

Информационные технологии в теплоснабжении. Опыт Санкт-Петербурга

Ю. В. Юферев, заместитель директора

А. А. Мележик, заведующий лабораторией

В. Ю. Мосягин, главный специалист

Научно-технический центр «Комплексное развитие инженерной инфраструктуры»

в г. Санкт-Петербурге АО «Газпром промгаз»

И. С. Белов, ИП Белов

В последнее время приоритетной задачей государства становится внедрение информационных технологий в сферы управления и развития отраслей инженерно-энергетического комплекса (ИЭК) и жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) городов. В область теплоснабжения внедрение информационных технологий началось с появлением геоинформационных систем (ГИС) и разработки на их базе электронных моделей систем теплоснабжения. В статье представлен опыт разработки и интеграции в информационное пространство Санкт-Петербурга электронной модели теплоснабжения и базирующейся на ней информационно-аналитической системы. В настоящее время информационно-аналитическая система по схеме теплоснабжения Санкт-Петербурга (ИАС ТС) запущена и проходит тестирование.

Ключевые слова:

Электронная модель, инженерная инфраструктура, схема теплоснабжения, SmartCity, геоинформационная система, инженерно-энергетический комплекс, государственная информационная система, информационно-аналитическая система, ИАС ТС, генсхема.

Введение

Национальная ориентация на развитие информационного общества [1] и мировой тренд интеллектуализации городов (распространение концепций Smart Home — Smart Grid — Smart City) определяют необходимость внедрения информационных

технологий в сфере управления и развития отраслей инженерно-энергетического комплекса и жилищно-коммунального хозяйства городов.

В российском теплоснабжении началом масштабного применения информационных технологий (ИТ) следует считать принятие Федерального закона № 190 «О теплоснабжении» (ФЗ190) и Постановления Правительства № 154 «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения» (ПП154). Количественно к настоящему моменту утверждено более 10 тысяч схем теплоснабжения (СхТСН) [2], в рамках которых для городов с численностью населения 100 тысяч человек и более в обязательном порядке разработаны электронные модели теплоснабжения (ЭМТС). Следует отметить, что, несмотря на необязательность, по причине высокой практической значимости ЭМТС разрабатываются и для средних и малых поселений, с той или иной степенью детализации.

АО «Газпром промгаз» — научно-исследовательский и проектный институт ПАО «Газпром» выполняет разработку и актуализацию СхТСН с момента принятия ФЗ-190. За этот период времени разработаны и актуализированы схемы теплоснабжения Нижнего Новгорода, Москвы и Санкт-Петербурга, а также ряда других городов с населением менее 500 тысяч человек. Стратегия АО «Газпром промгаз» при разработке СхТСН основывается на комплексном подходе, в том числе на углубленной информатизации и не ограничивается только разработкой ЭМТС. Разработанная электронная модель внедряется в процесс управления теплоснабжением. Целевым ориентиром здесь являются отраслевые информационные системы на базе расчетных электронных моделей, замыкающие на себе региональную информацию по инфраструктуре и взаимодействующие с информационными системами различных уровней. На рис. 1 представлена схема взаимодействия ЭМТС с другими информационными системами на примере Санкт-Петербурга.

