

# **ЗНАКОМСТВО С ПРОГРАММНЫМ КОМПЛЕКСОМ ZULU-THERMO**

**Лекция 3**

# ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММЫ

- Основой ZuluThermo является географическая информационная система ZuluGIS. При помощи ГИС можно создать карту города (населенного пункта) и нанести на неё тепловые сети.
- ZuluThermo позволяет рассчитывать системы централизованного теплоснабжения большого объема и любой сложности. Расчету подлежат тупиковые и кольцевые сети (количество колец в сети неограниченно), а также двух, трех, четырехтрубные или многотрубные системы теплоснабжения, в том числе с повысительными насосными станциями и дросселирующими устройствами, работающие от одного или нескольких источников.
- Программа предусматривает выполнение теплогидравлического расчета системы централизованного теплоснабжения с потребителями, подключенными к тепловой сети по различным схемам. Используются 44 схемных решения подключения потребителей, а также 32 схемы присоединения ЦТП



# НАЛАДОЧНЫЙ РАСЧЕТ

- Целью наладочного расчета является качественное обеспечение всех потребителей, подключенных к тепловой сети необходимым количеством тепловой энергии и сетевой воды, при оптимальном режиме работы системы централизованного теплоснабжения в целом. В результате наладочного расчета определяются номера элеваторов, диаметры сопел и дросселирующих устройств, а также места их установки. Расчет проводится с учетом различных схем присоединения потребителей к тепловой сети и степени автоматизации подключенных тепловых нагрузок. При этом на потребителях могут устанавливаться регуляторы расхода, нагрузки и температуры. На тепловой сети могут быть установлены насосные станции, регуляторы давления, регуляторы расхода, кустовые шайбы и перемычки



# ПОВЕРОЧНЫЙ РАСЧЕТ

Целью поверочного расчета является определение фактических 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, а также прогнозировать изменение температуры внутреннего воздуха у потребителей. Расчеты могут проводиться при различных исходных данных, в том числе аварийных ситуациях, например, отключении отдельных участков тепловой сети, передачи воды и тепловой энергии от одного источника к другому по одному из трубопроводов и прочие. В качестве теплоносителя может использоваться вода, антифриз или этиленгликоль.

- 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.

Поверочный 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, температура теплоносителя в узлах сети (при учете тепловых потерь), температуры внутреннего воздуха у потребителей, расходы и температуры воды на входе и выходе в каждую систему теплопотребления. При работе нескольких источников на одну сеть определяется распределение воды и тепловой энергии между источниками. Подводится баланс по воде и отпущенной тепловой энергией между источником и потребителями. Определяются зоны влияния источников на сеть.



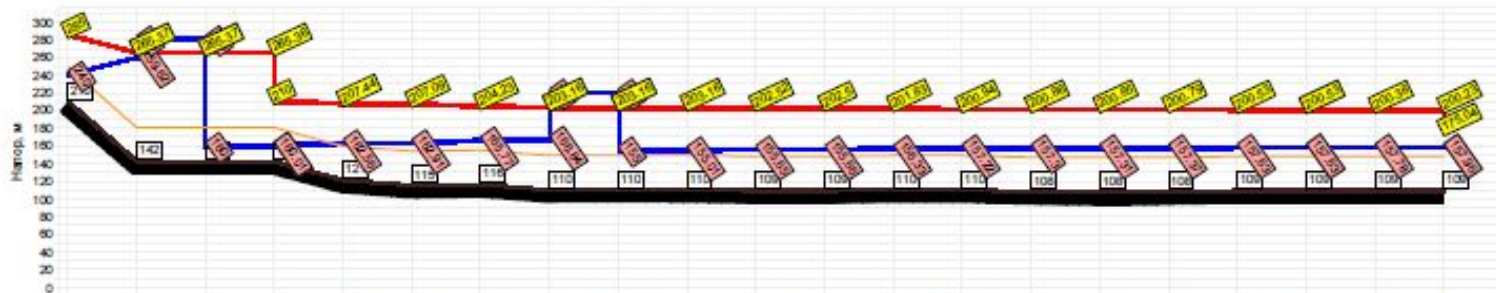
# ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКИЙ ГРАФИК

- Целью построения пьезометрического графика является наглядная иллюстрация результатов гидравлического расчета (наладочного, поверочного, конструкторского). Настройка графика задается пользователем, при этом на экран может выводиться:
  - Линия давления в подающем трубопроводе;
  - линия давления в обратном трубопроводе;
  - линия поверхности земли;
  - линия потерь напора на шайбе;
  - высота здания;
  - линия вскипания;
  - линия статического напора.



