



г. Тверь  
Тверская область

---

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ  
СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ  
ГОРОДА ТВЕРИ  
ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ  
НА ПЕРИОД ДО 2028 ГОДА  
ПО СОСТОЯНИЮ на 2019 ГОД**

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**

**В.Д. Якубенюк**

подпись, печать

Разработчик: Общество с ограниченной ответственностью «Тверская генерация», 115114, г. Тверь, ул. Г. Димитрова, д. 21

**Генеральный директор**

**А.В. Кузьмин**

## **Пояснительная записка к электронной модели актуализации схемы теплоснабжения г. Твери.**

Электронная модель системы теплоснабжения г. Твери разработана с использованием ГИС «Zulu» и программно-расчетного комплекса «ZuluThermo вер 7.0» (далее - «ZuluThermo 7.0»). 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 работ по разработке «Схема теплоснабжения в административных границах муниципального образования городского округа город Тверь на период до 2028 года, по состоянию на 2019 год» актуализирована электронная модель системы централизованного теплоснабжения города на базе сведений, предоставленных заказчиком. 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 единой программно-информационной среды, с целью создания общегородской 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;
- паспортизацию и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное;
- 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 14 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;
- «Яндекс спутник» – данный слой представляет собой картографические данные (вид со спутника) с Tile-сервера «Яндекс спутник» по заданной территории в виде растровых изображений;
- «OpenStreetMap» - данный слой представляет собой картографические данные с Tile-сервера «OpenStreetMap» по заданной территории;
- «Kosmosnimki (base)» - данный слой представляет собой картографические данные (вид со спутника) с Tile-сервера «Kosmosnimki» 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;
- «Перспективная застройка» - данный слой представляет собой контуры зон перспективной застройки;
- «Паровые сети» - слой представляет собой электронную модель фактической системы теплоснабжения (паропроводы) в виде условных обозначений: источник тепловой энергии, участки паровых 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;
- «2018\_Тепловая сеть\_аварийный» – слой представляет собой подготовленную расчетную модель для проведения поверочных расчетов с вводом неорганичных вариантов аварийных ситуаций.
- «2018\_Тепловая сеть\_летний режим» слой представляет собой электронную модель работы системы теплоснабжения в летний период 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;

– «2018\_Тепловая сеть\_150\_70» слой представляет собой электронную модель работы системы теплоснабжения в зимний период по проектному графику 150/70 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;

– «2018\_Тепловая сеть\_115\_70» слой представляет собой электронную модель работы системы теплоснабжения в зимний период по 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;

– «2018\_Тепловая сеть\_Замещение ТЭЦ-1» слой представляет собой электронную модель работы системы теплоснабжения в зимний период по графику 115/70 без срезки в котором ТЭЦ-1 выведена из эксплуатации 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;

Электронная модель выполнена в местной системе координат с географической привязкой. Электронная карта (модель) в формате ГИС Zulu представлена в приложении № 7 (CD диск) вместе с текстовыми и графическими материалами.

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 теплоснабжения;
- 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.

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 7.0» 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.)

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 теплоснабжения;
- 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 теплоснабжения. Рассчитывается баланс по воде и отпущенной тепловой энергией между источником и потребителями.

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 теплоснабжения. 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 теплоснабжения и нагрузок на системы теплоснабжения 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.

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 теплоснабжения;
- тепловых потерь в трубопроводах тепловой сети;
- фактически установленного оборудования на абонентских вводах и тепловых сетях.

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 7.0»

Расчет показателей надежности в ППК «Zulu-Thermo 7.0» не разрабатывался, ввиду отсутствия модуля по их расчету в программе.

Расчет перспективных нагрузок в «Zulu-Thermo 7.0» 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.

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 7.0» и программно-расчетного комплекса «Zulu Thermo 7.0» (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 7.0» 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 7.0» 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 7.0».