



**ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗЛАТОУСТОВСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА**

КНИГА 3.

ГЛАВА 3. ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

(ПРОЕКТ)

Содержание

1. ОБЩЕЕ НАЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.....	3
2. РАСЧЕТНЫЕ МОДУЛИ ИГС «CityCom-ТеплоГраф»	5
2.1. Общие положения	5
2.2. Базовый комплекс ИГС «CityCom-ТеплоГраф»	7
2.3. Подсистема "Гидравлика"	8
2.3.1. Расчет номинального гидравлического режима	8
2.3.2. Расчет текущего (фактического) гидравлического режима	9
2.3.3. Моделирование переключений.....	10
2.3.4. Модельные базы.....	12
2.3.5. Пьезометрические графики	12
2.3.6. Групповые изменения характеристик нагрузок абонентов тепловой сети по заданным критериям	14
2.3.7. Групповые изменения характеристик участков тепловой сети по заданным критериям	16
2.3.8. Табличные и графические аналитические инструменты.....	18
2.4. Подсистема "Наладка"	20
2.5. Подсистема "Теплопотери"	22
2.6. Подсистема "Повреждения"	22
2.7. Подсистема "Переключения"	23
2.8. Подсистема "Заявки"	24
2.9. Подсистема "АСУ ТП"	25
3. БАЗА ДАННЫХ «ЭМ СТ Г. ЗЛАТОУСТА».....	26
4. ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ «ЭМ СТ Г. ЗЛАТОУСТА»	27
4.1. Информационно-графическое описание объектов системы теплоснабжения.....	27
4.2. Описание топологической связности объектов системы теплоснабжения	48
4.3. Отладка и калибровка электронной модели	48
5. Задачи, решаемые на базе электронной модели системы теплоснабжения г. Златоуста.....	54
6. Рекомендации по организации внедрения и сопровождения электронной модели системы теплоснабжения г. Златоуста.....	59
6.1. Требования к квалификации персонала.....	59
6.1.1. Требования к квалификации эксплуатационного персонала.....	60
6.1.2. Требования к квалификации пользователей.....	60
6.1.3. Рекомендации по выбору основных пользователей системы.....	60
6.1.4. Требования к применяемым техническим средствам.....	61
6.1.5. Требования к программному обеспечению	61
6.1.6. Рекомендации по организации процесса актуализации данных электронной модели	62
6.2. Порядок приемки электронной модели	64
6.2.1. Состав предъявляемой документации и программного обеспечения	64
6.2.2. Подготовка электронной модели к вводу в действие.....	64

1. ОБЩЕЕ НАЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Электронная модель системы теплоснабжения г. Златоуста на базе информационно-графической системы «ТеплоГраф» (далее по тексту электронная модель) разрабатывается в целях:

- обеспечения соблюдения требований Постановления Правительства РФ от 22 февраля 2012 г. №154 «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения» в части обязательности создания электронной модели системы теплоснабжения при разработке Схемы теплоснабжения для муниципального образования с численностью населения 100 тыс. человек и более;
- повышения эффективности информационного обеспечения процессов принятия решений в области текущего функционирования и перспективного развития системы теплоснабжения города;
- проведения единой политики в организации текущей деятельности предприятий и в перспективном развитии всей системы теплоснабжения города;
- обеспечения устойчивого градостроительного развития города;
- разработки мер для повышения надежности системы теплоснабжения города;
- минимизации вероятности возникновения аварийных ситуаций в системе теплоснабжения;
- создания единой информационной платформы для обеспечения мониторинга развития.

Разрабатываемая электронная модель предназначена для решения следующих задач:

- создание общегородской электронной схемы существующих и перспективных тепловых сетей и объектов системы теплоснабжения г. Златоуста, привязанных к топооснове города;
- сведение балансов тепловой энергии;
- оптимизация существующей системы теплоснабжения (оптимизация гидравлических режимов, моделирование перераспределения тепловых нагрузок между источниками, определение оптимальных диаметров проектируемых и реконструируемых тепловых сетей и теплосетевых объектов и т.д.);
- моделирование перспективных вариантов развития системы теплоснабжения (строительство новых и реконструкция существующих источников тепловой энергии, перераспределение тепловых нагрузок между источниками, определение возможности подключения новых потребителей тепловой энергии, определение оптимальных вариантов качественного и надежного обеспечения тепловой энергией новых потребителей и т.д.);
- оперативное моделирование обеспечения тепловой энергией потребителей при аварийных ситуациях;
- мониторинг развития схемы теплоснабжения г.Златоуста.
- обеспечение ежегодной актуализации Схемы теплоснабжения г. Златоуст в соответствии с ФЗ-190 «О теплоснабжении» и Постановлением Правительства РФ №154..

2. РАСЧЕТНЫЕ МОДУЛИ ИГС «CITYCOM-ТЕПЛОГРАФ»

2.1. Общие положения

В данном разделе представлено краткое описание функциональных возможностей различных модулей ИГС «ТеплоГраф». Необходимо отметить, что электронная модель системы теплоснабжения в рамках выполнения настоящего проекта поставляется в составе основных модулей:

- базовый комплекс,
- подсистема «Гидравлика».

Более детально комплекс задач, решаемых данными модулями, представлен далее. Инструкция по работе с электронной моделью на базе ИГС «ТеплоГраф» представлена в приложении А. По окончании внедрения Заказчик самостоятельно определяет целесообразность развития данной системы и необходимость приобретения и внедрения дополнительных модулей.

Гидравлический расчет тепловых сетей приведен в Книге 3 Обосновывающих материалов к схеме теплоснабжения, приложение 3 «Результаты гидравлических расчетов по состоянию базового периода разработки схемы теплоснабжения».

Показатели надежности и графические материалы (карты-схемы тепловых сетей и зон ненормативной надежности и безопасности теплоснабжения) приведены в Книге 4 Обосновывающих материалов к схеме теплоснабжения, приложение 2 «Надежность систем теплоснабжения».

Балансы тепловой энергии по источникам тепловой энергии и по территориальному признаку приведен в книге 1 Обосновывающих материалов к схеме теплоснабжения.

Значение потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя приведен в книге 1 Обосновывающих материалов к схеме теплоснабжения.

2.2. Базовый комплекс ИГС «CityCom-ТеплоГраф»

Базовый комплекс представляет собой функциональную платформу и пользовательскую среду, включающую в себя:

- ГИС-компоненту с многооконным интерфейсом, послойным представлением объектов и полным набором функций, присущих ГИС и обеспечивающих топологически корректный ввод, корректировку, визуализацию и обработку данных;
- многокритериальный информационно-поисковый функционал;
- инструментарий для графического, топологического и семантического описания сетей инженерных коммуникаций, представляющего собой единую информационно-аналитическую модель;
- специальным образом сконфигурированную многопользовательскую базу данных открытого формата, содержащую всю информацию, необходимую для функционирования комплекса – от графических данных до паспортов оборудования сетей;
- аналитический инструментарий, включающий в себя как графические (раскраски, выделения, подписи), так и табличные (справки, запросы, отчеты, документы) методы анализа данных;
- инструментарий для каталогизации «внешних» документов и мультимедийных данных (фотоизображения, видеофрагменты, документы Office и т.п.) с привязкой их к конкретным объектам сетей;

- средства для межсистемного обмена графической информацией со сторонними ГИС с использованием стандартных обменных форматов.

2.3. Подсистема "Гидравлика"

Подсистема включает в себя полный набор функциональных компонент и соответствующие им информационные структуры базы данных, необходимых для гидравлического расчета и моделирования тепловых сетей.

Размерность рассчитываемых тепловых сетей, степень их закольцованности, а также количество теплоисточников, работающих на общую сеть - не ограничены.

2.3.1. Расчет номинального гидравлического режима

Классический вид гидравлического расчета, отталкивающийся от задания тепловых нагрузок потребителей. В результате расчета получается полное потокораспределение по подающим и обратным трубопроводам тепловой сети, а также абсолютные и располагаемые напоры во всех точках тепловой сети в предположении, что все потребители получают заявленную тепловую нагрузку при определенных для них температурных графиках.

Насосные группы на источниках тепла, а также в насосных станциях смешения, подпора и подкачки описываются полной моделью, включающей расходно-напорную характеристику группы насосных агрегатов. Расходно-напорная характеристика может быть получена двумя способами:

- заданием параметров граничных пар "расход-напор", описывающих рабочую зону;
- заданием паспортных характеристик установленных насосных агрегатов (выбор из справочника насосов) и комбинацией их включения.

Гидравлические сопротивления участков трубопроводов определяются их длиной, внутренним диаметром, суммой местных сопротивлений, коэффициентом шероховатости либо коэффициентом местных потерь (в зависимости от выбранного способа расчета), степенью зарастания.

Инструментарий подсистемы включает в себя табличные и графические средства анализа режима, полученного в результате гидравлического расчета, включая пьезометрические графики.

2.3.2. Расчет текущего (фактического) гидравлического режима

От гидравлического расчета номинального режима отличается тем, что потребители тепла в этом случае моделируются специально рассчитанным на основании "номинального" режима внутренним гидравлическим сопротивлением (включающем обвязку и сужающие устройства), а заданная для них тепловая нагрузка игнорируется. Потокораспределение при этом полностью определяется расходно-напорными характеристиками групп насосных агрегатов, работающих на тепловую сеть, и гидравлическими сопротивлениями участков теплосети и потребителей тепла.

Именно этот вид гидравлического расчета является инструментом имитационного моделирования. С его помощью возможен ответ на вопрос, что произойдет с гидравлическим режимом в тепловой сети при аварийном

отключении какого-либо оборудования (нештатная ситуация). Поэтому в литературе этот метод гидравлического расчета часто называют "аварийным".

Существенная особенность метода состоит в том, что гидравлический расчет текущего режима имеет смысл только на модели, откалиброванной для номинального гидравлического режима.

2.3.3. Моделирование переключений

Это основной инструмент, который, главным образом, позволяет говорить о "гидравлической модели" сети. Суть заключается в автоматическом отслеживании программой состояния запорно-регулирующей арматуры и насосных агрегатов в базе данных описания тепловой сети. Любое переключение на схеме тепловой сети влечет за собой автоматическое выполнение гидравлического расчета, и, таким образом, в любой момент времени пользователь видит тот гидравлический режим, который соответствует текущему состоянию всей совокупности запорно-регулирующей арматуры и насосных агрегатов на схеме тепловой сети.

Переключения могут быть как одиночными, так и групповыми, для любой выбранной (помеченной) совокупности переключаемых элементов.

Задвижки типа "дроссель", помимо двух крайних состояний (открыта/закрыта), могут иметь промежуточное состояние "прижата", определяемое в либо в процентах открытия клапана, либо в числе оборотов штока. При этом состоянии задвижка моделируется своим гидравлическим сопротивлением, рассчитанным по паспортной характеристике клапана.

Для насосных агрегатов и их групп в модели доступны несколько видов переключений: включение/выключение; дросселирование;

изменение частоты вращения привода. При любом переключении насосных агрегатов в насосной станции или на источнике автоматически пересчитывается суммарная расходно-напорная характеристика всей совокупности работающих насосов.

