

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Соловьев Василий Иванович

К. т. н., доцент, доцент кафедры бизнес-информатики,

e-mail: solvi2@bk.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский государственный университет экономики и управления НИИХ», 630099 г. Новосибирск, ул. Каменская 56

Аннотация. В статье представлены анализ и оценка состояния инфраструктуры системы теплоснабжения муниципального образования на примере г. Новосибирска и в целом по России. Дана сравнительная характеристика удельных потерь тепла на ключевых элементах технологического процесса цепочки: «генерация – транспорт – потребление тепловой энергии» и показаны возможности (потенциалы) и зоны экономии тепловой энергии.

Описаны существующие в российской и региональной практике технологии первых шагов фрагментарной цифровизации технологического процесса цепочки: «генерация – транспорт – потребление тепловой энергии». Предложен подход к решению задачи построения единого комплекса автоматизированного управления системой централизованного теплоснабжения, например, на базе единой цифровой платформы, основанный на интеграции цифровых продуктов, продемонстрировавших ранее свою практическую значимость в цифровизации отдельных компонентов систем теплоснабжения.

Ключевые слова: система теплоснабжения, цифровизация, цифровая трансформация, генерация, транспорт, потребление, потенциал теплосбережения, интеграция, муниципальное образование.

Цитирование: Соловьев В.И. Цифровая трансформация систем теплоснабжения муниципального образования // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2019. № 2 (14). С. 52–61. DOI: 10.25729/2413-0133-2019-2-05

Введение. По данным, представленным в [10], уровень цифровизации российских компаний оставляет желать лучшего: 25% - относятся к цифровым; 46% - находятся на стадии трансформации; 29% - имеют традиционные формы осуществления всех видов деятельности и управления. Здесь по-прежнему основным критерием отнесения компаний к цифровым является уровень ИТ-бюджетирования на цифровую трансформацию всех бизнес-процессов.

Мировая тенденция всеобщей цифровизации, предусматривающая становление «умного» общества и «умных» городов (диффузия идеологии *Smart Home - Smart Grid - Smart City*) предопределяют потребность в широком внедрении ИТ технологий в системах управления и своего рода апгрейда топливно-энергетического комплекса (далее - ТЭК), а также жилищно-коммунального хозяйства муниципальных образований.

Принятые в 2017 году законодательные меры, направленные на стимулирование развития информационного общества и цифровой экономики [8, 5], позволят активизировать работы по интеллектуализации российского ТЭК, компонентом которого является система теплоснабжения.

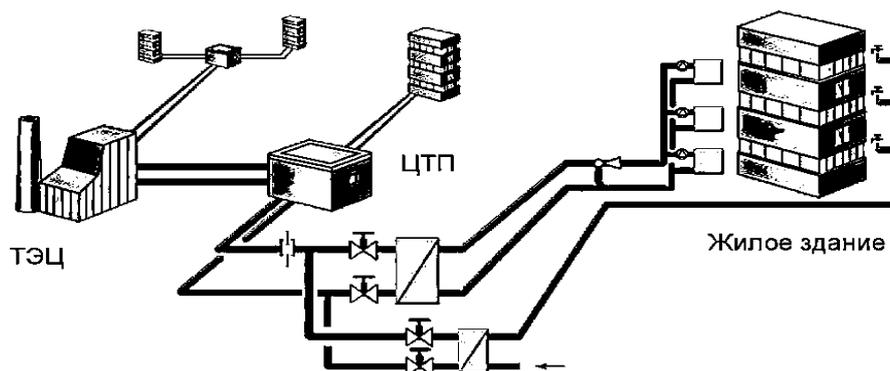
Цифровая трансформация системы теплоснабжения – это реинжиниринг данной системы, предусматривающий ее преобразование в состояние онлайн-отзывчивости на изменения внутренней и внешней среды на принципах развития инфраструктуры теплоснабжения в формате цифровой платформы, а в идеале – и цифровой экосистемы. Здесь ключевым является принцип открытого *API*¹ и гибкой интеграции, что позволяет владельцам бизнес-процессов изыскивать инновационные прорывные решения в развитии своих продуктов и услуг посредством коллабораций² и интеграций с другими сервисами и организациями-партнерами.

