

## Подходы к решению задачи внедрения цифровой экономики (и цифровой энергетики в том числе) в Российской Федерации

*Е.С.Семенистая, А.В.Леонова*

*Южный федеральный университет, г. Таганрог*

**Аннотация:** В работе рассмотрены технологические барьеры возникающие при переходе к цифровой экономике, в частности в сфере ЖКХ. Технологический барьер состоит в общем случае из трёх составляющих. Первая составляющая заключается в том, что для развития ИТ-технологий необходимо первоначальное накопление большого массива данных. Приборы учета для данной задачи не подходят в силу своих функциональных задач. Второй составляющей является отсутствие заинтересованности со стороны конечных потребителей. Третьей составляющей – обеспечение информационной безопасности. Одним из подходов к решению проблемы является применение и внедрение концепции BigData.

**Ключевые слова:** цифровизация, программное обеспечение, энеджинет, BigData, приборы учета.

### Введение

Стремительный рост объемов информации способствует развитию цифровых технологий, и наоборот, проникновение последних достижений информационных технологий во все сферы жизни людей приводит к росту количества информации. В свете этого требуются технологии, отвечающие современным большим вызовам, накапливающаяся информация требует хранения, структурирования и обработки. Одной из быстро развивающихся технологий является BigData, поскольку появилось множество применений на промышленных предприятиях, в банковской сфере, в здравоохранении, на транспорте и т.д. По результатам прогнозов IDC Digital Univers, до 2020 года общий объем данных на планете составит 40 зеттабайтов, что эквивалентно 5200 Гб на каждого жителя Земли [1].

Изменения, происходящие во всех отраслях, также касаются и сферы ЖКХ. Запуск государственной системы ГИС ЖКХ важный шаг в развитии российских информационных технологий [2].

Решение задачи внедрения цифровой экономики (и цифровой энергетики в том числе) в Российской Федерации включает в себя решение множества частных задач, одной из которых является цифровизация природных ресурсов (газ, вода) и произведенных ресурсов (электроэнергия). Под цифровизацией понимается не только точный учет расхода ресурса, но также и характер его расхода.

### Основная часть

На сегодняшний день по некоторым ресурсам решена задача подсчета на уровне выработки и транспортировки, в особенности это касается природного газа. Учет выработки воды не ведется с точностью учета природного газа или электроэнергии, а точность учета транспортировки водных ресурсов не ведется вовсе. На водоводах оперируют понятием «давления воды», если давление на выходе транспортной системы удовлетворяет потребляющую сторону - транспортная система в норме. Давление понизилось, следовательно, надо искать утечку. При этом отсутствует учет объема утерянного водного ресурса (фактического объема ушедшего из трубы), кроме того такой метод применим только на магистральных водоводах, в условиях разветвленной сети городских потребителей сложно назвать причину потери давления воды. Это могут быть и утечки, и общее состояние инфраструктуры труб.

Для электроэнергии проблема «давления» в транспортной системе также существует, хоть и в переносном смысле. Все приборы учета в домохозяйствах в явном виде дают только один параметр — потребленную электроэнергию в киловатт\*часах. Многие из приборов учета нового поколения способны выдавать множество дополнительных параметров, таких как напряжение в сети, параметры формы сигнала, наличие нелинейных компонент и т.п. Фактически, для потребителя текущее напряжение в сети означает уровень качества энергоснабжения, так как

---

многие современные экономичные электроприборы могут иметь повышенные требования к электропитанию. Не зная качества энергоснабжения своего домохозяйства, потребитель будет пытаться экономно расходовать электроэнергию, используя энергосберегающие технологии, но результат будет отрицательным — его поставщик не готов к энергосбережению потребителя.

