

Рисунок 3 – Десятилучевая модель, вид сверху. *LOS* – линия прямой видимости, *GR* – лучи, отражённые от земли, *SW* – лучи, отражённые от стен 1 раз, *DW* – два раза, *TW* – три раза, *GW* – лучи, отражённые от земли и стены

Учитывая (1), получаем сигнал на приёме:

$$r_{10-ray}(t) = Re \left\{ \frac{\lambda}{4\pi} \left( \frac{\sqrt{G_l} u(t) e^{-\frac{j2\pi l}{\lambda}}}{l} + \sum_{i=1}^9 \frac{R_i \sqrt{G_{x_i}} u(t - \tau_i) e^{-\frac{j2\pi x_i}{\lambda}}}{x_i} \right) e^{j2\pi f_c t} \right\} \quad (9)$$

где  $x_i$  – путь отражённого  $i$ -го луча;  $\tau_i = \frac{x_i - l}{c}$  – время задержки  $i$ -го луча,  $\sqrt{G_{x_i}}$  – произведение коэффициентов усиления передающей и приёмной антенн для  $i$ -го луча. Коэффициент  $R_i$  при одном отражении определяется по формуле (6), а при нескольких отражениях – равен произведению коэффициентов одиночных отражений.

Для узкополосного сигнала с  $u(t) \approx u(t - \tau_i)$  получаем мощность на приёме:

$$P_r = P_t \left( \frac{\lambda}{4\pi} \right)^2 \left( \frac{\sqrt{G_l}}{l} + \sum_{i=1}^9 \frac{R_i \sqrt{G_{x_i}} e^{-j\Delta\varphi_i}}{x_i} \right)^2 \quad (10)$$

где разность фаз  $\Delta\varphi_i = \frac{2\pi(x_i - l)}{\lambda}$ .

Согласно эмпирическим данным, при больших  $d$  мощность в данной модели убывает пропорционально  $\sim \frac{1}{d^2}$ . При этом степень спада практически нечувствительна к высоте передатчика.

В двулучевой детерминированной модели нами было показано формирование области замираний передаваемой мощности для средних расстояний между антеннами. Согласно этой модели, на больших расстояниях мощность падает пропорционально  $1/d^4$ .

В десятилучевой детерминированной модели на средних расстояниях также наблюдаются замирания. Интересно, что на больших расстояниях в этой модели мощность падает пропорционально  $1/d^2$ , из-за чего модель получила название «диэлектрического ущелья».

Выбор той или иной модели, эффективность её применения, дальнейшая разработка и совершенствование диктуются требованиями к современным средствам коммуникации и имеющимися в распоряжении исследователей ресурсами.

#### Список использованных источников

1. Зюко А.Г., Кловский Д.Д., Коржик В.И., Назаров М.В. Теория электрической связи. – М.: Радио и связь, 1999. – 432 с.
2. Голдсмит А. Беспроводные коммуникации. Основы теории и технологии беспроводной связи. - М.: Техносфера. 2011. — 904 с.

УДК 004

### ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС, ДЛЯ ПЕРСОНАЛЬНОГО УЧЕТА, КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ В ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Сулейменов Бахытжан Канатович

*Suleimenov\_bk@mail.ru*

Докторант кафедры Вычислительная техника и программное обеспечение

ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Научный руководитель – Профессор, д.ф-м н., К.Т. Искаков

#### Аннотация

В рамках программы «Smart city» продолжаются исследования и изыскания в областях

коммунального хозяйства на предмет научно-обоснованных подходов с целью сокращения потерь энергоресурсов, повышения эффективности их использования. С уровня магистрального до уровня потребительского принимаются различные меры и запускаются программы по замене энергопотребителей на более энергоэффективные, устанавливаются АСКУЭ и другие программно-аппаратные комплексы, для решения по управлению доставкой, эксплуатацией электроэнергии. И, эти меры приносят осязаемые результаты в короткие сроки, как в финансовом, так и в организационном плане.