Следовательно, необходимы инновационная стратегия, перепроектирование бизнес-моделей и бизнес-процессов, адекватная цифровая и инженерная инфраструктура, современное программное обеспечение и информационно-коммуникационные технологии (далее – ИКТ), развитые сети коммуникационного взаимодействия производителей, поставщиков и потребителей тепловой энергии, оптимизация пакета предоставляемых услуг, адекватное обеспечение требуемыми ресурсами, эффективные механизмы и инструменты внедрения и сопровождения, соответствующие программы наделения персонала хозяйствующих субъектов сферы теплоснабжения и жителей надлежащими компетенциями.

1. Состояние систем теплоснабжения и предпосылки их цифровизации.

Российская проблема надлежащего функционирования системы теплоснабжения заключается не только в ограниченности применения цифровых технологий, но и в архаичности архитектуры самих тепловых сетей и технологических процедур процесса подачи теплоносителя.

Система теплоснабжения в виде типовой инфраструктуры централизованной закрытой системы подачи теплоносителя в многоквартирные дома представлена на рис. 1.



ТЭЦ – теплоэлектроцентраль; ЦТП – центральный тепловой пункт

Рис. 1. Система теплоснабжения

Система теплоснабжения наряду с обеспечением теплового комфорта для людей по месту их проживания и для работников на их рабочих местах, а также подачей

¹ **API** (программный интерфейс приложения, интерфейс [прикладного программирования](#)) ([англ.](#) *Application programming interface, API*).

² **Коллаборация**, или **сотрудничество** - процесс совместной [деятельности](#) в какой-либо сфере двух и более людей или [организаций](#) для достижения общих [целей](#).

теплоносителя для нужд производственной и обеспечивающей деятельности, должна быть эффективной и энергосберегающей.

Предметом настоящего исследования являются системы централизованного теплоснабжения города Новосибирска, состояние которых принципиально не выделяется среди городов других российских регионов. В то же время, если в среднем по РФ потери в магистральных сетях достигают 10% (в Швеции и Финляндии – 5%), а в распределительных сетях – 20% (в Швеции и Финляндии – 10%), что в целом составляет около 30%, то в теплосетях города Новосибирска, обслуживаемых Сибирской генерирующей компанией (далее – СГК), не превышает 27% [9]. Другой не менее важной является проблема потерь тепловой энергии в распределительных сетях непосредственно у российских потребителей, достигающих 20% (при 5% - в скандинавских странах). Ключевая причина такого «безобразия» заключается в предельно высокой степени физического и морального износа основных фондов, в том числе тепловых магистралей - доля теплотрасс в Новосибирске, срок эксплуатации которых превышает норматив, составляет около 62%.

В 2018 году по данным СГК в Новосибирске удельный показатель повреждений тепловых сетей равнялся 34/100 км, а общее количество составило 1119. Для сравнения: в Красноярске – 103, в Кемерово – 118, в Барнауле – 201. Предпосылками такого положения, в первую очередь, являются срок эксплуатации тепловых сетей, превышающий 25 лет и составляющий 47,32 % от общей протяженности сетей [7].

