

«УТВЕРЖДАЮ»

ООО «НИПИ ПРЭС»

Генеральный директор

Мицкевич В.А. _____

« ____ » _____ 2014 г.



ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ
К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ГОРОД НИЖНИЙ НОВГОРОД» ДО 2028 ГОДА

(АКТУАЛИЗАЦИЯ НА 2015 ГОД)

ГЛАВА 3. ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА

СОДЕРЖАНИЕ

1.	ОБЩЕЕ НАЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.....	4
2.	РАСЧЕТНЫЕ МОДУЛИ ИНФОРМАЦИОННО-ГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «СИТУСОМ-ТЕПЛОГРАФ»	7
2.1.	Общие положения	7
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	11
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	15
2.3.8.	Табличные и графические аналитические инструменты	17
2.4.	Подсистема «Наладка»	18
2.5.	Подсистема «Теплопотери»	19
2.6.	Подсистема «Переключения».....	20
3.	БАЗА ДАННЫХ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ Г. НИЖНИЙ НОВГОРОД.....	21
4.	ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ Г. НИЖНИЙ НОВГОРОД....	22
4.1.	Введение	22
4.2.	Информационно-графическое описание объектов системы теплоснабжения.....	26
4.3.	Описание топологической связности объектов системы теплоснабжения	40
4.4.	Отладка и калибровка электронной модели.....	40
5.	ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ НА БАЗЕ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ Г. НИЖНИЙ НОВГОРОД.....	50
6.	РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ВНЕДРЕНИЯ И СОПРОВОЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ Г. НИЖНИЙ НОВГОРОД	52
6.1.	Требования к квалификации персонала.	52
6.1.1.	Требования к квалификации эксплуатационного персонала	53
6.1.2.	Требования к квалификации пользователей.....	53
6.2.	Рекомендации по выбору основных пользователей системы	53
6.3.	Требования к применяемым техническим средствам	54

6.4. Рекомендации по организации процесса актуализации данных электронной модели	55
--	----

ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ

Рисунок 4.1. Управление слоями плана города	29
Рисунок 4.2. Технологические типы узлов	31
Рисунок 4.3. Варианты отчетов, формируемых при работе в электронной модели	42
Рисунок 4.4 Гидравлическая раскраска тепловой сети (пример).....	45
Рисунок 4.5. Гидравлическая раскраска трубопровода тепловой сети по диаметру (пример). На рисунке красным цветом выделен участок трубопровода диаметром 500 мм.	45
Рисунок 4.6. Гидравлическая раскраска – направление теплоносителя по подающей (пример).....	46
Рисунок 4.7. Гидравлическая раскраска - подпись на схеме тепловой сети значений расходов по участкам (пример)	46
Рисунок 4.8. Общий вид рабочего экрана электронной модели системы теплоснабжения	48
Рисунок 4.9. Общий вид рабочего экрана электронной модели системы теплоснабжения (фрагмент)	49

1. ОБЩЕЕ НАЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Электронная модель системы теплоснабжения г. Нижний Новгород на базе информационно-графической системы «ТеплоГраф» (далее по тексту: электронная модель) разрабатывалась 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.

Разработанная электронная модель предназначена для решения следующих задач:

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОРОД НИЖНИЙ НОВГОРОД» ДО 2028 ГОДА (АКТУАЛИЗАЦИЯ НА 2015 ГОД)

- создание общегородской электронной схемы существующих и перспективных тепловых сетей и объектов системы теплоснабжения г. Нижний Новгород, 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 системы теплоснабжения г. Нижний Новгород;
- обеспечение ежегодной актуализации Схемы теплоснабжения г. Нижний Новгород в соответствии с ФЗ-190 «О теплоснабжении» и Постановлением Правительства РФ №154.

Электронная модель систем теплоснабжения города Нижний Новгород, разработанная на базе ИГС «ТеплоГраф», обеспечивает выполнение всех требований, предъявляемых к электронным моделям в соответствии с Постановлением Правительства РФ № 154 от 22.02.2012 г.:

а) графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе поселения, городского округа и с полным топологическим описанием связности объектов.

ГЛАВА 3. ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА

- б) паспортизацию объектов системы теплоснабжения (см. Приложение 1 Книги 3 Обосновывающих материалов к схеме теплоснабжения);
- в) паспортизацию и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное;
- г) гидравлический расчет тепловых сетей любой степени закольцованности, в том числе гидравлический расчет при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть (Приложение 1 Книги 4, Приложение 1 Книги 7 Обосновывающих материалов к схеме теплоснабжения);
- д) моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в том числе переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии (реализуется путем изменения состояния запорно-регулирующей арматуры в тепловых камерах, внесенных в электронную модель);
- е) групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения (реализуется с помощью специального инструмента - «Изменение параметров»);
- ж) сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей (см. Приложение 3 Книги 3, Приложение 1 Книги 4, Приложение 1 Книги 7 Обосновывающих материалов к схеме теплоснабжения).

2. РАСЧЕТНЫЕ МОДУЛИ ИНФОРМАЦИОННО-ГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «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 1. По окончании внедрения электронной модели организация, уполномоченная на её эксплуатацию, самостоятельно определяет целесообразность развития данной системы и необходимость приобретения и внедрения дополнительных модулей.

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

Расчёт текущего (фактического) гидравлического режима отличается от гидравлического расчета номинального режима 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

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ГОРОД НИЖНИЙ НОВГОРОД» ДО 2028 ГОДА (АКТУАЛИЗАЦИЯ НА 2015 ГОД)
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 "прижатая", 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 уставки.

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.

Поэтому 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

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ГОРОД НИЖНИЙ НОВГОРОД» ДО 2028 ГОДА (АКТУАЛИЗАЦИЯ НА 2015 ГОД) 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 "пространственный" критерий 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

ГЛАВА 3. ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА

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 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

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ГОРОД НИЖНИЙ НОВГОРОД» ДО 2028 ГОДА (АКТУАЛИЗАЦИЯ НА 2015 ГОД)

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 «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.

3. БАЗА ДАННЫХ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ Г. НИЖНИЙ НОВГОРОД

База данных электронной модели реализована в формате 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).

Структура файлов баз данных электронной модели системы теплоснабжения следующая:

1. base*.mdb — базы данных, содержащие информацию об объектах системы теплоснабжения, их отображение и расчетные данные.

В данном случае в комплект файлов вида base*.mdb входят: база данных текущего состояния системы теплоснабжения, и базы данных, отражающие состояние системы на перспективные периоды;

2. twm.mdb — база с информацией о плане города, городскими наименованиями и адресами (слой геоподосновы);

3. sup.mdb — алгоритмы функционирования системы;

4. msg.mdb — универсальные классификаторы, справочная информация;

5. sn.mdb — настраиваемые классификаторы (городских объектов и объектов системы теплоснабжения) для всех реплик электронных моделей и модельных баз.

4. ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ Г. НИЖНИЙ НОВГОРОД

4.1. Введение

В качестве первичной основы для создания электронной модели систем теплоснабжения ГО Нижний Новгород была принята база данных, которая на протяжении ряда лет создавалась службой ОАО «Теплоэнерго» и использовалась (этой и другими службами) для решения ряда эксплуатационных задач.

Такая исходная электронная модель (с соответствующей базой данных) содержала:

- источники и тепловые сети ОАО «Теплоэнерго», а также сторонние источники, сети которых обслуживает ОАО «Теплоэнерго»;
- слои с указанием зон действия источников прочих поставщиков тепловой энергии (ООО «Теплосети», ООО «ННТЭ» и прочие);
- слой городской территории, включая парки, водоёмы, автомобильные дороги, мосты, здания и прочие объекты инфраструктуры.

Далее с компанией-разработчиком программного комплекса «CityCom-ТеплоГраф», инженерно-внедренческим центром «Поток» был заключён договор на размещение электронной модели схемы теплоснабжения, полученной от ОАО «Теплоэнерго», в так называемом «облаке». В связи с этим база данных проекта ОАО «Теплоэнерго» была передана в «ИВЦ Поток».

В результате программа «Теплограф» и электронная модель (набор файлов, полученный от ОАО «Теплоэнерго») были установлены и настроены в выделенном для нашего проекта «облаке».

«Облако» – это виртуальная компьютерная среда, размещённая на сервере в сети интернет – в данном случае на сервере партнёров компании ИВЦ «Поток».

Вся дальнейшая работа по разработке и наращиванию электронной

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ГОРОД НИЖНИЙ НОВГОРОД» ДО 2028 ГОДА (АКТУАЛИЗАЦИЯ НА 2015 ГОД)

модели велась в данном «облаке» – каждый участник посредством сети интернет осуществлял подключение к общему проекту по своему логину/паролю и выполнял возложенную на него часть задач: нанесение объектов систем теплоснабжения, перспективных нагрузок, карт-подложек, осуществления подключений, расчётов, контроля и так далее.

Стоит отдельно остановиться на преимуществах облачной технологии. Учитывая мощную и дорогостоящую инфраструктуру, необходимую для предоставления облачных сервисов, перенос системы в «облако» позволяет в разы повысить надёжность и защищённость данных и всей системы. Не случайно такие чувствительные к безопасности и надёжности своих сервисов компании, как Трансаэро, Сбербанк, Yota уже перевели часть своих сервисов во внешнее «облако».

В целом, на сегодня одной из самых перспективных технологий в области программного обеспечения являются облачные технологии – компании Google, Microsoft, Apple, Acer и др. сделали понятие «Облако» («Cloud») стандартом, без которого уже сложно представить сеть интернет. Многие программы сегодня уже также имеют «облачные модули» в своём составе.

В одном из таких «облаков» в настоящее время развёрнута и платформа программных средств «CityCom» (одним из которых и является программный комплекс «Теплограф»).

Официальный анонс сервиса «CityCom(Cloud)» состоялся на отраслевой научно-практической конференции «Теплоснабжение - 2012: проблемы, новации, перспективы», которая проходила в Москве в сентябре 2012 года. Первоначальной целью создания такого решения было стремление удешевить процедуру создания электронных моделей схем теплоснабжения в рамках Закона 190-ФЗ и Постановления Правительства РФ №154, а основная задача - перенести «центр тяжести» работ по наполнению электронной модели данными туда, где эти данные должны рождаться и жить – в эксплуатирующее предприятие.

В настоящее время на базе облачного сервиса «CityCom(Cloud)» реализованы решения не только для теплоснабжения («ТеплоГраф»), но также для водоснабжения и водоотведения («ГидроГраф»), газоснабжения («ГазГраф») и электроснабжения («ЭлГраф»).

Преимущества облачного проекта «CityCom(Cloud)»:

- Не надо покупать лицензии, абонентский доступ: не пользуетесь – не платите (аналогия с мобильной связью).
- Расходы относятся на затраты текущего периода и снижают налоговую нагрузку.
- Не нужны: дорогостоящая IT-инфраструктура, затраты на обслуживание.
- Минимальные финансовые риски на начальных стадиях внедрения проекта.
- Виртуальный сервер любой мощности гарантирован в режиме «24x7».
- Высочайшая степень защищенности данных от потерь, связанных с отказом оборудования, несанкционированного доступа, вирусов и т. д.
- Консультанты и эксперты по моделированию оказываются доступны удаленно.
- Эксплуатирующая организация получает инструментарий для собственных нужд.
- Администрация получает адекватный базис для заказа разработки Схемы тепло-(водо-)снабжения.
- На любой стадии проект можно «перенести к себе», оплатив лицензии.
- Доступ в облако осуществляется по паролю.

Таким образом, доступ к электронной модели схемы теплоснабжения является регулируемым, то есть может предоставляться, как исполнителям разработки схемы, так и контролирующим, надзорным органам, представителям Администрации и так далее. Доступ в облако осуществляется в режиме 24x7 посредством сети интернет. При этом установка программы «Теплограф» не требуется – достаточно компьютера с установленной ОС Windows, инструкции для подключения к «облаку» и данных для входа.

В рамках данной работы (актуализации схемы теплоснабжения ГО Нижний Новгород по состоянию на 2015 год) электронная модель и соответствующие базы данных существенно дополнялись и корректировались. Основное направление доработки состояло в том, чтобы дополнить модель всеми имеющимися на территории города источниками и системами

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ГОРОД НИЖНИЙ НОВГОРОД» ДО 2028 ГОДА (АКТУАЛИЗАЦИЯ НА 2015 ГОД)
теплоснабжения, корректно и полно отразить перспективное развитие города и обеспечение новых потребителей тепловой энергией в обозримой перспективе.

При реализации этого направления выполнено следующее:

- Осуществлён импорт тепловых сетей района Автозаводской ТЭЦ из электронной модели схемы теплоснабжения ГО Нижний Новгород, разработанной в 2012 году ОАО «Газпром промгаз» в программном комплексе «Zulu».
- Произведён ввод (графическое и семантическое описание) данных по отсутствующим объектам систем теплоснабжения (источники, участки трубопроводов тепловых сетей, потребители) от источников, входящих в зону ЕТО №2 (район Автозаводской ТЭЦ), и произведены гидравлические расчёты по ним.
- Произведён ввод (графическое и семантическое описание) данных по отсутствующим объектам систем теплоснабжения от сторонних источников.
 - Дополнены описания (паспорта) объектов систем теплоснабжения, внесены отсутствующие в них геодезические отметки и другая необходимая информация.
- В соответствии с разработанным (в рамках данной работы) прогнозом приростов тепловых нагрузок в расчетных элементах территориального деления, были внесены и подключены обобщенные потребители, моделирующие прирост тепловой нагрузки в перспективе – на 2018, 2023, 2028 годы, а также отключены потребители, планируемые к сносу (на основе перечня, переданного Заказчиком).
- Произведена отладка и калибровка электронной модели по результатам сравнения результатов расчетов гидравлических режимов и фактических гидравлических режимов в тепловых сетях;
- Произведена корректировка электронной модели с целью обеспечения соответствия режимов, смоделированных в электронной модели, фактическим показателям, характеризующих базовый отопительный период актуализации схемы теплоснабжения.

