

УДК 330.46:332.87

*А. А. Попов*

ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», Москва,  
e-mail: popov.aa@rea.ru, a1710p@mail.ru

## **ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ВОЗМОЖНОСТЯМ ЦИФРОВЫХ КОНСЬЕРЖЕЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОКВАРТИРНЫМИ ДОМАМИ**

**Ключевые слова:** цифровые технологии, жилищно-коммунальное хозяйство, многоквартирный дом, робот-консьерж, Unified Modeling Language, объектно-ориентированный анализ, алгоритм.

В статье рассматривается использование цифровых технологий в рамках развития методологии комплексного управления жилищным фондом, а также процессы, свойственные информатизации организаций в сфере жилищно-коммунального хозяйства как специфической отрасли человеческой деятельности. Производится решение задачи по определению множества функций робота-консьержа для управления многоквартирным домом. Для решения задачи использовался объектно-ориентированный анализ предметной области «Робот-консьерж в управлении многоквартирным домом». Проанализированы функциональные возможности электронных консьержей, используемых в настоящее время в отелях и многоквартирных домах. С использованием объектно-ориентированной нотации UML были построены диаграммы классов, а также диаграмма вариантов использования. Набор функциональных возможностей робота-консьержа в конкретном многоквартирном доме зависит от потребностей жильцов, от возможности реализации функциональных возможностей в данном многоквартирном доме, а также от типа и серии многоквартирного дома. Разработан алгоритм определения множества функциональных возможностей робота-консьержа учетом результатов опроса жильцов многоквартирных домов, а также сотрудников организации в сфере жилищно-коммунального хозяйства, под управлением которой находятся многоквартирные дома. Множество содержит функциональные возможности, соответствующие категориям Must have и Should have в соответствии с методом MoSCoW.

*А. А. Попов*

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow,  
e-mail: popov.aa@rea.ru, a1710p@mail.ru

## **FORMATION OF REQUIREMENTS FOR FUNCTIONAL CAPABILITIES OF DIGITAL CONCERGES FOR MANAGING MULTI-APARTMENT HOUSES**

**Keywords:** digital technologies, housing and communal services, apartment building, robot concierge, Unified Modeling Language, object-oriented analysis, algorithm.

The article discusses the use of digital technologies in the framework of the development of the integrated housing management methodology, as well as the processes characteristic of the informatization of organizations in the field of housing and communal services as a specific branch of human activity. The solution to the problem of determining the set of functions of a robot concierge for managing an apartment building is made. To solve the problem, an object-oriented analysis of the subject area «Robot Concierge in the management of an apartment building» was used. The functionalities of the electronic concierges currently used in hotels and apartment buildings are analyzed. The set of functionality of the concierge robot in a particular apartment building depends on the needs of the residents, on the possibility of implementing the functionality in this apartment building, as well as on the type and series of the apartment building. An algorithm has been developed to determine the many functionalities of the concierge robot, taking into account the results of a survey of residents of apartment buildings, as well as employees of the organization in the field of housing and communal services, under whose management there are apartment buildings. The set contains functionality corresponding to the Must have and Should have categories according to the MoSCoW method.

### **Введение**

В [1] среди перспективных информационно-коммуникационных технологий выделены интеллектуальные системы «умный дом» и роботы-помощники, свободно взаимодействующие

с людьми. В соответствии с [2] Одним из важнейших направлений совершенствования управления жилищно-коммунальным хозяйством (ЖКХ) и, в частности, управления многоквартирными домами (МКД)

является использование сквозных технологий, к которым относится и использование программных роботов. Таким образом, использование программных роботов для выполнения функций консьержа многоквартирного дома является одним из направлений совершенствования функциональных возможностей информационных систем, используемых в ЖКХ [3].

Цифровой консьерж (робот-консьерж) – это программный модуль (программное приложение), интегрированный с информационной системой организации в сфере ЖКХ и выполняющий полностью обязанности человека-консьержа в МКД.

Под организацией в сфере ЖКХ в данной работе понимаются управляющие компании, товарищества собственников жилья, жилищные кооперативы или другие потребительские кооперативы, управляющие МКД.

Основой информационной системы организации в сфере ЖКХ, использующей устройства Интернета вещей, является вычислительная платформа, с помощью которой формируется информационное пространство организации в сфере ЖКХ [4]. Интеграция цифрового консьержа с информационной системой заключается в его подключении к сети устройств, в том числе, устройств Интернета вещей, осуществляющих сбор, обработку и передачу данных, характеризующих расход ресурсов (электроэнергии, воды, газа, тепла), а также состояние инженерной инфраструктуры на территории организации в сфере ЖКХ, в ведении которой находится МКД. За счет использования цифрового консьержа может быть реализовано участие жителей в управлении МКД независимо от того, находятся ли они дома или нет. Жители МКД смогут обмениваться данными с цифровым консьержем по вопросам, соответствующим обязанностям человека-консьержа.

Таким образом, актуальным является рассмотрение задач, связанных с использованием цифровых консьержей для управления МКД.

**Цель исследований и постановка задачи**

В данной работе рассматривается решение задачи объектно-ориентированно-

го анализа предметной области «Робот-консьерж в управлении МКД» для определения требований к функциональным возможностям роботов-консьержей.

Цель исследований: развитие методологии комплексного управления жилищным фондом, в частности, многоквартирными домами, при использовании цифровых информационных технологий.

Объект исследований: информационная инфраструктура РФ и ее отдельные компоненты, в частности информационная структура МКД и организаций в сфере ЖКХ.

Предмет исследований: использование роботов-консьержей для управления МКД в рамках совершенствования информационной инфраструктуры МКД и организаций в сфере ЖКХ.

Исследования, выполняемые в работе, соответствуют научной специальности 08.00.05.

Постановка задачи исследований выглядит следующим образом:

Дано:

1. Множество МКД, находящихся под управлением организации в сфере ЖКХ

$$MKD = \begin{pmatrix} mkd(1,1) mkd(1,2) \dots mkd(1, F(1)) \\ mkd(2,1) mkd(2,2) \dots mkd(2, F(2)) \\ mkd(3,1) mkd(3,2) \dots mkd(3, F(3)) \\ mkd(4,1) mkd(4,2) \dots mkd(4, F(4)) \end{pmatrix}$$

Многokвартирные дома могут быть четырёх типов, причем каждый тип МКД включает в себя  $F(u)$  серий МКД [5]:

$u = 1$  – тип домов «Сталинские дома»;

$u = 2$  – тип домов «Хрущёвские дома»;

$u = 3$  – тип домов «Брежневские дома»;

$u = 4$  – тип домов «Новостройки».

В каждой  $f(u)$ -й серии МКД  $u$ -го типа построено  $L(f(u))$  МКД.

2. Множество (перечень)  $MK$  функциональных обязанностей человека-консьержа в МКД, который в соответствии с [6] выглядит следующим образом

$$MK = \{MK(u, f, l); u = 1, 2, 3, 4; f = 1, 2, \dots, F(u); l = 1, 2, \dots, L(f(u))\}$$

$$MK(u, f, l) = \{mk(u, f, l, j); j = 1, 2, \dots, J(u, f, l)\}$$

где  $J(u, f, l)$  – количество обязанностей человека-консьержа в  $l(f(u))$ -м МКД ( $l$ -м МКД  $f(u)$ -й серии  $u$ -го типа).

