

**СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В АДМИНИСТРАТИВНЫХ ГРАНИЦАХ
МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДСКОГО ОКРУГА
ГОРОД ТВЕРЬ НА ПЕРИОД ДО 2028 ГОДА
ПО СОСТОЯНИЮ НА 2020 ГОД**



**ГЛАВА 3 «ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПОСЕЛЕНИЯ,
ГОРОДСКОГО ОКРУГА, ГОРОДА ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ»**

ТТС -20-ПЗ-1-03

Сведений, составляющих государственную тайну в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 30.11.1995 № 1203 «Об утверждении перечня сведений, отнесенных к государственной тайне», не содержится.

Начальник департамента ЖКХ и строительства

В.Д. Якубенюк

подпись, печать

Разработчик: Общество с ограниченной ответственностью «Джи Динамика», 197046, Санкт-Петербург, ул. Большая Посадская, д.12, лит. А, пом. 67-Н

Генеральный директора

А.С. Ложкин

подпись, печать

ТВЕРЬ, 2019

СОСТАВ ПРОЕКТА

Обозначение	Наименование	Примечание
1	2	3
ТТС-20-ПЗ-1	Том 1. Обосновывающие материалы	
ТТС-20-ПЗ-1-01	Глава 1 «Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения»	
ТТС -20-ПЗ-1-02	Глава 2 «Существующее и перспективное потребление тепловой энергии на цели теплоснабжения»	
ТТС -20-ПЗ-1-03	Глава 3 «Электронная модель системы теплоснабжения»	
ТТС -20-ПЗ-1-04	Глава 4 «Существующие и перспективные балансы тепловой мощности источников тепловой энергии и тепловой нагрузки потребителей»	
ТТС -20-ПЗ-1-05	Глава 5 «Мастер-план развития систем теплоснабжения»	
ТТС -20-ПЗ-1-06	Глава 6 «Существующие и перспективные балансы производительности водоподготовительных установок и максимального потребления теплоносителя теплопотребляющими установками потребителей, в том числе в аварийных режимах»	
ТТС -20-ПЗ-1-07	Глава 7 «Предложения по строительству, реконструкции и техническому перевооружению источников тепловой энергии»	
ТТС -20-ПЗ-1-08	Глава 8 «Предложения по строительству и реконструкции тепловых сетей»	
ТТС -20-ПЗ-1-09	Глава 9 «Предложения по переводу открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения) в закрытые системы горячего водоснабжения»	
ТТС -20-ПЗ-1-10	Глава 10 «Перспективные топливные балансы»	
ТТС -20-ПЗ-1-11	Глава 11 «Оценка надежности теплоснабжения»	
ТТС -20-ПЗ-1-12	Глава 12 «Обоснование инвестиций в строительство, реконструкцию и техническое перевооружение»	
ТТС -20-ПЗ-1-13	Глава 13 «Индикаторы развития систем теплоснабжения поселения, городского округа, города федерального значения»	
ТТС -20-ПЗ-1-14	Глава 14 «Ценовые (тарифные) последствия»	
ТТС -20-ПЗ-1-15	Глава 15 «Реестр единых теплоснабжающих организаций»	
ТТС -20-ПЗ-1-16	Глава 16 «Реестр проектов схемы теплоснабжения»	
ТТС -20-ПЗ-1-17	Глава 17 «Замечания и предложения к проекту схемы теплоснабжения»	
ТТС -20-ПЗ-1-18	Глава 18 «Сводный том изменений, выполненных в доработанной и (или) актуализированной схеме теплоснабжения»	
ТТС -20-ПЗ-2	Том 2. Утверждаемая часть	

СОДЕРЖАНИЕ

Глава 3 «Электронная модель системы теплоснабжения поселения, городского округа, города федерального значения».....	4
3.1 Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе поселения, городского округа, города федерального значения и с полным топологическим описанием связности объектов.....	4
3.2 Паспортизация объектов системы теплоснабжения.....	5
3.3 Паспортизация и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное.....	6
3.4 Гидравлический расчет тепловых сетей любой степени закольцованности, в том числе гидравлический расчет при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть	7
3.5 Моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в том числе переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии.....	7
3.6 Расчет балансов тепловой энергии по источникам тепловой энергии и по территориальному признаку.....	8
3.7 Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя.....	8
3.8 Расчет показателей надежности теплоснабжения	8
3.9 Групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения.....	8
3.10 Сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей.....	9

Глава 3 «Электронная модель системы теплоснабжения поселения, городского округа, города федерального значения»

3.1 Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе поселения, городского округа, города федерального значения и с полным топологическим описанием связности объектов

Электронная модель системы теплоснабжения г. Твери разработана с использованием ГИС «Zulu» и программно-расчетного комплекса «ZuluThermo ver 8.0» (далее - «ZuluThermo 8.0»). Разработчиком данного комплекса является ООО «Политерм» г. Санкт-Петербург, сайт разработчика <http://politerm.com.ru/>. Электронная модель выполнена с учетом привязки к топографической основе и схеме расположения инженерных коммуникаций.