В результате была создана электронная модель системы теплоснабжения города Нижний Новгород, используемая в качестве основного инструмента для

ГЛАВА 3. ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ГОРОД НИЖНИЙ НОВГОРОД» ДО 2028 ГОДА (АКТУАЛИЗАЦИЯ НА 2015 ГОД)

моделирования и анализа, как сложившихся (фактических) режимов и параметров работы систем теплоснабжения, так и перспективных, учитывающих все изменения структуры систем теплоснабжения города на перспективу до 2028 г.

4.2. Информационно-графическое описание объектов системы теплоснабжения

На этапе описания объектов системы теплоснабжения г. Нижний Новгород было проведено информационно-графическое описание существующих объектов системы теплоснабжения.

Дополнительно к уже описанным в электронной модели узлам и участкам теплосетей ОАО «Теплоэнерго» в разрабатываемую электронную модель были добавлены объекты из электронной модели, разработанной специалистами ОАО «Газпром Промгаз» в 2012 году, в частности – источники и сети района Автозаводской ТЭЦ и сторонние источники количестве 280 источников со своими сетями и потребителями.

Объекты теплоснабжения района Автозаводской ТЭЦ были импортированы в электронную модель и дополнены по следующему алгоритму:

Из электронной модели, разработанной ОАО «Газпром Промгаз» в программном комплексе «Zulu», были экспортированы данные (графическая и семантическая информация) по тепловым сетям в формат MIF/MID. Полученные файлы были переданы специалистам ИВЦ «Поток». После анализа данных специалисты ИВЦ «Поток» выделили нужный нам район Автозаводской ТЭЦ и создали предмодель, пригодную для обеспечения возможности занесения их в программную среду «Теплограф». В течение недели был осуществлён частичный перенос данных с восстановлением структуры тепловых сетей Автозаводского района. В связи с отличиями в архитектуре баз данных программных комплексов «Zulu» и «Теплограф» часть информации потребовала ручного внесения в модель специалистами ООО «Томсктехэнерго». Также участки тепловых сетей района Автозаводской ТЭЦ были частично дополнены и более подробно графически описаны (в частности, Ленинская теплотрасса была перерисована по имеющимся в модели изображениям участков, которые ранее начинали прорисовывать специалисты ОАО «Теплоэнерго» по топосъёмке).

ГЛАВА 3. ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА

После паспортизации объектов теплоснабжения данного района были проведены гидравлические расчёты – район Автозаводской ТЭЦ в модели был сделан расчётным.

Прочие источники и сети (то есть, источники и сети, обслуживаемые не ОАО «Теплоэнерго») были перенесены из электронной модели «Zulu» в программный комплекс «Теплограф» по следующему алгоритму:

С модели, выполненной в «Zulu», были удалены объекты, уже представленные на схеме программного комплекса «Теплограф». Полученная схема была импортирована специалистами ИВЦ «Поток» в качестве графической подложки («черновика») в разрабатываемую схему. По этой подложке специалистами ООО «Томсктехэнерго» в программе «Теплограф» данные объекты были заново нанесены и семантически описаны.

Опишем более подробно структуру слоев, в которых отображается развитие города и соответствующих объектов систем теплоснабжения.

Тепловые сети в электронной модели размещены поверх плана города (слой «Город»).

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;

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОРОД НИЖНИЙ НОВГОРОД» ДО 2028 ГОДА (АКТУАЛИЗАЦИЯ НА 2015 ГОД)

- 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:

- водоемы;
- административные границы;
- сельскохозяйственные угодья;
- промышленность;
- уличная сеть;
- подложка теплосети;
- подложка электросети;
- ограждения;
- растительность;
- дороги;
- геодезия;
- здания;
- строения;
- наименования;
- новые городские наименования;
- отдельные надписи.