3. Множество (перечень) функциональных обязанностей сотрудника-консьержа отеля, формируемое в соответствии с [7]

$$MO = \{mo(1), mo(2), \dots, mo(I)\}.$$

4. Множество (перечень) функциональных возможностей электронных консьержей, используемых в настоящее время в отелях

$$MEO = \{meo(1), meo(2), \dots, meo(K)\}.$$

5. Множество (перечень) функциональных возможностей электронных консьержей, используемых в настоящее время в ЖКХ

$$MEK = \{mek(1), mek(2), \dots, mek(Z)\}.$$

6. Множество функциональных возможностей информационных систем, использующих для формирования единого информационного пространства ЖКХ устройства Интернета вещей, формируемое на основании [3].

$$MIS = \{mis(1), mis(2), \dots, mis(C)\}.$$

Требуется:

С помощью преобразования  $G$ , использующего объектно-ориентированную методологию анализа предметной области, необходимо получить множество функциональных возможностей цифрового консьержа (робота-консьержа) в МКД, находящихся под управлением организации в сфере ЖКХ:

$$G: \{MKD, MK, RZ, MO, MEO, MEK, MIS\} \rightarrow MR,$$

где

$$MR = \begin{pmatrix} mr(1,1)mr(1,2)\dots mr(1,D(1)) \\ mr(2,1)mr(2,2)\dots mr(2,D(2)) \\ \dots \\ mr(H,1)mr(H,2)\dots mr(H,D(H)) \end{pmatrix}$$

$D(h)$  – количество обязанностей робота-консьержа в  $h$ -м МКД ( $h = 1, 2, \dots, H$ );

$$H = \sum_{u=1}^4 \sum_{f=1}^{F(u)} L(f)$$

$H$  – количество МКД всех типов и серий, находящихся под управлением организации в сфере ЖКХ.

### Использование объектно-ориентированного анализа предметной области «Робот-консьерж в управлении МКД» для определения множества функциональных возможностей робота-консьержа

Примерами использования электронных консьержей являются: «Виртуальный консьерж» [8], электронный консьерж NOTY [9], электронный консьерж «Navigatoria» [10], робот-консьерж StarWood [11], электронный консьерж на базе искусственного интеллекта Buddy [12], консьерж-бот «Эдвард» [13], электронные консьержи CC600 и CC6000 [14], робот-консьерж Конни, разработанный на базе суперкомпьютера IBM Watson [15]. Функции, реализованные в указанных электронных консьержах, входят в состав множества  $MEO$ . Часть функций из множества  $MEO$  может быть использована при реализации робота-консьержа в МКД. Примерами электронных консьержей, используемых в настоящее время для работы в МКД, являются электронный консьерж (СКУД) [17], электронный консьерж «Роберт» [18], «Виртуальный консьерж» [19], разработанный на базе облачной платформы KIPOD [20], Smart Concierge [21], Робот-консьерж, разработанный в Сколково [22]. Функциональные возможности, реализованные в различной степени в используемых в настоящее время в ЖКХ электронных консьержах, можно обобщить и выразить в виде элементов множества  $MEK$ .

Диаграммы классов, разработанные с использованием объектно-ориентированного языка моделирования UML и отображающие взаимодействие сущностей в рассматриваемой предметной области, приведены на рис. 1, 2, 3. Каждый из этих рисунков отражает часть взаимодействий, в которые вступают сущности в рассматриваемой предметной области. На рис. 1 показано взаимодействие сущностей при доступе гостей и транспортных средств в МКД и на территорию, прилегающую к нему. Данные о гостях и прибывающих транспортных средствах могут передаваться роботу-консьержу гостем, жильцом МКД, организацией в сфере ЖКХ, а также водителями транспортных средств. Для получения исходных данных о доступе

в МКД и прилегающую к нему территорию робот-консьерж производит обращение к базе данных организации в сфере ЖКХ. В случае нехватки исходных данных для выдачи сигнала для доступа производятся повторные обращения к тем сущностям, которые подавали заявку. После получения необходимых данных робот-консьерж формирует сигнал на доступ в МКД и на его территорию, который доводится до гостя, жильца, водителя транспортного средства, а также сотрудников предприятий. Недостающие данные робот-консьерж может получать из базы данных организации в сфере ЖКХ (рис. 1, 2). Также на рис. 1 отображено взаимодействие организации в сфере ЖКХ и предприятий, выполняющих работы (оказывающих услуги) по обслуживанию и ремонту МКД и соответствующей инфраструктуры, а также по обслуживанию жильцов МКД. Взаимодействие производится для уточнения перечня работ (услуг), которые необходимы для обслуживания МКД и окружающей его территории. Работы и услуги будут выполняться сотрудниками организации в сфере ЖКХ либо сотрудниками сторонних предприятий, выполняющих работы или оказывающих услуги. В процессе выполнения работ (оказания услуг) исполнители передают роботу-консьержу данные о ходе выполнения работ (оказания услуг).

Робот-консьерж также ведет сбор и анализ данных, полученных от устройств, установленных как в помещениях МКД, так и вне помещений (например, на лестничных клетках, снаружи МКД на стенах, на крыше, на прилегающей к МКД территории).

С помощью устройств различного типа производится сбор данных, характеризующих:

- состояние МКД и соответствующей инфраструктуры (канализация, электрооборудование, водопровод);

- состояние микроклимата в жилых и нежилых помещениях;

- состояние дверей, окон в жилых и нежилых помещениях;

- состояние лифтов;

- передвижения и звуки внутри МКД (вне жилых помещений) и на прилегающей территории (с помощью видео-, аудиоданных).

Робот-консьерж анализирует данные и при необходимости фиксирует события, которые регистрируются в электронном журнале (рис. 2). Сведения из электронного журнала предоставляются жильцам МКД и сотрудникам организации в сфере ЖКХ в случае соответствующего запроса. У каждого помещения в МКД (жилого и нежилого) имеется собственник или ответственное лицо, которому робот-консьерж отправляет вызов необходимости прибыть в МКД и открыть двери в помещении. В зависимости от результатов анализа полученных данных робот-консьерж может сформировать сигналы о вызове тех собственников помещений и ответственных за помещения, в которые необходим доступ. На рис. 2 отображена также возможность построения жильцом МКД маршрута движения на электронной карте местности. Жилец МКД должен обратиться к роботу-консьержу с соответствующим запросом и указать начальную и конечную точку маршрута. Робот консьерж обращается к электронной карте местности, которая хранится в базе данных организации в сфере ЖКХ, и формирует маршрут движения с указанием степени загруженности дорог. На рис. 2 приведено взаимодействие сущностей в случае прибытия гостя, который доставил корреспонденцию для жильца МКД. В этом случае он обменивается данными с роботом-консьержем (рис. 1) и размещает корреспонденцию в почтовый ящик. После размещения корреспонденции в почтовом ящике консьерж получает уведомление о наличии в почтовом ящике корреспонденции для жильца МКД, которому направляется соответствующее уведомление. Если робот-консьерж в результате анализа данных зафиксировал аварию или ЧС в МКД или на прилегающей территории, то фиксируется событие, которое записывается в электронный журнал. При этом информация об аварии или ЧС передается диспетчеру АДС, в качестве которого может быть использован робот-диспетчер АДС, функции которого рассмотрены в [23]. Диспетчер АДС передает информацию в информационную систему организации в сфере ЖКХ. При этом диспетчер АДС формирует перечень работ по устранению аварии или ЧС и передаёт перечень в организацию в сфере ЖКХ, которая,

в свою очередь, согласует выполнение части работ с предприятиями по выполнению работ (оказанию услуг) по обслуживанию МКД и прилегающей к нему территории (рис. 1, 2). На рис. 3 отображено взаимодействие сущностей в случае

необходимости вызова такси для жильца МКД с помощью робота-консьержа. Жилец МКД передаёт роботу-консьержу данные о вызове такси. Недостающие данные робот-консьерж получает из базы данных организации в сфере ЖКХ.