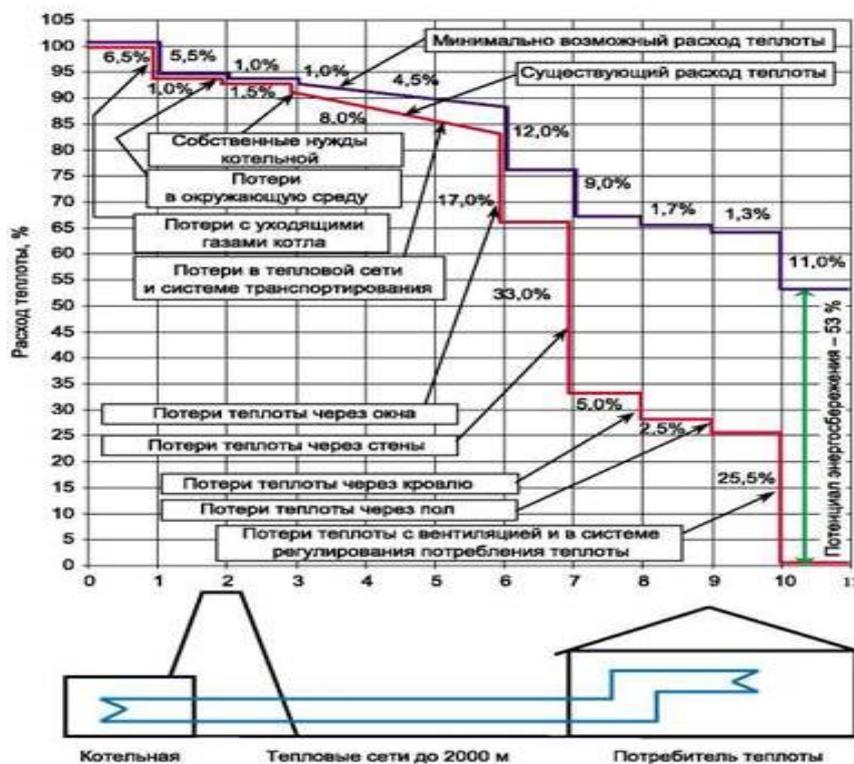


Рис. 2. Потери тепловой энергии и оценка потенциала энергосбережения

Линейка потерь тепла (см. рис. 2) иллюстрирует возможность реализации энергосберегающего потенциала эксплуатируемых систем теплоснабжения отапливаемых зданий, равного 53 % от объема генерируемой тепловой энергии и практически достижимого в деле экономии части тепловой энергии. Другая значимая ее часть (до 48 %) приходится на

Данные потерь теплоты в системе теплоснабжения с не конденсационными котлами при транспортировке от котельной до потребителя и оценка потенциала энергосбережения, приведенные в работе [4] и представленные на рис. 2, можно экстраполировать на другие технологические схемы приготовления тепла. Достоверность подобной экстраполяции должна быть подкреплена обязательным учетом климатических условий и рельефа места размещения тепловой сети.

потребителя. Количество тепловой энергии, доступной для экономии при ее производстве, не превышает 1,5%, а в системе транспортирования - 3,5%.

Подобный подход к анализу потерь тепловой энергии позволяет определить достижимое значение потенциала ее сбережения на каждой стадии, начиная с источника тепловой энергии и до конечного ее потребителя.

За истекшие 10 лет в Новосибирске общее потребление тепловой энергии не увеличивалось, а динамика доли потерь тепловой энергии имела тенденцию к росту, что свидетельствует о снижении эффективности использования тепловой энергии в целом [11].

Исследования в данной предметной области подтверждают, что в рамках энергосберегающих мероприятий по совершенствованию систем теплоснабжения и экономии энергоносителей основные усилия должны быть направлены на эффективное и рациональное использование тепловой энергии. Здесь ключевым потенциалом энергосбережения тепловой энергии является снижение ее потерь на стадии потребления (см. рис. 2), составляющих преобладающую долю потенциала энергосбережения, что особо подчеркивает необходимость считать такой подход приоритетным.

Опираясь на вышеприведенные данные, можно констатировать, что при снижении потерь только на стадиях транспортировки, распределения и потребления до «скандинавского» уровня можно достигнуть потенциала теплосбережения и роста теплоэффективности для новосибирских теплосетей в размере не менее 27%.

2. Цифровизация в теплоснабжении: состояние и перспективы. О состоянии практики цифровизации в теплоснабжении по сравнению с другими отраслями российской экономики свидетельствуют данные Росстата: в 2017 году только около 65% предприятий-поставщиков тепловой энергии применяли базовые информационные технологии [2]. Здесь под базовыми информационными технологиями подразумевают: использование компьютеров, интернета, локальных вычислительных сетей, а также автоматизированных систем учета потребления ресурсов.

Компьютеризация систем теплоснабжения, представленная разработанными программно-техническими комплексами (далее – ПТК) или в иноязычной трактовке – *Distributed Control Systems (DCS)*, еще не получила широкого распространения в российской практике проектирования и эксплуатации систем централизованного теплоснабжения [3, 12].