Для регуляторов давления и расхода переключением является изменение установки.

Для потребителей переключением является любое из следующих действий:

- включение/отключение одного или нескольких видов тепловой нагрузки;
- ограничение одного или нескольких видов тепловой нагрузки (в % от паспортной, в т.ч. и более 100%);
- изменение температурного графика и/или удельных расходов теплоносителя по видам тепловой нагрузки;
- изменение способа задания тепловой нагрузки из списка, имеющегося в паспорте (проектная/договорная/фактическая/...).

Предусмотрена генерация специальных отчетов об отключенных/включенных абонентах и участках тепловой сети, состояние которых изменилось в результате последнего произведенного единичного или группового переключения. Эти отчеты могут, по желанию пользователя, содержать любую информацию об этих объектах, содержащуюся в базе данных.

Режим гидравлического моделирования позволяет оперативно получать ответы на вопросы типа "Что будет, если...?" Это дает возможность избежать ошибочных действий при регулировании режима и

переключениях на реальной тепловой сети, могущих повлечь неприятные и даже фатальные последствия.

2.3.4. Модельные базы

Подсистема гидравлических расчетов позволяет моделировать произвольные режимы, в том числе аварийные и перспективные. Само по себе гидравлическое моделирование предполагает внесение в модель каких-то изменений с целью воспроизведения режимных последствий этих изменений. Очевидно, что такие изменения искажают реальные данные, описывающие эксплуатируемую тепловую сеть в ее текущем состоянии, что категорически недопустимо.

Подсистема гидравлических расчетов содержит специальный инструментарий, позволяющий для целей моделирования создавать и администрировать специальные "модельные" базы - наборы данных, клонируемых из основной (контрольной) базы данных описания тепловой сети, на которых можно производить любые манипуляции без риска исказить или повредить контрольную базу.

Кроме свободы манипуляций, этот механизм также обеспечивает возможность осуществления сравнительного анализа различных режимов работы тепловой сети, реализованных в модельных базах, между собой. В частности, основным аналитическим инструментом является сравнительный пьезометрический график, на котором наглядно видно изменение гидравлического режима, произошедшее в результате тех или иных манипуляций.

2.3.5. Пьезометрические графики

Это основной аналитический инструмент специалиста по гидравлическим расчетам тепловых сетей. Пьезометр представляет собой графический документ, на котором изображены линии давлений в подающей и обратной магистралях тепловой сети, а также профиль рельефа местности - вдоль определенного пути, соединяющего между собой два произвольных узла тепловой сети по неразрывному потоку теплоносителя. На пьезометрическом графике наглядно представлены все основные характеристики режима, полученные в результате гидравлического расчета, по всем узлам и участкам вдоль выбранного пути: манометрические давления, полные и удельные потери напора на участках тепловой сети, располагаемые давления в камерах, расходы теплоносителя, перепады, создаваемые на насосных станциях и источниках, избыточные напоры и т.д.

Построению пьезометрического графика предшествует выбор искомого пути. Для этой цели на схеме тепловой сети отмечаются не менее двух узлов, через которые должен пройти выбранный путь. В общем случае, с учетом закольцованности тепловых сетей, может существовать более одного пути, соединяющего заданные точки. В этом случае для однозначного определения результата можно указать промежуточные точки, либо изменить критерий поиска пути (это может быть минимизация количества участков, минимизация гидравлического сопротивления либо минимизация суммарной длины, поиск по линиям подающей или обратной магистрали). Путь строится программой автоматически с учетом состояния запорной арматуры в узлах коммутации (тепловых камерах), найденный путь "подсвечивается" на экране цветом выделения.

После выбора требуемого пути одним кликом мыши строится пьезометрический график. Состав отображаемой на нем информации, легенда и масштаб представления легко настраиваются пользователем в

удобном для него виде. Среди прочих настроек, имеется возможность выделить на графике нарушения гидравлического режима, критерии нарушений задаются пользователем. График может быть при необходимости распечатан либо экспортирован в другие приложения через буфер обмена Windows.

На одном координатном поле графика могут быть одновременно построены пьезометры для номинального и фактического гидравлических режимов, а также сравнительные графики этих же режимов, построенные по одной из модельных баз. Типы и цвета линий и точек графика легко настраиваются, так чтобы графики различных гидравлических режимов на одном поле были различимы между собой.

В случае наличия связи ИГС "ТеплоГраф" с АСУ ТП, на пьезометрическом графике возможно, помимо расчетных линий давлений, показать реальные узловые давления, измеряемые непосредственно на тепловой сети датчиками. Это позволяет сопоставить режим, полученный в результате гидравлического расчета, с данными фактических замеров, и очень упрощает процесс калибровки расчетной гидравлической модели.

Пьезометрический график является незаменимым инструментом при калибровке гидравлической модели тепловой сети, поскольку графическая интерпретация гидравлического режима позволяет одновременно качественно и количественно оценить поправки, которые необходимо внести в расчетную модель, чтобы она наиболее адекватно повторяла "гидравлическое поведение" реальной тепловой сети в эксплуатации.

2.3.6. Групповые изменения характеристик нагрузок абонентов тепловой сети по заданным критериям

В подсистеме гидравлических расчетов имеется специальный инструмент для осуществления массовых изменений характеристик нагрузок потребителей с целью моделирования - таким образом, чтобы при этом не менять паспортные значения нагрузок абонентов тепловой сети.

Этот инструмент позволяет применить общее правило изменения характеристик тепловой нагрузки одновременно для некоторой совокупности потребителей, определяемой заданным критерием отбора, в частности:

- по всей базе данных описания тепловой сети;
- по одной из связанных компонент (тепловой зоне источника);
- по некоторой графической области, заданной произвольным многоугольником;
- по типу объектов теплоснабжения (жилье, административные здания, промышленность и т.д.);
- по признаку ведомственной подчиненности;
- по признаку административного деления; и т.п.

Критерии отбора могут быть любыми, единственное существенное требование: соответствующая информация, на основании которой строится критериальный отбор, должна в явном виде присутствовать в базе данных описания потребителей тепла.

Для потребителей, отобранных по заданному критерию, можно выполнить любое из следующих изменений характеристик нагрузки:

- включение/отключение одного или нескольких видов тепловой нагрузки;
- ограничение одного или нескольких видов тепловой нагрузки (в %% от паспортной, в т.ч. и более 100%);

- изменение температурного графика и/или удельных расходов теплоносителя по видам тепловой нагрузки;
- изменение способа задания тепловой нагрузки из списка, имеющегося в паспорте (проектная/договорная/фактическая/...)

После проведения серии изменений характеристик нагрузок автоматически производится гидравлический расчет тепловой сети, результаты которого сразу же доступны для визуализации на схеме и анализа.

Поскольку при изменении характеристик нагрузки паспорта потребителей не меняются, очень просто вернуться к исходному состоянию расчетной гидравлической модели, определяемому паспортными значениями тепловых нагрузок потребителей.

2.3.7. Групповые изменения характеристик участков тепловой сети по заданным критериям

Данный инструмент применим для различных целей и задач гидравлического моделирования, однако его основное предназначение - калибровка расчетной гидравлической модели тепловой сети. Трубопроводы реальной тепловой сети всегда имеют физические характеристики, отличающиеся от проектных, в силу происходящих во времени изменений - коррозии и выпадения отложений, отражающихся на изменении эквивалентной шероховатости и уменьшении внутреннего диаметра вследствие зарастания. Очевидно, что эти изменения влияют на гидравлические сопротивления участков трубопроводов, и в масштабах сети в целом это приводит к весьма значительным расхождением результатов гидравлического расчета по "проектным" значениям с реальным гидравлическим режимом, наблюдаемым в эксплуатируемой

тепловой сети. С другой стороны, измерить действительные значения шероховатостей и внутренних диаметров участков действующей тепловой сети не представляется возможным, поскольку это потребовало бы массового вскрытия трубопроводов, что вряд ли реализуемо. Поэтому эти значения можно лишь косвенным образом оценить на основании сравнения реального (наблюдаемого) гидравлического режима с результатами расчетов на гидравлической модели, и внести в расчетную модель соответствующие поправки. В этом, в первом приближении, и состоит процесс калибровки.

Инструмент групповых операций позволяет выполнить изменение характеристик для подмножества участков тепловой сети, определяемого заданным критерием отбора, в частности:

- по всей базе данных описания тепловой сети;
- по одной из связных компонент тепловой сети (тепловой зоне источника);
- по некоторой графической области, заданной произвольным многоугольником;
- вдоль выбранного пути.

При этом на любой из вышеперечисленных "пространственных" критериев может быть наложена суперпозиция критериев отбора по классифицирующим признакам:

- по подающим или обратным трубопроводам тепловой сети, либо симметрично;
- по виду тепловых сетей (магистральные, квартальные);
- по участкам тепловой сети определенного условного диаметра;

- по участкам тепловой сети с определенным типом прокладки, и т.п.

Критерии отбора могут быть произвольными при соблюдении основного требования: информация, на основании которой строится отбор, должна в явном виде присутствовать в паспортных описаниях участков тепловой сети.

Для участков тепловых сетей, отобранных по определенной совокупности критериев, можно произвести любую из следующих операций:

- изменение эквивалентной шероховатости;
- изменение степени зарастания трубопроводов;
- изменение коэффициента местных потерь;
- изменение способа расчета сопротивления.

После проведения серии изменений характеристик участков трубопроводов тепловой сети автоматически производится гидравлический расчет, результаты которого сразу же доступны для визуализации на схеме и анализа.

Поскольку при изменении характеристик участков сети тепловой сети их паспорта не модифицируются, в любой момент можно вернуться к исходному состоянию расчетной гидравлической модели, определяемому паспортными значениями характеристик участков тепловой сети.

2.3.8. Табличные и графические аналитические инструменты

Наряду с самым востребованным инструментом - пьезометрическими графиками, подсистема гидравлических расчетов

тепловых сетей снабжена большим количеством удобных средств анализа. В частности, следующие:

- "гидравлическая" раскраска сети: разными цветами выделяются включенные, отключенные и тупиковые участки тепловых сетей;
- специальные раскраски тепловой сети по значениям различных характеристик гидравлического режима (по скорости, по зонам давлений в подающей или обратной магистрали, по удельным потерям напора на участках и т.п.);
- графические выделения (выделения цветом или иным способом узлов и/или участков тепловой сети по некоторому критерию), например: потребители с превышением давления в обратной магистрали, тепловые камеры с "прижатыми" задвижками, узлы с располагаемым напором ниже заданного, участки с превышением заданной скорости потока, и т.п.
- расстановка на схеме тепловой сети значков-стрелок, указывающих направление движения теплоносителя по подающей или обратной магистрали;
- подпись на схеме тепловой сети значений расходов по участкам и давлений в узлах сети;
- произвольные табличные аналитические документы, построенные по исходным данным и результатам гидравлического расчета тепловых сетей;
- гидравлические справки по отдельным узлам, участкам, источникам, насосным станциям и потребителям тепловой сети;

- произвольные запросы и выборки из базы данных, содержащие любые описанные функции от параметров режима, полученных в результате гидравлического расчета.