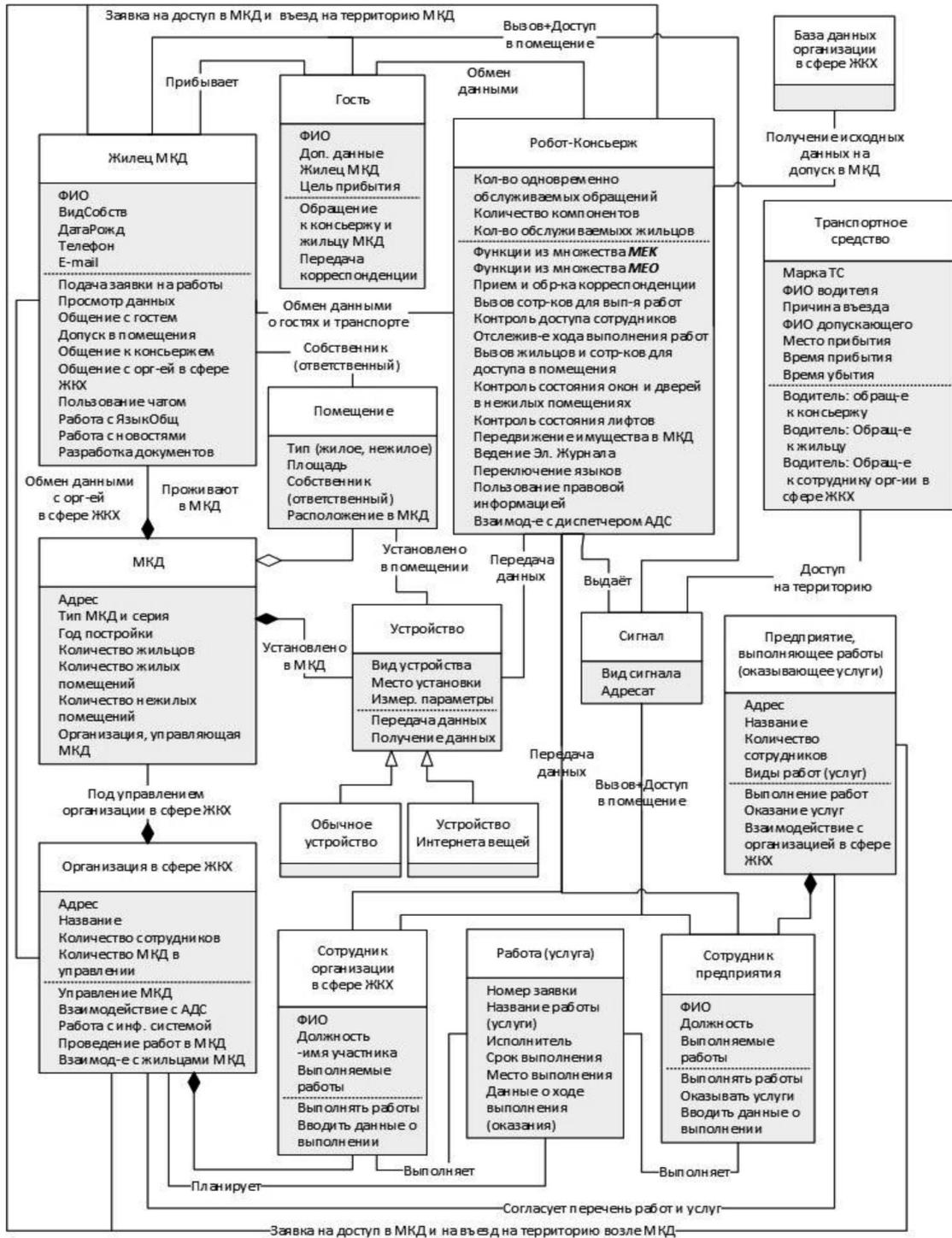


Рис. 1. Диаграмма классов предметной области «Робот-консьерж в управлении МКД» (часть 1)

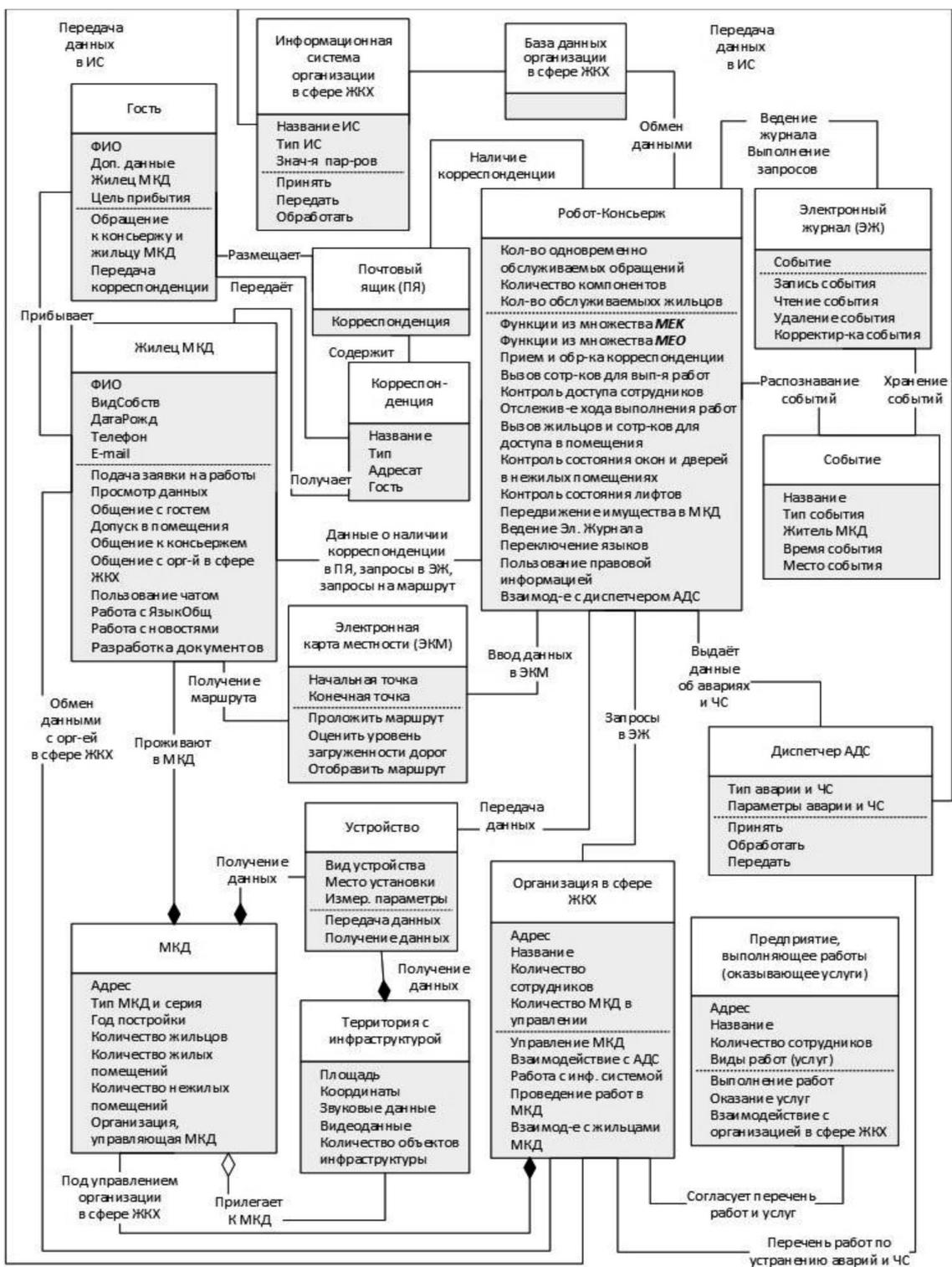


Рис. 2. Диаграмма классов предметной области (часть 2)

