

ИНТЕГРАЦИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДЕЛЕЙ СХЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В СИСТЕМУ ГОРОДСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ

Тихомиров Сергей Алексеевич
Зав. кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции
ДГТУ



Система централизованного теплоснабжения

Наиболее
адаптирована к
интеграции в
систему «Умный
город»

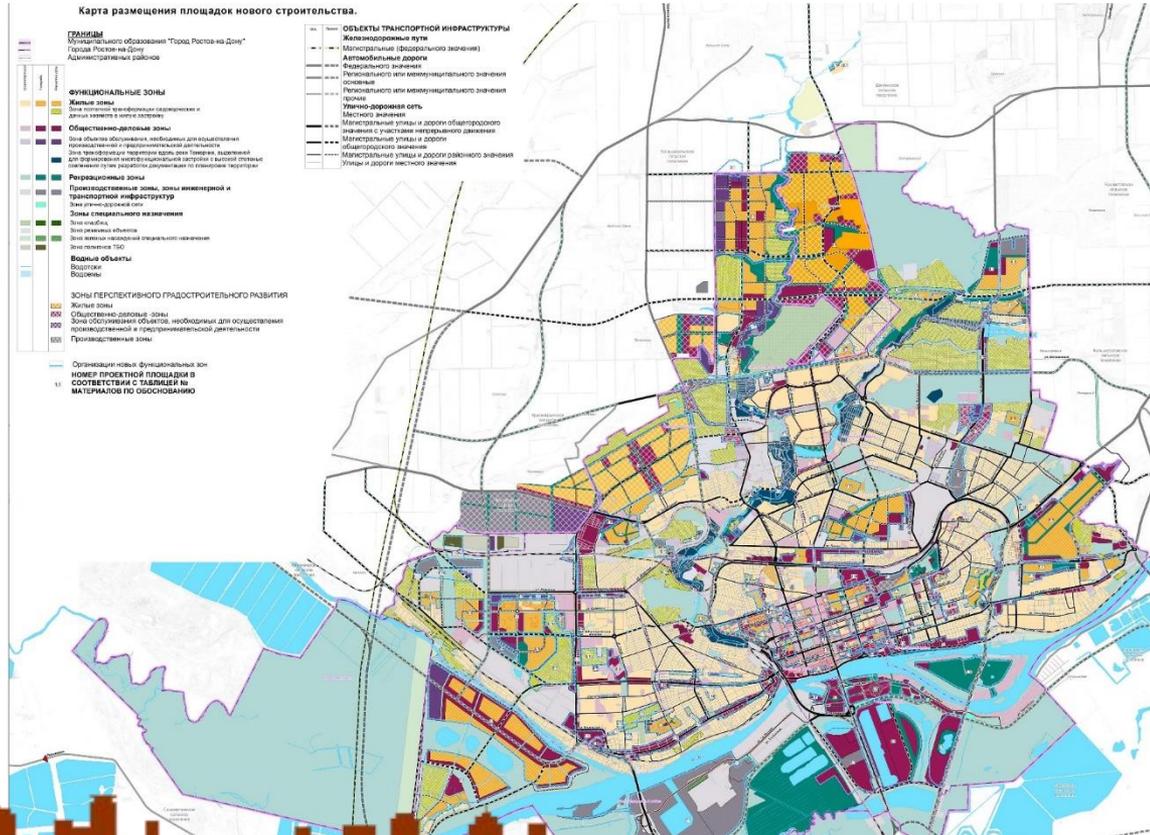
Есть утвержденная
схема ТСН

Для городов с
населением > 500
тыс.чел выполнена
электронная
модель системы



Электронная модель системы теплоснабжения

ориентирована на программу развития территории

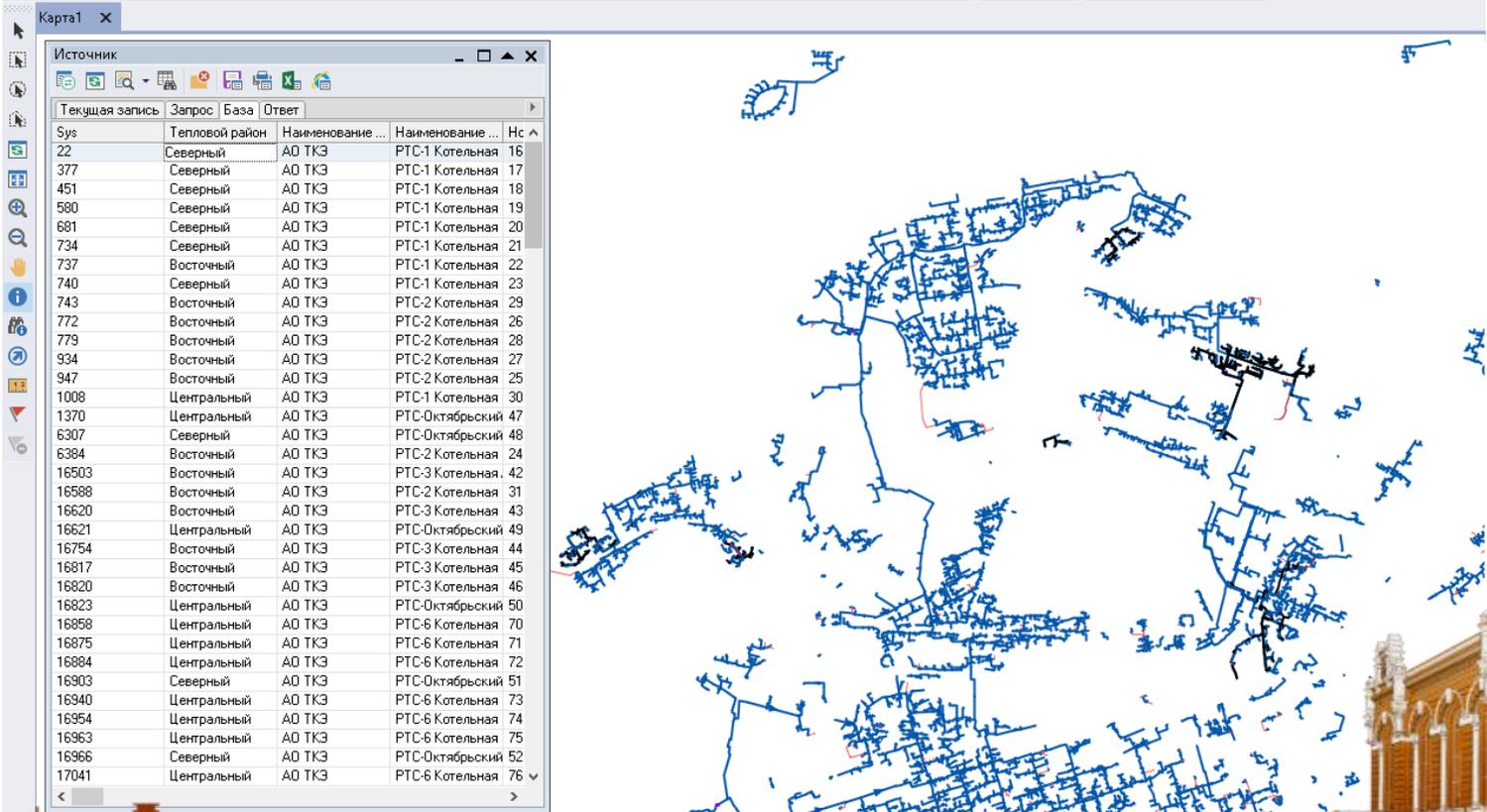


Номер площадки	2014-2025 гг.		За расчетный срок	
	Новый жилищный фонд, тыс. кв. м	Территория, подлежащая развитию нового жилищного фонда, тыс. кв. м	Новый жилищный фонд, тыс. кв. м	Новый жилищный фонд, тыс. кв. м