Набор раскрасок, графических выделений и аналитических документов ничем не ограничен, кроме потребностей пользователя и соблюдения общего принципа: группировать, фильтровать и анализировать можно только те данные, которые в явном виде присутствуют в базе данных проекта, либо вычислимы из последних.

2.4. Подсистема "Наладка"

Данная подсистема представляет собой инструментарий для расчета наладочных устройств, установка которых позволяет сбалансировать гидравлический режим в тепловой сети, обеспечив равномерное теплоснабжение потребителей и гидравлическую устойчивость тепловой сети и системы теплоснабжения в целом.

Расчет сужающих устройств (дресселирующих шайб и сопел элеваторов) по видам подключенной тепловой нагрузки на потребителях предполагает значительно более подробное описание абонентских вводов, чем при простом гидравлическом расчете и моделировании тепловой сети. Поэтому подсистема включает в себя соответствующие расширения базы данных паспортизации потребителей, а также необходимые дополнительные процедуры ввода.

Расчет наладочных устройств производится на откалиброванной в номинальном режиме гидравлической модели тепловой сети. В результате наладочного расчета генерируются аналитические документы, содержащие все необходимые данные о гидравлических характеристиках потребителей и параметрах гидравлического режима, а также результирующий документ

с рассчитанными конструктивными параметрами сужающих устройств - головных и подпорных диафрагм, а также сопел элеваторов и шайб по видам присоединенной тепловой нагрузки.

2.5. Подсистема "Теплопотери"

Расчет нормативных и фактических тепловых потерь через изоляцию трубопроводов производится в соответствии методикой, регламентированной Минпромэнерго России в документе "Порядок расчета и обоснования нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии", утвержденном Приказом МПЭ от 04.10.2005 №265.

Расчет тепловых потерь производится на основании предварительно произведенного гидравлического расчета тепловой сети.

Подсистема предусматривает возможность расчета тепловых потерь для всей тепловой сети в целом, либо для отдельно взятых тепловых компонент (зон теплоснабжения) - за произвольный период времени, с разбивкой по месяцам.

В подсистеме имеются развитые средства, позволяющие на основании тепловых испытаний и/или аналитических оценок вносить поправки в расчетные удельные тепловые потери для различных диаметров трубопроводов и видов прокладки тепловых сетей.

2.6. Подсистема "Повреждения"

Данный инструмент предназначен для ведения и обработки архива повреждаемости тепловых сетей.

Каждая запись электронного журнала повреждений связана с конкретным участком или узлом тепловой сети, изображенным на схеме. При формировании новой записи поврежденный участок (узел) может быть найден и выбран на графическом представлении тепловой сети, либо в диалоге - по адресу или иному поисковому критерию. Паспортные

данные поврежденного участка (узла) автоматически заносятся в журнал повреждений.

По каждому повреждению в журнал заносится набор данных, характеризующих как характер самого повреждения, так и сведения о моменте обнаружения и ликвидации. Подсистема автоматически отслеживает состояние записей о повреждениях. Виды повреждений, аварий и неисправностей классифицированы, что, с одной стороны, значительно упрощает ввод, а с другой стороны - дает возможность статистической обработки журнала с выдачей разнообразных отчетов о повреждаемости.

Повреждения могут быть изображены в графическом виде на схеме тепловых сетей специальными условными обозначениями, что дает возможность визуально оценить их территориальную распределенность и выявить зоны концентрации.

Прямая связь журнала повреждений с базой данных информационного описания тепловой сети позволяет не только сформировать отчет о повреждаемости оборудования за любой период, но и легко решать "обратную" задачу: например, для определенного участка тепловой сети сформировать справку о том, когда и какие на нем имели место аварии, повреждения или неисправности.

2.7. Подсистема "Переключения"

Данная подсистема предназначена для эксплуатации в диспетчерской службе предприятия тепловых сетей и позволяет вести электронный журнал переключений на сети.

В отличие от "модельного" режима переключений, реализованного в рамках подсистемы "Гидравлика", здесь все переключения ведутся на контрольной диспетчерской базе, при этом для каждого переключения фиксируется штамп времени и ФИО диспетчера, его осуществившего. В системе ведется список лиц, допущенных к производству переключений на тепловой сети (как правило, это сотрудники диспетчерской службы), и осуществляется их аутентификация. Таким образом, контрольная диспетчерская модель тепловой сети в любой момент времени отражает реальное состояние всех динамических элементов (задвижек, насосных станций, источников, регуляторов), а в информационной системе зарегистрированы все изменения во времени состояний переключаемых объектов тепловой сети. Во всем остальном осуществление переключений не отличается от "модельного": по их результатам производится автоматический гидравлический расчет, выдаются отчеты об отключениях и т.д.

2.8. Подсистема "Заявки"

Данная подсистема - основной элемент "диспетчерской" функциональности ИГС "CityCom-ТеплоГраф", одновременно являющийся одним из средств перманентной актуализации информационной модели тепловой сети.

В подсистеме "Заявки" реализована технология компьютерного ведения журналов заявок, обеспечивающая следующие основные возможности:

- значительное упрощение процедур контроля за работами по заявкам (выборка заявок по этапам их "жизненного цикла", просмотр всех заявок по заданному объекту и т.д.);

- быстрый поиск требуемой заявки с гибко настраиваемым критерием поиска;
- ведение архива дефектов на тепловых сетях и выполняемых по заявкам работ на основе формализованного классификатора, с подведением итогов за временной интервал;
- возможность автоматического формирования разнообразных отчетов по заявкам;
- графическое отображение мест дефектов на схеме тепловых сетей;
- ведение журнала использования машин и механизмов;
- ведение журнала работы членов бригады по заявкам;
- быстрые переходы от журнала заявок к схеме тепловой сети и наоборот;

А также другие функции, значительно облегчающие работу диспетчерской службы.

2.9. Подсистема "АСУ ТП"

В случае наличия в эксплуатирующем предприятии системы автоматизированного сбора телеизмерений с удаленных датчиков, то получаемые по каналам телеметрии данные возможно отображать на графическом представлении сетей, а также в отчетных и аналитических документах, обновляя их с заданным интервалом периодичности.

3. БАЗА ДАННЫХ «ЭМ СТ Г. ЗЛАТОУСТА»

База данных ЭМ реализована в средствах Microsoft Access. Данный способ хранения информации обеспечивает доступ к данным средствами языка запросов SQL в соответствии со стандартом ISO/IEC 9075:1992, «Язык баз данных SQL» (Database Language SQL).

4. ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ «ЭМ СТ Г. ЗЛАТОУСТА»

4.1. Информационно-графическое описание объектов системы теплоснабжения

На данном этапе проводилось информационно-графическое описание существующих объектов системы теплоснабжения города Златоуста специалистами теплоснабжающих организаций и представителями управляющих компаний.

Концепция организации единого общегородского информационного пространства по работе с ИГС «ТеплоГраф» изначально была следующая: установка в администрации города единого сервера, с которым должна была быть организована связь со всеми теплоснабжающими организациями.

Сервер Электронной модели предлагалось организовывать, используя одну из двух архитектур:

- Архитектура клиент-сервер на основе использования файлового сервера (сценарий 1);
- Архитектура терминал-главный компьютер на основе использования Microsoft Terminal Services (сценарий 2).

В итоге сложилась следующая ситуация. Администрацией совместно с ООО «Теплоэнергетика», МУП «Коммунальные сети» был организован класс для обучения специалистов, где был установлен закупленный сервер, компьютеры (АРМ) и организована локальная сеть. Подключение к серверу тех компьютеров, на которых обученные сотрудники выполняют свою основную работу, не было реализовано по следующим причинам:

- протест руководства ООО «Теплоэнергетика» без объяснения причин;

- закрытость предприятия ОАО «Златоустовский машиностроительный завод»;

В результате было принято совместное решение организовать работу по созданию электронной модели системы теплоснабжения г.Златоуст с привлечением специалистов ООО «Теплоэнергетика», МУП «Коммунальные сети» в учебном классе, а специалистам ОАО «Златоустовский машиностроительный завод» было установлено ПО ИГС «ТеплоГраф» для ввода данных локально на их рабочих местах.

Процесс организации обучения специалистов был организован по следующей программе:

1 день

Установка и тестирование программного обеспечения. Обучение системного администратора установке и поддержке работы ИГС «ТеплоГраф»;

Вводная лекция о целях и задачах создания Электронной модели с иллюстрирующим материалом;

Дискуссия. Вопрос-ответ.

Практические занятия по работе с базовым комплексом ИГС «ТеплоГраф» (графическое представление объектов на плане города);

2 день

Практические занятия по работе с базовым комплексом ИГС «ТеплоГраф» (графическое представление объектов на плане города);

Практические занятия по работе с базовым комплексом ИГС «ТеплоГраф» (паспортизация объектов);

3 день.

Обобщение пройденного материала по работе с базовым комплексом ИГС «ТеплоГраф»;

Тестирование пользователей на примере выполнения самостоятельных практических занятий;

В рамках данного этапа работ были обучены специалисты ООО «Теплоэнергетика», МУП «Коммунальные сети», ОАО «Златоустовский машиностроительный завод», МУ «ЖКХ», МУ «ЦИИП», а также администратор сервера от администрации города. Список специалистов, прошедших обучение, представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 Представители теплоснабжающих организаций г. Златоуста, прошедшие обучение работе с ИГС «ТеплоГраф»

№ п/п	ФИО	Наименование организации	Должность
1	Коротков И.С.	ООО «Теплоэнергетик»	Инженер по расчетам и режимам
2	Зеленцов И.А.	ООО «Теплоэнергетик»	Инженер ПТО
3	Хасанов Э.М.	ООО «Теплоэнергетик»	
4	Левыш П.Д.	МУП «Коммунальные сети»	Инженер- теплотехник
5	Михайлов Л. П.	ОАО «Златоустовский машиностроительный завод»	
6	Выдрина Е.В.	ОАО «Златоустовский машиностроительный завод»	Начальник бюро
7	Панков Д. В.	МУ «ЦИИП» ЗГО	
8	Кондратьева Ю.В.	МУ «ЖКХ»	Инженер ПТО
9	Олянская О.	ОАО «Златоустовский машиностроительный завод»	

В состав плана города входят следующие типы элементов:

- ломаные;
- наименования;
- обозначения.

Цвет и тип линии ломанной должны определяться ее типом. Ломаные бывают следующих типов:

- дорожная сеть;
- границы водных объектов;
- границы парка, зеленой зоны;

- зеленая зона;
- мосты, эстакады, путепроводы;
- строение;
- жилые здания;
- нежилые здания;
- строения;
- железная дорога;
- подложка тепловой сети.

Пользователем также могут быть определены и описаны дополнительные типы линий.

Каждое наименование может состоять из нескольких надписей, которые располагаются вдоль кусочно-линейных участков. Наименования могут быть следующих типов:

- городские наименования;
- отдельные надписи;
- наименования водоемов.

План города относится к отдельному слою отображения. Слой плана города разбивается на следующие уровни, которыми можно управлять, как показано на рис. 4.1:

- дороги;
- зеленые насаждения;
- водоемы;
- сооружения;
- подложка теплосети;
- здания;

- надписи.