Робот-консьерж производит вызов такси с использованием одного из сервисов по заказу такси. Прибывающее такси (как транспортное средство, рис. 1)

получает разрешение на въезд на территорию, прилегающую к МКД. После посадки в такси жилец МКД высылает роботу-консьержу данные о выполнении

заказа. Если жильцу МКД необходимо воспользоваться правовой информацией, то он высылает запрос роботу-консьержу, который использует для получения информации базу данных организации в сфере ЖКХ (рис. 3). Жилец МКД может сделать запрос роботу-консьержу на вызов лифта к какому-то фиксированному моменту времени. В этом случае робот консьерж оценивает состояние лифта (занят или свободен) и обеспечивает свободное состояние лифта в требуемый момент времени. О прибытии лифта выдается сообщение жильцу МКД. Если в течение некоторого промежутка времени лифт не будет занят вызвавшим его жильцом МКД, то фиксируется событие «ложный вызов», которое записывается в электронный журнал (рис. 2). В случае если жилец МКД воспользовался лифтом, то запрос считается выполненным. Сведения о выполненном запросе также записываются в электронный журнал. Анализируя данные, полученные от устройств, установленных в лифте, робот-консьерж может распознавать неисправности и аварии лифта. Данные о неисправностях и авариях лифта передаются диспетчеру АДС и в организацию в сфере ЖКХ. Диспетчер АДС передает данные о перечне работ по устранению неисправностей или аварии лифта в организацию в сфере ЖКХ и на предприятие, которое занимается обслуживанием и ремонтом лифтов. Организация в сфере ЖКХ согласует перечень работ с предприятием по ремонту и обслуживанию лифтов. Робот-консьерж, жильцы МКД, сотрудники организации в сфере ЖКХ могут участвовать в работе «внутренних» чатов. Чаты могут быть созданы как самими жильцами МКД, так и сотрудниками организации в сфере ЖКХ. Робот-консьерж автоматически подключается к каждому чату и общается в чате по мере поступления обращений. Робот-консьерж может создавать новостные ленты, касающиеся МКД и организации в сфере МКД, по запросу жильца МКД.

Новостную ленту робот-консьерж создаёт, используя информацию из базы данных организации в сфере ЖКХ. Жилец МКД и гость могут общаться с роботом-консьержем на том языке общения, который будет предложен роботом-консьержем в начале сеанса общения. Общение жильца МКД (гостя) с роботом-консьержем начинается на том языке общения, который по умолчанию установлен при настройке робота-консьержа. При необходимости жилец МКД (гость) может при помощи меню перейти на необходимый язык общения. Для разработки документов, необходимых для взаимодействия с организацией в сфере ЖКХ, жилец МКД может сделать запрос к роботу-консьержу на получение шаблона документа, который необходимо заполнить. Шаблоны документов хранятся в базе данных организации в сфере ЖКХ. Робот-консьерж предоставляет жильцу МКД шаблон документа для разработки. После окончания разработки документ отправляется в организацию в сфере ЖКХ.

Таким образом, на основе анализа взаимодействия сущностей в предметной области «Робот-консьерж в управлении МКД» может быть построена диаграмма вариантов использования UML, которая отображает функциональные возможности робота-консьержа в МКД (рис. 4). Варианты использования, которые отображают функциональные возможности робота-консьержа, выделены на рис. 4 серым цветом.

**Анализ функциональных возможностей робота-консьержа и их приоритизация с учетом особенностей МКД различных серий, находящихся под управлением организации в сфере ЖКХ**

Множество (перечень) функциональных возможностей робота-консьержа, которое будет использовано в качестве исходных данных для получения матрицы *MR*, может быть получено следующим образом:

$$MV = \cup(MEK, KON, meo(k); k = k1, k2, \dots, KN; KN \leq K)$$

где *meo(k)* – функции электронных консьержей в отелях, которые могут быть использованы для управления МКД и соответствуют элементам множества *МЕО*.