Всего				
1,1	246	246	0	0
1,2	1020	101,0	0	0
1,3	67	21,0	0	0
1,4	0	3,0	0	0
1,5	0	0,0	0	0
1,6	0	0,0	31	31
1,8	305	64,0	0	0
1,10	198	39,0	0	0
1,12	25	1,0	0	0
Железнодорожный район				
2,2	275	0	0	0
2,3	2163	450,0	0	0
2,4	107	21,0	0	0
2,5	11	5,0	0	0
2,7	107	7,0	0	0
2,8	25	3,0	0	0
2,9	215	42,0	0	0
2,10	344	58,0	0	0
2,11	0	0,0	18	18
2,12	35	3,0	0	0
2,14	25	4,0	0	0
2,15	625	128,0	0	0
Косовский район				
3,1	131	28,0	0	0
3,2	138	29,0	0	0
3,4	91	19,0	0	0
3,5	215	24,0	0	0
3,6	122	24,0	0	0
3,7	26	5,0	0	0
3,8	63	4,0	0	0
3,9	57	4,0	0	0
3,10	49	3,0	0	0
3,11	12	3,0	0	0
3,12	211	25,0	0	0
3,13	403	65,0	0	0
Ленинский район				
4,2	163	31,0	0	0
4,3	18	3,0	0	0
4,4	3	0,0	0	0
4,6	200	26,0	0	0
4,4	204	20,0	0	0
4,7	12	2,0	0	0
4,8	722	89,0	0	0
4,9	0	0,0	60	60
Октябрьский район				