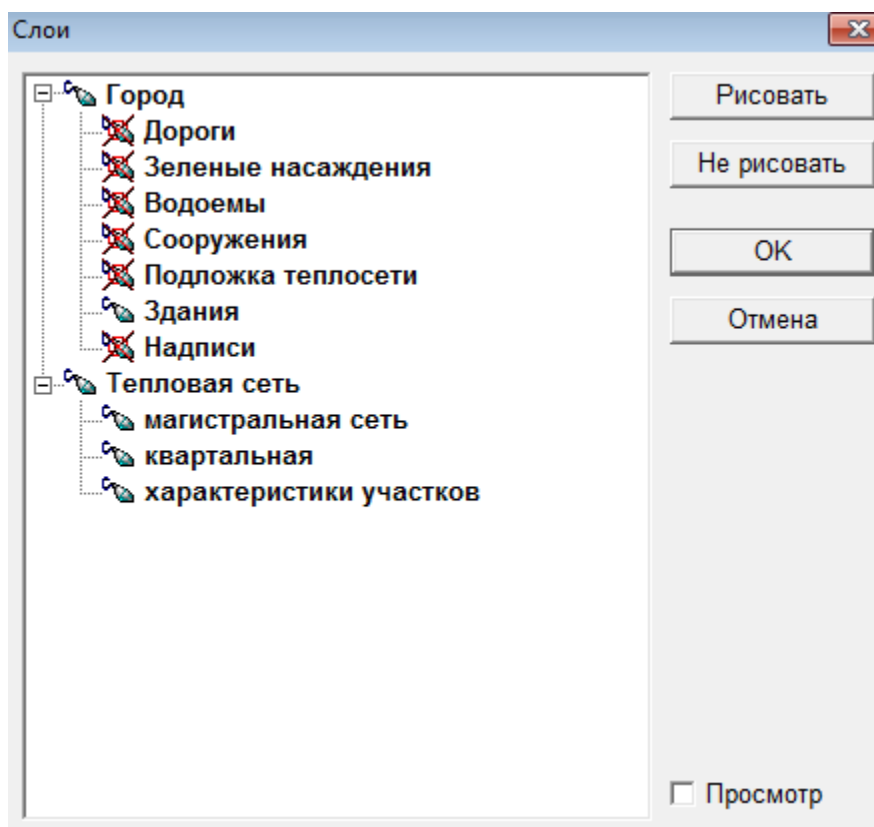


Рисунок 4.1 Управление слоями плана города

В электронной модели тепловая сеть состоит из узлов и ветвей, связывающих эти узлы. К узлам относятся следующие объекты: источники, насосные станции, тепловые камеры, заглушки, бескамерные врезки и потребители. Ряд элементов, такие как тепловые камеры, потребители и т.д., допускают дальнейшую классификацию.

Различаются следующие технологические типы узлов (рис. 4.2):

- источник ЦТП;
- источник ЦТП ГВС;
- источник;
- камера магистральная;
- камера условная;

- бескамерная врезка;
- изменение параметров;
- насосная станция;
- потребитель ЦТП;
- потребитель;
- потребитель от;
- потребитель ГВС;
- заглушка.

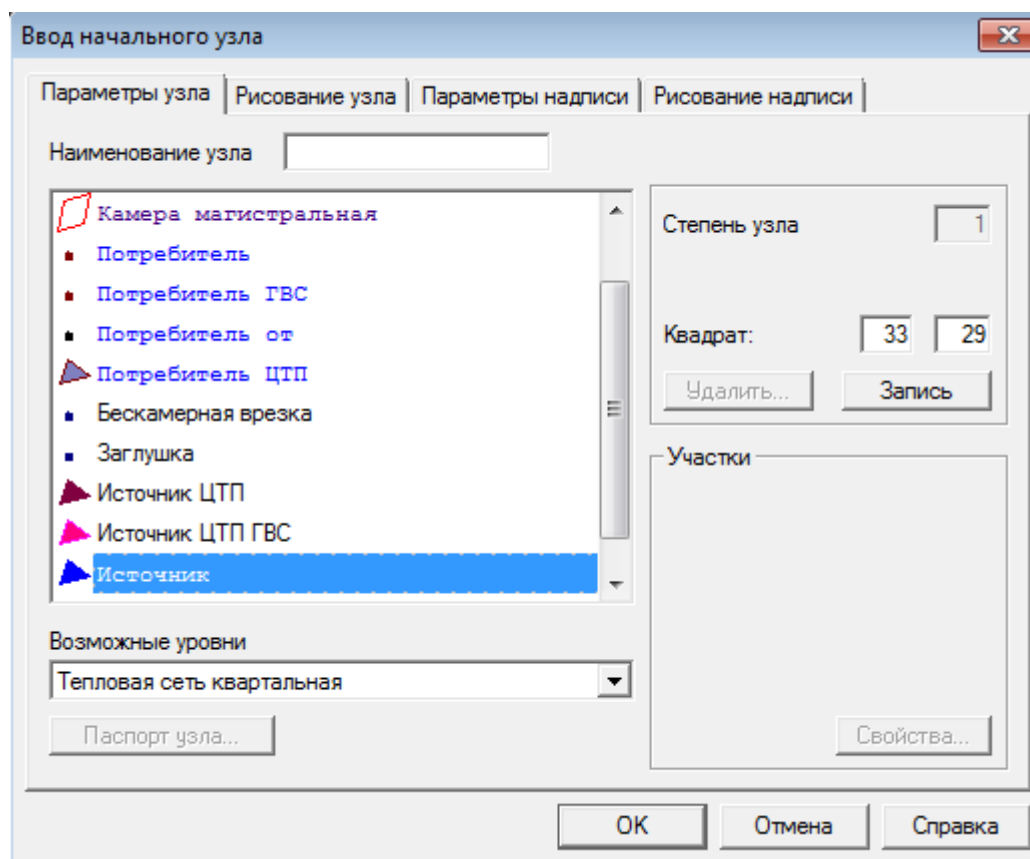


Рисунок 4.2. Технологические типы узлов

Всем узлам присваиваются уникальные имена. Имена некоторых типов узлов могут быть определены до ввода описания сети - такие узлы называются именованными. Имена узлам других типов могут

присваиваться в процессе ввода - такие узлы называются автоматически именуемыми.

Для именованных узлов используются различные шаблоны имен, соответствующие технологическим типам узлов. Структуры имен именованных узлов должны удовлетворять следующим требованиям:

- источники, насосные станции, потребители - произвольные имена до 20 знаков;
- Общий шаблон для именованных камер и ЦТП-потребителей:
- 9-99-99-<ТИП>.XXXXXXXXXX, где:
- «9-99-99» - трехпозиционный цифровой код, дополняемый слева незначащими нулями:
- для ТЭЦ: <магистральные сети ТЭЦ> - <номер ТЭЦ> - <номер магистрали ТЭЦ>;
- для котельных: нет кода, только <XXXXXXXXXX> ;
- для источников ЦТП отопления и ЦТП гвс ТЭЦ: <распределительные сети ТЭЦ>-<номер энергорайона>-<номер ЦТП>;
- для источников ЦТП отопления и ЦТП гвс, котельных: <распределительные сети котельных>-<номер энергорайона>-<номер котельной>.
- «ТК» - для камер подземных;
- «ТП» - для ИТП-потребителей;
- «ЦТП» - для ЦТП-потребителей;
- XXXXXXXXXX – алфавитно-цифровое имя камеры (или ЦТП)
- источник ЦТП (отопления и ГВС) - ЦТП-<имя ЦТП до пятнадцати символов>;

Структуры имен автоматически именуемых узлов состоит из фиксированного заголовка, имени квадрата и номера узла по порядку ввода в заданном квадрате. Приняты следующие заголовки:

- бескамерная врезка – РАЗ;
- изменение параметров - ИП.

Ветви являются графическим изображением трубопроводов и представляют собой многозвенные ломаные линии, соединяющие узлы.

Схема теплосети относится к отдельному слою отображения. Слой теплосети делится на следующие уровни:

- магистральная сеть;
- квартальная
- характеристики участков

Параллельно данному этапу проводился этап информационного описания объектов системы теплоснабжения: источники тепловой энергии, потребители, участки тепловых сетей, ЦТП, ИТП.

Основой семантических данных об объектах системы теплоснабжения являются базы данных Заказчика по нагрузкам потребителей, а также информация по участкам тепловых сетей, источникам, потребителям.

В существующей базе данных электронной модели описываются следующие паспортные характеристики по приведенным ниже типам объектов системы теплоснабжения. Состав информации по каждому типу объектов носит как справочный характер (например: материал камеры, балансовая принадлежность и т.д), так и необходим для функционирования расчетной модели. Полнота заполнения базы данных по параметрам зависит от наличия исходных данных у теплоснабжающих

компаний. В случае отсутствия данных по какому-либо параметру объекта, поле было заполнено значением: «неизвестно».

Состав информации по паспорту источника:

- температурный график;
- способ задания характеристики источника;
- состояние источника;
- минимальный напор;
- максимальный напор;
- минимальный расход;
- максимальный расход;
- признак задания расхода или давления в точке подпитки;
- давление в точке подпитки;
- расход на подпитку;
- геодезическая отметка в точке подпитки.

Состав информации по паспорту участков:

- выбор типа участка (симметричный, подающий, обратный);
- длина;
- условный диаметр;
- толщина стенки;
- материал трубы;
- год прокладки;
- шероховатость;
- способ расчета сопротивления (через коэффициент местных потерь, через коэффициент местных сопротивлений);

- способ задания коэффициентов местных потерь и местных сопротивлений;
- способ определения внутреннего диаметра (по ГОСТ, непосредственный ввод);
- типы ГОСТов на трубопроводы ;
- тип прокладки (надземная, подземная, подвальная);
- тип подземной прокладки (бесканальная, в непроходных каналах, в полупроходных каналах, в проходных каналах);
- тип надземной прокладки (неизвестно, на эстакаде, по мосту, на низких опорах);
- средняя глубина/ высота прокладки;
- место прокладки (прочее, проезжая часть, тротуар, газон, поле, под мостом, в парке);
- вид покрытия (глина, кирпич, бетон, неизвестно, грунт, асфальт, булыжник, щебень, газон);
- наличие попутного дренажа;
- тип балансовой принадлежности;
- владелец;
- вид тепловой изоляции.