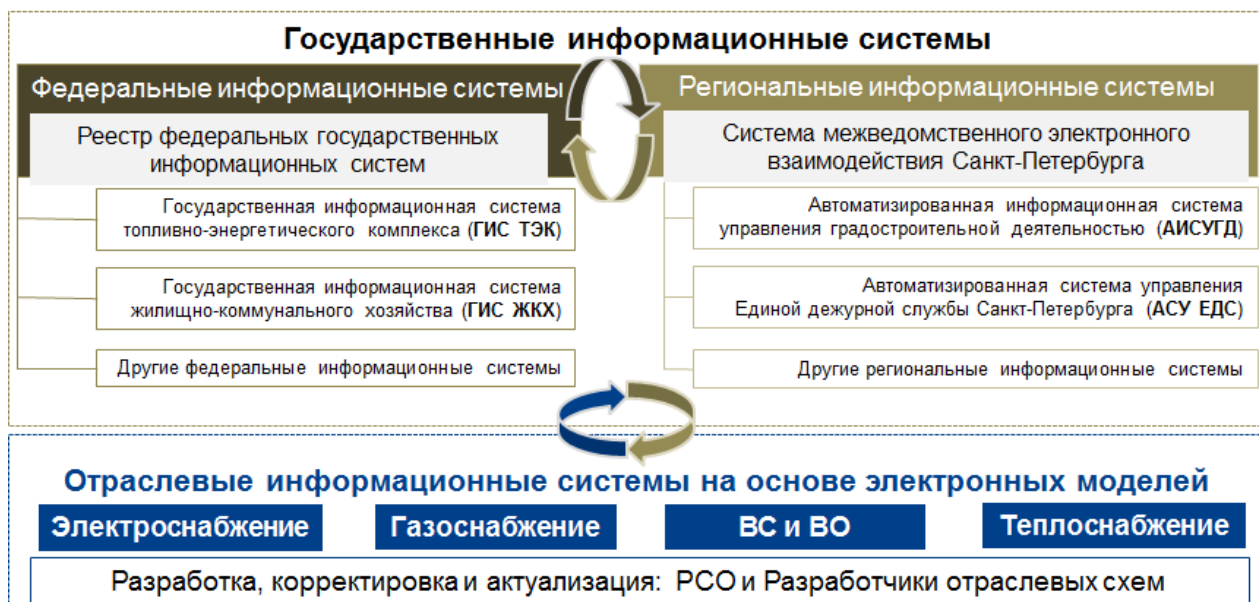


Рис. 1. Схема взаимодействия отраслевых информационных систем, интегрированных в государственную информационную систему

Разработанные отраслевые электронные модели являются основой для структурирования и объединения в единое целое разрозненной информации по инфраструктуре города, включая информацию по объектам капитального строительства. Последнее предполагает увязку отраслевых ГИС-систем с BIM-технологиями, внедряемыми в строительстве.

Этапы и особенности развития ЭМТС Санкт-Петербурга

ЭМТС — это геоинформационный слой, описывающий расположение объектов теплоснабжения на топографической основе города в виде связного графа и содержащий сведения о характеристиках данных объектов [3]. Развитие ЭМТС Санкт-Петербурга связано с этапами разработки и актуализации СхТСН города [4, 5, 6]. На рис. 2 представлены этапы развития ЭМТС и сервисы на ее основе.