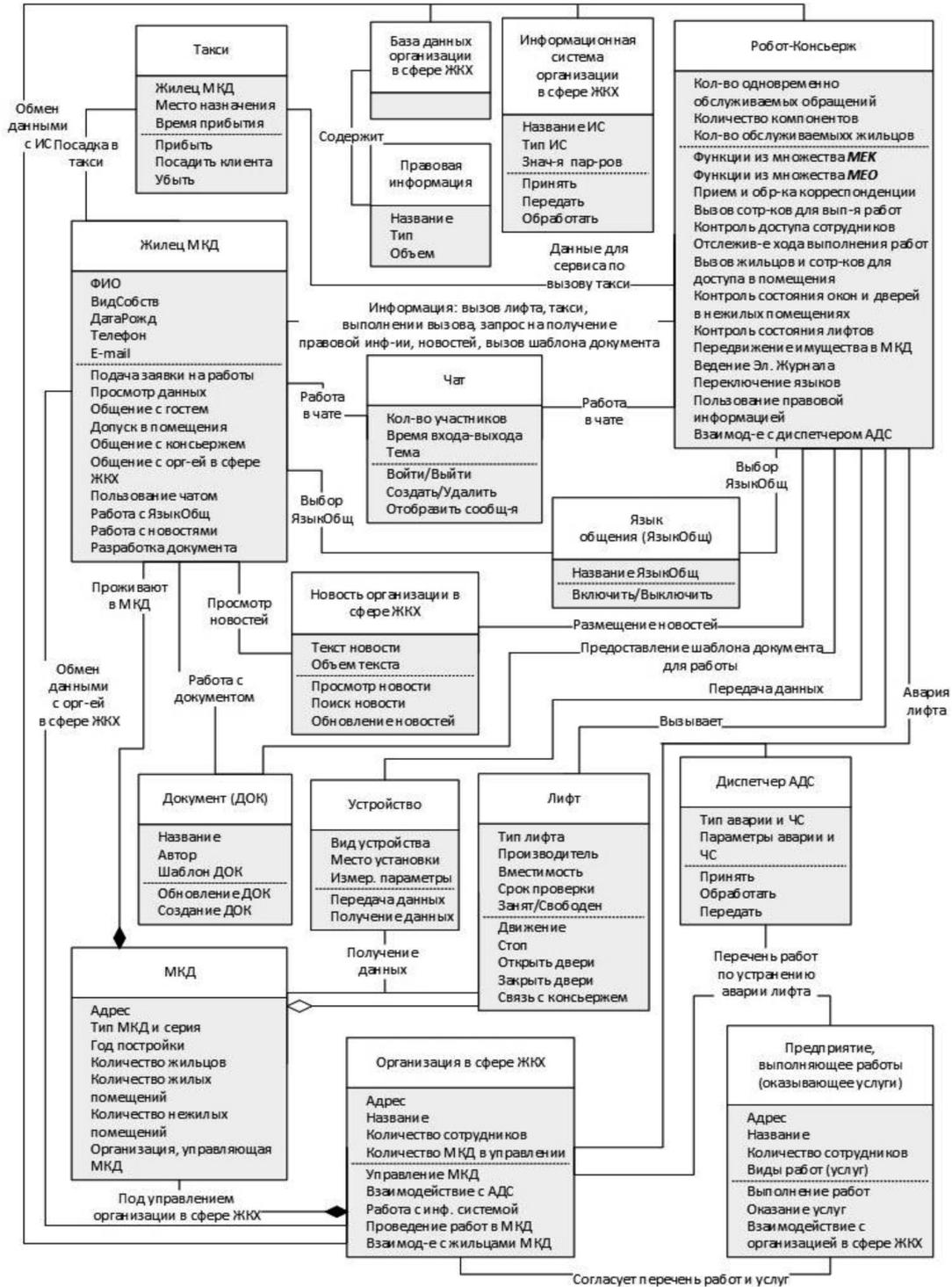


Рис. 3. Диаграмма классов предметной области (часть 3)

В результате в состав множества  $MV$  входят  $MV$  элементов, соответствующих функциям робота-консьержа.

Для  $h$ -го ( $h = 1, 2, \dots, H$ ) МКД, находящемся под управлением органи-

зации в сфере ЖКХ, требуется набор функций робота-консьержа, соответствующий элементу матрицы  $mr(h, D(h))$ . При этом значение  $D(h) \leq MV$  и зависит от мнений жильцов для  $h$ -го

МКД, а также от мнений сотрудников организации в сфере ЖКХ, под управлением которой находятся МКД. Мнениям жильцов соответствуют значения элементов матрицы **RZ**. Мнение *w*-го жильца *l*(*f*(*u*))-го МКД (*l*-го МКД *f*(*u*)-й серии *u*-го типа) о необходимости выполнения роботом-консьержем *d*-й

функции выражается в виде элемента  $rz(u, f, l, d, w)$  матрицы **RZ**,

$$RZ = \{rz(u, f, l, d, w); w = 1, 2, \dots, W(u, f, l)\},$$

где  $W(u, f, l)$  – количество жильцов в *l*-м МКД *f*(*u*)-й серии *u*-го типа МКД, находящегося под управлением организации в сфере ЖКХ.

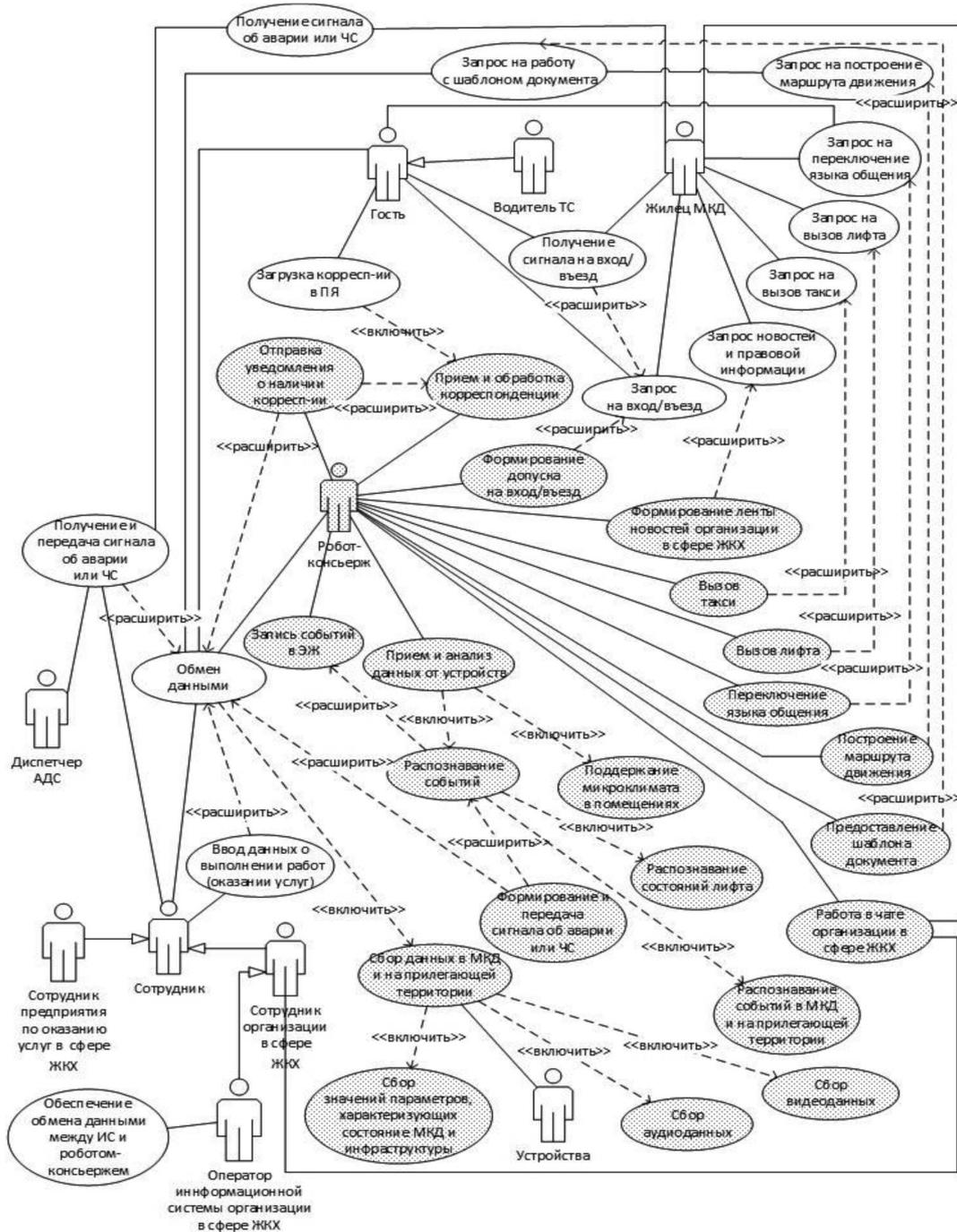


Рис. 4. Функциональные возможности робота-консьержа в МКД

Алгоритм формирования элементов множества  $MR$  приведен на рис. 5. Для того, чтобы сформировать матрицу  $RZ$ , должны быть проведены опросы жильцов во всех МКД, находящихся под управлением организации в сфере ЖКХ, о необходимости реализации функций работа-консьержа (по каждой функции, содержащейся в множестве  $MV$ ). Каждый  $w$ -й жилец  $l$ -го МКД  $f(u)$ -й серии  $u$ -го типа оценивает необходимость наличия  $t$ -й функции работа-консьержа ( $t = 1, 2, \dots, MV$ ). Значение элемента  $rz(u, f, l, t, w)$  равно нулю, если  $w$ -й жилец  $l$ -го МКД  $f(u)$ -й серии  $u$ -го типа считает ненужным наличие  $t$ -й функции работа-консьержа (содержится в элементе  $mk(u, f, l, t)$ ).