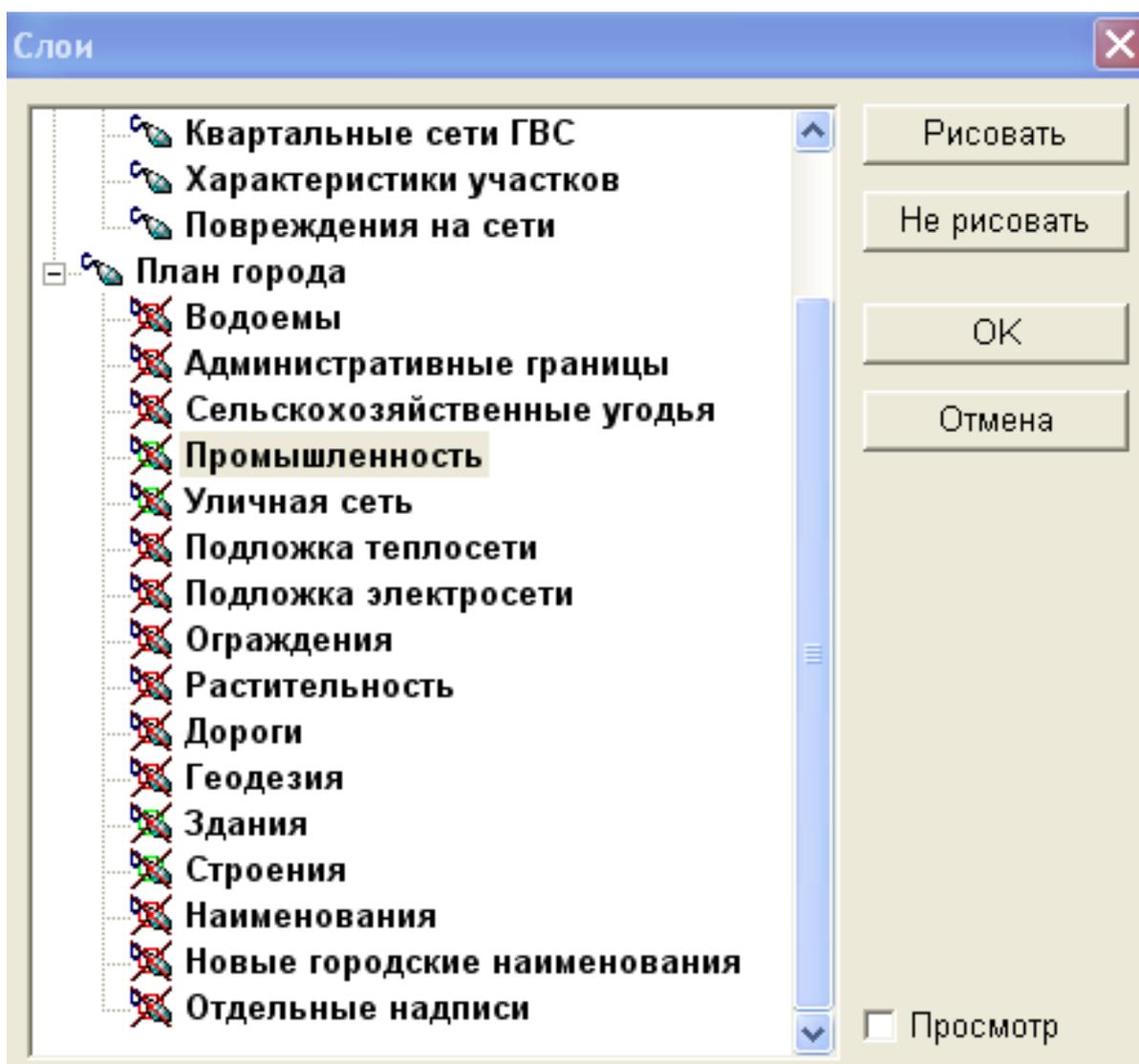


Рисунок 4.1. Управление слоями плана города

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;
- источник ЦТП ГВС;
- источник ЦТП отопления;
- камера внутриквартальная;
- камера магистральная;
- камера павильон;
- камера на воздушке;
- камера подвал;
- камера смотровая;
- насосная станция;
- потребитель ЦТП;
- потребитель ИТП;
- потребитель ИТП ГВС;
- ответвление;
- шахта опуска;
- глухая врезка;
- изменение параметров;
- заглушка;

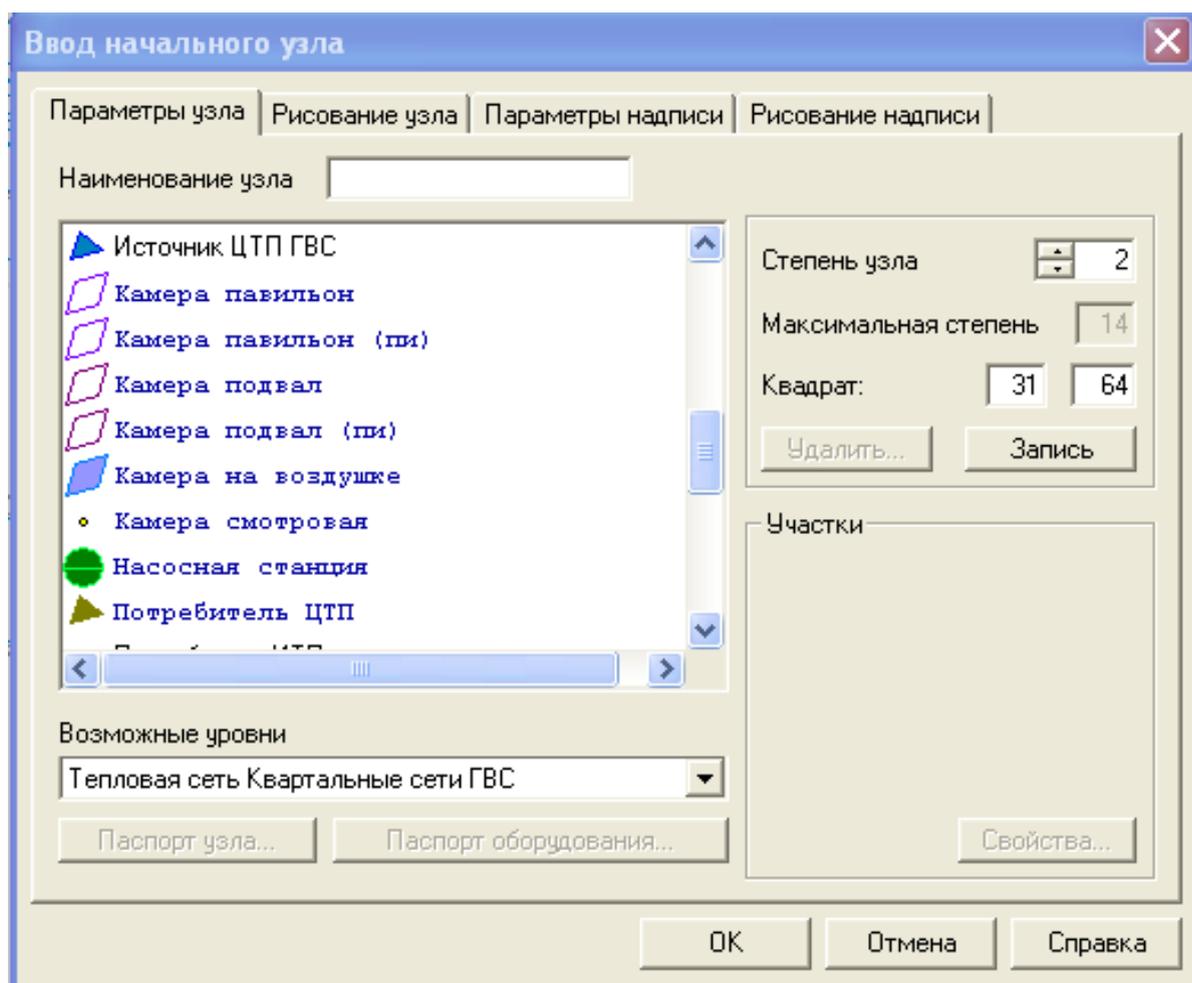


Рисунок 4.2. Технологические типы узлов

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.

Для источников, насосных станций, потребителей, тепловых камер - произвольные имена до 20 знаков.

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

- заглушка - ЗАГ.;
- ответвление - ОТВ.;
- бескамерная врезка – РАЗ;
- изменение диаметра - ИД.;
- изменение параметров - ИП.

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

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

- Магистралы
- Распределительные сети
- Квартальные сети отопления
- Квартальные сети ГВС
- Характеристики участков
- Повреждения на сети

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 были базы данных по нагрузкам потребителей, а также информация по участкам тепловых сетей, источникам, потребителям.

В существующей базе данных электронной модели описаны 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 зависела от наличия исходных данных. 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,

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОРОД НИЖНИЙ НОВГОРОД» ДО 2028 ГОДА (АКТУАЛИЗАЦИЯ НА 2015 ГОД)
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:

- 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;

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОРОД НИЖНИЙ НОВГОРОД» ДО 2028 ГОДА (АКТУАЛИЗАЦИЯ НА 2015 ГОД)

- 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.

Если неизвестный параметр был необходим для построения гидравлической модели, в данном случае поле заполнялось, исходя из имеющейся практики по моделированию режимов.

В основном существуют проблемы с наличием исходных данных по описанию участков тепловых сетей, потребителей:

- место прокладки;
- глубина/высота прокладки;
- тип надземной прокладки;
- вид покрытия;
- наличие попутного дренажа;
- собственник (по типу балансовой принадлежности);
- максимальная высота зданий;
- год постройки здания;
- год установки насосных агрегатов;
- год последнего КР насосных агрегатов.

Таким образом, в результате выполнения данного этапа работ была создана:

- топооснова города,

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОРОД НИЖНИЙ НОВГОРОД» ДО 2028 ГОДА (АКТУАЛИЗАЦИЯ НА 2015 ГОД)

- выполнена привязка всех объектов системы теплоснабжения к топооснове, сформирована база данных по объектам.