5,1	581	118,0	0	0
5,2	1000	39,0	0	0
5,3	90	27,0	2042	2042
5,4	806	79,0	0	0
5,5	304	50,0	0	0
5,6	0	0,0	68	68
5,7	269	32,0	0	0
5,8	77	7,0	0	0
5,9	0	0,0	628	628
5,10	120	18,0	0	0
5,11	0	0,0	29	29
Решотинский район				
6,1	173	46,0	0	0
6,2	1048	207,0	0	0
6,5	223	33,0	0	0
6,3	431	47,0	0	0
6,7	0	0,0	307	307
6,9	22	19,0	0	0
6,11	55	0,0	0	0
Просторный район				
7,1	251	34,0	0	0
7,2	145	13,0	0	0
7,3	605	55,0	0	0
7,4	215	64,0	0	0
7,5	100	20,0	0	0
7,6	112	16,0	0	0
7,7	0	0,0	13	13
7,8	97	13,0	0	0
7,9	130	26,0	0	0
7,10	186	17,0	0	0
7,11	111	20,0	0	0
Светлый район				
8,2	1191	128,0	0	0
8,3	631	79,0	0	0
8,6	900	46,0	0	0
8,5	25	7,0	0	0
8,7	22	2,0	0	0
8,8	29	20,0	0	0
8,10	248	207,0	0	0
8,11	0	0,0	12	12
8,12	40	10,0	0	0
8,13	45	4,0	0	0
8,14	0	0,0	0	0
8,18	0	0,0	0	0
За границей города				
9,1	272	19,0	0	0
9,2	141	15,0	0	0
Итого	21202	341	0	0