Значение элемента  $rz(u, f, l, t, w)$  равно единице, если  $w$ -й жилец МКД считает нужным наличие такой функции. В процессе опроса некоторые жильцы могут отказаться отвечать или дать неопределенный ответ. В этом случае соответствующему элементу  $rz(u, f, l, t, w)$  присваивается нулевое значение (жилец не считает необходимым наличие  $t$ -й функции работа-консьержа). Для  $l$ -го МКД  $f(u)$ -й серии  $u$ -го типа с использованием элементов матрицы  $RZ$  вычисляется значение показателей  $pr1(u, f, l, t)$  для каждой из  $MV$  возможных функций работа-консьержа (содержатся в матрице  $MV$ )

$$pr1(u, f, l, t) = \sum_{w=1}^{W(u, f, l)} rz(u, f, l, t, w) / W(u, f, l)$$

где  $W(u, f, l)$  – количество жильцов в  $l$ -м МКД  $f(u)$ -й серии  $u$ -го типа.

Одновременно с матрицей  $RZ$  формируется матрица  $VZ$ , элементы которой показывают степень готовности МКД к реализации функций работа-консьержа, содержащихся в матрице  $MV$ .

Для формирования элементов матрицы  $VZ$  производится опрос жильцов многоквартирных домов, а также сотрудников организаций в сфере ЖКХ о возможности реализации функций работа-консьержа. Всего в опросе участвуют  $Q(u, f, l)$  человек, среди которых  $V$  сотрудников организации в сфере ЖКХ, управляющей МКД, количество которых равно  $H$ . При этом  $Q(u, f, l) = W(u, f, l) + V$ . Мнение опрашиваемых о возможности реализации  $t$ -й функции

работа-консьержа выражается в виде элемента  $vz(u, f, l, t, q)$  матрицы  $VZ$

$$VZ = \{vz(u, f, l, t, q); q = 1, 2, \dots, Q(u, f, l)\}.$$

По каждой  $t$ -й функции работа-консьержа ( $t = 1, 2, \dots, MV$ ) задаются  $M$  вопросов. Значения ответов  $q$ -го опрашиваемого по  $m$ -му вопросу может быть следующими –  $otv(u, f, l, t, q, m)$ :

1 –  $t$ -я функция работа-консьержа может быть реализована в контексте  $m$ -го вопроса;

0,75 –  $t$ -я функция работа-консьержа может быть реализована в контексте  $m$ -го вопроса после устранения причин, мешающих реализации функции, силами сотрудников организации в сфере ЖКХ без привлечения сторонних организаций (реализация функции в ближайшее время);

0,5 –  $t$ -я функция работа-консьержа может быть реализована в контексте  $m$ -го вопроса после привлечения сторонних организаций к устранению причин, мешающих реализации функции (реализация функции в течение неопределенного периода времени);

0,25 – в соответствии с текущим состоянием организации в сфере ЖКХ реализация  $t$ -й функции работа-консьержа вызывает большие сомнения в контексте  $m$ -го вопроса;

0 –  $t$ -я функция работа-консьержа не может быть реализована в контексте  $m$ -го вопроса ни при каких условиях.

Если по  $m$ -му вопросу получено значение 0,25 или 0, то опрос по  $t$ -й функции по  $w$ -му жильцу прекращается. В этом случае  $vz(u, f, l, t, q) = 0$ .

Если по  $m$ -му вопросу получено значение 0,5, 0,75 или 1, то элемент матрицы  $VZ$  формируется следующим образом

$$vz(u, f, l, t, q) = \sum_{m=1}^M otv(u, f, l, t, q, m) / M$$

Для  $l$ -го МКД  $f(u)$ -й серии  $u$ -го типа с использованием элементов матрицы  $VZ$  вычисляется значение показателей  $pr2(u, f, l, t)$  для каждой из  $MV$  возможных функций работа-консьержа (содержатся в матрице  $MV$ )

$$pr2(u, f, l, t) = \sum_{q=1}^{Q(u, f, l)} vz(u, f, l, t, q) / Q(u, f, l)$$

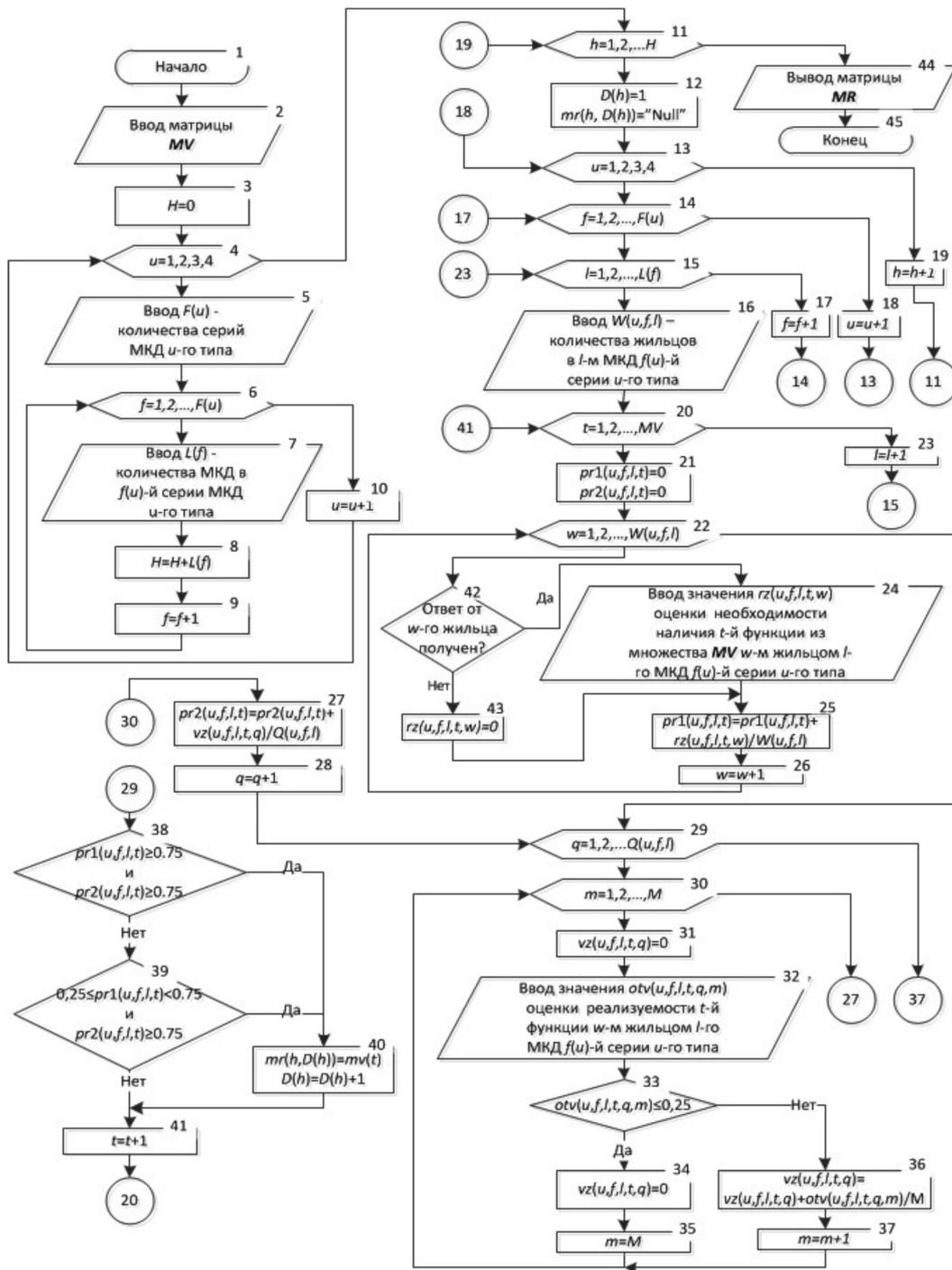


Рис. 5. Алгоритм формирования элементов множества *MR*

Каждая строка матрицы *MR* соответствует *h*-му МКД ( $h = 1, 2, \dots, H$ ) и содержит набор из  $D(h)$  функциональных возможностей работа-консьержа, полученных с помощью метода MoSCoW для приоритизации требований жиль-