4.3. Описание топологической связности объектов системы теплоснабжения

На данном этапе была описана топологическая связность объектов системы теплоснабжения (источники тепловой энергии, тепловые камеры, участки тепловых сетей, ЦТП, ИТП, потребители). Описание топологической связности представляет собой описание гидравлической структуры узлов системы теплоснабжения (коллекторов, тепловых камер, смотровых колодцев). В результате выполнения данного этапа работ создается гидравлическая модель системы теплоснабжения, отражающая существующее положение системы теплоснабжения города.

Также следует отметить, что по ряду узлов отсутствовали данные по схемам камер, наличию и состоянию запорно-регулирующей арматуры. В случае отсутствия информации по наличию ЗРА, структура данных камер описывалась, исходя из норм проектирования, то есть ЗРА устанавливалась на ответвлениях к потребителю или группе потребителей на магистрали.

Подробно алгоритм описание топологической связности объектов представлен в инструкции по применению (приложение 1).

4.4. 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

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ГОРОД НИЖНИЙ НОВГОРОД» ДО 2028 ГОДА (АКТУАЛИЗАЦИЯ НА 2015 ГОД)
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. 4.3):

- Перечень компонент;
- Перечень узлов с закрытыми и прижатыми задвижками;
- Расчетные параметры по потребителям по компоненте (данный отчет, представленный в табличном виде, позволяет проанализировать параметры потребителей по каждой из находящихся в работе компонент);
- Расчетные параметры участков по компоненте (данный отчет, представленный в табличном виде, позволяет проанализировать параметры участков тепловых сетей по каждой из находящихся в работе компонент);
- перечень потребителей с неподключенными нагрузками
- 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);
- Не присоединенные потребители (данный отчет представленный в табличном виде позволяет определить абонентов, не включенных в модель, но имеющих паспорт в базе данных);

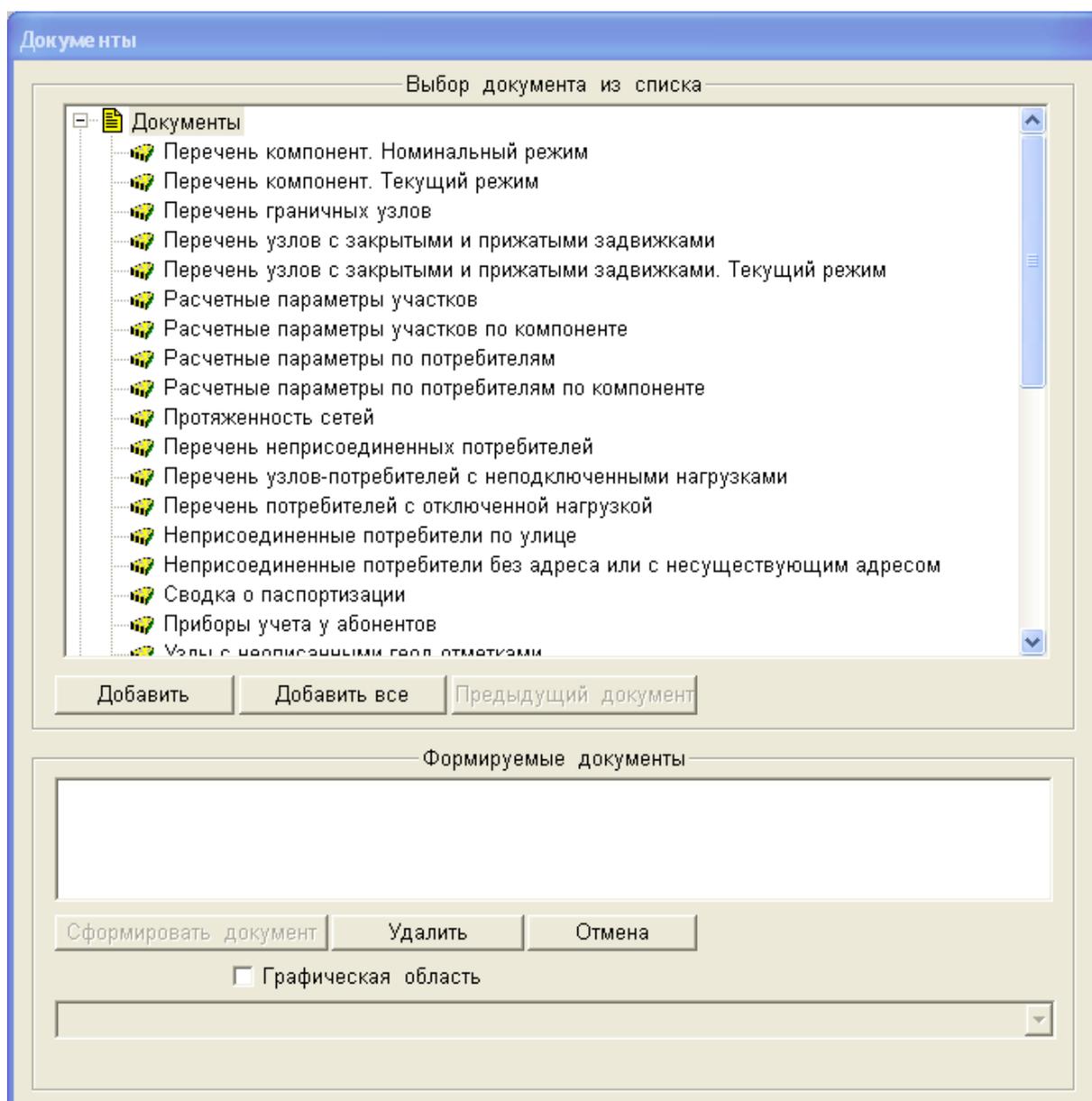


Рисунок 4.3. Варианты отчетов, формируемых при работе в электронной модели

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 электронной модели 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);
- 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) (рисунок 4.4);
- 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.) (рисунок 4.5);

- 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)(рисунок 4.6);
- подпись на схеме тепловой сети значений расходов по участкам (рисунок 4.7) и давлений в узлах сети.