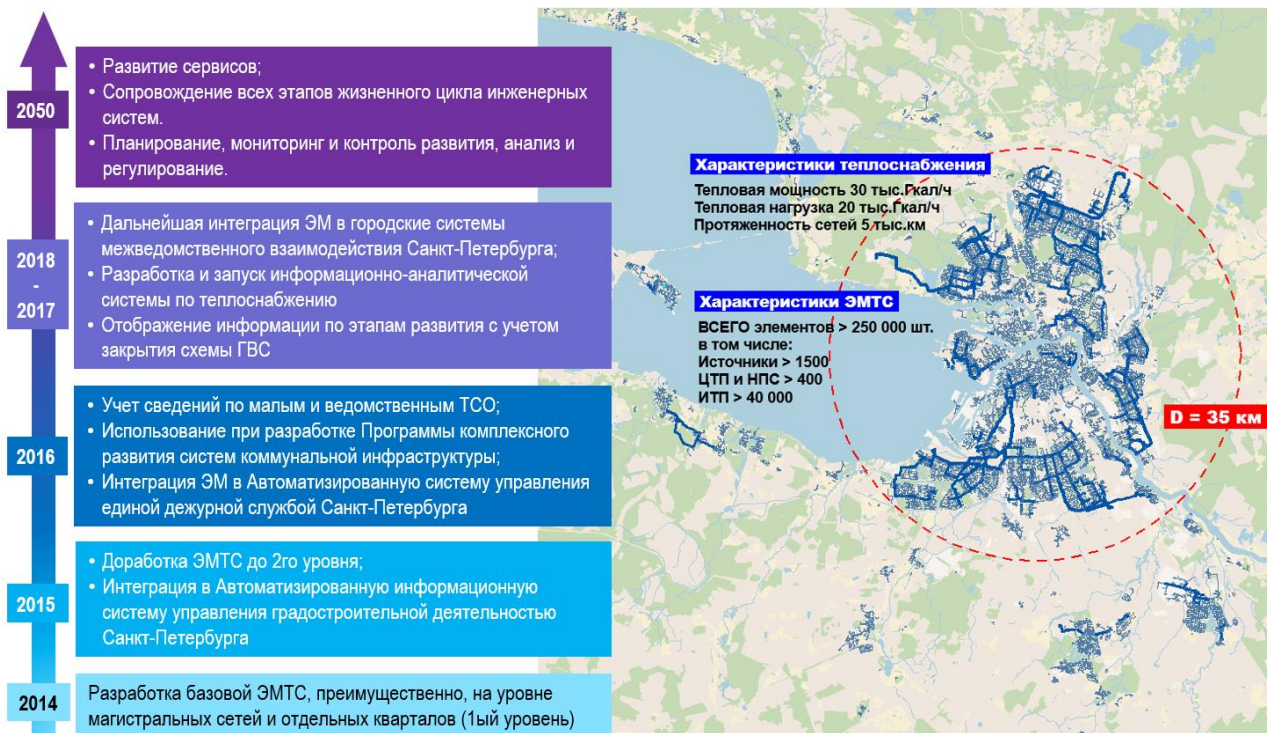


Рис. 2. Этапы развития ЭМТС Санкт-Петербурга

Первичная разработка общегородской ЭМТС заключалась в совмещении на единой карте города большого количества схем, разработанных по разным стандартам и под разные задачи. Затем была выполнена корректировка и дополнение ЭМТС недостающей информацией, и далее ведется ее непрерывная актуализация по каждому источнику до конечного потребителя (рис. 3).



Рис. 3. ЭМТС различных уровней на примере одного квартала:

a) фрагмент ЭМТС 1-го уровня; б) фрагмент ЭМТС 2-го уровня

Главной особенностью ЭМТС Санкт-Петербурга на данном этапе развития является ее масштабность и практическая значимость. К настоящему моменту времени модель включает более чем 250 тысяч элементов (источники тепловой энергии, участки тепловых сетей, арматура, тепловые пункты, камеры и др.), размещенных на топографической основе города. По каждому элементу ведется база данных, необходимая для паспортизации, расчетов и моделирования систем. ЭМТС покрывает практически всю территорию Санкт-Петербурга и прилегающие территории Ленинградской области, обеспечиваемые тепловой энергией от городских источников. Источниками информации для развития и проверки ЭМТС являются более 150 ресурсоснабжающих организаций города. В качестве программного обеспечения используется геоинформационная система ZuluGIS.

Изначально ЭМТС представляла собой набор геоинформационных слоев ЭМТС, разделенных по территориальному признаку. На данный момент ЭМТС Санкт-Петербурга — это единый слой, в котором все объекты теплоснабжения расположены в единых географической проекции и геодезических отметках местности. Такой подход упрощает обслуживание ЭМТС и позволяет вести моделирование систем теплоснабжения в сопоставимых условиях. Развитию функциональных возможностей ЭМТС способствует взаимовыгодное сотрудничество ее разработчиков с разработчиками ZuluGIS, в частности, в комплекс внедрена методика расчета надежности тепловых сетей [7].