цов МКД [24]. Для того, чтобы приоритизировать требования к функциям работа-консьержа для *h*-го МКД, необходимо использовать значения элементов матриц *MV*, *RZ* и *VZ*. Если  $pr1(u, f, l, t) \geq 0,75$  и  $pr2(u, f, l, t) \geq 0,75$ , то *t*-ю

функцию работа-консьержа следует отнести к функциям, которые обязательно должны быть в МКД (Must have в соответствии с методом MoSCoW). Такие функции будут обязательно востребованы абсолютным большинством жильцов  $l$ -го МКД  $f(u)$ -й серии  $u$ -го типа и являются определяющими для работы робота-консьержа (при отсутствии данных функций жильцы МКД не будут считать, что у них имеется консьерж).

Если  $0,50 \leq pr1(u, f, l, t) < 0,75$  и  $pr2(u, f, l, t) \geq 0,75$ , то  $t$ -ю функцию работа-консьержа следует отнести к функциям, которые востребованы большинством жильцов, но их использование таких функций жильцы могут заменить с помощью других информационных сервисов (Should have в соответствии с методом MoSCoW).

Если  $0,25 \leq pr1(u, f, l, t) < 0,50$  и  $pr2(u, f, l, t) < 0,75$ , то  $t$ -ю функцию работа-консьержа следует отнести к функциям, которые востребованы достаточно большим количеством жильцов, но их использование пока что невозможно различным причинам. Поэтому реализацию этих функций следует отложить (Could have в соответствии с методом MoSCoW).

Если  $0 \leq pr1(u, f, l, t) < 0,25$  и  $pr2(u, f, l, t) < 0,75$ , то  $t$ -ю функцию работа-консьержа следует отнести к функциям, которые в данный момент времени слабо востребованы жильцами МКД. Поэтому реализацию таких функций не следует проводить для данного МКД до того момента времени, когда ее востребованность увеличится до определенного уровня (Won't have в соответствии с методом MoSCoW).

В результате многомерные массивы (матрицы)  $RZ$  и  $VZ$  преобразуются в двумерный массив (матрицу)  $MR$ . При этом в элементы матрицы  $MR$  будут включены функции, которые относятся к Must have и Should have в соответствии с методом MoSCoW.

### Обсуждение результатов исследований

Множество  $MR$ , формируемое с помощью алгоритма, приведенного на рис. 5, содержит те функциональные возможности роботов-консьержей, которые востребованы жильцами МКД и при

этом могут быть реализованы в МКД. Для реализации функциональных возможностей, соответствующих элементам множества  $MR$ , работа пользователей (жильцов МКД, гостей, сотрудников организации в сфере ЖКХ и взаимодействующих с ним предприятий) должна производиться следующими способами:

- с помощью мобильных устройств пользователей, на которых установлено соответствующее программное приложение;

- с помощью сенсорных экранов, установленных во входных группах МКД и на территории, прилегающей к МКД;

- с помощью переговорных устройств, установленных во входных группах МКД и на территории, прилегающей к МКД.

Для реализации функциональных возможностей, аналогичных обязанностям человека-консьержа, работа-консьерж должен иметь в составе следующие программные модули:

- модуль распознавания, синтеза и понимания речи;

- модуль распознавания и интерпретации изображений;

- модуль распознавания людей (жильцов, сотрудников организации в сфере ЖКХ) и их поведения в МКД и на прилегающей к нему территории;

- модуль допуска в МКД и на прилегающую к нему территорию;

- модуль распознавания событий в МКД и на прилегающей к нему территории;

- модуль взаимодействия с информационными сервисами (в том числе, сторонними) и с информационной системой организации по управлению ЖКХ.

Работа программных модулей предполагает использование различных направлений искусственного интеллекта (машинное обучение, глубокое обучение, когнитивные вычисления) и потребует оперативной обработки большого количества данных. Поэтому для обеспечения работы программных модулей (для получения данных) необходимо использование устройств Интернета вещей, а для обработки данных требуется наличие графических процессоров.

Внедрение таких технологий требует повышение уровня готовности к информатизации организации в сфере

ЖКХ, под управлением которых находятся МКД. Уровень готовности к информатизации зависит от состояния ИТ-инфраструктуры, от финансового состояния организаций, а также уровня готовности сотрудников и жильцов к работе с цифровыми информационными технологиями. К сожалению, уровень готовности к информатизации многих организаций в сфере ЖКХ не соответствует тому уровню, который необходим для внедрения цифровых технологий. Поэтому, учитывая требования, предъявляемые к реализации робота-консьержа, можно утверждать, что внедрение роботов-консьержей потребует значительных затрат на модернизацию ИТ-инфраструктуры в большинстве построенных более 10 лет назад МКД первого, второго, третьего и четвертого типов (типаж МКД приведен в постановке задачи исследований). Такие затраты будут не под силу организациям в сфере ЖКХ без помощи со стороны государства или инициативы со стороны инвесторов.

При этом внедрение роботов-консьержей вполне возможно:

в МКД четвертого типа [18], построенных менее 10 лет назад;

в МКД четвертого типа, при проектировании которых будет учитываться использование устройств Интернета вещей и сетей связи пятого поколения [22];

в МКД, построенных более 10 лет назад, уровень готовности которых к информатизации соответствует уровню, необходимому для внедрения цифровых технологий.

В соответствии с алгоритмом, приведенном на рис. 5, если для  $h$ -го МКД  $mr(h, 1) = \langle \text{Null} \rangle$ , то внедрение робота-консьержа в  $h$ -м МКД нецелесообразно в данный момент времени, так как все функциональные возможности робота-консьержа из множества  $MV$  попали в категории *Could have* и *Won't have* в соответствии с методом MoSCoW. Таким образом, после приоритизации функциональных возможностей робота-консьержа с использованием приведенного выше алгоритма (рис. 5) может случиться так, что функциональные возможности из множества  $MV$ , востребованные жильцами МКД в результате опроса, могут быть признаны не реализуемыми по результатам опроса жильцов МКД

и сотрудников организации в сфере ЖКХ. В результате или в одной строке, или в нескольких строках или даже в каждой строке множества  $MR$  будет лишь один элемент  $mr(h, 1)$ , значение которого равно  $\langle \text{Null} \rangle$ . Если в  $h$ -й строке множества  $MR$  нет элемента, равного  $\langle \text{Null} \rangle$ , то это значит, что в данной строке содержится  $D(h)$  элементов, соответствующих функциональным возможностям из множества  $MV$ , которые соответствуют категориям *Must have* и *Should have* в соответствии с методом MoSCoW и могут быть реализованы в  $h$ -м МКД.

### Заключение

В результате исследований, проведенных в работе, получены следующие результаты:

1. Проведен объектно-ориентированный анализ предметной области «Робот-консьерж в управлении МКД» для определения обобщенного перечня функциональных возможностей роботов-консьержей. Используются данные из имеющихся источников о функциональных возможностях электронных консьержей в отелях и МКД. Определено множество функциональных возможностей робота-консьержа, в состав которого вошли функциональные возможности, не повторяющие функции информационных систем, используемых в организациях в сфере ЖКХ.