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОРОД НИЖНИЙ НОВГОРОД» ДО 2028 ГОДА (АКТУАЛИЗАЦИЯ НА 2015 ГОД)

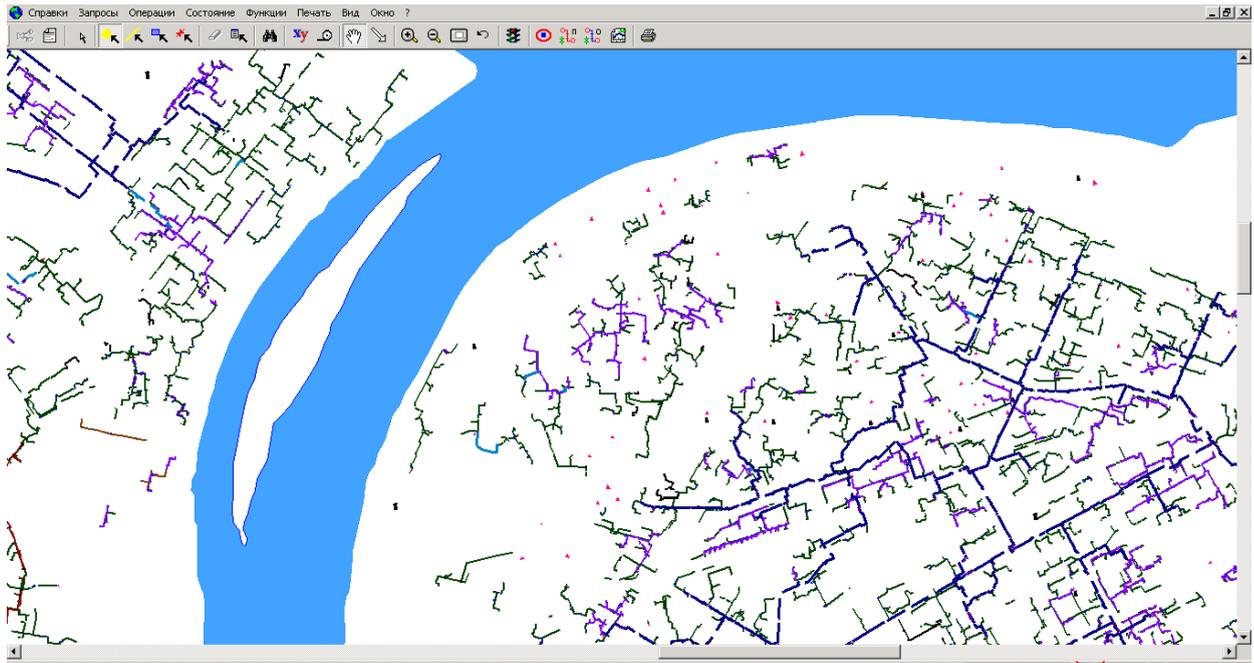


Рисунок 4.4 Гидравлическая раскраска тепловой сети (пример).

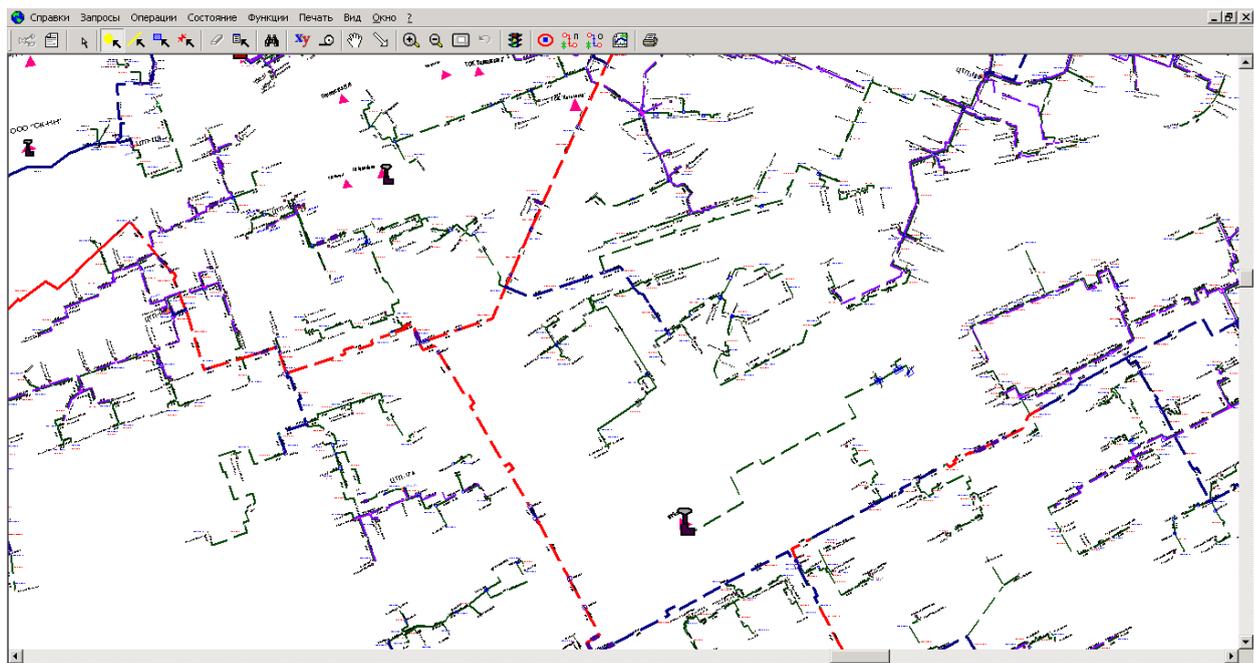


Рисунок 4.5. Гидравлическая раскраска трубопровода тепловой сети по диаметру (пример). На рисунке красным цветом выделен участок трубопровода диаметром 500 мм.

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОРОД НИЖНИЙ НОВГОРОД» ДО 2028 ГОДА (АКТУАЛИЗАЦИЯ НА 2015 ГОД)

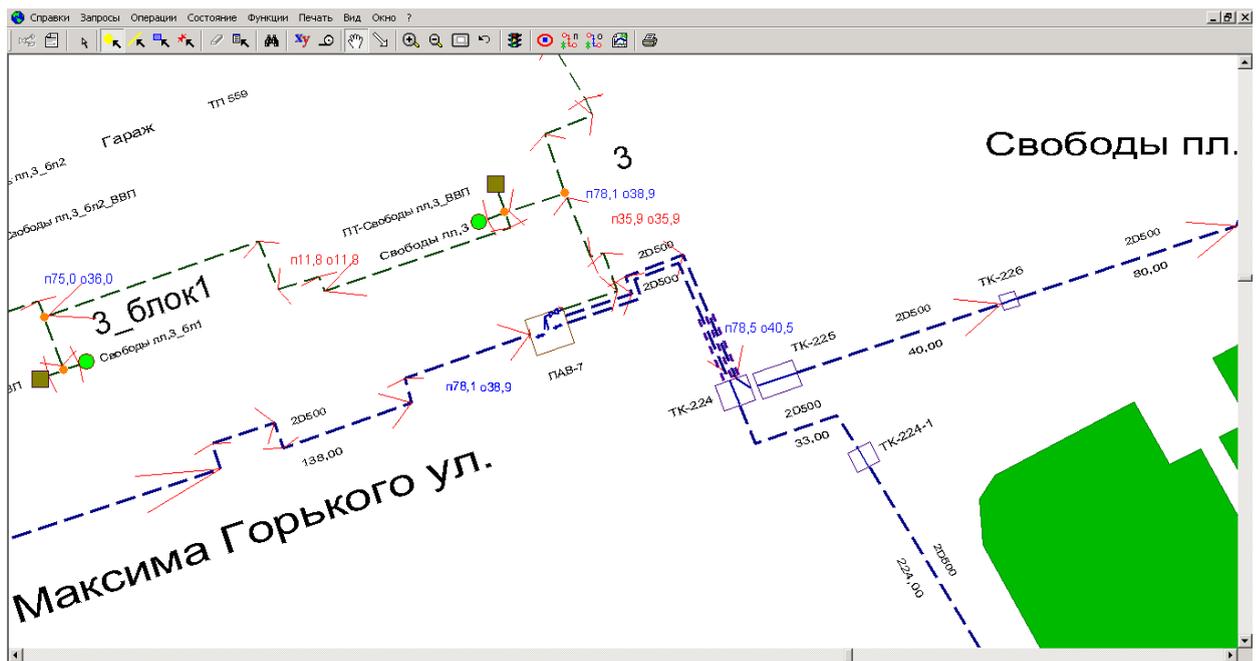


Рисунок 4.6. Гидравлическая раскраска – направление теплоносителя по подающей (пример).