Электронная модель системы теплоснабжения

имеет множественные базы данных по всем ее элементам

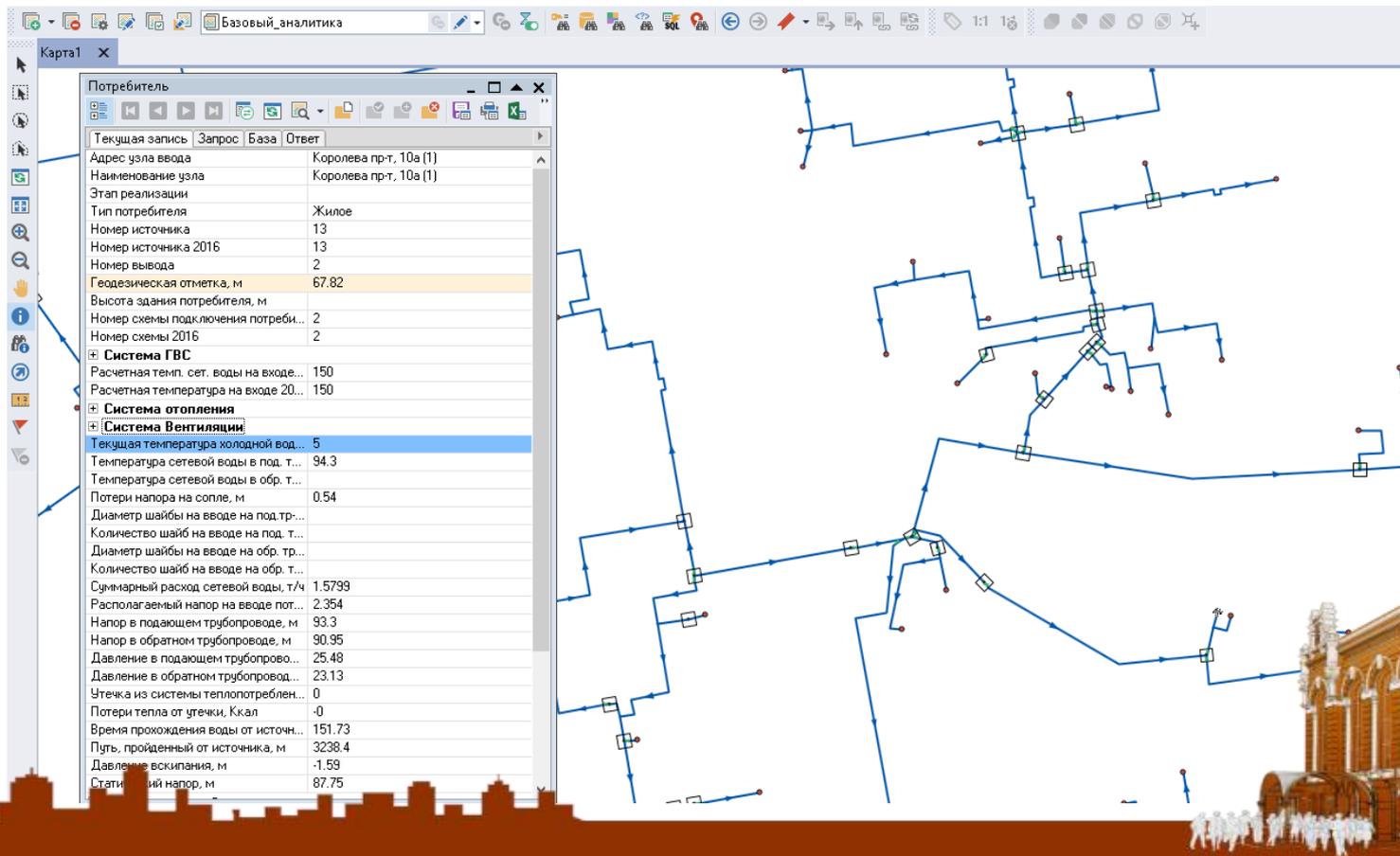


The screenshot displays a software interface for a heating system model. On the left, a window titled 'Источник' (Source) contains a table with the following columns: 'Бус' (Bus), 'Тепловой район' (Thermal district), 'Наименование ...' (Name ...), 'Наименование ...' (Name ...), and 'Нс' (Ns). The table lists various heating points across different districts. On the right, a map shows a complex network of blue lines representing the heating system's infrastructure, overlaid on a city map. A toolbar with various icons is visible on the left side of the map window.