Фактически с использованием ЭМТС Санкт-Петербурга решается больший объем задач, чем предусмотрено ПП 154. Дополнительно решаются задачи градостроительства Санкт-Петербурга, где ЭМТС используется при разработке проектов планировки территорий, генерального плана и оперативного управления с моделированием аварийных режимов и фиксацией отключений потребителей. Для этого актуальные копии ЭМТС передаются в городские комитеты и службы. Передача осуществляется в установленных форматах: Zulu — для Комитета по энергетике и инженерному обеспечению и Комитета по информатизации и связи; MapInfo — для Комитета по градостроительству и архитектуре.

Востребованность ЭМТС Санкт-Петербурга связана с одновременным обеспечением трех многокомпонентных задач:

- визуализации систем теплоснабжения в виде связанного графа на топографической основе города;
- паспортизации объектов теплоснабжения с привязкой к графическому изображению;
- автоматизации расчетов и компьютерного моделирования систем теплоснабжения.

Среди важных особенностей ЭМТС Санкт-Петербурга следует отметить следующие:

1. Привязка объектов на топооснове имеет отклонения до $\pm 10 \div 15$ м в отдельных зонах, что соответствует точности аэротеплосъемки и принципиальных схем.
2. В полном объеме учитывается основная арматура на участках большого диаметра, в меньшей степени арматура на квартальных сетях.
3. Ведется одновременно более двух состояний ЭМТС (фактическое и перспективное + состояния по режимам и вариантам развития — рис. 4).

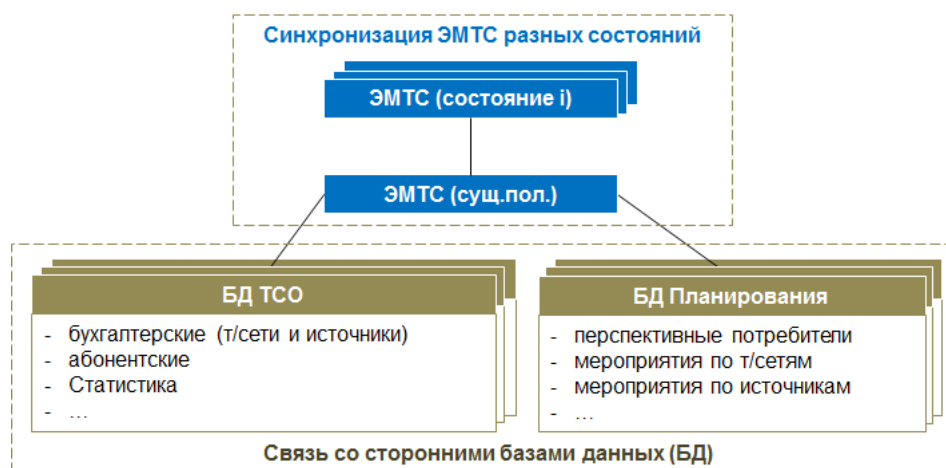


Рис. 4. Синхронизация баз данных (БД) слоев разных состояний

4. ЭМТС отличается от совокупности ЭМТС ТСО в части принятых стандартов отображения и ведения баз данных (рис. 5).

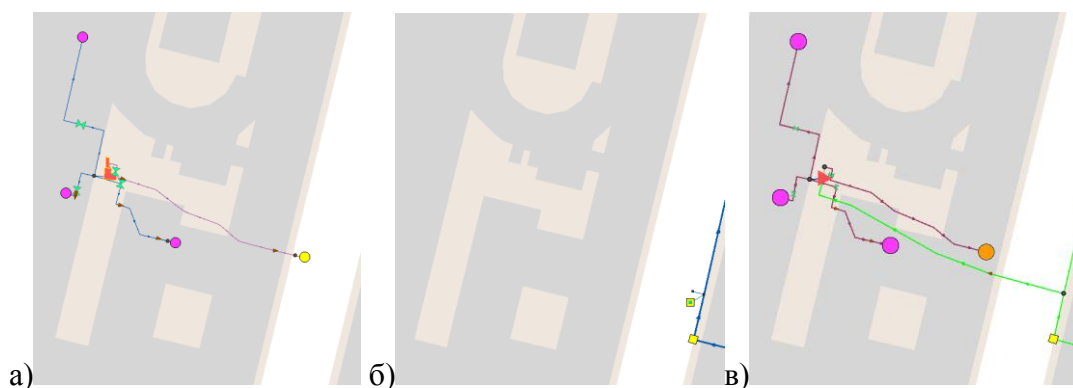


Рис. 5. Фрагмент одного квартала с ЦТП в различных ЭМТС:

а) ЭМТС ООО «Петербургтеплоэнерго»; б) ЭМТС АО «Теплосеть Санкт-Петербурга»; в) ЭМТС Санкт-Петербурга

Из рис. 5 видны следующие отличия:

- в ЭМТС ООО «Петербургтеплоэнерго», обслуживающей ЦТП и квартальные сети, отсутствуют магистральные сети, от которых запитано ЦТП, а само ЦТП моделируется в виде источника;

- в ЭМТС АО «Теплосеть Санкт-Петербурга», обслуживающей магистральные сети, отсутствуют квартальные сети, а нагрузка моделируется на магистрали в виде обобщенного потребителя;

- ЭМТС Санкт-Петербурга (разработчик АО «Газпром промгаз») моделирует сеть в полном объеме и в соответствии с фактическим типом и режимом работы объекта теплоснабжения.

Разработка и описание информационно-аналитической системы по схеме теплоснабжения Санкт-Петербурга

Разработке ИАС ТС предшествовал анализ нескольких конкурентных продуктов информационных систем, имеющих на рынке. По итогам анализа за основу была выбрана система GIS BIS, совместимая с ZuluGIS, устойчиво работающая и успешно апробированная при управлении инфраструктурой муниципальных округов, городов и предприятий [8].

ИАСТ ТС имеет доступ через Интернет с использованием любого web-браузера со стационарных и мобильных устройств путем реализации адаптивного дизайна (рис. 6).

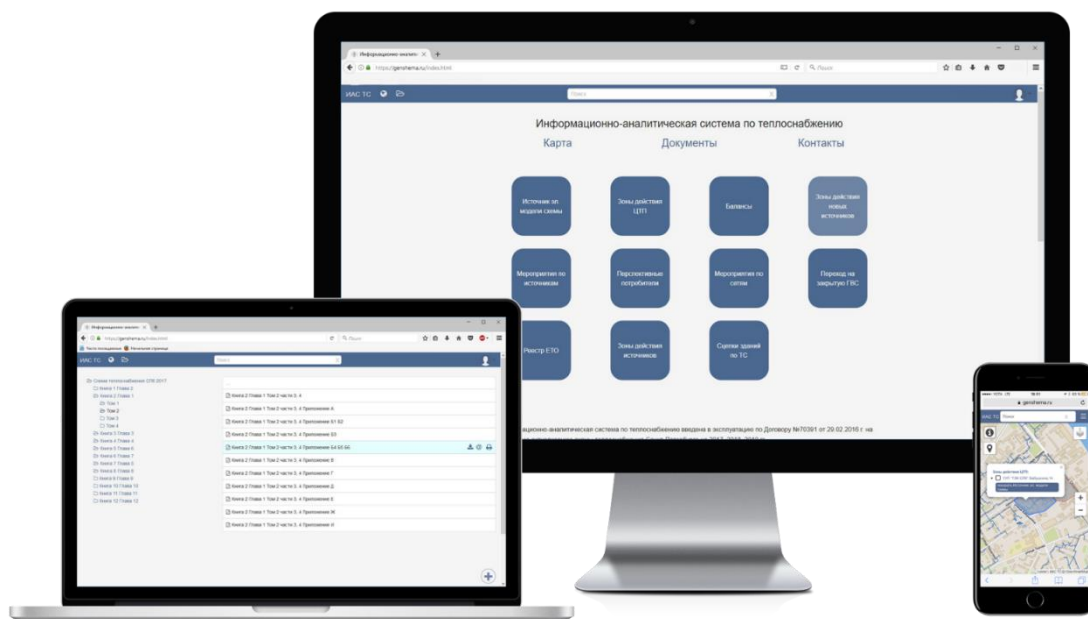


Рис. 6. Аппаратные средства использования ИАС ТС

Целью создания ИАС ТС было повышение эффективности разработки и использования материалов СхТСН за счет автоматизации процессов поиска, анализа и представление информации о системах теплоснабжения Санкт-Петербурга.