Состав информации по паспорту потребителей:

- код абонента;
- имя абонента;
- назначение потребителя (Д/САДЫ, ШКОЛЫ, БОЛЬНИЦЫ, Ж/ДОМА, ЖСК, ПРОЧИЕ, ВЕДОМСТВЕННОЕ ЖИЛЬЕ, ГОСТИНИЦЫ, ЧАСТНИКИ);

- количество зданий;
- адрес;
- тепловой пункт (ЦТП, ИТП, ИТП ЗА ЦТП, ТВ);
- код ЦТП;
- максимальная высота зданий;
- год постройки здания;
- способ задания нагрузки отопления (ДОГОВОРНАЯ, ФАКТИЧЕСКАЯ, ОТСУТСТВУЕТ);
- схема присоединения отопления (ЗАВИСИМАЯ, НЕЗАВИСИМАЯ, НАСОСНАЯ);
- договорная нагрузка отопления;
- фактическая нагрузка отопления;
- способ задания нагрузки ГВС (ПРОЕКТНАЯ, ФАКТИЧЕСКАЯ, ОТСУТСТВУЕТ);
- система теплоснабжения (ОТКРЫТАЯ, ЗАКРЫТАЯ);
- схема ГВС по закрытой схеме (ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНАЯ, ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ, СМЕШАННАЯ);
- схема ГВС по открытой схеме (БЕЗ ЦИРКУЛЯЦИИ, С ЦИРКУЛЯЦИЕЙ);
- договорная нагрузка ГВС;
- фактическая нагрузка ГВС;
- способ задания нагрузки вентиляции (ДОГОВОРНАЯ, ФАКТИЧЕСКАЯ, ОТСУТСТВУЕТ);
- договорная нагрузка вентиляции;
- фактическая нагрузка вентиляции;

- способ задания нагрузки технологии (ДОГОВОРНАЯ, ФАКТИЧЕСКАЯ, ОТСУТСТВУЕТ);
- фактическая нагрузка технологии;
- максимальная нагрузка технологии;
- температурный график;
- потери напора в системе отопления;
- потери напора в системе вентиляции;
- способ задания подпорной диафрагмы (ПО ЗАДАННОЙ ПОТЕРЕ НАПОРА, АВТОМАТИЧЕСКИ, НЕ РАСЧИТЫВАТЬ);
- потери напора в подпорной диафрагме;
- располагаемый напор во втором контуре;
- потери напора в системе циркуляции;
- граница раздела по акту (ПО СТЕНКЕ КАМЕРЫ, ВХ. ФЛАНЕЦ ЭЛЕВАТОРНОГО УЗЛА, ПО СТЕНКЕ ЗДАНИЯ);
- номер договора с абонентом;
- номер ЖЭСа;
- диаметр головной диафрагмы;
- коэффициент подмешивания элеватора;
- диаметр сопла элеватора;
- номер элеватора;
- диаметр диафрагмы на отопление;
- диаметр диафрагмы на вентиляцию;
- диаметр подпорной диафрагмы;

- диаметр диафрагмы на подогревателе ГВС;
- диаметр диафрагмы на циркуляции;
- диаметр диафрагмы подпора для циркуляции.

Состав информации по паспорту камер:

- место расположения (проезжая часть, тротуар, газон, поле, под мостом, в парке, прочее);
- материал колодца/ камеры (кирпич, железобетон, неизвестен, монолит, состоит из блоков);
- длина (диаметр);
- ширина;
- глубина колодца/ высота камеры;
- год последней перекладки;
- тип балансовой принадлежности;
- владелец;
- геодезическая отметка;
- состояние колодца/ камеры (исправен, разрушен, затоплен, завален, заасфальтирован, застроен, неизвестно);
- наличие воды/ газа.

Состав информации по паспорту насосных станций:

- тип насосной станции (подающая, обратная, смесительная);
- ветвь входа насосной станции;
- количество и номера насосных агрегатов;
- марки насосных агрегатов;
- год установки насосных агрегатов;

- год последнего КР;
- состояние насосных агрегатов (РАБОТА, РЕЗЕРВ, РЕМОНТ, АВР);
- фактический диаметр насосных агрегатов;
- фактические обороты насосных агрегатов (об/мин);
- мощность электродвигателя (кВт);
- напряжение электродвигателя (В);
- КПД двигателя;
- тип управляющего воздействия (переключение, регулирование частоты и переключение, дросселирование и переключение);
- способ задания сопротивления дроссельной задвижки;
- способ задания мощности;
- способ регулирования регуляторов (дросселирование, рециркуляция);
- тип регулятора (давления до себя, давления после себя, расхода давления в другом узле после себя, давления в другом узле до себя);
- состояние регулятора (в регулировании, отключен, полностью открыт);
- диаметр регулятора;
- уставка регулятора;
- сопротивление регулятора.

По итогам обучения был организован процесс консультирования и сопровождения специалистов теплоснабжающих компаний с применением средств связи (как голосовой, так и электронной). Кроме того еженедельно

отслеживался процесс создания электронных моделей систем теплоснабжения от котельных ООО «Теплоэнергетик» и от ТЭЦ ОАО «Златоустовский машиностроительный завод» путем обмена файлами БД электронной модели по электронной почте.

Таким образом, результатом данной совместной работы является создание электронных моделей систем теплоснабжения г.Златоуст от котельных г.Златоуст и ТЭЦ ОАО «Златоустовский машиностроительный завод» в средствах ИГС «ТеплоГраф»:

- Выполнена графическая привязка объектов систем теплоснабжения к плану города, включая источники тепловой энергии, тепловые сети, тепловые камеры, насосные станции, потребители;
- Описана топологическая связность объектов систем теплоснабжения путем описания гидравлической структуры всех основных узлов модели (структуры тепловых камер с описанием ЗРА, структуры ПНС);
- Проведена паспортизация участков котельных, участков тепловых сетей и потребителей по основным параметрам, необходимым для моделирования гидравлических режимов работы систем теплоснабжения.

По окончании данного этапа работ была выполнена проверка электронных моделей системы теплоснабжения на предмет полноты и корректности занесенной информации по объектам системы теплоснабжения в ИГС «ТеплоГраф» для решения задач моделирования гидравлических режимов.

Инструментарием для анализа и выявления ошибок во введенных исходных данных являлись сгенерированные отчеты об объектах из созданной базы данных:

- перечень компонент;
- перечень узлов с закрытыми и прижатыми задвижками;
- отчет по компоненте (потребители) (данный отчет, представленный в табличном виде, позволяет проанализировать параметры потребителей по каждой из находящихся в работе компонент);
- отчет по компоненте (участки ТС) (данный отчет, представленный в табличном виде, позволяет проанализировать параметры участков тепловых сетей по каждой из находящихся в работе компонент);
- неописанные подающие/ обратные участки ТС (данный отчет представленный в табличном виде позволяет определить участки тепловой сети не имеющих паспортных характеристик);
- узлы с неописанными геодезическими отметками (данный отчет представленный в табличном виде, позволяет определить узлы не имеющие данных о геодезической отметке);
- камеры без структуры (данный отчет представленный в табличном виде позволяет определить камеры без описанных структур по ЗРА);
- справка о потребителе;

В результате работы созданы электронные модели систем теплоснабжения:

- ТЭЦ «Златоустовский машиностроительный завод»;

- 12 котельных (Котельная №1, №2, №3, №4, №5, №6, №8, Котельная Дегтярка, Котельная УРЖД, Котельная Часового завода, Котельная Метзавода, Котельная ЗЛВЗ).
- Результаты паспортизации:
- 1363 потребителя ООО «Теплоэнергетик»;
- 510 потребителей ТЭЦ ОАО «Златмаш»;
- 6660 участков трубопроводов тепловых сетей, обслуживаемых ООО «Теплоэнергетик»;
- 2119 участков трубопроводов тепловых сетей от ТЭЦ ОАО «Златмаш».

Визуальное отображение структуры тепловых сетей от ТЭЦ ОАО «Златмаш» представлены на рисунках 4.3-4.4.

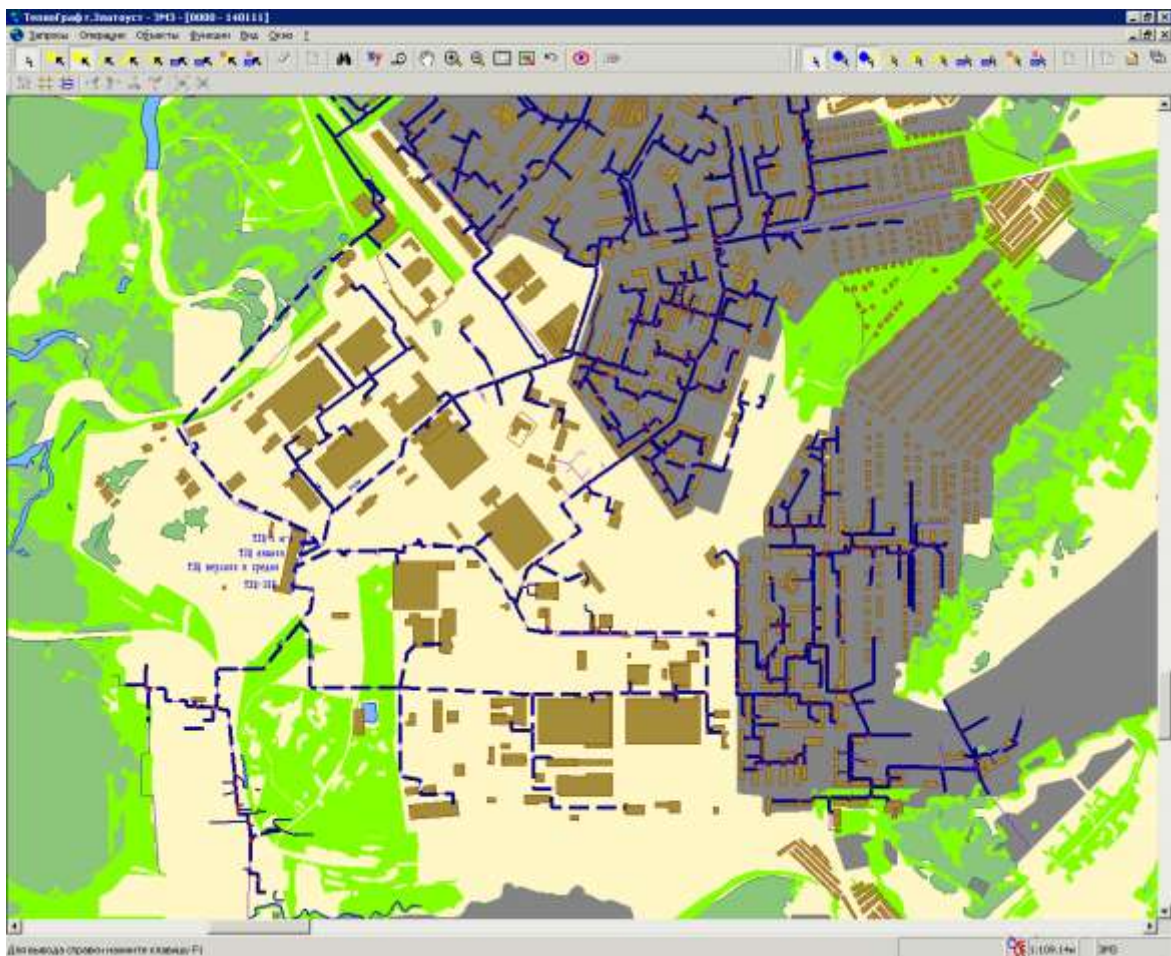


Рисунок 4.3. Визуальное отображение структуры тепловых сетей от ТЭЦ ОАО «Златмаш»