В данной статье предлагается обоснование актуальности разработки решения для обеспечения потребителей, качественными и удобными средствами (программно-аппаратными комплексами), для персонального учета, контроля и управления энергопотреблением в личном хозяйстве. Данное решение позволит потребителями гибко управлять потреблением электроэнергии и в дальнейшем принимать обоснованные решения по миграции на альтернативные автономные источники электроэнергии.

В статье использованы результаты теоретических исследований в области использования, для данного рода задач, технологий M2M, IoT, данные министерства статистики Республики Казахстан, данные национального оператора электроэнергии АО "KEGOC", а также мировой опыт.

**Ключевые слова:** #электроэнергия, #electricity, #ЖКХ, #utility #энергоэффективность, #M2M, #IoT, #автоматизация, #сбор\_показаний, #metering #альтернативная\_энергия.

Рост численности населения планеты, развитие ИКТ индустрии, последовательная автоматизация процессов и производств\* тотальное увеличение объемов информации, интеграция процессов и глобализация бизнес компаний, требуют для своего обеспечения все больше и больше вычислительных устройств, датчиков и исполнительных устройств, потребляющих электроэнергию.

Следственно, развитие технологий на промышленном уровне является причиной повышения спроса на автоматизацию процессов персонального обихода. Рост потребления энергопотребляющих устройств в частном секторе охватывает все больше сфер жизнедеятельности человека (холодильник, кондиционер, автомобиль и мн.др.), наблюдается тенденция расширения возрастных границ ключевых энергопотребителей, от 3-х лет и до 90 лет.

Пропорционально влияние оказывает и тенденция интернетификации устройств. Так, по оценкам компании CISCO количество подключенных к интернету устройств уже в 2009 году превысило численность населения земли.

Компания IDC докладывает об увеличении инвестиций только в рынок IoT, который в 2014 г. составлял 600 млрд. долларов США, и к 2020 г. увеличится до .7 трлн.долларов или в 11,6 раз за 6 лет.

Ожидается рост количества подключенных устройств с 6 млрд. в 2014 г. до 28 млрд 2020 г, т.е. в 4,6 раза всего за 6 лет. При этом основной динамикой обладают мобильные устройства.

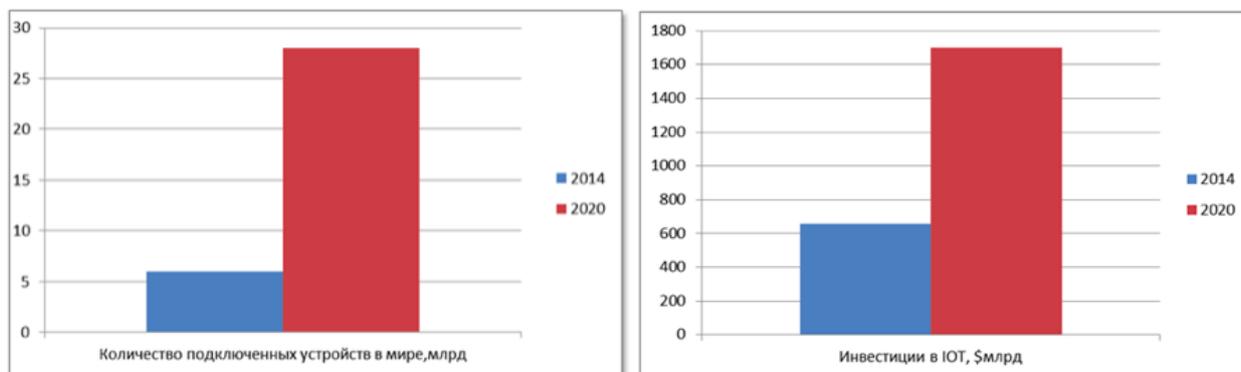


Рис.1 Рост количества подключенных к интернету устройств по данным компании IDC.

В силу приведенных тенденций, сегодня весьма актуальной для городов Казахстана является задача по оптимизации потребления электроэнергии. Данная задача представляется невыполнимой без детального анализа секторов потребления, путем получения точных данных с объектов потребления в режиме реального времени.



Рис.2. Данные по количественному объему IoT устройств, по аналитическим данным компаний Markets&Markets и McKinsey.