В применяемых ПТК и общепромышленных автоматизированных устройствах базовым элементом системы автоматизированного управления являются контроллеры ([англ. controller](#) – регулятор, управляющее устройство), осуществляющие ввод-вывод, обработку, обмен по локальным и удаленным интерфейсам.

Исследования и практика свидетельствуют, что для поддержания заданных технических характеристик систем централизованного теплоснабжения (далее – СЦТС) в ее составе должна быть включена автоматизированная система диспетчерского управления (далее – АСДУ), являющаяся ее неотъемлемой частью.

АСДУ – это территориально распределенная многоуровневая информационно-измерительная централизованная система реального времени, содержащая устройство сбора и передачи данных (далее – УСПД), самостоятельный блок управления, центральную диспетчерскую (центр обработки данных - ЦОД), взаимодействующих через сеть Интернет. Серверы ЦОД по определенному алгоритму опрашивают УСПД, получают и передают

данные, архивируют полученную информацию, обрабатывают многочисленные запросы клиентских программ, которые работают на компьютерах специалистов: теплотехников, экономистов, управленцев. Мини-ТЭЦ и котельные обычно имеют самостоятельные системы управления, которые по запросу ЦОД могут выдавать информацию о текущем состоянии и данные с приборов учета. Примерная архитектура АСДУ представлена на рисунке 3 [1].

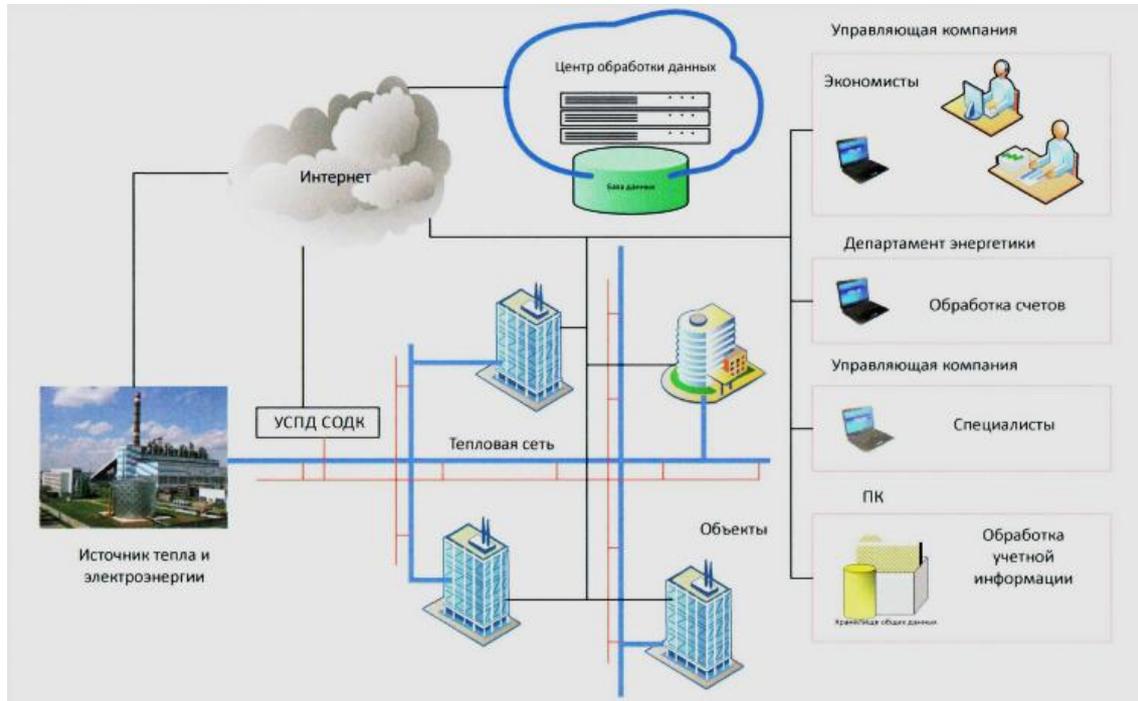


Рис. 3. Примерная архитектура АСДУ

Тепловые сети и центральный тепловой пункт (далее – ЦТП) также имеют собственные системы управления. Приборы контроля утечек выдают в случае аварии сигнал в УСПД, который принимается в ЦОД. Обработкой учетной информации занимается комплекс специальных программных средств.