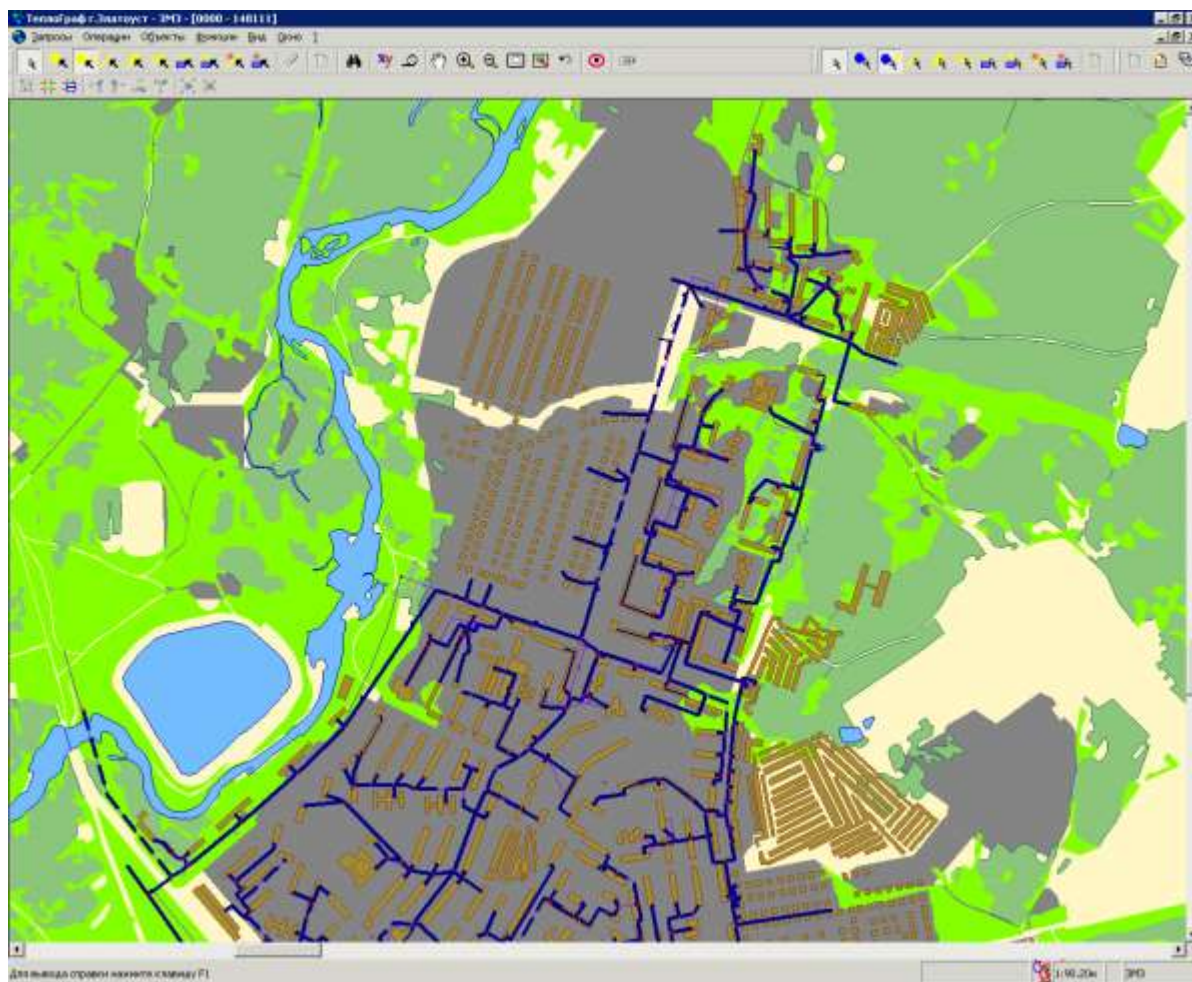


Рисунок 4.4. Визуальное отображение структуры тепловых сетей от ТЭЦ ОАО «Златмаш» (верхняя зона)

Визуальное отображение структуры тепловых сетей от котельных ООО «Теплоэнергетик» и прочих ведомств представлены на рисунке 4.5.

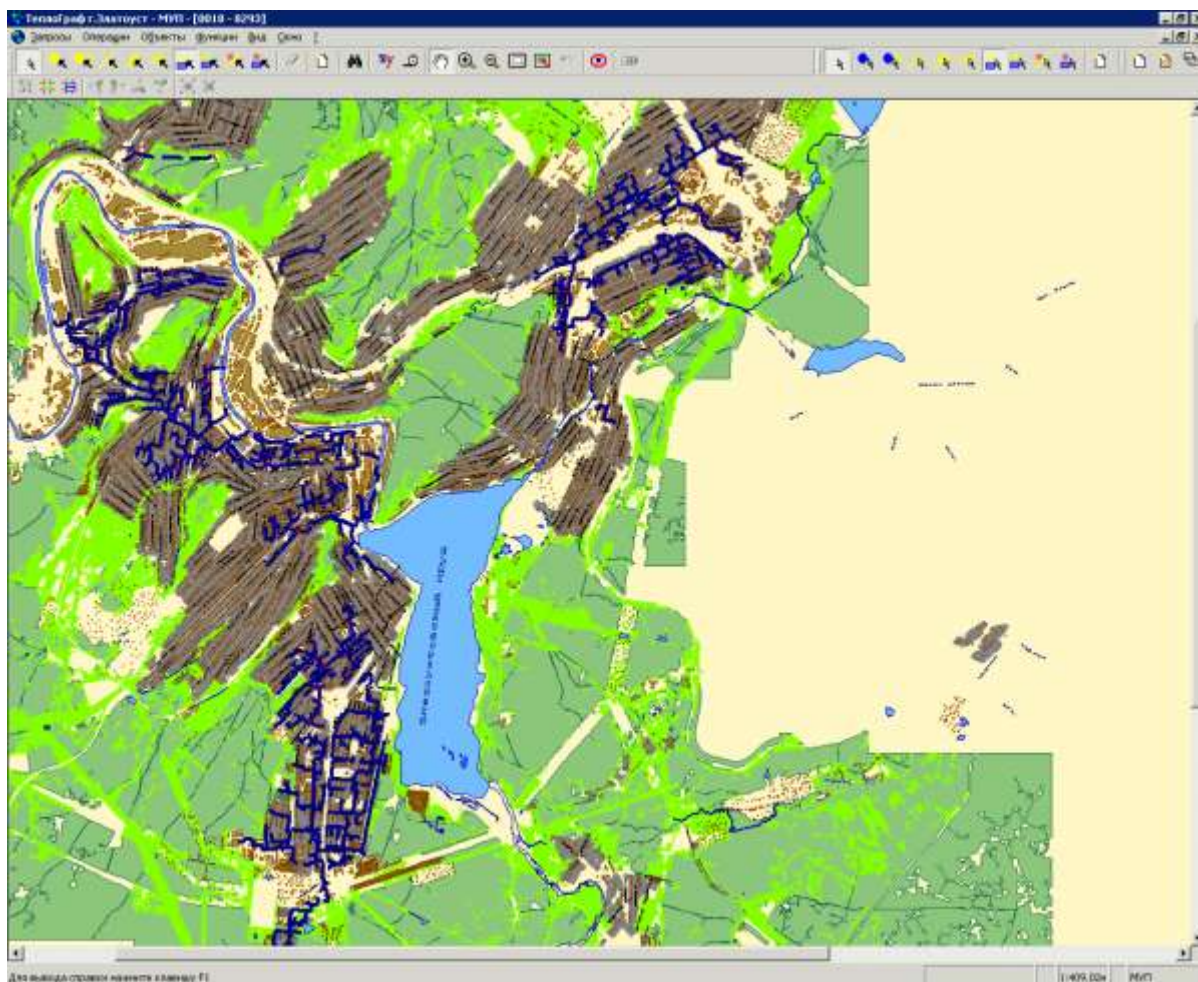


Рисунок 4.5. Визуальное отображение структуры тепловых сетей от котельных ООО «Теплоэнергетик» и прочих ведомств

Пример выгрузки характеристик абонентов от ТЭЦ ОАО «Златмаш» из базы ИГС «ТеплоГраф» представлен в таблице 4.2.

Характеристики участков трубопроводов от энергоисточников ЗГО представлены в Книге 1. Приложение 2. Характеристики участков трубопроводов (шифр. 75412.ПП-СТ.001.003).

Пример выгрузки характеристик абонентов ООО «Теплоэнергетик» из базы ИГС «ТеплоГраф» представлен в таблице 4.3.

Таблица 4.2 Паспортизация абонентов от ТЭЦ ОАО «Златмаш»

Имя узла-потребителя	Код абонента	Имя абонента	__Адрес__	Расчетная нагрузка отопления (Гкал/ч)	Расчетная нагрузка ГВС (Гкал/ч)	Расчетная нагрузка вентиляции (Гкал/ч)	Суммарная нагрузка	Располагаемый напор (м)
1-16-ТП.ЧС Попова, Ухтомского	357	ЧС Попова, Ухтомского		0,1	0,08	0	0,17	-32,2
2-16-ТП."ГостинныйДвор"	433	"Гостинный Двор"		0,07	0,06	0	0,13	5,8
2-16-ТП."Лантана"	377а	"Лантана" гараж		0,01	0	0	0,01	-5,5
2-16-ТП."Лантана" офис	377	"Лантана" офис		0,04	0	0	0,05	-5,7
2-16-ТП.1 проходная	468	1 проходная		0,06	0,03	0	0,09	35,9
2-16-ТП.100	476	корпус №100		0,75	0,01	2,82	3,58	-4551
2-16-ТП.30 лет ВЛКСМ 1	167	30 лет ВЛКСМ 1		0,09	0,08	0	0,17	17
2-16-ТП.30 лет ВЛКСМ 12	266	30 лет ВЛКСМ 12		0,05	0,02	0	0,07	-120,1
2-16-ТП.30 лет ВЛКСМ 2	169	30 лет ВЛКСМ 2		0,3	0,15	0	0,45	5,6
2-16-ТП.30 лет ВЛКСМ 3	170	30 лет ВЛКСМ 3		0,31	0,16	0	0,47	13,8
2-16-ТП.40 лет Победы 10	102	40 лет Победы 10		0,21	0,1	0	0,31	-21,4
2-16-ТП.40 лет Победы 10а	71	40 лет Победы 10а		0,26	0,14	0	0,4	-19,9

Таблица 4.3 Паспортизация абонентов от котельных ООО «Теплоэнергетик»