Бус	Тепловой район	Наименование ...	Наименование ...	Нс
22	Северный	АО ТКЗ	РТС-1 Котельная	16
377	Северный	АО ТКЗ	РТС-1 Котельная	17
451	Северный	АО ТКЗ	РТС-1 Котельная	18
580	Северный	АО ТКЗ	РТС-1 Котельная	19
681	Северный	АО ТКЗ	РТС-1 Котельная	20
734	Северный	АО ТКЗ	РТС-1 Котельная	21
737	Восточный	АО ТКЗ	РТС-1 Котельная	22
740	Северный	АО ТКЗ	РТС-1 Котельная	23
743	Восточный	АО ТКЗ	РТС-2 Котельная	29
772	Восточный	АО ТКЗ	РТС-2 Котельная	26
779	Восточный	АО ТКЗ	РТС-2 Котельная	28
934	Восточный	АО ТКЗ	РТС-2 Котельная	27
947	Восточный	АО ТКЗ	РТС-2 Котельная	25
1008	Центральный	АО ТКЗ	РТС-1 Котельная	30
1370	Центральный	АО ТКЗ	РТС-Октябрьский	47
6307	Северный	АО ТКЗ	РТС-Октябрьский	48
6384	Восточный	АО ТКЗ	РТС-2 Котельная	24
16503	Восточный	АО ТКЗ	РТС-3 Котельная	42
16588	Восточный	АО ТКЗ	РТС-2 Котельная	31
16620	Восточный	АО ТКЗ	РТС-3 Котельная	43
16621	Центральный	АО ТКЗ	РТС-Октябрьский	49
16754	Восточный	АО ТКЗ	РТС-3 Котельная	44
16817	Восточный	АО ТКЗ	РТС-3 Котельная	45
16820	Восточный	АО ТКЗ	РТС-3 Котельная	46
16823	Центральный	АО ТКЗ	РТС-Октябрьский	50
16858	Центральный	АО ТКЗ	РТС-6 Котельная	70
16875	Центральный	АО ТКЗ	РТС-6 Котельная	71
16884	Центральный	АО ТКЗ	РТС-6 Котельная	72
16903	Северный	АО ТКЗ	РТС-Октябрьский	51
16940	Центральный	АО ТКЗ	РТС-6 Котельная	73
16954	Центральный	АО ТКЗ	РТС-6 Котельная	74
16963	Центральный	АО ТКЗ	РТС-6 Котельная	75
16966	Северный	АО ТКЗ	РТС-Октябрьский	52
17041	Центральный	АО ТКЗ	РТС-6 Котельная	76