Juniper Research прогнозирует, что к 2021 г. объем рынка Интернета вещей (IoT) в численном выражении вырастет в три раза по сравнению с 2016-м. Оценка учитывает поставки изделий вроде «умных» сенсоров, различных исполнительных механизмов с сетевым подключением и пр. По оценкам экспертов, в текущем году объем соответствующего сегмента в штучном выражении составит около 15 млрд. единиц. К 2021-му ожидается рост приблизительно на 200% — до 46 млрд. штук.

Задача по оптимизации сводится к четырем последовательным этапам:

- сбор данных;
- анализ данных;
- разработка проекта по оптимизации;
- внедрение.

Однако ввиду наличия проблем с финансированием новых проектов, низким уровнем технической подготовки специалистов (в сфере ИКТ), работающих на коммунальных предприятиях, задачи по автоматизации процессов решаются с существенным отставанием от технологического прогресса.

Прогресс в области микроэлектроники, телеком химической промышленности (производство аккумуляторов, полупроводников), предоставляет практически готовое решение для коммунальных инфраструктур на любой стадии своего технологического развития.

В связи с этим, органами местного управления проводятся программы по оптимизации энергопотребления на верхнем уровне, то есть уровне города. Вот небольшой список программ и мер предпринимаемых на сегодняшний день:

- ограничение по техническим условиям, промышленных объектов;
- замена ламп уличного освещения на LED;
- энергоэффективные / солнечные панели/ датчики света;
- установление требований по обеспечению зон общего пользования (лестничные площадки, коридоры, детские площадки итп) датчиками движения;
- информирование населения о необходимости экономить энергоресурсы;
- повышение тарифов на электричество;

- программы по оптимизации и модернизации ТЭЦ;
- прочие.

Реализованы десятки проектов по автоматизации сбора телеметрических данных объектов ЖКХ.

Наименование реализованных проектов:

- «Модернизация систем уличного освещения городов Усть-Каменогорск и Семей», гг. Семей и Усть-Каменогорск;
- «Внедрение единой информационной системы жилищного фонда и жилищно-коммунального хозяйства Е-Шанырак», г. Усть-Каменогорск;
- «ИС «Автоматизация процесса выдачи технических условий, заключение договоров», г. Алматы.

Но и наряду с инициативой государства в рамках программы “Smart city”, необходимо подготовить потребителей электроэнергии и менять их отношение к энергоресурсам на персональном уровне. Концепция «Бережливое производство», возникшее как интерпретация идей производственной компании Toyota Corp., утверждает, что предоставление потребителям простого и удобного инструмента значительно повышает уровень вовлеченности в процесс и приводит к значительным результатам по экономии.

Согласно приведенным Министерством энергетики данным, в 2014 году выработка электроэнергии в Республике Казахстан составила 94,6 млрд.кВт.ч. Из-за пределов республики получено 0,6 млрд.кВт.ч электроэнергии, а отпущено за ее пределы – 2,9 млрд.кВт.ч. Т.е. республика в положительном энергетическом балансе.

В 2014 году предприятиями республики было отпущено 85,3 млрд.кВт.ч электроэнергии. Из общего объема отпущенной электроэнергии 67,6% (57,7 млрд.кВт.ч) приходится на цели производства промышленных предприятий. На освещение квартир и другие жилищные нужды населения отпущено – 11,4 млрд.кВт.ч (13,4%) электроэнергии. Потери в электросетях составили – 7,0 млрд. кВт.ч. (8,2%). Которые также можно отнести к потреблению жилищного сектора.

Задача по сокращению энергопотребления на жилищные нужды является и стратегической и тактической задачей.

Актуальность исследований и разработок в данном направлении, исходит из факта стремительного увеличения потребления в квартирах, по приведенным причинам:

- стремительное развитие бытовой электроники;
- динамичное строительство новых многоквартирных домов;
- глобальное увеличение популяции;
- повышение уровня урбанизации;
- использование электроавтомобилей;
- распространение культа консюмеризма и халатное отношение к ресурсам.

#### **Постановка задачи:**

Разработка ПАК, подключаемого по принципу plug&play к существующему измерительному прибору, предоставляющего простой и удобный интерфейс в виде приложения для мобильного устройства.