Указанная цель достигается благодаря:

- 1) снижению временных затрат на анализ пространственной и семантической информации СхТСН;**
- 2) созданию единого информационного пространства по СхТСН в качестве дополнения к документации, хранящейся в виде отдельных файлов;**
- 3) обеспечению категорированного доступа к взаимосвязанным материалам СхТСН и электронной модели без установки специализированного программного обеспечения;**
- 4) ведению архива версий документов схемы теплоснабжения.**

ИАС ТС построена с использованием современной, модульной и открытой архитектуры. Это централизованная система, т. е. все данные располагаются в центральном хранилище. Система имеет трехуровневую архитектуру. Для обеспечения основных функций используются:

- база данных ИАС ТС, представляющая собой единое централизованное хранилище данных, функционирующее под управлением реляционной

СУБД, а также инструмент хранения содержимого документов, использующий нереляционную СУБД;

- серверный компонент — набор программных комплексов, которые обеспечивают хранение, извлечение, обработку и анализ данных;
- пользовательский компонент — Web-приложение, включающее в себя набор программных средств для обеспечения доступа пользователей к базе данных, построенное на концепции WEB 2.0 и умеющее адаптировать интерфейс к различным типам рабочих мест — персональным и планшетным компьютерам, мобильным устройствам.

В ИАС ТС выделяются 11 функциональных подсистем:

- подсистема хранения документов, предназначенная для хранения банка документов, а также ведения архива версий документов;
- подсистема поиска по содержимому документов, а также по их метаданным;
- подсистема визуализации документов, которая обеспечивает постраничное отображение документов различных форматов;
- подсистема хранения данных электронной модели тепловой сети, которая хранит в себе сведения о пространственной модели тепловой сети, свойствах и топологической взаимосвязи ее элементов;
- подсистема визуализации электронной модели тепловой сети, обеспечивающая графическое построение тепловой сети в пределах заданного площадного участка;
- подсистема получения семантических данных модели тепловой сети по географическим координатам;
- подсистема поиска по семантическим данным модели тепловой сети, обеспечивающая поиск по различным комбинированным фильтрам;
- подсистема резервного копирования;
- подсистема формирования и визуализации отчетности, позволяющая экспортировать обобщенные данные в различные форматы обмена;

- подсистема распределения прав доступа, предназначенная для ограничения доступа к банку данных документов и электронной модели тепловой сети, ограничивающая данные и действия пользователя в пределах его зоны ответственности;
- подсистема аналитики семантических данных электронной модели тепловой сети.

ИАС ТС имеет гибкую систему фильтрации данных при поиске. Можно быстро построить сложный запрос и сохранить его в системе. При этом вся хранящаяся в системе информация взаимосвязана, что позволяет автоматизировать переходы от одного вида информации к другому по принципу «единого окна» (рис. 7, 8).