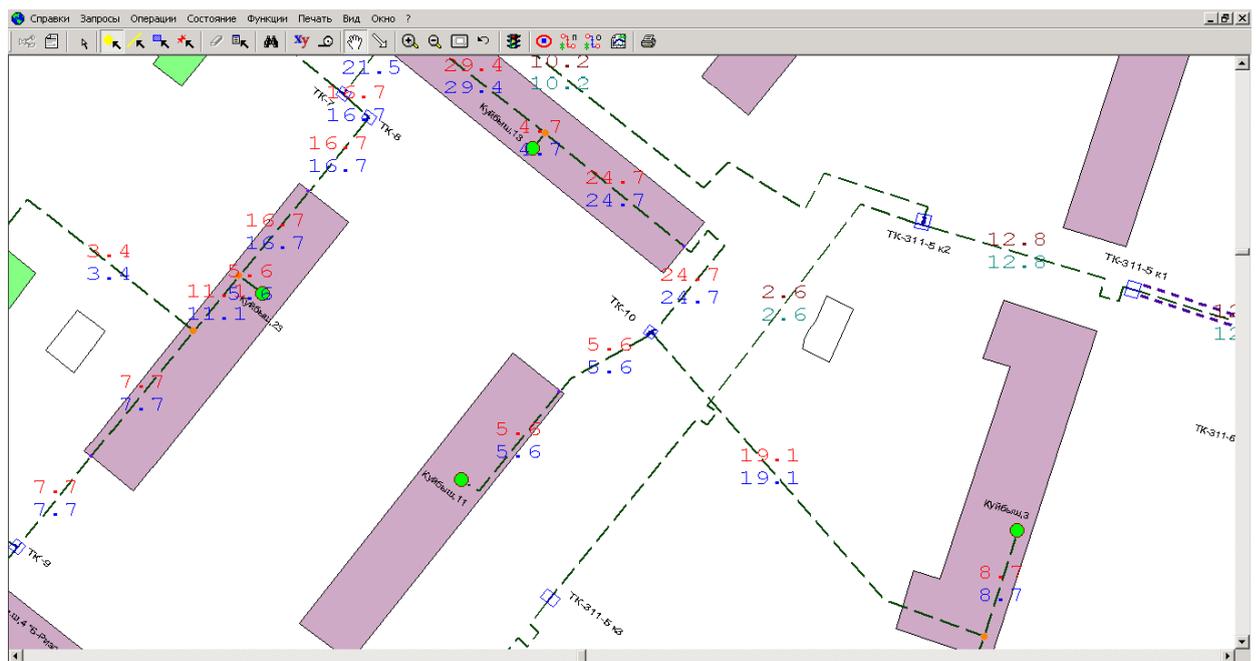


Рисунок 4.7. Гидравлическая раскраска - подпись на схеме тепловой сети значений расходов по участкам (пример)

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.

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

В дальнейшем разработанная электронная модель использована в качестве основного инструментария для разработки сценариев развития системы теплоснабжения г. Нижний Новгород до 2028 года.

Общий вид рабочего экрана разработанной электронной модели системы теплоснабжения города Нижний Новгород представлен на рисунке 4.8. Фрагмент разработанной электронной модели – на рисунке 4.9.

Результаты расчетов на электронной модели приведены в Приложении 3 Главы 3, Приложении 1 Главы 4 и Приложении 1 Главы 7 Обосновывающих материалов к схеме теплоснабжения города Нижний Новгород до 2028 года.

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОРОД НИЖНИЙ НОВГОРОД» ДО 2028 ГОДА (АКТУАЛИЗАЦИЯ НА 2015 ГОД)