В рамках этой задачи необходимо осуществить:

- сбор информации о видах технических условий для многоквартирных домов и отдельно квартир в г. Нур-Султан;
- сбор информации о всех видах сертифицированных приборах учета электроэнергии (счетчики);
- собрать информацию о схемах подключения и разводки от счетчика;
- сделать анализ и разработать проект ПАК, с применением математической модели для интерпретации данных;
- установить управляемые параметры и режимы работы ПАК;
- сконструировать тестовую аппаратную часть на базе ARDUINO NANO;
- написать программу для управления ПАК на языке C++;

- разработать макетный образец на базе собственно-разработанной печатной платы;
- написать программу для отображения получаемых параметров с ПАК для Android;
- разработать документацию для ПАК.

**Ожидаемые результаты:**

- снижение энергопотребления на 30%;
- использование разработанного ПАК для модернизации текущих приборов учета;
- миграция потребителей в сторону комбинированных бытовых систем с участием альтернативных источников электроэнергии.

**Список использованных источников**

1. <https://egov.kz/cms/ru/projectsvko/jkh/> «Smart City» / [ in Russian]
2. Law «On informatization» / Law of the Republic of Kazakhstan / dated 24 November 2015 № 418-V / <http://adilet.zan.kz/rus/docs/Z1500000418>
3. On the Approval of the Rules and Criteria for Assigning the Objects of the Information and Communication Infrastructure to Critically Important Objects of the Information and Communication Infrastructure / Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan No. 529 / of September 8, 2016. / <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1600000529>
4. IoT in Kazakhstan. Reality or Dream? / <https://kapital.kz/economic/64083/internet-vecshej-v-rk-realnost-ili-nesbytochnaya-mechta.html>
5. Corporate web portal / «Almaty heating pipelines»/ <http://alts.kz> [SEP]
6. Decree No. 52 of the Government of the Republic of Kazakhstan of February 10, 2015 "On Amendments to Resolution No. 101 of the Government of the Republic of Kazakhstan of February 7, 2013" On Approval of the Action Plan for the Implementation of the State Program "Information Kazakhstan 2020 for 2013-2017." / [https://online.zakon.kz/document/?doc\\_id=31667722#pos=0;172](https://online.zakon.kz/document/?doc_id=31667722#pos=0;172)
7. LoRaWAN specification. Initial terms and end-point devices' classes. / <https://habr.com/company/efo/blog/316954/>
8. Corporate web portal Kazakhtelecom JSC / [www.telecom.kz](http://www.telecom.kz)
9. Corporate web portal Orion M2M / <http://orion-m2m.kz/ru/solutions/utilities/>
10. Corporate web portal IOT M2M / <https://iot.kz/lorawan>

УДК 316.422.4

**АВТОМАТИЗАЦИЯ И РОБОТИЗАЦИЯ В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ:  
СОКРАЩЕНИЕ РАБОЧИХ МЕСТ**

**Сулейменов Бекнур Бердырахимович**

[beknur\\_098@mail.ru](mailto:beknur_098@mail.ru)

Студент 2-го курса ЕНУ им Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Факультета информационных технологий

Кафедры системного анализа

Специальности «Автоматизация и управление»

Научный руководитель: Б.Г.Смагулова – магистр педагогических наук.

[smagulova\\_bg@enu.kz](mailto:smagulova_bg@enu.kz)

Современное общество — это общество высоких технологий. Интернет охватил весь мир и все сферы жизнедеятельности людей. На сегодняшний день малое количество людей может представить свою жизнь без смартфонов и гаджетов. Заказывая утром такси через приложение в смартфоне, сейчас мало кого удивишь. Три года или пять лет тому назад нам бы пришлось звонить в таксопарк, где нужно было уточнить у оператора направление и конечный адрес, а сегодня все это автоматизировано.

Каждый год из-за автоматизации и внедрения искусственного интеллекта работу теряют более 100000 человек. Мы не можем отрицать тот факт, что из-за автоматизации и роботизации люди теряют работу. Если в вашем городе что-то не происходит, то это не значит,