# ПРИМЕР ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКОГО ГРАФИКА

статика от «Тепловод-1» до «ЦТП-13»



Наименование узла	Тепловод-1	H-1	102	оп. 622	оп. 632	оп.706	201	H-2		TK-120	TK-6A	TK-4A	TK-11	TK-15	TK-1	TK-2	TK-4		TK-4A	ЦТП-13			
Гидравлическая высота, м	210	142	142	121	115	116	110	110	110	109	109	110	110	108	108	108	109	109	109	109	109		
Напор в обратном трубопроводе, м	240	259.619	180.003	180.006	162.564	162.911	166.769	166.64	155.003	155.006	155.645	155.693	156.332	157.225	157.3	157.307	157.368	157.628	157.628	157.777	157.93		
Располагаемый напор, м	46	-14.631	105.383	49.994	44.677	44.182	38.464	-16.838	46.156	46.15	46.871	46.836	45.498	43.712	43.561	43.547	43.426	42.906	42.906	42.508	42.3		
Длина участка, м	7163	1	1	920	126	1028	386	1	237	16	434	794	286	83	166	262.001	0.5	150	157.0001				
Диаметр участка, м	0.7	0.7	0.7	0.698	0.698	0.698	0.698	0.698	0.698	0.702	0.702	0.414	0.414	0.414	0.408	0.309	0.256	0.256	0.256	0.2			
Потери напора в подводящем трубопроводе, м	19.631	0.003	0.003	2.558	0.348	2.86	1.071	0.003	0.003	0.64	0.018	0.889	0.803	0.075	0.007	0.061	0.26	0	0.149	0.153			
Потери напора в обратном трубопроводе, м	19.619	0.003	0.003	2.558	0.348	2.858	1.07	0.003	0.003	0.64	0.018	0.889	0.803	0.075	0.007	0.061	0.26	0	0.149	0.153			
Скорость движения воды в под. тр-де, м/с	1.459	1.459	1.459	1.467	1.467	1.467	1.467	1.467	1.467	1.45	0.966	0.795	0.67	0.321	0.181	0.315	0.462	0.462	0.462	0.363			
Скорость движения воды в обр. тр-де, м/с	-1.458	-1.458	-1.458	-1.467	-1.467	-1.467	-1.467	-1.467	-1.467	-1.46	-0.966	-0.784	-0.67	-0.321	-0.181	-0.315	-0.462	-0.462	-0.462	-0.363			
Удельные линейные потери в ПС, мм/м	2.741	2.741	2.741	2.782	2.782	2.782	2.782	2.782	2.782	2.7	1.202	1.54	1.125	0.263	0.087	0.386	0.991	0.991	0.991	0.973			
Удельные линейные потери в ОС, мм/м	2.739	2.739	2.739	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.698	1.2	1.54	1.125	0.263	0.087	0.386	0.991	0.991	0.991	0.973			
Расход в подводящем трубопроводе, т/ч	1970.2907	1970.2907	1970.2907	1970.2907	1970.2907	1970.2907	1970.2907	1970.2907	1970.2907	1970.2907	1311.4032	370.6793	316.3796	151.6254	82.8889	82.8889	82.8889	82.8889	82.8889	82.8889	43.3139		
Расход в обратном трубопроводе, т/ч	-1969.6907	-1969.6907	-1969.6907	-1969.6907	-1969.6907	-1969.6907	-1969.6907	-1969.6907	-1969.6907	-1969.6907	-1310.8032	-370.6806	-316.361	-151.6254	-82.8889	-82.8889	-82.8889	-82.8889	-82.8889	-82.8889	-43.3139		

## ИНФОРМАЦИЯ К ГРАФИКУ

- В таблице под графиком выводятся для каждого узла сети наименование, геодезическая отметка, высота потребителя, напоры в подающем и обратном трубопроводах, величина дросселируемого напора на шайбах у потребителей, потери напора по участкам тепловой сети, скорости движения воды на участках тепловой сети и т.д. Количество выводимой под графиком информации настраивается пользователем



# РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ

- Целью расчета надежности является оценка способности тепловых сетей надежно обеспечивать в течение заданного времени требуемые режимы, параметры и качество теплоснабжения каждого потребителя. Расчет позволяет обосновать необходимость и эффективность мероприятий, повышающих надежность системы теплоснабжения
- Оценка надежности тепловых сетей осуществляется по результатам сравнения расчетных значений показателей надежности с нормированными значениями этих показателей в соответствии с П18.2 "Определение показателей надежности потребителя, присоединенного к тепловой сети системы теплоснабжения" Приказа Министерства энергетики РФ от 5 марта 2019 г. № 212 "Об утверждении Методических указаний по разработке схем теплоснабжения".
- Обоснование необходимости реализации мероприятий, повышающих надежность теплоснабжения потребителей тепловой энергии, осуществляется по результатам качественного анализа полученных численных значений. Проверка эффективности реализации мероприятий, повышающих надежность теплоснабжения потребителей, осуществляется путем сравнения исходных (полученных до реализации) значений показателей надежности, с расчетными значениями, полученными после моделирования этих мероприятий.



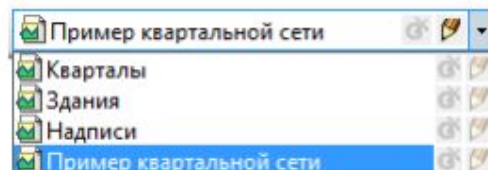


## КАК ПРОСМОТРЕТЬ ДАННЫЕ ПО ОБЪЕКТАМ СЕТИ

- В системе ZuluGIS любому объекту слоя может быть поставлена в соответствие табличная информация. В установленном примере имеется база данных для объектов тепловой сети, которая подключена к слою Пример квартальной сети.
- Эта база данных уже заполнена исходными данными для выполнения расчета и в нее же будут заноситься и результаты расчетов.
- Для просмотра информации по любому объекту сети: 1. На панели навигации нажмите кнопку . 2. Подведите курсор мыши к любому объекту тепловой сети и щелкните левой кнопкой мыши (обратите внимание, что слой тепловой сети должен быть активным).
- Объект станет активным (замигает) и появится окно семантической информации следующего вида:



Для того, чтобы увидеть все слои карты сделайте щелчок левой кнопкой мыши на активный слой:



Текущая запись	
Наименование предприятия	Политерм
Наименование источника	Северная
Номер источника	1
Геодезическая отметка, м	11
Расчетная температура в подающем трубопроводе, °C	150
Расчетная температура холодной воды, °C	5
Расчетная температура наружного воздуха, °C	-34
Текущая температура воды в подающем тру-де, °C	60
Текущая температура наружного воздуха, °C	10
Расчетный располагаем. напор на выходе из источника, м	38.8
Расчетный напор в обратн. тр-де на источнике, м	31
Режим работы источника	
Максимальный расход на подпитку, т/ч	
Установленная тепловая мощность, Гкал	
Максимальный расход, т/ч	
Текущий располагаем. напор на выходе из источника, м	38.8
Напор в подающем тр-де, м	69.8
Давление в подающем тр-де, м	58.8
Текущий напор в обратн. тр-де на источнике, м	31
Давление в обратном тр-де, м	20
<b>Данные для расчета тепловых потерь</b>	
Продолжительность работы системы теплоснабжени...	<5000 часов в год
Среднегодовая температура воды в под. тр-де, °C	75
Среднегодовая температура воды в обо. тр-де, °C	45