Потребители тепла с автоматизированным инженерным оборудованием экономят 25 – 40% тепла. АСДУ, позволяя рационально и корректно управлять системами централизованного теплоснабжения, дает возможность фактически реализовать технические характеристики, заложенные в штатном оборудовании [1].

Следующий этап автоматизации сетей теплоснабжения, как очередная ступень на пути к цифровизации, связан с использованием получившего распространение в ИТ практике протокола *Ethernet* построения локальной сети передачи данных, ставшей основой трансформации иного уровня автоматизации управления бизнес-процессами – перехода от традиционной архитектуры с контроллерами к одноранговой мультипроцессорной среде управления (далее - ОМСУ).

В составе такой ОМСУ любой элемент обработки информации, например, процессорное устройство (далее – ПУ) обладает непосредственным доступом к любому устройству сопряжения с объектом (далее – УСО), а значит, к любым данным от технологического объекта управления (далее – ТОУ). Здесь контроллеры виртуальны и представляют собой программы, исполняемые в ПУ и осуществляющие опрос и извлечение данных от УСО в исполнении программ управления. Все это позволяет в рамках каждого ПУ

сформировать управляющие программы – виртуальные контроллеры, обрабатывающие любые необходимые им данные различных УСО. В то же время каждое УСО доступно для опроса одновременно несколькими ПУ.

Программно-технический комплекс, в состав которого входят базовые элементы, в числе которых контроллеры, серверы, рабочие станции, разработанный новосибирской компанией «Модульные Системы Торнадо» на базе любых ПУ и УСО, был испытан в рамках сертифицированной (система «Энсертико») программы в реальных условиях управления энергоблоком для Краснодарской ТЭЦ (ПТК для ПГУ-410) [6].

Что касается ПТК «Торнадо-N», то в составе его структуры высокопроизводительные компьютеры, как устройства обработки, формируют резервированные блоки: один компьютер с функциями основного, второй – дублирующий. При этом тот и другой компьютеры наделены четырьмя автономными интерфейсами *Ethernet*: первый – для связи с УСО, второй – для коммуникации с верхним уровнем ПТК, третий – для резервного опроса блоков УСО и коммуникации с верхним уровнем ПТК, четвертый – для обмена данными между компьютерами процессорной пары (рис. 4).

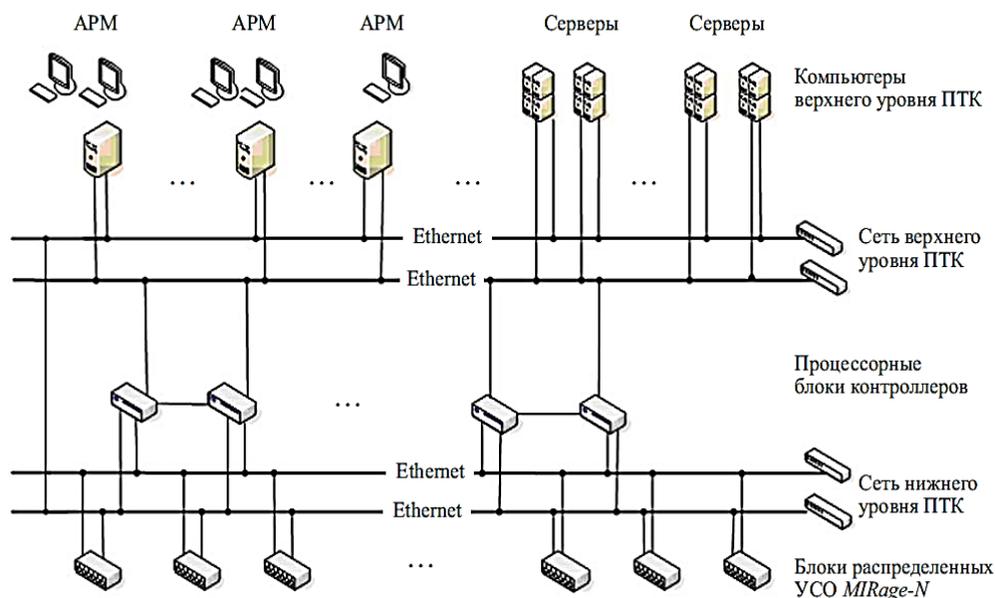


Рис. 4. Архитектура сети ПТК «Торнадо-N» [12]

Анализ инженерно-технического потенциала данного решения и его доступность к высокоуровневой цифровой трансформации позволяют оценить реальную возможность построения на его базе модели системы теплоснабжения в контексте «умной теплосети».