Проблема выявления характера расхода энергоресурсов и воды заключается в чрезвычайно малом объеме получаемых данных от потребителя. Фактически, сейчас регистрируется 12 значений расхода в год. Ни одна интеллектуальная система оценки характера потребления или его прогнозирования не справится со своей задачей при таком малом объеме данных. Новые приборы учета позволяют собирать данные о потреблении с частотой 1 точка в сутки, что дает 365 точек за год. Для сравнения приведем требования по обучающим выборкам для простых рекуррентных нейросетей: не менее 1500 точек. Это означает, что первичное накопление данных будет длиться не менее 4-5 лет. Для более сложных LSTM сетей число точек обучающей выборки вырастает уже до 20000-30000 точек, при этом первичное накопление данных займет 82 года [3]. Нетрудно догадаться, что за это время накопленные данные будут иметь весьма условную ценность, достаточно представить разницу в объемах и характере потребления электроэнергии в 30-х годах прошлого века и в наше время. Кроме проблемы первичного накопления данных, малая частота съема данных приводит к проблеме алайсинга: мы не сможем оценить характер влияния высокочастотных компонент сигнала, если частота оцифровки в десятки или сотни раз ниже требуемой частоты. Современные нейросети могут определять паттерны в потреблении энергоресурсов и воды и классифицировать их, что дает возможность выявлять изменения в энергоэффективности и ресурсоэффективности домохозяйств. Например,

---

современная нейросеть уже может определить наличие или отсутствие электрочайника в квартире и частоту его использования, а также вид кондиционера — обычный или инверторный. Но для этого требуется частота оцифровки данных потребления не менее 1 раза в минуту. Легко посчитать, что при этом также решается проблема первичного накопления данных: получается 525 600 точек за 1 год. Основным вопросом остается: кто же должен отвечать за сбор этих данных? А также, должен ли сбор этих данных быть централизованным?

Организовать централизованный сбор данных с приборов учета способны только организации-поставщики энергоресурсов и воды. Но для этих организаций в настоящий момент вполне хватает данных для бухгалтерии — одна цифра в месяц. Следовательно, никакой дополнительной выгоды увеличение объема данных им не принесет. Кроме того, увеличившийся объем данных потребует разработки дорогостоящих решений для обработки, хранения и анализа этих данных. Даже для формирования отчетов по прогнозам роста или снижения потребления требуется принять на работу отдельных специалистов, а такая статья расходов просто отсутствует в бюджете этих компаний.

Развитие децентрализованного сбора больших данных о потреблении энергоресурсов и воды представляет собой отдельный технологический барьер, причем, не только для нашей страны. Данный барьер не имеет собственной программы НТИ, и находится где-то между Энерджинет и Нейронет [4]. Сложность этого барьера заключается в том, что отсутствуют современные первичные устройства сбора данных. Как показано ранее прибора учета расхода на эту роль не годятся, так как весь их функционал служит получению одной цифры расхода за месяц с допустимой основной относительной погрешностью и минимальной стоимости самого прибора учета. Кроме того, так как приборы учета нуждаются в периодической

---

поверке, разработчики стараются привязать время непрерывной работы прибора учета от химического источника тока к межповерочному интервалу согласно нормативам. Это приводит к радикальному упрощению функционала, это особенно касается передачи данных во внешний мир. Сейчас серьезной задачей является даже отправка данных по радиоканалу 1 раз в сутки, а для получения больших данных необходимо отправлять данные 1440 раз в сутки. Следовательно, здесь требуются дополнительные устройства, не перегруженные метрологической задачей. В конце концов, основной задачей является оценить характер потребления, а не точные значения в рамках погрешности, чтобы рассчитать сумму платежа. Кроме того, если для съема данных о потреблении электроэнергии и воды уже имеются весьма надежные и недорогие способы съема данных, то, например, для подробной оценки характера расхода газа все не так просто [5]. Повсеместно используемые счетчики диафрагменного типа не смогут обеспечить частоту измерения расхода 1 раз в минуту, вследствие конструктивных особенностей счетного механизма [6].