В качестве исходных данных для ее разработки использовались:

- проектная и исполнительная документация по источникам тепла, тепловым сетям, ЦТП и ИТП, данные по вводам к потребителям;
- эксплуатационная документация (фактические температурные графики, гидравлические режимы, данные по присоединенным тепловым нагрузкам и их видам и т.п.);
- данные по видам прокладки и типам применяемых теплоизоляционных конструкций, сроки эксплуатации тепловых сетей.

В ходе проектных работ по разработке «Переход централизованной системы теплоснабжения города Твери на температурный график регулирования отпуска 115/70°C» актуализирована электронная модель системы централизованного теплоснабжения города на базе сведений, ООО «Тверская генерация». Данная модель выполнена в виде векторных слоев, наложенных на схему города. Все гидравлические расчеты выполнены на основе данной модели. Результаты расчетов занесены в интерактивные таблицы элементов модели.

Электронная модель предназначена для формирования программно-информационной среды, с целью создания электронной схемы существующих тепловых сетей и объектов системы теплоснабжения, привязанных к топографической основе города.

Электронная модель содержит:

- графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе поселения, города и с полным топологическим описанием связности объектов;
- паспортизацию объектов системы теплоснабжения;
- гидравлический расчет тепловых сетей;
- расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя.

Электронная модель позволяет производить:

- моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в том числе переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии;
- групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения;
- построение пьезометрических графиков для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей.

В рассматриваемой электронной модели выделено 6 слоев. Все они отображают существующее состояние и структуру системы теплоснабжения г. Тверь:

- «Яндекс карта» – данный слой представляет собой картографические данные с Tile-сервера «Яндекс карты» по заданной территории в виде растровых изображений;
- «OpenStreetMap» - данный слой представляет собой картографические данные с Tile-сервера «OpenStreetMap» по заданной территории;
- «Реки, озера» - вспомогательный слой представляет собой картографические данные водных объектов;
- «Дорожная сеть» - вспомогательный слой представляет собой картографические данные дорог;
- «Здания» - данный слой представляет собой контуры зданий;
- «ТС 115 отопительный» слой представляет собой электронную модель работы системы теплоснабжения в зимний период по проектному графику 115/70 без срезки в виде условных обозначений: источник тепловой энергии, участки тепловых сетей, тепловые камеры, узлы и потребители тепловой энергии. Каждое условное обозначение электронной схемы теплоснабжения связано с базой данных, в которую введена исходная информация, результаты инженерных расчетов и измерений;
- «ТС 115 аварийный 1» слой представляет собой прогнозируемую электронную модель системы теплоснабжения в аварийном режиме (1 вариант) при отключении 1 вывода ТЭЦ-3 до секционной арматуры ТК-316;
- «ТС 115 аварийный 2» слой представляет собой прогнозируемую электронную модель системы теплоснабжения в аварийном режиме (2 вариант) при отключении магистрали по ул. Левитана и замещением ее теплотрассой по бульвару Гусева;

Электронная модель выполнена в местной системе координат с географической привязкой.

3.2 Паспортизация объектов системы теплоснабжения

Паспортизация объектов системы теплоснабжения осуществлялась на основе предоставленных исходных и расчетных данных.

Паспортизация необходима для диспетчеризации объектов теплоснабжения и ее структурирования в общей цепочке, а именно:

Для источников тепловой энергии:

- номер источника;
- геодезическая отметка, м;
- расчетная температура в подающем трубопроводе, °С;
- расчетная температура холодной воды, °С
- расчетная температура наружного воздуха, °С
- расчетный располагаемый напор на выходе из источника, м
- расчетный напор в обратном трубопроводе на источнике, м
- режим работы источника;
- максимальный расход на подпитку, т/ч.

Для участков тепловой сети:

- внутренний диаметр подающего и обратного трубопроводов, м;
- шероховатость подающего и обратного трубопроводов, мм;
- коэффициент местного сопротивления, подающего и обратного трубопроводов.

Для потребителей тепловой энергии:

- высота здания потребителя (минимальный статический напор), м;
- номер схемы подключения потребителя;
- расчетная тепловая нагрузка систем теплопотребления;

- коэффициент изменения расхода на систему отопления, систему вентиляции и закрытые системы ГВС;
- коэффициент изменения расхода на открытый водоразбор.