Весьма важным в развитии подобных решений является интеграция в их состав специализированных компьютерных программ, подобных *ZuluThermo* и предназначенных для выполнения инженерных расчетов СЦТС. Программа выполнена в виде цифровой компьютерной модели трубопроводов отопления, горячего водоснабжения (далее – ГВС), функционирующих котельных и ЦТП, размещенных на территории любого субъекта.

Программное обеспечение таких ИТ-продуктов позволяет обеспечивать дистанционный контроль эксплуатации СЦТС, отслеживать давление и температуру теплоносителя в трубопроводах, а также осуществлять инженерные расчеты. Примечательно и то, что ИТ-продукт выполнен в виде платформы формата геоинформационной системы,

тем самым позволяя моделировать любые процессы на тепловых сетях применительно к топографии конкретной местности.

Не менее актуальным в создании интегрированной цифровой платформы решения задачи построения единого комплекса автоматизированного управления СЦТС является включение в такую цифровую платформу программного пакета *SCADA* (аббр. от англ. *Supervisory Control And Data Acquisition* - диспетчерское управление и сбор данных), позволяющего в режиме *online* осуществлять сбор, обработку, отображение и архивирование данных с объектов СЦТС. Это позволит наряду с прямыми задачами автоматизированного управления СЦТС оперативно выявлять и реагировать на нештатные ситуации в системе и в кратчайшие сроки устранять повреждения на объектах СЦТС.

К тому же мониторинг и управление «умными сетями теплоснабжения» в контексте использования цифровых технологий требуют сопряжения данных *SCADA* и данных диагностики внутреннего состояния теплопроводов перемещающимися по ним роботами. Робот, управляемый дистанционно, перемещаясь, выявляет имеющиеся дефекты: трещины, сколы, вмятины, коррозию и др., определяет места повреждений, а также производит замеры толщины стенок по всему периметру трубы. Дополнительно компьютерная программа представляет заключение о критичности обнаруженного дефекта и допустимом сроке продолжения эксплуатации трубы, а при фиксации недопустимости дальнейшей эксплуатации способствует выбору требуемого метода ремонта трубы.

Очевидно, что цифровизация отдельных компонентов функционирующей системы теплоснабжения «генерация – транспорт – потребление тепловой энергии» посредством представленных ИТ-решений, как процесс передачи данных, средств коммутации и управления в цифровой форме позволит обеспечить интеграцию разноформатных цифровых продуктов в целях создания единого комплекса автоматизированного управления системой централизованного теплоснабжения на базе единой цифровой платформы.

Заключение. Переход на «цифру» предусматривает цифровизацию трех основных компонентов системы теплоснабжения любого уровня: источника тепловой энергии, теплосети и потребителя тепловой энергии.

Прежде чем планировать и осуществлять цифровизацию системы теплоснабжения как хозяйствующего субъекта, так и муниципального образования, содержащих указанные компоненты, необходимо изменить существующие подходы в организации и реализации бизнес-процессов в данной сфере, а также выполнить инфраструктурные и организационно-технические преобразования по всей цепочке технологического процесса «генерация - транспорт - потребление тепловой энергии».