Рис. 7. Структура взаимосвязанной информации, содержащейся в ИАС ТС

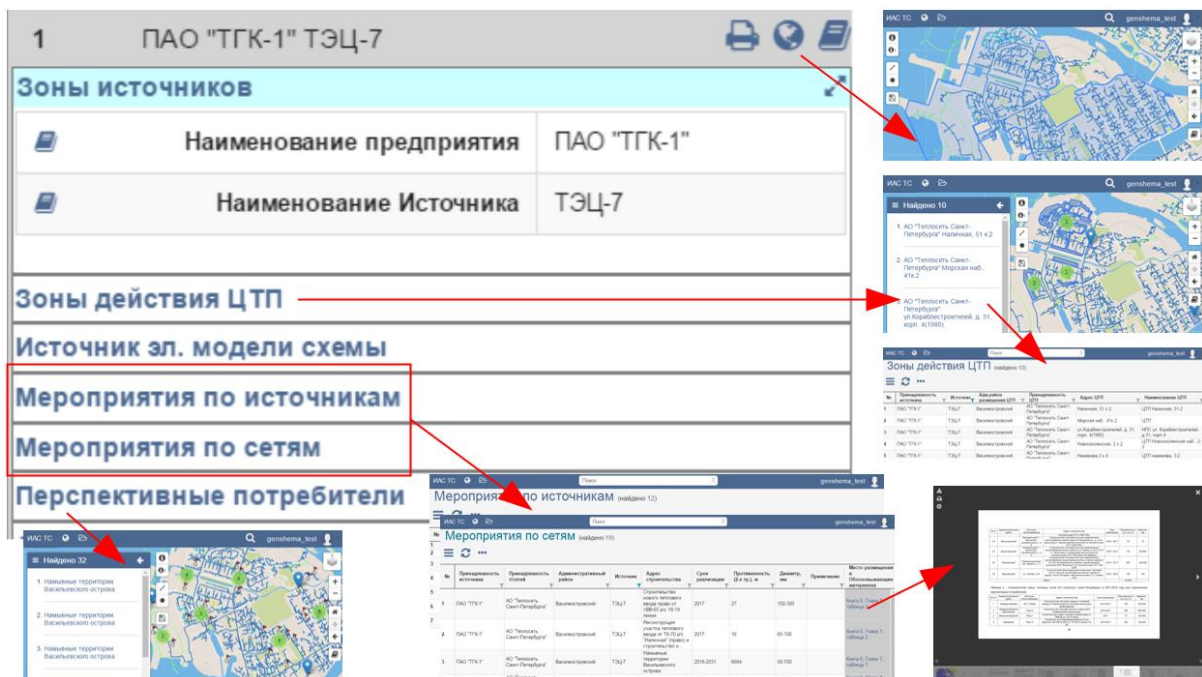
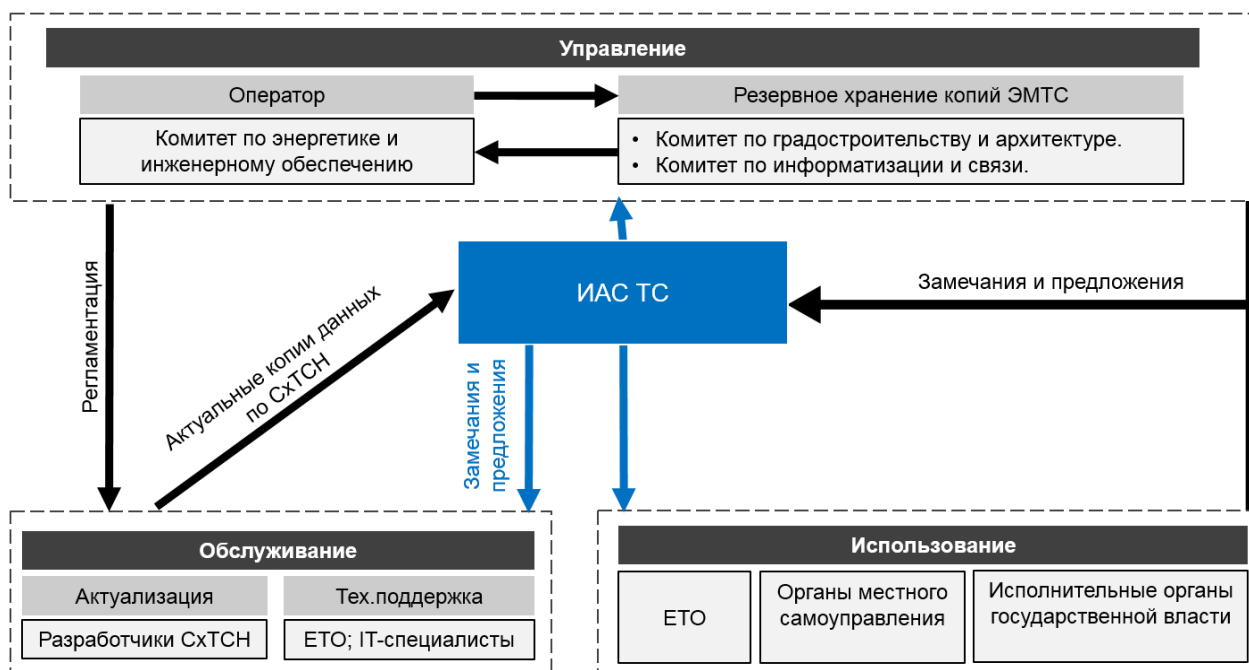