Разбивка объектов по территориальному делению в ГИС «Zulu» происходит на основе данных утвержденного генерального плана и карте территориального планирования. По материалам этих данных, в электронной модели объекты теплоснабжения можно разделить на зоны действия административного или территориального деления, в рамках существующего положения и перспективного развития города, поселения и т.д.

Режим получения информации используется для просмотра семантической информации по объектам слоя. С помощью запросов можно:

- произвести выборку данных из базы в соответствии с заданными условиями;
- занести одинаковые данные одновременно для группы объектов;
- производить копирование данных из одного поля в другое для группы объектов;

Также выборка данных в «Zulu Thermo 8.0» возможна по условию:

- Наименование потребителя (адрес)
- Наименование котельной
- Номер котельной
- Обслуживающая организация
- Коды узлов подключения потребителей
- По любому полю, внесенному в базу данных (температура, давление и т.п.)

3.3 Паспортизация и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное

Разбивка объектов по территориальному делению в ГИС «Zulu» происходит на основе данных утвержденного генерального плана и карте территориального планирования. По материалам этих данных, в электронной модели объекты теплоснабжения можно разделить на зоны действия административного или территориального деления, в рамках существующего положения и перспективного развития города, поселения и т.д.

Перед загрузкой слоя в карту семейство файлов слоя уже должно существовать на диске, т.е. слои должны быть предварительно созданы.

В карту можно добавить:

- Векторный слой, растровый объект, группу растровых объектов.
- Слои с серверов, поддерживающих спецификацию WMS (Web Map Service).
- Растровый файл (формат *.bmp;*.pcx;*.tif;*.gif;*.jpg);
- Растровые объекты программ OziExplorer и MapInfo.

Режим получения информации используется для просмотра семантической информации по объектам слоя. С помощью запросов можно:

- произвести выборку данных из базы в соответствии с заданными условиями;
- занести одинаковые данные одновременно для группы объектов;
- производить копирование данных из одного поля в другое для группы объектов;

Также выборка данных в «Zulu Thermo 8.0» возможна по условию:

- Наименование потребителя (адрес)
- Наименование котельной

- Номер котельной
- Обслуживающая организация
- Коды узлов подключения потребителей
- По любому полю, внесенному в базу данных (температура, давление и т.п.)

3.4 Гидравлический расчет тепловых сетей любой степени закольцованности, в том числе гидравлический расчет при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть

Гидравлический расчет предусматривает выполнение расчета системы централизованного теплоснабжения с потребителями, подключенными к тепловой сети по различным схемам.

Целью расчета является определение расходов теплоносителя на участках тепловой сети и у потребителей, а также количестве тепловой энергии получаемой потребителем при заданной температуре воды в подающем трубопроводе и располагаемом напоре на источнике.

Созданная математическая имитационная модель системы теплоснабжения, служащая для решения поверочной задачи, позволяет анализировать гидравлический и тепловой режим работы системы теплоснабжения. В качестве теплоносителя используется вода.

Гидравлический расчёт тепловых сетей проводится с учётом:

- утечек из тепловой сети и систем теплопотребления;
- фактически установленного оборудования на абонентских вводах и тепловых сетях.

Гидравлический расчет позволяет рассчитать любую аварию на трубопроводах тепловой сети и источнике теплоснабжения. В результате расчета определяются расходы и потери напора в трубопроводах, напоры в узлах сети, в том числе располагаемые напоры у потребителей, расходы и температуры воды на входе и выходе в каждую систему теплопотребления. Рассчитывается баланс по воде и отпущенной тепловой энергией между источником и потребителями.

3.5 Моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в том числе переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии

Коммутационные задачи предназначены для анализа изменений вследствие отключения задвижек или участков сети. В результате выполнения коммутационной задачи определяются объекты, попавшие под отключение. При этом производится расчет объемов воды, которые возможно придется сливать из трубопроводов тепловой сети и систем теплопотребления. Результаты расчета отображаются на карте в виде тематической раскраски отключенных участков и потребителей и выводятся в отчет

При анализе переключений определяется, какие объекты попадают под отключения, и включает в себя:

- вывод информации по отключенным объектам;
- расчет объемов внутренних систем теплопотребления и нагрузок на системы теплопотребления при данных изменениях в сети;
- отображение результатов расчета на карте в виде тематической раскраски;
- вывод табличных данных в отчет, с последующей возможностью их печати, экспорта в формат MS Excel или HTML.