Вторая сложность этого барьера — желание самих потребителей собирать эти данные. Необходимо заинтересовать ответственных потребителей такими функциями как: оценка энергоэффективности своих бытовых приборов, оценка качества поставляемой электроэнергии, оценка давления воды в трубах и оценка теплоизоляции своего жилища. Все эти сервисы могут стать доступны при условии приобретения и установки дополнительных устройств сбора данных (наилучшим вариантом будет создавать их по идеологии «интернета вещей» и внедрить в системы типа «умный дом»), а также при условии получения разрешения от потребителя на обработку этих данных. Влияние государства на этот процесс должно быть минимальным и скорее просто помогающим, скажем с помощью снижения налогов для компаний-разработчиков подобных устройств или компаний-

---

агрегаторов больших данных о потреблении энергоресурсов и воды. Децентрализация сбора этих данных должна подстегнуть конкуренцию в этой области, а новые возможности — привлечь внимание городских служб, например, для своевременного прогнозирования аварийных ситуаций из-за явлений природного характера, а также аварий, связанных со старением городской инфраструктуры.

Третья сложность этого технологического барьера — обеспечение информационной безопасности в условиях децентрализованного сбора данных. Пока сложно назвать наилучшие пути для решения этой задачи, безопасность устройств «интернета вещей» улучшается и по сей день, но все еще далека от совершенства. Возможно, здесь потребуется вмешательство госрегулятора, или будет достаточно разработки единого стандарта безопасности основными игроками рынка.

Цифровизация сферы потребления энергоресурсов и воды и перевод ее в область «больших данных» позволит решить задачи прогноза и планирования в условиях цифровой экономики. Также это повысит эффективность расхода природных ресурсов в городских условиях, где имеется большое число потребителей разного рода.

Для работы с большими массивами данных в сфере ЖКХ методы применяемые в BigData достаточно перспективны. «Большие данные» представляют собой набор технологий и методов для структурированных и не структурированных данных. Управление данными позволяет наиболее эффективно использовать информацию при долгосрочном прогнозировании. Планирование расхода особенно важно для электроэнергии. Наибольшее применение находят методы прогнозирования основанные на машинном обучении и нейросетях [7].

По данным компании IBS, к 2003 году мир накопил 5 эксабайтов данных (1 ЭБ = 1 млрд гигабайтов). К 2008 году этот объем вырос до 0,18 зеттабайта

---

(1 ЗБ = 1024 эксабайта), к 2011 году — до 1,76 зеттабайта, к 2013 году — до 4,4 зеттабайта. В мае 2015 года глобальное количество данных превысило 6,5 зеттабайта. К 2020 году, по прогнозам, человечество сформирует 40-44 зеттабайтов информации. А к 2025 году вырастет в 10 раз, говорится в докладе The Data Age 2025, который был подготовлен аналитиками компании IDC. [8].

В мировом масштабе российский рынок услуг и технологий BigData ещё только развивается, по оценкам американской компании IDC в 2014 году составил \$340 млн. В России технологию используют в банковской сфере, энергетике, логистике, государственном секторе, телекоммуникациях и промышленности [8]. Предприятия в России внедряют BigData для улучшения системы управления издержками и оптимизации расходов. «Магнитогорский металлургический комбинат», который является крупным мировым производителем стали, внедрил сервис под названием «Снайпер», который оптимизирует расход ферросплавов и других материалов при производстве. Сервис обрабатывает данные и выдаёт рекомендации для того, чтобы сэкономить деньги на производстве стали [1]. Для оптимизации бизнес-процессов «Сургутнефтегаз» внедрил платформу данных и приложений «in-memo» под названием SAP HANA (High Performance Analytic Appliance) первым в России. Основной задачей перехода на данную платформу явилась потребность в сокращении времени подготовки отчетов и обработки данных, а также получение актуальной информации в заданную единицу времени [9].

Концепция «Больших Данных» предусматривает решение задач в трех главных направлениях:

1. Хранение и управление массивами информации, особенно в тех сферах деятельности, где СУБД уже не справляется.

2. Организация неупорядоченных наборов сведений, состоящих из разнородных типов файлов.

---

3. Обработка большого потока информации с целью ее структурирования, формирования аналитических отчетов, а также составления прогнозов.