3. Разработан алгоритм определения функций робота-консьержа для МКД, находящихся под управлением организации в сфере ЖКХ, который является вкладом в развитие методологии комплексного управления жилищным фондом, в частности, МКД, при использовании цифровых информационных технологий. Для определения функциональных возможностей используются результаты опросов жильцов МКД и сотрудников организации в сфере ЖКХ, под управлением которой находится МКД. Опросы производятся для оценки необходимости и возможности использования робота-консьержа в МКД. Функциональные возможности робота-консьержа, которые могут быть реализованы в МКД, соответствуют категориям *Must have* и *Should have* в соответствии с методом MoSCoW. При этом возможна ситуация, когда ни в одном из МКД, находящемся

под управлением организации в сфере ЖКХ, невозможно использование робота-консьержа (все функциональные возможности робота-консьержа попали в категории Could have и Won't have в соответствии с методом MoSCoW).

4. Внедрение роботов-консьержей возможно в МКД, построенных менее 10 лет назад, в МКД, где на этапе проектирования будет учитываться использование устройств Интернета вещей

и сетей связи пятого поколения, а также в построенных более 10 лет назад МКД, уровень готовности которых к информатизации соответствует уровню, необходимому для внедрения цифровых технологий. Внедрение в управление роботов-консьержей позволит усовершенствовать информационную инфраструктуру страны и ее отдельные компоненты, в частности информационную структуру МКД и организаций в сфере ЖКХ.

*Библиографический список*

1. Прогноз научно-технологического развития России до 2030 года // URL: <http://static.government.ru/media/files/41d4b737638b91da2184.pdf> (дата обращения: 28.01.2020).
2. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» // Собрание законодательства Российской Федерации. 2018 г. № 32 от 7 августа 2017 года. Часть 2. Акты ненормативного характера. Ст. 5138.
3. Попов А.А. Разработка системы поддержки принятия решений для формирования рациональной структуры единого информационного пространства жилищно-коммунального хозяйства региона. М.: Русайнс. 2017. 170 с.
4. Попов А.А. Разработка модели информационного пространства при использовании устройств Интернета вещей для управления организацией в сфере жилищно-коммунального хозяйства // Инновации и инвестиции. 2019. № 11. С. 135–140.
5. Типовые серии домов // Advance Realty URL: <https://advancerealty.ru/standart/> (дата обращения: 28.01.2020).
6. Об услугах консьержа и его функционале в многоквартирном доме // Портал «Росквартал» URL: <https://roskvartal.ru/soderzhanie-mkd/10588/ob-uslugah-konserzha-i-ego-funkcionala-v-mnogokvartirnom-dome> (Дата обращения: 28.01.2020).
7. Приказ Минтруда России от 05.09.2017 № 659н «Об утверждении профессионального стандарта «Работник по приему и размещению гостей» (Зарегистрировано в Минюсте России 22.09.2017 № 48310) // Министерство труда и социальной защиты РФ. Профессиональные стандарты URL: [https://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT\\_ID=68377](https://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT_ID=68377) (Дата обращения: 28.01.2020).
8. Система «Виртуальный консьерж» – для гостиничного хозяйства // Вояж СПб URL: <https://voyagespb.ru/gostinichno-restorannyy-biznes/sistema-virtualnyiy-konserzh-dlya-gostinichnogo-hozyaystva/> (Дата обращения: 28.01.2020).
9. <http://www.hoty.io/o-produkte/#t2> URL: <http://www.hoty.io/o-produkte/#t1> (Дата обращения: 28.01.2020).
10. Электронный консьерж «Navigatoria» // Navigatoria URL: <https://navigatoria.eu/ru> (Дата обращения: 28.01.2020).
11. 7 инноваций, которыми нас порадуе Starwood // Hotelier.pro URL: <https://hotelier.pro/news/item/841-technology/841-tec/> (Дата обращения: 28.01.2020).
12. Онлайн консьерж Buddy «умнеет» во время общения с путешественником // BBT URL: [https://buyingbusinessstravel.com.ru/news/technology/4697-onlayn-konserzh-buddy-umneet-v-protseesse-obshcheniya-s-puteshestvennikom-/?sphrase\\_id=15066](https://buyingbusinessstravel.com.ru/news/technology/4697-onlayn-konserzh-buddy-umneet-v-protseesse-obshcheniya-s-puteshestvennikom-/?sphrase_id=15066) (Дата обращения: 28.01.2020).
13. В отелях Radisson Blu появился консьерж-бот // Lenta.ru URL: <https://lenta.ru/news/2016/05/13/chatbot/> (Дата обращения: 28.01.2010).
14. Электронные консьержи CC600 и CC6000 // Zebra URL: [https://www.zebra.com/content/dam/zebra\\_new\\_ia/en-us/solutions-verticals/product/Interactive%20Kiosks/cc600-cc6000/brief-application/cc600-cc6000-brief-application-hospitality-en-us.pdf](https://www.zebra.com/content/dam/zebra_new_ia/en-us/solutions-verticals/product/Interactive%20Kiosks/cc600-cc6000/brief-application/cc600-cc6000-brief-application-hospitality-en-us.pdf) (Дата обращения: 28.01.2020).
15. Hilton Worldwide и IBM представили первого в мире робота-консьержа, использующего возможности искусственного интеллекта IBM Watson // URL: <http://science.spb.ru/allnews/item/5325-connie> (дата обращения: 28.01.2020).

16. Приказ Минтруда России от 25.12.2014 № 1120н «Об утверждении профессионального стандарта «Диспетчер аварийно-диспетчерской службы» (Зарегистрировано в Минюсте России 10.02.2015 № 35956) // Министерство труда и социальной защиты РФ. Профессиональные стандарты URL: [https://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT\\_ID=57419](https://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT_ID=57419) (Дата обращения: 28.01.2020).
17. Электронный консьерж (СКУД) // new.proc.ru URL: <https://new.proc.ru/shop/span-jelektronnyj-span-konserzh-skud/> (Дата обращения: 28.01.2020).
18. Robert цифровой консьерж // edisondom.ru URL: [www.edisondom.ru/docs2/robert\\_presentation\\_user\\_web.pdf](http://www.edisondom.ru/docs2/robert_presentation_user_web.pdf) (Дата обращения: 28.01.2020).
19. Синезис: Виртуальный консьерж // TADVISER URL: <http://www.tadviser.ru/index.php/> Продукт: Синезис: Виртуальный консьерж (Дата обращения: 28.01.2020).
20. Kipod Server IP-видеосервер // TADVISER URL: <http://www.tadviser.ru/index.php/> Продукт: Kipod\_Server\_IP-видеосервер (Дата обращения: 28.01.2020).
21. Мобильное приложение и личный кабинет УК // Intelvision URL: <https://www.intelvision.ru/products/smart-concierge> (Дата обращения: 28.01.2020).
22. На Дону консьержку заменит робот // Российская газета URL: <https://rg.ru/2017/06/28/reg-ufo/v-rostove-na-donu-konserzhku-zameni-at-robotom.html> (дата обращения: 28.01.2020).
23. Попов А.А., Кузьмина А.О. Формирование набора компонентов программного обеспечения для выполнения обязанностей диспетчера аварийно-диспетчерской службы жилищно-коммунального хозяйства // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2018. Т. 6. № 1(20). С. 153–175.
24. Wiegers K., Beatty J. Software Requirements. Washington: Microsoft Press, 2013. 637 с.