Рисунок 2.4. Окно семантической информации

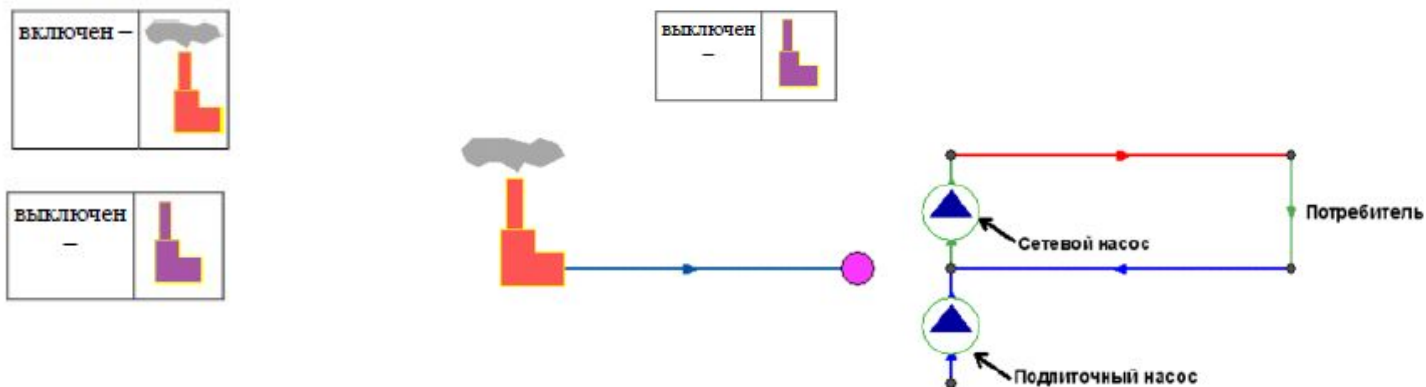
# ОПИСАНИЮ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МАТМОДЕЛИ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ.

- Источник
- Тепловая сеть
- Узел
- Насосная станция
- Потребитель
- Обобщенный потребитель
- Центральный тепловой пункт (ЦТП)
- Задвижка
- Перемычка
- Дроссельная шайба



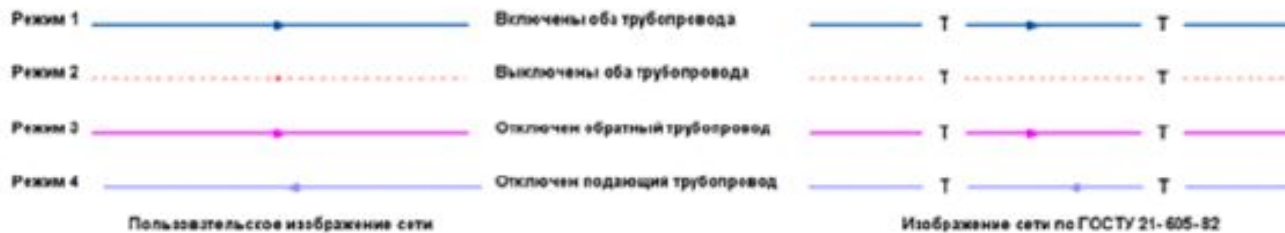
# Источник

- Источник — это символичный объект тепловой сети, моделирующий режим работы котельной или ТЭЦ.
- В математической модели источник представляется сетевым насосом, создающим располагаемый напор, и подпиточным насосом, определяющим напор в обратном трубопроводе. Внешнее и внутреннее представление источника показано на рис



# УЧАСТОК

- Участок это линейный объект, на котором не меняются:
- Диаметр трубопровода;
- Тип прокладки;
- Вид изоляции;
- Расход теплоносителя.
- Двухтрубная тепловая сеть изображается в одну линию и может, в зависимости от желания пользователя, соответствовать или не соответствовать стандартному изображению сети по ГОСТ 21-605-82.
- Как любой объект сети, участок имеет разные режимы работы, например, «отключен подающий» или «отключен обратный»



# НАЧАЛО И КОНЕЦ УЧАСТКА

- Участок обязательно должен начинаться и заканчиваться одним из типовых узлов (объектом сети).
- Условия завершения участка:
  - Разветвление – меняется расход;
  - Изменение диаметра – меняется сопротивление;
  - Смена типа прокладки (канальная, бесканальная, воздушная) – меняются тепловые потери;
  - Смена вида изоляции (минеральная вата, пенополиуритан и т.д.) – меняются тепловые потери;
  - Смена состояния изоляции (разрушение, увлажнение, обвисание) – меняются тепловые потери.
- Пользователь может разбить трубопровод на разные участки в любом месте по своему желанию даже там, где тепловые и гидравлические свойства трубопровода не меняются. Например, трубопровод может быть разделен на участки задвижкой, смотровой камерой на магистрали или узлом, разграничивающим балансовую принадлежность.