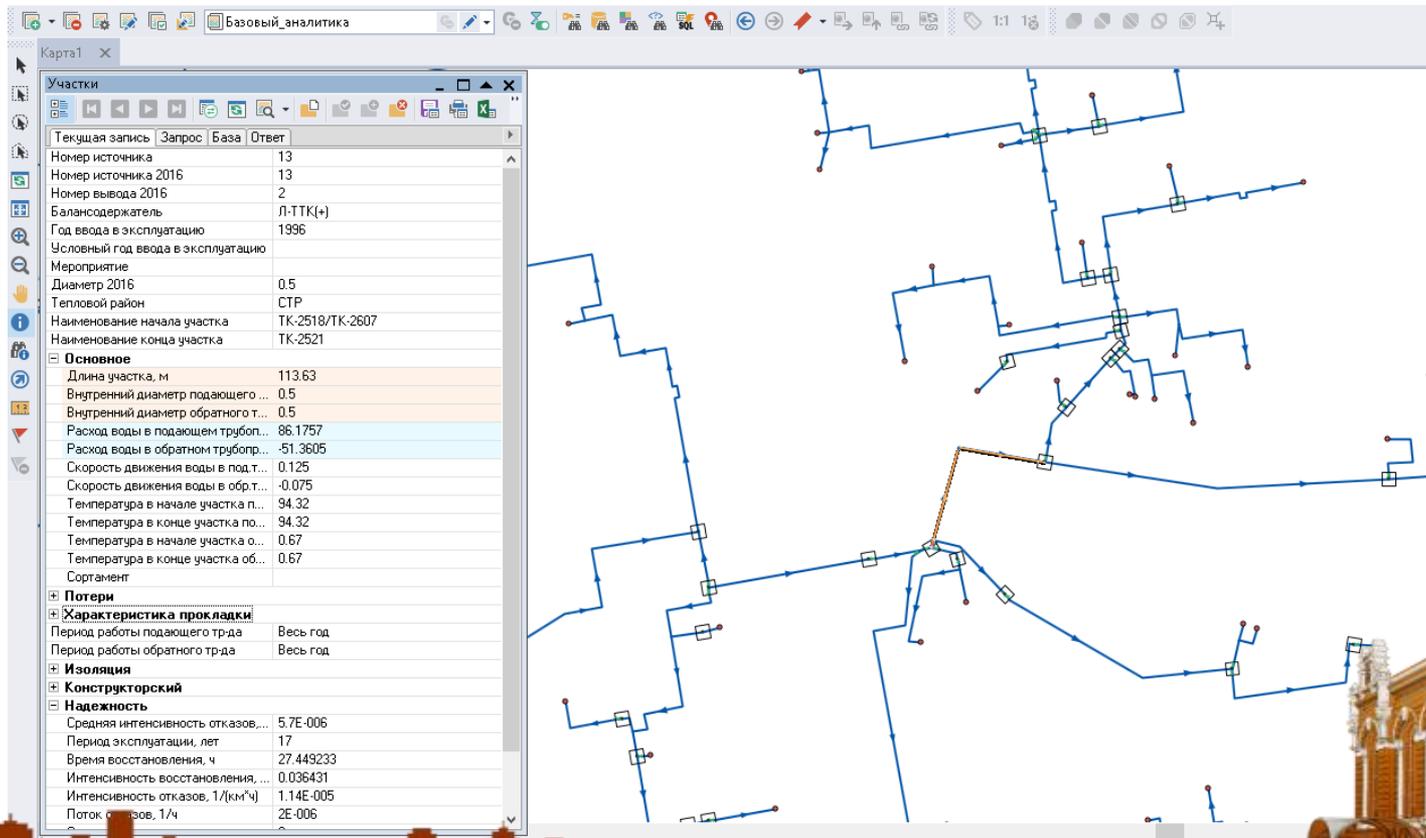
Электронная модель системы теплоснабжения