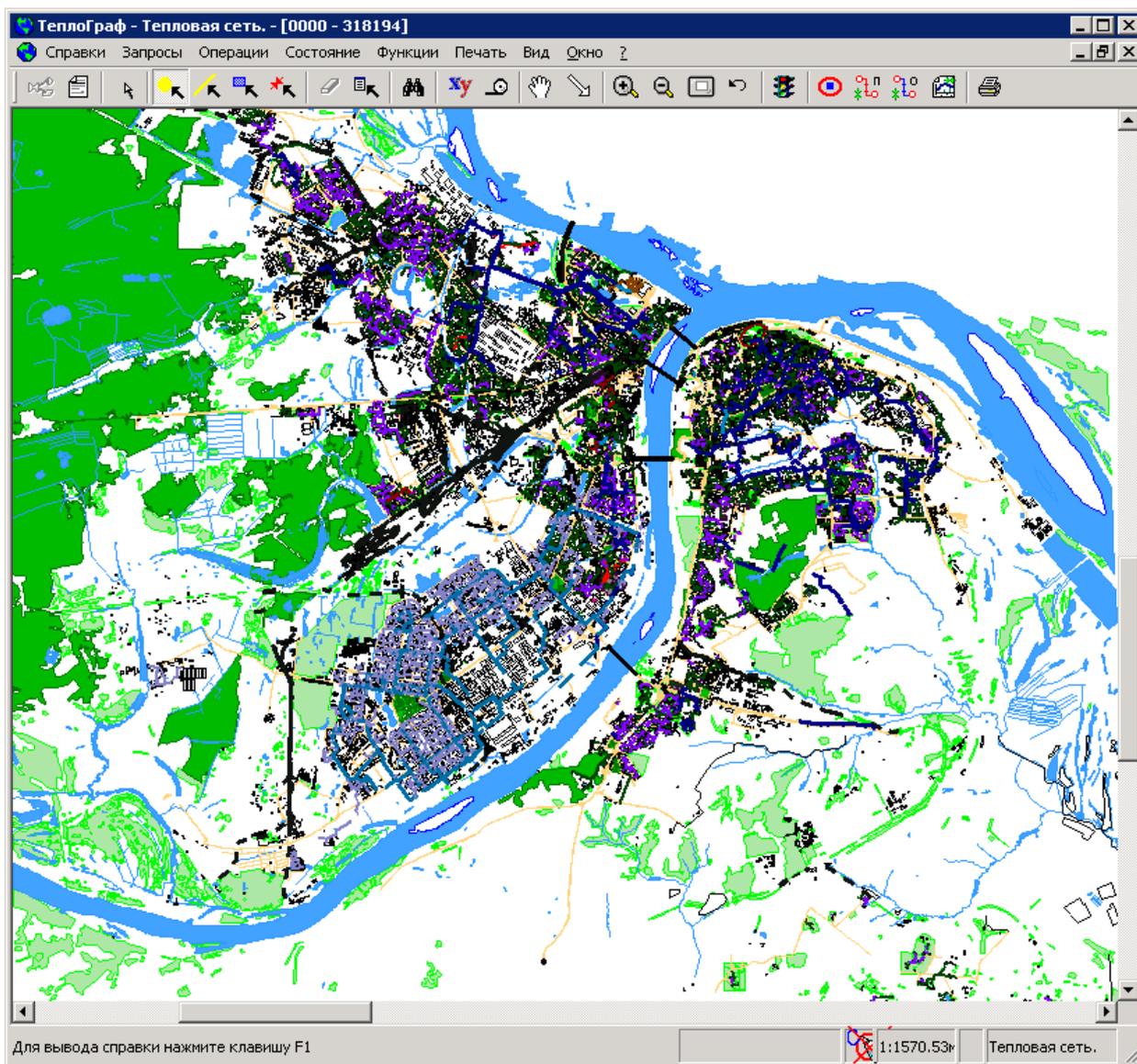


Рисунок 4.8. Общий вид рабочего экрана электронной модели системы теплоснабжения

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОРОД НИЖНИЙ НОВГОРОД» ДО 2028 ГОДА (АКТУАЛИЗАЦИЯ НА 2015 ГОД)

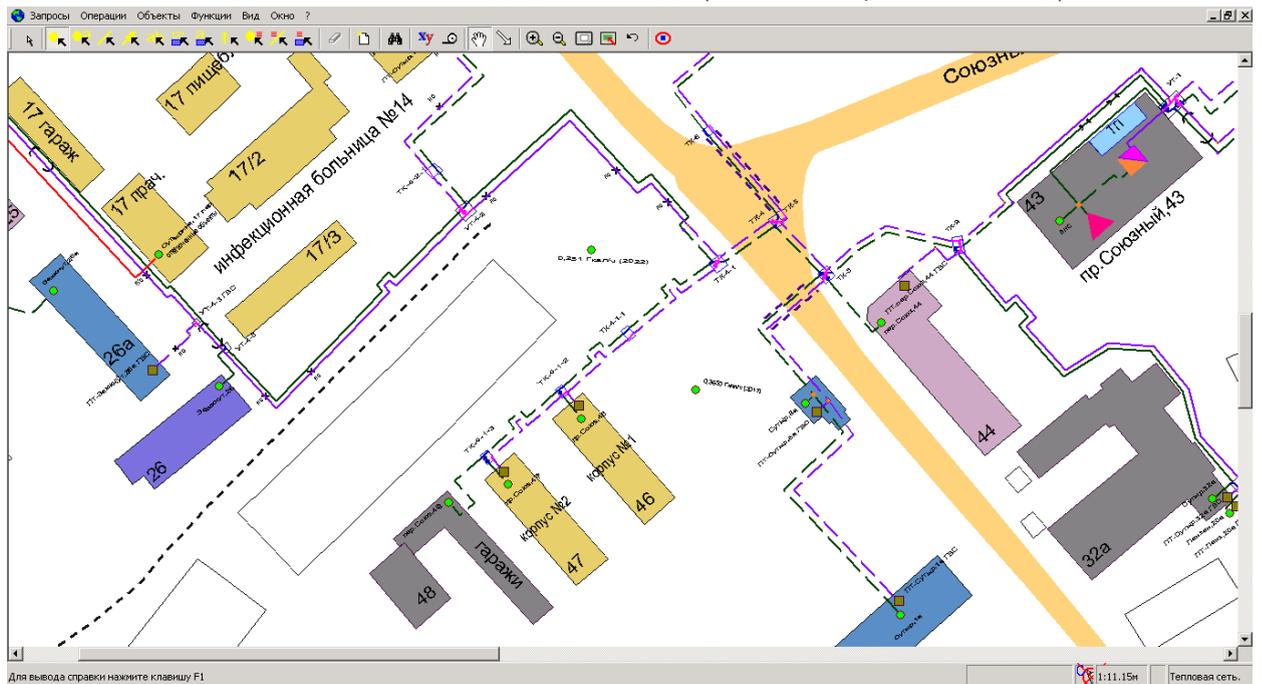


Рисунок 4.9. Общий вид рабочего экрана электронной модели системы теплоснабжения (фрагмент)

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

Основными целями при создании данной системы (доработке существующей модели в масштабах системы теплоснабжения города Нижний Новгород) 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;
- обеспечение выполнения требований к схемам теплоснабжения муниципальных образований, установленных Постановлением Правительства РФ № 154 от 22.02.2012 г.

В части решения конкретных задач необходимо выделить следующие:

- мониторинг развития схемы теплоснабжения г. Нижний Новгород 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.);

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОРОД НИЖНИЙ НОВГОРОД» ДО 2028 ГОДА (АКТУАЛИЗАЦИЯ НА 2015 ГОД)

- 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).

Следует отметить, что использование созданной в рамках актуализации Схемы теплоснабжения Нижнего Новгорода электронной модели возможно и целесообразно в рамках других задач по эксплуатации систем теплоснабжения.

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

Необходимыми условиями для реализации внедрения и дальнейшей эксплуатации электронной модели системы теплоснабжения г. Нижний Новгород 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.

6.2. Рекомендации по выбору основных пользователей системы

В качестве рекомендации по выбору основных пользователей системы, предлагается 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

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ГОРОД НИЖНИЙ НОВГОРОД» ДО 2028 ГОДА (АКТУАЛИЗАЦИЯ НА 2015 ГОД)

мониторинг развития схем теплоснабжения в эксплуатирующих теплосетевых компаниях. В связи с тем, что электронная модель разработана на базе действующей электронной модели (ОАО «Теплоэнерго»), оптимальной представляется следующая структура организации эксплуатации электронной модели системы теплоснабжения:

- администратором электронной модели является ОАО «Теплоэнерго»;
- на начальном этапе использования электронная модель может быть размещена в «облаке» ИВЦ «Поток» по тому же принципу, как электронная модель была размещена в процессе работы над Проектом, с целью обеспечения равноправного использования электронной модели всеми участниками.
 - с целью обеспечения мониторинга электронной модели для уполномоченного представителя Администрации города организуется удаленный доступ к электронной модели;
 - в дальнейшем, при определении роли каждого пользователя электронная модель может быть перенесена на сервер ОАО «Теплоэнерго» или другой организации, выбранной Администратором электронной модели схемы теплоснабжения для более гибкого и независимого (от компании-разработчика) использования электронной модели.

6.3. 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.

6.4. 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.