Рис. 8. Реализация принципа «единого окна» доступа к различной информации

Разработка ИАС ТС — это важный шаг к созданию единой платформы Smart City. На рис. 9 приведена предлагаемая схема функционирования ИАС ТС.



Примечание: стрелками указаны направления информационного обмена

Рис. 9. Схема функционирования ИАС ТС

Выводы

1. Внедрение информационных технологий в сферы управления и развития отраслей инженерно-энергетического комплекса и жилищно-коммунального хозяйства городов является мировым трендом. В России эта государственная задача отнесена Указом Президента РФ № 203 от 09.05.2017 к одной из первоочередных.
2. Внедрению информационных технологий в сферу теплоснабжения способствовал выход ряда нормативных актов, таких как Ф3190, ПП154 и др.
3. При разработке и актуализации схемы теплоснабжения Санкт-Петербурга создана масштабная электронная модель, позволяющая решать задачи, превышающие требования, предусмотренные перечисленными выше нормативными актами.
4. Электронная модель схемы теплоснабжения Санкт-Петербурга уже интегрирована в ряд информационных систем города (в АСУ ЕДС, ИСОГД), и продолжается работа по ее внедрению в другие информационные системы.

5. На базе электронной модели схемы теплоснабжения Санкт-Петербурга разработана, запущена и проходит тестирование информационно-аналитическая система предоставления информации по схеме теплоснабжения для органов исполнительной власти и других заинтересованных лиц, позволяющая оперативно корректировать и получать информацию по схеме в онлайн-режиме, в том числе с помощью мобильных устройств.

Литература

1. Указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы».
2. Пузаков В. С. Анализ разработки и утверждения схем теплоснабжения в Российской Федерации. Энергосовет, № 2 (39), 2015.
3. Регламент актуализации данных о состоянии тепловых сетей Санкт-Петербурга в АСУ ЕДС теплоснабжающими организациями Санкт-Петербурга, 2016.
4. Приказ Минэнерго № 906 от 09.12.2014 «Об утверждении схемы теплоснабжения Санкт-Петербурга на период до 2030 г.».
5. Приказ Минэнерго № 461 от 08.07.2015 «Об утверждении актуализированной схемы теплоснабжения Санкт-Петербурга на период до 2030 г.».
6. Приказ Минэнерго № 1330 от 16.12.2016 «Об утверждении актуализированной схемы теплоснабжения Санкт-Петербурга на период до 2031 г.».
7. Кирюхин С. Н., Сеннова Е. В., Шиманская А. О. Методология и алгоритм расчета показателей надежности теплоснабжения потребителей и резервирования тепловых сетей при разработке схем теплоснабжения. Новости теплоснабжения/Ежемесячный научно-технический журнал. № 12/160, Москва, 2013 г. 56 с.
8. Информационно-аналитическая система для управления инфраструктурой города, региона или предприятия GIS BIS [Электронный ресурс]/URL: <http://gisbis.ru>.