Имя узла-потребителя	Код абонента	Имя абонента	__Адрес__	Расчетная нагрузка отопления (Гкал/ч)	Расчетная нагрузка ГВС (Гкал/ч)	Расчетная нагрузка вентиляции (Гкал/ч)	Суммарная нагрузка	Располагаемый напор (м)
1-01-ТП.1-я Секция	1-я секция Шв. ф-ки	1-я секция Шв. ф-ки		0,17	0	0	0,17	20
1-01-ТП.2-я Секция	2-я секция Шв. ф-ки	2-я секция Шв. ф-ки		0,36	0	0	0,36	25,5
1-01-ТП.3 мкр.,д.27	3 мкр., д. 27	3 мкр., д. 27		0,46	0,28	0	0,74	15,6
1-01-ТП.3 мкр.,д.27а	3 мкр., д. 27а	3 мкр., д. 27а		0,42	0,29	0	0,71	5,3
1-01-ТП.3 мкр.д.1	3 мкр., д. 1	3 мкр., д. 1		0,25	0,21	0	0,46	16,9
1-01-ТП.3 мкр.д.10	3 мкр., д. 10	3 мкр., д. 10		0,42	0,28	0	0,7	17,1
1-01-ТП.3 мкр.д.9	3 мкр., д. 9	3 мкр., д. 9		0,28	0,2	0	0,48	15,1
1-01-ТП.3мкр.,д.2	3 мкр., д. 2	3 мкр., д. 2		0,77	0,45	0	1,22	24,4
1-01-ТП.3мкр.,д.25	3 мкр., д. 25	3 мкр., д. 25		0,44	0,29	0	0,73	5,2
1-01-ТП.3мкр.,д.26	3 мкр., д. 26	3 мкр., д. 26		0,59	0,29	0	0,88	6,9
1-01-ТП.3мкр.,д.28	3 мкр., д. 28	3 мкр., д. 28		0,42	0,3	0	0,73	5,3
1-01-ТП.3мкр.,д.29	ЖСК "Победа", 3 мкр., 29	ЖСК "Победа", 3 мкр., д. 29		0,42	0,26	0	0,67	4,8

4.2. Описание топологической связности объектов системы теплоснабжения

Описание топологической связности представляет собой описание гидравлической структуры узлов системы теплоснабжения (коллекторов, тепловых камер, смотровых колодцев). В результате выполнения данного этапа работ создана гидравлическая модель системы теплоснабжения, отражающая существующее положение системы теплоснабжения города.

Подробно алгоритм описание топологической связности объектов представлен в инструкции по применению (приложение А).

4.3. Отладка и калибровка электронной модели

В рамках данного этапа были выполнены:

- отладка работы расчетных математических модулей путем выявления ошибок в исходных данных;
- калибровка модели с целью достижения соответствия расчетных параметров модели фактическим параметрам в определенных реперных узлах системы теплоснабжения (расходы, давления воды в подающих и обратных трубопроводах системы теплоснабжения для определенных расчетных режимов). Реперные узлы (источник тепловой энергии, тепловая камера, ЦТП, ИТП) выбирались для каждой системы теплоснабжения исходя из наличия данных, предоставленных Заказчиком.

На этапе отладки электронной модели был проведен анализ полноты внесенных исходных данных. Инструментарием для анализа и выявления

ошибок во введенных исходных данных являются сгенерированные отчеты об объектах из созданной базы данных (рис. 4.6):

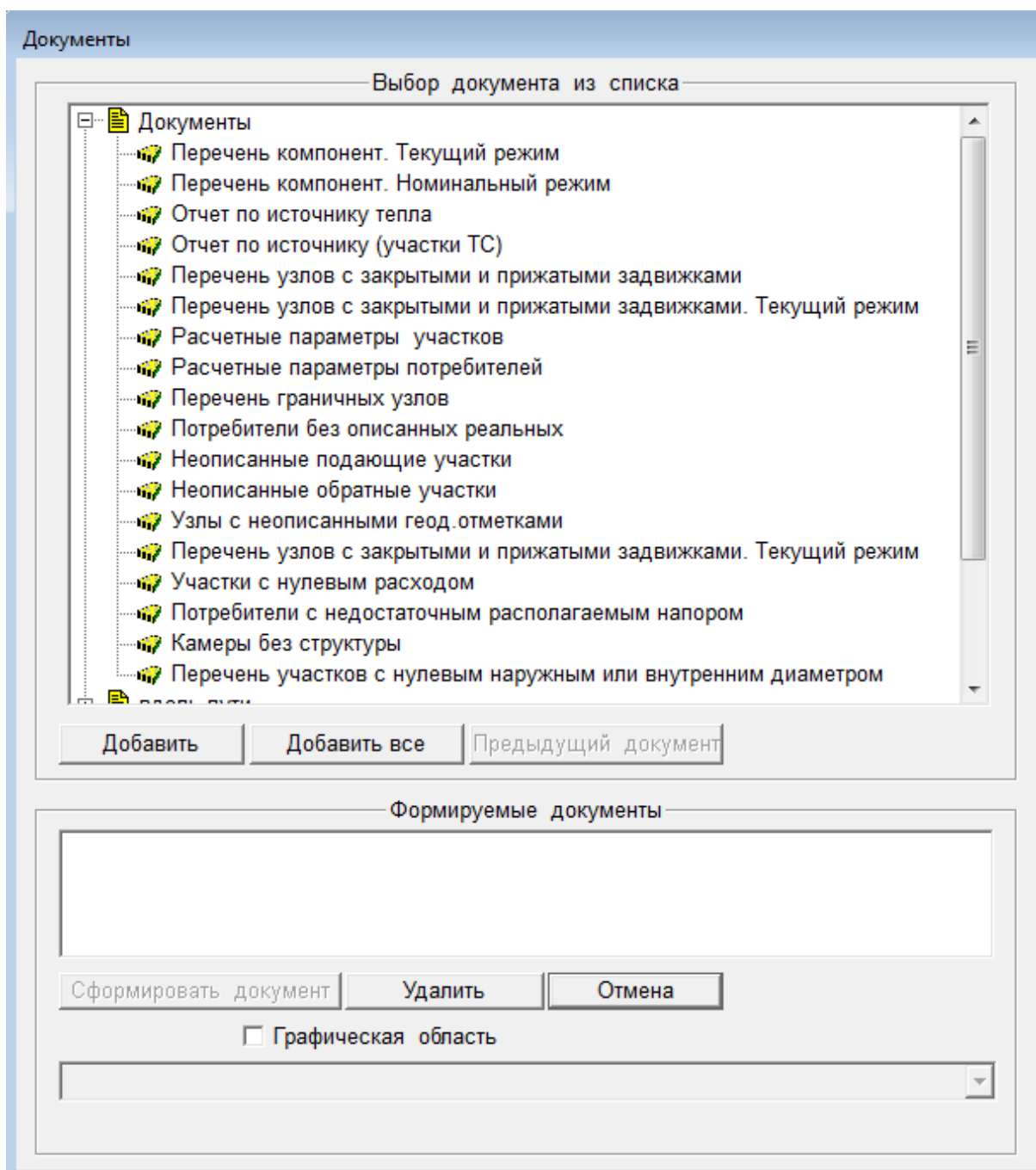


Рисунок 4.6. Варианты отчетов, формируемых при работе в электронной модели

- перечень компонент;
- перечень узлов с закрытыми и прижатыми задвижками;

- отчет по источнику тепла (данный отчет представленный в табличном виде позволяет проанализировать параметры потребителей по каждой из находящихся в работе компонент);
- отчет по источнику тепла (участки ТС) (данный отчет представленный в табличном виде позволяет проанализировать параметры участков тепловых сетей по каждой из находящихся в работе компонент);
- неописанные подающие/обратные участки ТС (данный отчет представленный в табличном виде позволяет определить участки тепловой сети не имеющих паспортных характеристик);
- узлы с неописанными геодезическими отметками (данный отчет представленный в табличном виде позволяет определить узлы – камеры, ответвления и т.п. не имеющих данных о геодезической отметке);
- камеры без структуры (данный отчет представленный в табличном виде позволяет определить камеры без описанных структур по ЗРА);

Калибровка модели - процесс идентификации и тонкой настройки наборов исходных данных таким образом, чтобы обеспечить максимальное приближение результатов гидравлического расчета к фактическим параметрам в определенных реперных узлах системы теплоснабжения. Для организации процесса калибровки ЭМ выбираются реперные узлы в каждой из систем теплоснабжения, такие как: выводной коллектор на источнике, тепловые камеры, насосные станции, ЦТП, ИТП, по которым имеются фактические данные по расходам теплоносителя и располагаемым напорам за период, когда расходы теплоносителя были

максимально приближены к номинальным. Для калибровки созданной модели используют большой набор встроенных инструментариев.

Одним из незаменимых инструментов при калибровке гидравлической модели тепловой сети является пьезометрический график, поскольку графическая интерпретация гидравлического режима позволяет одновременно качественно и количественно оценить поправки, которые необходимо внести в расчетную модель, чтобы она наиболее адекватно повторяла "гидравлическое поведение" реальной тепловой сети в эксплуатации.

Также для выполнения калибровки используют сгенерированные отчеты и справки об объектах из созданной базы данных, а также графическое представление параметров теплоносителя:

- результаты гидравлического расчета по участкам вдоль пути (данный отчет, представленный в табличном виде, позволяет выполнить анализ гидравлического расчета системы теплоснабжения вдоль выделенного пути);
- расчетные параметры участков тепловых сетей (по источнику) (данный отчет, представленный в табличном виде позволяет выполнить анализ гидравлического расчета всей системы теплоснабжения от определенного источника);
- участки ТС с нулевым расходом (данный отчет позволяет определить отключенные участки тепловых сетей);
- участки ТС с перекрещивающимся пьезометром (данный отчет позволяет определить участки с недопустимым располагаемым напором);
- потребители с недостаточным располагаемым напором (данный отчет позволяет определить потребителей с недопустимым располагаемым напором);

- справка о потребителе (нагрузки, дроссельные устройства);
- гидравлическая справка о потребителе (данный отчет позволяет проанализировать гидравлические параметры по конкретному потребителю);
- "гидравлическая" раскраска сети (данный режим позволяет разными цветами выделить включенные, отключенные и тупиковые участки тепловых сетей);
- специальные раскраски тепловой сети по значениям различных характеристик гидравлического режима (данные режимы позволяют анализировать всю систему теплоснабжения по следующим параметрам: скорости, давлениям в подающей или обратной магистрали, удельным потерям напора на участках и т.п.);
- графические выделения (выделения цветом или иным способом узлов и/или участков тепловой сети по некоторому критерию, например: потребители с превышением давления в обратной магистрали, тепловые камеры с "прижатыми" задвижками, узлы с располагаемым напором ниже заданного, участки с превышением заданной скорости потока, и т.п.);
- расстановка на схеме тепловой сети значков-стрелок, указывающих направление движения теплоносителя по подающей или обратной магистрали (данный режим позволяет анализировать движение теплоносителя по подающей или обратной магистрали);
- подпись на схеме тепловой сети значений расходов по участкам и давлений в узлах сети.

Параллельно работе с вышеописанным инструментарием проводится корректировка изначально введенных данных по шероховатости

трубопроводов, значениям местных сопротивлений, состоянию ЗРА и пр. с целью получения максимального соответствия параметров расчетной модели с фактическими параметрами систем теплоснабжения. Процесс калибровки один из самых сложных процессов при разработке модели, в каждом отдельном случае производится с помощью различных функций системы, описание которых не является целью данного отчета. Более детально по шагам этот процесс будет представлен пользователям системы в процессе обучения.

Данная составляющая работы (отладка и калибровка) выполнялась после завершения описания тепловых сетей и теплосетевых объектов в электронной модели системы теплоснабжения.