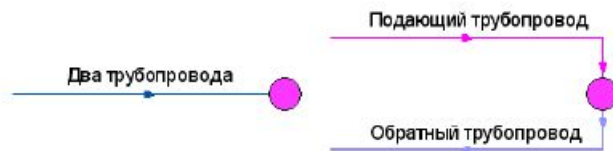
# НАПРАВЛЕНИЕ

- На изображенных участках появляется стрелка, указывающая направление, заданное при его вводе (рисовании) от начального узла к конечному. Направление движения воды в подающем трубопроводе можно узнать, только после выполнения гидравлического расчета.
- После выполнения расчета значение расхода в подающем трубопроводе на некоторых участках может быть отрицательным. Отрицательный расход означает, что направление движения воды в подающем трубопроводе на участке не совпадает с направлением стрелки.
- При установленном флажке
- *Автоматически изменять направление участков, после выполнения расчетов (наладочный, поверочный)* стрелки будут указывать направление движения жидкости по подающему трубопроводу, при этом значение расхода в подающем трубопроводе будет всегда положительно

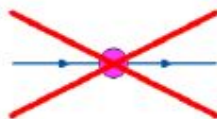


# ПОТРЕБИТЕЛЬ

- Потребитель – это символичный объект тепловой сети, характеризующийся потреблением тепловой энергии и сетевой воды.
- Потребитель – это конечный объект участка, в который входит один подающий и выходит один обратный трубопровод тепловой сети. Под потребителем понимается абонентский ввод в здание.



Слева: присоединение потребителя к тепловой сети, справа – его внутреннее представление



Неправильное изображение потребителя



Правильное изображение потребителя





# ОБОБЩЕННЫЙ ПОТРЕБИТЕЛЬ

- Обобщенный потребитель – символьный объект тепловой сети, характеризующийся потребляемым расходом сетевой воды или заданным сопротивлением. Таким потребителем можно моделировать, например, общую нагрузку квартала.
- Такой объект удобно использовать, когда возникает необходимость рассчитать гидравлику сети без информации о тепловых нагрузках и конкретных схемах присоединения потребителей к тепловой сети.
- Например, при расчете магистральных сетей информации о квартальных сетях может не быть, а для оценки потерь напора в магистралях достаточно задать обобщенные расходы в точках присоединения кварталов к магистральной сети.



# УЗЕЛ

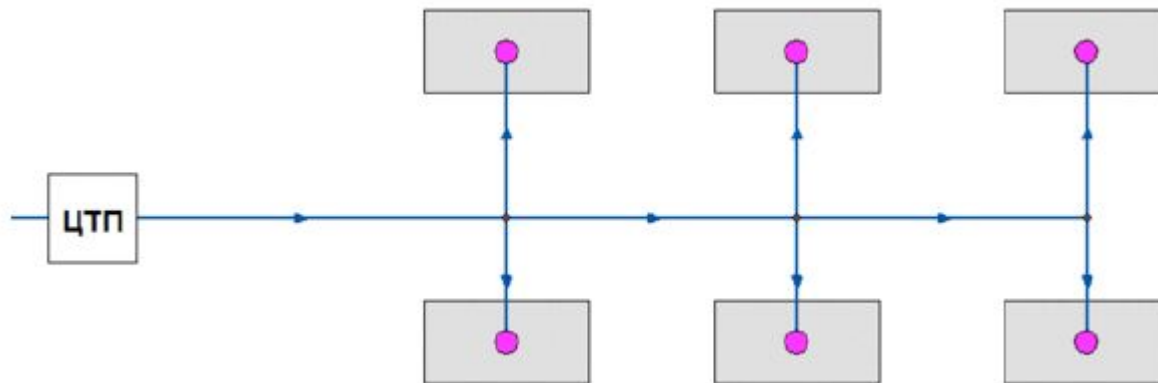
- Простой узел – это символьный объект тепловой сети, например, разветвление трубопровода, смена прокладки, вида изоляции или точка контроля для регулятора.

Тепловая камера	
Разветвление	
Смена диаметра	



# ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ТЕПЛОВОЙ ПУНКТ (ЦТП)

- ЦТП – это символьный элемент тепловой сети, характеризующийся возможностью дополнительного регулирования и распределения тепловой энергии.
- Наличие такого узла подразумевает, что за ним находится тупиковая сеть, с индивидуальными потребителями



## ОТОБРАЖЕНИЕ В ПК Зулу

- В ЦТП может входить и выходить только один участок тепловой сети (подающий и обратный трубопровод). Причем входящий участок должен быть направлен к ЦТП (направление стрелки), а выходящий от ЦТП к следующему объекту. На рис представлено правильное и неправильное изображение ЦТП в тепловой сети.