Сегодня «большие данные» применяются в различных областях, процентное соотношение представлено на рис.1

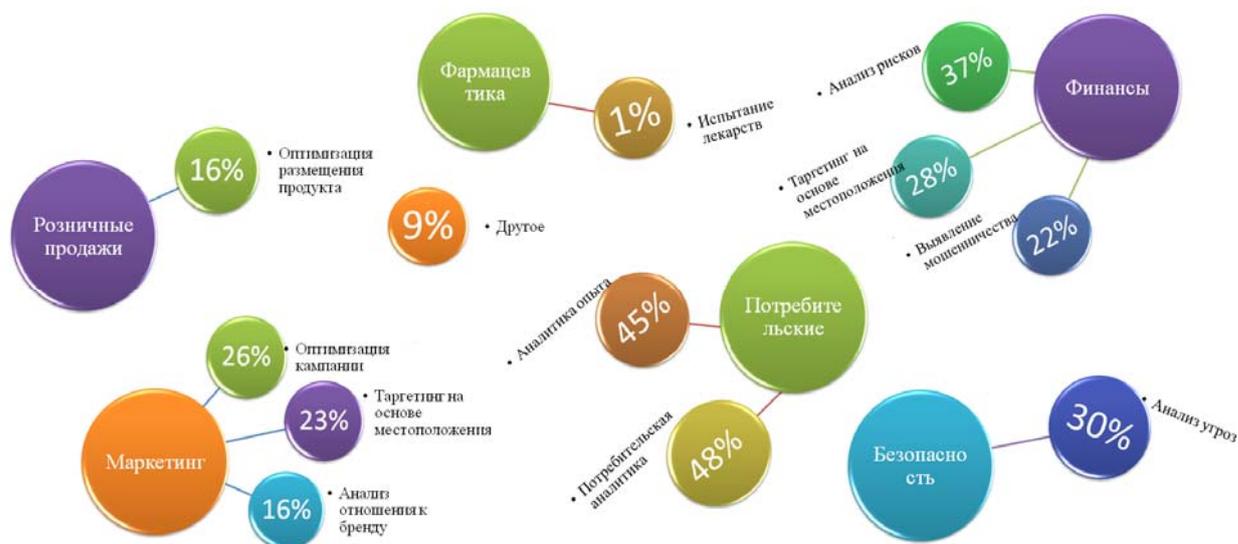


Рис.1 – Сферы применения «больших данных»

Инновационная система комплексного учета, регистрации и анализа потребления энергоресурсов и воды промышленными предприятиями и объектами ЖКХ, разработанная ОАО «НПП КП «Квант» совместно с ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» является распределенным аппаратно-программным комплексом, включающим в себя приборы учета энергоресурсов и воды, и многоуровневое программное обеспечение. Программное обеспечение состоит из клиентского, сервисного и аналитического ПО. Состав и функционал программного комплекса подробно описан в [10]. Основной особенностью разработанного комплекса является то, что с помощью программного обеспечения решена задача объединения и согласования разрозненных приборов учета. Система имеет модифицируемую структуру, достаточно гибкое управление, позволяет

обслуживать до 1 млн. абонентов, что позволит использовать в будущем концепцию BigData.

### **Выводы.**

Цифровизация всех сфер деятельности человека значительно повысит качество производимых услуг, в частности в сфере ЖКХ применение ИТ-технологий позволит вывести прогнозирование на новый уровень, что позволит планировать деятельность как ресурсоснабжающих организаций, так и управляющих компаний. Преодоление технологического барьера открывает огромные перспективы для развития ЖКХ-сферы. Применение технологии BigData позволит значительно расширить возможности современных разрабатываемых систем для учета, контроля и прогноза потребления энергоресурсов и воды.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках реализации проекта «Разработка и создание высокотехнологичного производства инновационной системы комплексного учета, регистрации и анализа потребления энергоресурсов и воды промышленными предприятиями и объектами ЖКХ» по постановлению правительства №218 от 09.04.2010 г. Работа выполнялась во ФГАОУ ВО ЮФУ.