Интегративный подход в любой сфере деятельности, в том числе, и при проведении научного исследования, по общему мнению, является одним из наиболее перспективных и продуктивных. Следовательно, использование такого подхода в решении задач всеобъемлющей трансформации в сфере теплоснабжения, а не только фрагментарных, описанных в данной статье, позволит достичь не только прямого результата, но и обеспечит синергетический эффект. Такой подход следует позиционировать как новый в решении проблемы построения своего рода Умной системы централизованного теплоснабжения – Умной СЦТС, что предопределяет потребность в проведении последующих теоретических и практических исследований в этой предметной области автора с использованием адекватных инструментов системного подхода с привлечением широкого круга ученых и практиков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизированные системы диспетчерского управления. Режим доступа: <https://politer.info/solutions/asdu/> (дата обращения 12.01.2019).
2. ЖКХ на пороге цифровой трансформации. Режим доступа: <https://www.eprussia.ru/teploenergetika/35/3829884.htm> (дата обращения 09.01.2019).
3. Красильникова К.В., Соловьев В.И. Модели интеграции информационных ресурсов региональной системы жилищно-коммунального хозяйства // Инновации в жизнь. 2016. № 1 (16). С. 69–80.
4. Пасичко С.И., Халецкая Е.А, Колиенко А.Г. Системы теплоснабжения. Выбор оптимальных направлений развития // Новости теплоснабжения. № 24.08. 2002.
5. Распоряжение Правительства РФ №1632-р от 28.07.2017. Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации» // Информационно-правовой портал «Гарант.ру». Режим доступа: <http://base.garant.ru/71734878/> (дата обращения 05.01.2019).
6. Сердюков О.В. Программно-технический комплекс «Торнадо-N» для объектов теплоэнергетики // Новое в российской электроэнергетике. 2011. № 9 сентябрь. С. 24–30.
7. Состояние сетей и системы теплоснабжения. Режим доступа: <http://nsk.novosibdom.ru/node/2860> (дата обращения 15.01.2019). 5
8. Указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы» // Информационно-правовой портал «Гарант.ру». Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71570570/> (дата обращения 05.01.2019).
9. Централизованное теплоснабжение как повод для беспокойства. Режим доступа: <http://academcity.org/content/centralizovannoe-teplosnabzhenie-kak-povod-dlya-besпокоystva> (дата обращения: 10.01.2019).
10. Цифровые организации: тенденции и практики применения в России. Режим доступа: <http://www.riarating.ru/infografika/20160127/630007042.html> (дата обращения 08.01.2019).
11. Чурашев В.Н., Маркова В.М. Оценка потенциала теплосбережения: региональные особенности и возможности ТЭБ // Труды IX Международной научной конференции «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» в 4 томах. Новосибирск. Сибирская государственная геодезическая академия . 2013. Т.1. С. 114–119
12. Якимчук Я.Ю., Мартемьянов В.С., Аверьяскин С.Г., Соловьев В.И. Электронное правительство и государственная информационная система жилищно-коммунального хозяйства региона // Инновации в жизнь. 2014. № 1 (8). С. 56–67.

IMPROVEMENT OF THE CONTROL SYSTEM OF SELECTION AND ADAPTATION OF STAFF WITH IT TOOLS

Vasily I. Solovjev

PhD., associate Professor, Professor, Department of business Informatics,

e-mail: solvi2@bk.ru

Federal state budgetary educational institution of higher professional education "Novosibirsk state University of Economics and management NINH", 630099, Novosibirsk, St. Kamenskaya 56

Abstract. The analysis and assessment of a condition of infrastructure of a system of heat supply of the municipal unit on the example of Novosibirsk and in general across Russia is presented in article. Comparative characteristic of specific losses of heat on key elements of technological process of a chain is given: "generation – transport – consumption of thermal energy" possibilities (potentials) and zones of economy of thermal energy are also shown.

The technologies of the first steps of fragmentary digitalization of technological process of a chain existing in the Russian and regional practice are described: "generation – transport – consumption of thermal energy". The approach in the solution of a problem of creation of a uniform complex of automated management of a system of the centralized heat supply, for example, on the basis of the uniform digital platform based on integration of the digital products pro-showing earlier the practical importance in digitalization of separate components of systems of heat supply is offered.

Keywords: system of heat supply, digitalization, digital transformation, generation, transport, consumption, heatsaving potential, integration, municipal unit.