3.6 Расчет балансов тепловой энергии по источникам тепловой энергии и по территориальному признаку

Целью расчета балансов тепловой энергии является определение фактических расходов теплоносителя на участках тепловой сети и у потребителей, а также количества тепловой энергии получаемой потребителем при заданной температуре воды в подающем трубопроводе и располагаемом напоре на источнике.

Расчеты могут проводиться при различных исходных данных, в том числе при аварийных ситуациях, например, отключении отдельных участков тепловой сети, передачи воды и тепловой энергии от одного источника к другому по одному из трубопроводов и т.д.

Расчёт тепловых сетей можно проводить с учётом:

- утечек из тепловой сети и систем теплопотребления;
- тепловых потерь в трубопроводах тепловой сети;
- фактически установленного оборудования на абонентских вводах и тепловых сетях.

3.7 Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя

Целью расчета является определение фактических тепловых потерь через изоляцию трубопроводов. Тепловые потери могут определяться суммарно за год и с разбивкой по месяцам. Просмотреть результаты расчета можно как суммарно по всей тепловой сети, так и по каждому отдельно взятому источнику тепловой энергии и каждому центральному тепловому пункту (ЦТП). Расчет может быть выполнен с учетом поправочных коэффициентов на нормы тепловых потерь.

Определение нормируемых эксплуатационных часовых тепловых потерь производится на основании данных о конструктивных характеристиках всех участков тепловой сети (типе прокладки, виде тепловой изоляции, диаметре и длине трубопроводов и т.п.) при среднегодовых условиях работы тепловой сети исходя из норм тепловых потерь. Подробная методика расчета тепловых потерь через изоляцию и с учетом утечек теплоносителя описана в руководстве к «Zulu-Thermo 8.0»

3.8 Расчет показателей надежности теплоснабжения

Расчет показателей надежности в ПРК «Zulu-Thermo 8.0» не разрабатывался, ввиду отсутствия модуля по их расчету в программе.

3.9 Групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения

Расчет перспективных нагрузок в «Zulu-Thermo 8.0» и соответственно подбор по различным параметрам диаметров тепловых сетей, дроссельных шайб на потребителях, дополнительная установка подкачивающих насосных станций и т.д., возможен с использованием расчетного режима «Конструкторский расчет».

Целью конструкторского расчета является определение диаметров трубопроводов тупиковой и кольцевой тепловой сети при пропуске по ним расчетных расходов при заданном (или неизвестном) располагаемом напоре на источнике.

Данная задача может быть использована при:

- проектирования новых тепловых сетей;
- при реконструкции существующих тепловых сетей;

- при выдаче разрешений на подключение новых потребителей к существующей тепловой сети.

В качестве источника теплоснабжения может выступать любой узел системы, например, тепловая камера. Для более гибкого решения данной задачи предусмотрена возможность задания для каждого участка тепловой сети либо оптимальной скорости движения воды, либо удельных линейных потерь напора.

В результате расчета определяются диаметры трубопроводов, располагаемый напор в точке подключения, расходы, потери напора и скорости движения воды на участках сети.

3.10 Сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей

На основании предоставленных теплоснабжающими организациями - схем тепловых сетей, данных о характеристиках участков тепловых сетей и величине расчётных тепловых нагрузок потребителей тепловой энергии на карте города была построена электронная модель системы теплоснабжения г. Твери (существующее положение). Электронная модель разработана с применением комплекта - ГИС «Zulu 8.0» и программно-расчетного комплекса «Zulu Thermo 80» (производитель ООО «Политерм» г. Санкт-Петербург).

Для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей систем централизованного теплоснабжения в г. Твери в электронную модель была внесена исходная информация по перспективным объектам, намечаемым к строительству, по каждому этапу схемы теплоснабжения. Активизацией модуля «конструкторский расчет» программно-расчетного комплекса «Zulu Thermo 8.0» были определены диаметры трубопроводов тепловой сети при пропуске расчетного расхода теплоносителя.

По каждому перспективному объекту с применением модуля «наладочный расчет» программно-расчетного комплекса «Zulu Thermo 8.0» выполнен гидравлический расчёт тепловых сетей и для наглядности полученных результатов построены пьезометрические графики. На основании полученных результатов был выбран оптимальный сценарий перспективного развития тепловых сетей г. Твери.

Сравнительные пьезометрические графики по каждой точке перспективного развития можно просмотреть в слое электронной модели системы теплоснабжения города, соответствующем этапу подключения. Электронная модель передается совместно с настоящей схемой теплоснабжения. Просмотр организуется активизацией модуля «пьезометрический график» программно-расчетного комплекса «Zulu Thermo 8.0».