### **Литература**

1. Что такое Big data: собрали всё самое важное о больших данных. URL: [rb.ru/howto/chto-takoe-big-data](http://rb.ru/howto/chto-takoe-big-data).
2. Корецкий А.А., Подопригора В.Б., Мирошниченко Е.П. Особенности разработки и внедрения системы учета энергоресурсов // Инженерный вестник Дона, 2017. №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2017/4365](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2017/4365).
3. Rodrigo F. Berriel, Andre Teixeira Lopes, Alexandre Rodrigues, Flavio Miguel Varejao, Thiago Oliveira-Santos (2017), Monthly energy consumption forecast: A deep learning approach, International Joint Conference on Neural



- Networks (IJCNN), pp. 4283-4290. Infrared Emitting diode KP-3216F3C.  
URL: [lib.chipdip.ru/195/doc000195243.pdf](http://lib.chipdip.ru/195/doc000195243.pdf).
4. Национальная технологическая инициатива. URL: [asi.ru/nti](http://asi.ru/nti).
  5. Ярцев А.В., Синютин Е.С. Обзор типов и параметров приборов учёта расхода газа, применяемых в автоматизированных системах учёта энергоресурсов // Инженерный вестник Дона, 2017. №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4601](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4601).
  6. Ланько Д.И., Синютин Е.С. Обзор существующих приборов учета расхода холодной воды и подходов к повышению точности измерения расхода воды // Инженерный вестник Дона, 2017. №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4603](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4603).
  7. Подсвиров В.Н., Подопригора В.Б., Семенистая Е.С. Аналитическое программное обеспечение прогнозирования потребления ресурсов в системе комплексного учета, регистрации и анализа потребления энергоресурсов и воды промышленными предприятиями и объектами ЖКХ // Инженерный вестник Дона, 2017. №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4604](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4604).
  8. David Reinsel, John Gantz, John Rydning Data Age 2025: The Evolution of Data to Life-Critical Don't Focus on Big Data; Focus on the Data That's Big. An IDC White Paper Seagate-WP-DataAge2025-March-2017.pdf.
  9. TAdviser. Государство. Бизнес. ИТ. URL: [tadviser.ru/index.php](http://tadviser.ru/index.php).
  10. Семенистая Е.С., И.Г.Анацкий, Ю.А.Бойко Разработка программного обеспечения автоматизированной системы контроля и учета энергоресурсов и воды // Инженерный вестник Дона, 2016 №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3897](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3897).
-

## References

1. Chto takoye Big data: sobrali vso samoye vazhnoye o bol'shikh dannyykh [What is Big data: collected all the most important about big data]. URL: [rb.ru/howto/chtotakoe-big-data](http://rb.ru/howto/chtotakoe-big-data).
  2. Koretskiy A.A., Podoprigora V.B., Miroshniyenko Ye.P. Inzhenernyy vestnik Dona (Rus), 2017. №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2017/4365](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2017/4365).
  3. Rodrigo F. Berriel, Andre Teixeira Lopes, Alexandre Rodrigues, Flavio Miguel Varejao, Thiago Oliveira-Santos (2017), Monthly energy consumption forecast: A deep learning approach, International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), pp. 4283-4290. Infrared Emitting diode KP-3216F3C. URL: [lib.chipdip.ru/195/doc000195243.pdf](http://lib.chipdip.ru/195/doc000195243.pdf).
  4. Natsional'naya tekhnologicheskaya initsiativa [National Technology Initiative]. URL: [asi.ru/nti](http://asi.ru/nti).
  5. Yartsev A.V., Sinyutin E.S. Inzhenernyy vestnik Dona (Rus), 2017. No.4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4601](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4601).
  6. Lanko D.I., Sinyutin E.S. Inzhenernyy vestnik Dona (Rus), 2017. №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4603](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4603).
  7. V.N. Podsvirov, V.B. Podoprigora, E.Semenistaya. Inzhenernyy vestnik Dona (Rus), 2017. №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4604](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4604).
  8. David Reinsel, John Gantz, John Rydning Data Age 2025: The Evolution of Data to Life-Critical Don't Focus on Big Data; Focus on the Data That's Big. An IDC White Paper Seagate-WP-DataAge2025-March-2017.pdf.
  9. TAdviser. Gosudarstvo. Biznes. IT. [TAdviser. State. Business. IT] URL: [tadviser.ru/index.php](http://tadviser.ru/index.php).
-



10. Semenistaya Ye.S., Anatskiy I.G., Boyko YU.A. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2016, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3897](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3897).