References

1. Avtomatizirovanny`e sistemy` dispetcherskogo upravleniya [Automated dispatch control systems]. Available at: <https://politer.info/solutions/asdu/> (accessed 12.01.2019). (in Russian)
2. ZhKX na poroge cifrovoj transformacii [Housing on the verge of digital transformation]. Available at: <https://www.eprussia.ru/teploenergetika/35/3829884.htm> (accessed 09.01.2019). (in Russian)
3. Krasil`nikova K.V., Solov`ev V.I. Modeli integracii informacionny`x resursov regional`noj sistemy` zhilishhno-kommunal`nogo xozyajstva [Models of integration of information resources of the regional system of housing and communal services] // Innovacii v zhizn`= Innovations in life. 2016. No 1 (16). Pp. 69–80. (in Russian)
4. Pasichko S.I., Xaleczkaya E.A, Kolienco A.G. Sistemy` teplosnabzheniya. Vy`bor optimal`ny`x napravlenij razvitiya [Heating systems. Selection of optimal development directions] // Novosti teplosnabzheniya = Heat News. No 24.08. 2002. (in Russian)

5. Rasporyazhenie Pravitel'stva RF №1632-r ot 28.07.2017. Ob utverzhdenii programmy` «Cifrovaya e`konomika Rossijskoj Federacii» [Order of the Government of the Russian Federation No. 1632-p dated July 28, 2017. On approval of the program "Digital Economy of the Russian Federation"]. Available at: <http://base.garant.ru/71734878/> (accessed 05.01.2019). (in Russian)
6. Serdyukov O.V. Programmno-texnicheskij kompleks «Tornado-N» dlya ob`ektov teploe`nergetiki [Software and hardware complex "Tornado-N" for heat and power facilities] // *Novoe v rossijskoj e`lektroe`nergetike = New in the Russian electric power industry* . 2011. No 9 september. Pp. 24–30. (in Russian)
7. Sostoyanie setej i sistemy` teplosnabzheniya [The state of networks and heating systems]. Available at: <http://nsk.novosibdom.ru/node/2860> (accessed 15.01.2019). (in Russian)
8. Ukaz Prezidenta RF ot 09.05.2017 № 203 «O Strategii razvitiya informacionnogo obshhestva v Rossijskoj Federacii na 2017-2030 gody`» [Presidential Decree of 09.05.2017 No. 203 "On the Strategy for the development of the information society in the Russian Federation for 2017-2030"]. Available at: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71570570/> (accessed 15.01.2019). (in Russian)
9. Centralizovannoe teplosnabzhenie kak povod dlya bespokoystva [District heating as a cause for concern.]. Available at: <http://academcity.org/content/centralizovannoe-teplosnabzhenie-kak-povod-dlya-bespokoystva> (accessed 15.01.2019). (in Russian)
10. Cifrovye organizacii: tendencii i praktiki primeneniya v Rossii [Digital organizations: trends and application practices in Russia]. Available at: <http://www.riarating.ru/infografika/20160127/630007042.html> (accessed 08.01.2019). (in Russian)
11. Churashev V.N., Markova V.M. Ocenka potenciala teplosberezheniya: regional`ny`e osobennosti i vozmozhnosti TE`B [Evaluation of heat saving potential: regional features and capabilities TEB] // *Trudy IX Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Ekonomicheskoye razvitiye Sibiri i Dal'nego Vostoka. Ekonomika prirodopol'zovaniya, zemleustroystvo, lesoustroystvo, upravleniye nedvizhimost'yu» v 4 tomakh. = Proceedings of the IX International Scientific Conference "The economic development of Siberia and the Far East. Environmental economics, land management, forest management, real estate management "in 4 volumes. Novosibirsk. Sibirskaya gosudarstvennaya geodezicheskaya akademiya= Siberian State Academy of Geodesy. 2013. T. 1. Pp. 114–119. (in Russian)*
12. Yakimchuk Ya.Yu., Martem`yanov V.S., Aver`yaskin S.G., Solov`ev V.I. E`lektronnoe pravitel`stvo i gosudarstvennaya informacionnaya sistema zhilishhno-kommunal`nogo xozyajstva regiona [E-government and state information system of housing and communal services of the region] // *Innovacii v zhizn` = Innovations in life. 2014. No 1 (8). Pp. 56–67.*