Разработанная электронная модель использовалась в качестве основного инструментария для разработки сценариев развития системы теплоснабжения города Златоуста на период до 2025 года.

5. ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ НА БАЗЕ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ Г. ЗЛАТОУСТА

Основными целями при создании данной системы были:

- повышение эффективности информационного обеспечения процессов принятия решений в области текущего функционирования и перспективного развития системы теплоснабжения города;
- проведение единой политики в организации текущей деятельности предприятий и в перспективном развитии всей системы теплоснабжения города;
- обеспечение устойчивого градостроительного развития города;
- разработка мер для повышения надежности системы теплоснабжения города;
- минимизация вероятности возникновения аварийных ситуаций в системе теплоснабжения;
- создание единой информационной платформы для обеспечения мониторинга развития.

В части решения конкретных задач необходимо выделить следующие:

- мониторинг развития схемы теплоснабжения г. Златоуст на базе модельных баз по каждому из сценариев развития;
- моделирование и анализ вариантов развития системы теплоснабжения (подключение новых потребителей к существующим системам теплоснабжения, строительство

новых источников энергоснабжение и моделирование зон их действия и пр.)

- формирование программ мероприятий для реализации разработанных вариантов развития (программ нового строительства и реконструкции теплосетевого хозяйства) или анализ программ, представленных теплоснабжающими организациями;
- анализ спорных вопросов по снятию «обременений» при выдаче ТУ на подключение теплоснабжающими организациями (например, анализ целесообразности перекладки или нового строительства тепловых сетей)

В дальнейшем, при внедрении данного программного обеспечения в теплоснабжающие предприятия, возможно на единой платформе организовать АРМы основных служб, таких как: ПТО, службы режимов, службы наладки, службы перспективного развития, диспетчерских служб, служб эксплуатации и ремонта тепловых сетей и т.д.

В качестве примера, ниже приведены возможные варианты использования данного программного обеспечения подразделениями одного из теплоснабжающих предприятий, куда было проведено аналогичное внедрение. Однако, необходимо учитывать, что функции и решаемые задачи в тех или иных подразделениях в каждом конкретном предприятии могут отличаться.

ПТО

- графическое представление схемы тепловой сети с привязкой к единой городской топооснове;
- паспортизация тепловой сети и оборудования, создание и отображение схем узлов и участков;

- расчет нормативных потерь тепла через изоляцию согласно действующим нормативным документам;
- формирование обобщенной справочной информации по заданным критериям, специальных отчетов о параметрах и режимах тепловой сети;
- анализ объектов с заданными свойствами (ремонт, чужой баланс, камеры с заданным оборудованием и т.п.).

Служба режимов и наладки

- разработка гидравлических режимов тепловых сетей
- формирование отчетов по наладочным расчетам потребителей (расчет диаметров сужающих устройств);
- наладочный расчет при подключении новых потребителей (расчет диаметров сужающих устройств);
- моделирование переключений запорной арматуры при формировании графика ремонтов;

Отдел эксплуатации и ремонта

- ведение архива дефектов и повреждений
- формирование отчетов, табличных и графических справок и выборок по различным критериям;
- формирование отчетов по гидравлическим расчетам тепловой сети, моделирование переключений запорной арматуры при формировании графика ремонтов.

Отдел перспективного развития и системной надежности

- определение существующих и перспективных балансов производства и потребления тепловой энергии по источникам;
- определение оптимальных вариантов перспективного развития системы теплоснабжения по критериям надежности, качества и экономичности;
- определение надежности существующей и перспективной схемы тепловых сетей;
- разработка оптимальных вариантов обеспечения тепловой энергией потребителей при аварийных ситуациях по критериям надежности, качества и экономичности;
- определение необходимости и возможности строительства новых источников тепловой энергии;
- моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях (изменение состояния запорно-регулирующей арматуры, включение/отключение/ регулирование групп насосных агрегатов, изменения установок регуляторов), в т.ч. переключения тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии;
- мониторинг реализации программы развития теплоснабжения.

Отдел подготовки и реализации ТУ

- создание и ведение слоя перспективной застройки;
- формирование и ведение базы данных по выдаче ТУ и УП;
- определение точки подключения потребителя;

- оценка возможности выдачи ТУ (формирование отчета о наличии свободной мощности на ближайших источниках и пропускной способности тепловых сетей);
- формирование технических условий на подключение новых потребителей.

Более подробно рекомендации по организации процесса внедрения даны в главе 6.

6. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ВНЕДРЕНИЯ И СОПРОВОЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ Г. ЗЛАТОУСТА

Необходимыми условиями для реализации внедрения и дальнейшей эксплуатации электронной модели системы теплоснабжения г. Златоуста являются:

- назначение администратора внедряемой системы;
- определение основных пользователей электронной модели (не более 5-ти сотрудников на этапе внедрения);
- организация АРМ пользователей;
- организация сервера для установки электронной модели;
- организация сети передачи данных между пользователями системы и сервером.

6.1. Требования к квалификации персонала.

В функционировании системы должны участвовать следующие группы персонала:

- эксплуатационный персонал - администратор системы, специалист обеспечивающий функционирование технических и программных средств, обслуживание и обеспечение рабочих мест пользователей, в обязанности которого также должно входить выполнение специальных технологических функций, таких как: ведение списков пользователей, регулирование прав доступа пользователей к документам и операциям над ними, а также контроль за целостностью и сохранностью информации в базах данных;

- пользователи - сотрудники, непосредственно участвующие в работе с информацией и осуществляющие её обработку на автоматизированных рабочих местах с помощью средств системы.

6.1.1. Требования к квалификации эксплуатационного персонала

Эксплуатационный персонал должен быть ознакомлен с руководством системного администратора для получения представления об архитектуре системы, особенностям работы программно-аппаратных средств и приобретения необходимых знаний для ее сопровождения.

6.1.2. Требования к квалификации пользователей

Пользователи системы должны обладать базовыми навыками работы с приложениями в операционной среде Microsoft Windows, а также иметь профильное теплоэнергетическое образование.

Пользователи должны пройти обучение правилам работы с электронной моделью в соответствии со своими функциональными обязанностями.

6.1.3. Рекомендации по выбору основных пользователей системы

В качестве рекомендации по выбору основных пользователей системы, предлагаем в структуре администрации города определить основных пользователей электронной модели (максимум двух на этапе внедрения). Как правило, это сотрудники специализированных

подразделений департамента (управления) ЖКХ или энергетики, координирующие планирование развития инженерной инфраструктуры города. Однако, ввиду того, что данные по объектам систем теплоснабжения постоянно меняются, также необходимо организовать процесс актуализации данных в модели. В связи с этим целесообразно на базе разработанной электронной модели организовать мониторинг развития схем теплоснабжения в эксплуатирующих теплосетевых компаниях.

6.1.4. Требования к применяемым техническим средствам

Комплекс программных средств разрабатывался для ЭВМ на базе архитектуры INTEL-совместимых процессоров, для работы в операционной среде Microsoft Windows. Подробные требования к конфигурации применяемых аппаратных средств приведены в руководстве системного администратора.

6.1.5. Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение (ПО) должно состоять из общего программного обеспечения (ОПО), которое должно быть в наличии у Заказчика и специального программного обеспечения электронной модели (СПО), предоставляемого Исполнителем. Общее программное обеспечение предназначено для обеспечения функционирования комплекса технических средств и СПО системы. Состав ОПО и СПО приведен в руководстве системного администратора (приложение В).

6.1.6. Рекомендации по организации процесса актуализации данных электронной модели

Параллельно процессу внедрения электронной модели в подразделения администрации города целесообразно организовать процесс актуализации данных в теплосетевых компаниях. В противном случае, в течение года данные «устареют», и принимать на их основе стратегические решения по развитию систем теплоснабжения станет невозможным.

- При внедрении электронной модели в теплоснабжающие организации необходимо:
- выполнить анализ функций основных подразделений теплоснабжающих предприятий (ПТО, служб режимов и наладки, диспетчерских служб и т.д.) на предмет целесообразности внедрения электронной модели;
- определить основной состав пользователей системы, а также пользователей для актуализации электронной модели, в должностные обязанности которых будет входить только работа по обновлению данных;
- определить администратора данной системы во внедряемых предприятиях
- определить права доступа каждому из сотрудников, допущенных для работы с электронной модели;
- организовать обучение персонала;
- разработать и утвердить регламент по внедрению и обновлению баз данных электронной модели.

На первом этапе работы с электронной моделью технические службы теплоснабжающих организаций должны провести процесс выверки данных по нагрузкам потребителей, параметрам источников, ЦТП, ИТП,

параметрам тепловых сетей. Данный этап является обязательным ввиду большого процента разночтений в предоставленных данных. Этап выверки может носить как специально организованный процесс, так и выверяться в процессе эксплуатации системы.

В процессе организации выверки необходимо:

- определить ряд специалистов с правами доступа на изменение паспортных данных, закрепить за каждым специалистом объекты или отдельные параметры объектов выверки,
- разработать специальные опросные листы для обходчиков или мастеров участков с параметрами тепловых сетей, которые необходимо выверить в первую очередь (как правило, это длина, диаметр, тип изоляции) с приложением распечатанных из программы схем участков,
- разработать регламент работы по обновлению;
- организовать еженедельный контроль за выполнением регламента.

Работа по внедрению электронной модели в теплоснабжающие организации не входит в состав выполняемых работ, и носит рекомендательный характер. Опыт внедрения показывает, что данный процесс индивидуален для каждого предприятия и зависит как от структуры управления предприятием, так от личностных характеристик сотрудников предприятий. В случае возникновения необходимости привлечения внешних специалистов при внедрении электронной модели в теплоснабжающие организации, возможно, например, воспользоваться услугами либо разработчиков ПО ИГС «ТеплоГраф» - ИВЦ «Поток», либо разработчика Схемы теплоснабжения г. Златоуста – ЗАО «СЭНРИ».

6.2. Порядок приемки электронной модели

6.2.1. Состав предъявляемой документации и программного обеспечения

По результатам выполненных работ по созданию электронной модели системы теплоснабжения г. Златоуста Заказчику предоставляются:

- руководство пользователя (Приложение А шифр 75412.ПП-ПСТ.004.001.);
- описание работы электронной модели – отчеты о работе в системе в графическом и табличном видах (Приложение Б шифр 75412.ПП-ПСТ.004.001.);
- руководство системного администратора (Приложение В шифр 75412.ПП-ПСТ.004.001.);
- модельные базы данных в формате ИГС «ТеплоГраф» по фактическому состоянию системы теплоснабжения, базы данных по перспективному развитию на 2025 г. на электронном носителе;
- дистрибутивы ИГС «ТеплоГраф» на электронном носителе и лицензия (передаются после полной оплаты стоимости работ).

6.2.2. Подготовка электронной модели к вводу в действие

Этап внедрения включает обучение пользователей системы (не более 5 человек), в интересах которых разработана электронная модель. Место, дата и время проведения обучения назначается Заказчиком и согласовывается с Исполнителем. В соответствии с Техническим заданием обучение специалистов будет осуществлено на последнем этапе работы, после передачи и установки электронной модели Заказчику.

При необходимости возможна организация повторного обучения (на платной основе).