building Automation // Enocean URL: <https://www.enocean.com/en/internet-of-things-applications/smart-home-and-home-automation/> (дата обращения: 28.10.2017).

Bibliography

1. Volkova V.N., Denisov A.A. Teoriya sistem i sistemnyj analiz. M.: Izdatel'stvo Jurajt, 2013. 616 p.
2. Gindin M.B. Analiz faktorov jeffektivnogo upravlenija zhilishhno-kommunal'nym hozjajstvom territorii // Jekonomika i upravlenie. 2008. № 6. P. 184–187.
3. Kozlovskaja O.V., Akerman E.N. Osobennosti sinergeticheskogo podhoda v upravlenii prostranstvennym razvitiem regiona. Tomsk: Izd-vo Tomskogo politehnicheskogo un-ta, 2010. 418 p.
4. Kuprijanovskij V.P., Namiot D.E., Kuprijanovskij P.V. Standartizacija Umnyh gorodov, Interneta Veshhej i Bol'shih Danyih. Soobrazhenija po prakticheskomu ispol'zovaniju v Rossii // International Journal of Open Information Technologies. 2016. T. 4. №. 2. P. 34–40.
5. Martynova A.A. Osnovnye metody upravlenija sistemoj zhilishhno-kommunal'nogo hozjajstva // Vestnik NGUJeU. 2012. № 3. P. 58–66.
6. Namiot D.E., Kuprijanovskij V.P., Sinjagov S.A. Infokommunikacionnye servisy v umnom gorode // International Journal of Open Information Technologies. 2016. T. 4. №. 4. P. 1–9.
7. Namiot D.E. Umnye goroda 2016 // International Journal of Open Information Technologies. 2015. T. 4. №. 1. P. 1–3.
8. Namiot D.E., Shneps-Shneppe M.A. Ob otechestvennyh standartah dlja Umного Goroda // International Journal of Open Information Technologies. 2016. T. 4. №. 7. P. 32–37.
9. Popov A.A. Analiz vozmozhnosti ispol'zovanija ustrojstv Interneta veshhej dlja formirovanija edinogo informacionnogo prostranstva zhilishhno-kommunal'nogo hozjajstva // Kreativnaja jekonomika. 2017. T. 11. № 2. P. 223–240.
10. Popov A.A. Razrabotka sistemy podderzhki prinjatija reshenij dlja formirovanija racional'noj struktury edinogo informacionnogo prostranstva zhilishhno-kommunal'nogo hozjajstva regiona: monografija. M.: RUSAJNS, 2017. 170 p.
11. Rosljakov A.V., Vanjashin S.V., Grebeshkov A.Ju. Internet veshhej: ucheb. posobie. Samara: PGUTI, 2015. 200 p.
12. Samsonov M., Grebeshkov A., Rosljakov A., Vanjashin S. Internet veshhej v umnom gorode // InformKur'er-Svjaz'. 2013. № 10. P. 58–61.
13. Tihomirova O.G., Varlamov B.A. Menedzhment organizacii: teorija, istorija, praktika: ucheb. posobie. M.: NIC INFRA-M, 2015. 256 p.

14. *Chachin P.* IOT vnedrjaetsja v ZhKH // *Jelektronika: nauka, tehnologija, biznes.* 2017. № 6 (166). P. 138–142. DOI: 10.22184/1992-4178.2017.166.6.138.142.
15. *Chernjak L.S.* Internet veshhej: novye vyzovy i novye tehnologii // *Otkrytye sistemy.* SUBD. 2013. № 4. P. 14–18.
16. *Shibaeva I.V.* Neobhodimo sozdat' edinoe informacionnoe prostranstvo ZhKH // *Jelektrosvjaz.* 2013. № 4. P. 14–16.
17. *Shneps-Shneppe M.A.* Kak stroit' umnyj gorod Chast' 2. Organizacija «oneM2M» kak prototip v oblasti standartov umnogo goroda // *International Journal of Open Information Technologies.* 2016. T. 4. № 2. P. 11–17.
18. *Shneps-Shneppe M.A., Namiot D.E., Suhomlin V.A.* O sozdanii edinogo informacionnogo prostranstva obshhestva // *International Journal of Open Information Technologies.* 2015. T. 3. № 2. P. 1–10.
19. *Venda V.F., Venda Y.V.* Transformation Dynamics in Complex Systems // *Journal of the Washington Academy of Sciences.* 1991. Vol. 81. № 4. P. 163–184.
20. Avtomatizacija zdaniy – AggreGate Building Automation // AggreGate URL: <http://aggregate.tibbo.com/ru/solutions/building-automation.html> (data obrashhenija: 25.10.2017).
21. Kak Minstroj prodvigaet internet veshhej v sferu stroitel'stva i ZhKH // *Stroitel'stvo.* ru. URL: <http://rcmm.ru/arhitektura-i-proektirovanie/24260-kak-minstroy-prodvigaet-internet-veschey-v-sferu-stroitelstva-i-zhkh.html> (data obrashhenija: 28.10.17).
22. *Nikitin I.* Edinoe informacionnoe prostranstvo upravlenija ZhKK // *Buhgalterija.ru.* URL: <http://www.buhgalteria.ru/article/n50354> (data obrashhenija: 28.10.17).
23. Reshenija // *Strizh.* URL: <http://strij.net/internet-of-things/resheniya.html> (data obrashhenija: 28.10.17).
24. *Chachin P.* Internet veshhej probivaetsja v ZhKH // *PC Week.* URL: <https://www.itweek.ru/iot/article/detail.php?ID=193054> (data obrashhenija: 28.10.17).
25. *Chernobrovcev A.* Cifrovizacija ZhKH // *Computerworld Rossija.* 2017. № 10. URL: <https://www.osp.ru/cw/2017/10/13052377/> (data obrashhenija: 28.10.2017).
26. BuildingAutomation//Enocean URL: <https://www.enocean.com/en/internet-of-things-applications/smart-home-and-home-automation/> (data obrashhenija: 28.10.2017).