имеет множественные базы данных по всем ее элементам



Электронная модель системы теплоснабжения

имеет множественные базы данных по всем ее элементам



Базовый_аналитика

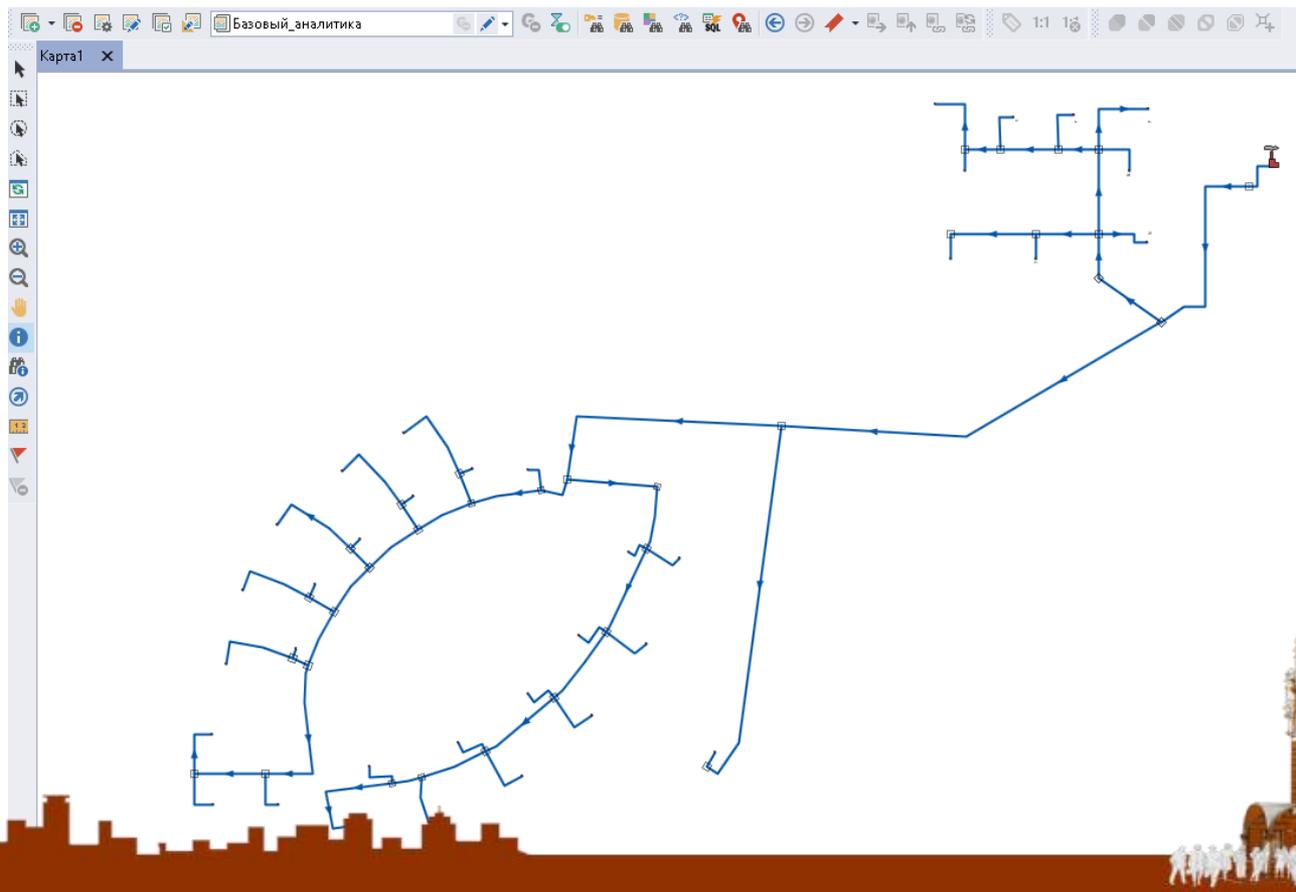
Карты1 x

Участки

Текущая запись	Запрос	База	Ответ
Номер источника			13
Номер источника 2016			13
Номер вывода 2016			2
Балансодержатель			Л-ТТК(+)
Год ввода в эксплуатацию			1996
Условный год ввода в эксплуатацию			
Мероприятие			
Диаметр 2016			0.5
Тепловой район			СТР
Наименование начала участка			ТК-2518/ТК-2607
Наименование конца участка			ТК-2521
Основное			
Длина участка, м			113.63
Внутренний диаметр подающего ...			0.5
Внутренний диаметр обратного т...			0.5
Расход воды в подающем трубоп...			86.1757
Расход воды в обратном трубоп...			51.3605
Скорость движения воды в под.т...			0.125
Скорость движения воды в обр.т...			-0.075
Температура в начале участка п...			94.32
Температура в конце участка по...			94.32
Температура в начале участка о...			0.67
Температура в конце участка об...			0.67
Сортамент			
Потери			
Характеристика прокладк			
Период работы подающего тр-да			Весь год
Период работы обратного тр-да			Весь год
Изоляция			
Конструкторский			
Надежность			
Средняя интенсивность отказов...			5.7E-006
Период эксплуатации, лет			17
Время восстановления, ч			27.449233
Интенсивность восстановления, ...			0.036431
Интенсивность отказов, 1/(км ² ч)			1.14E-005
Поток отказов, 1/ч			2E-006

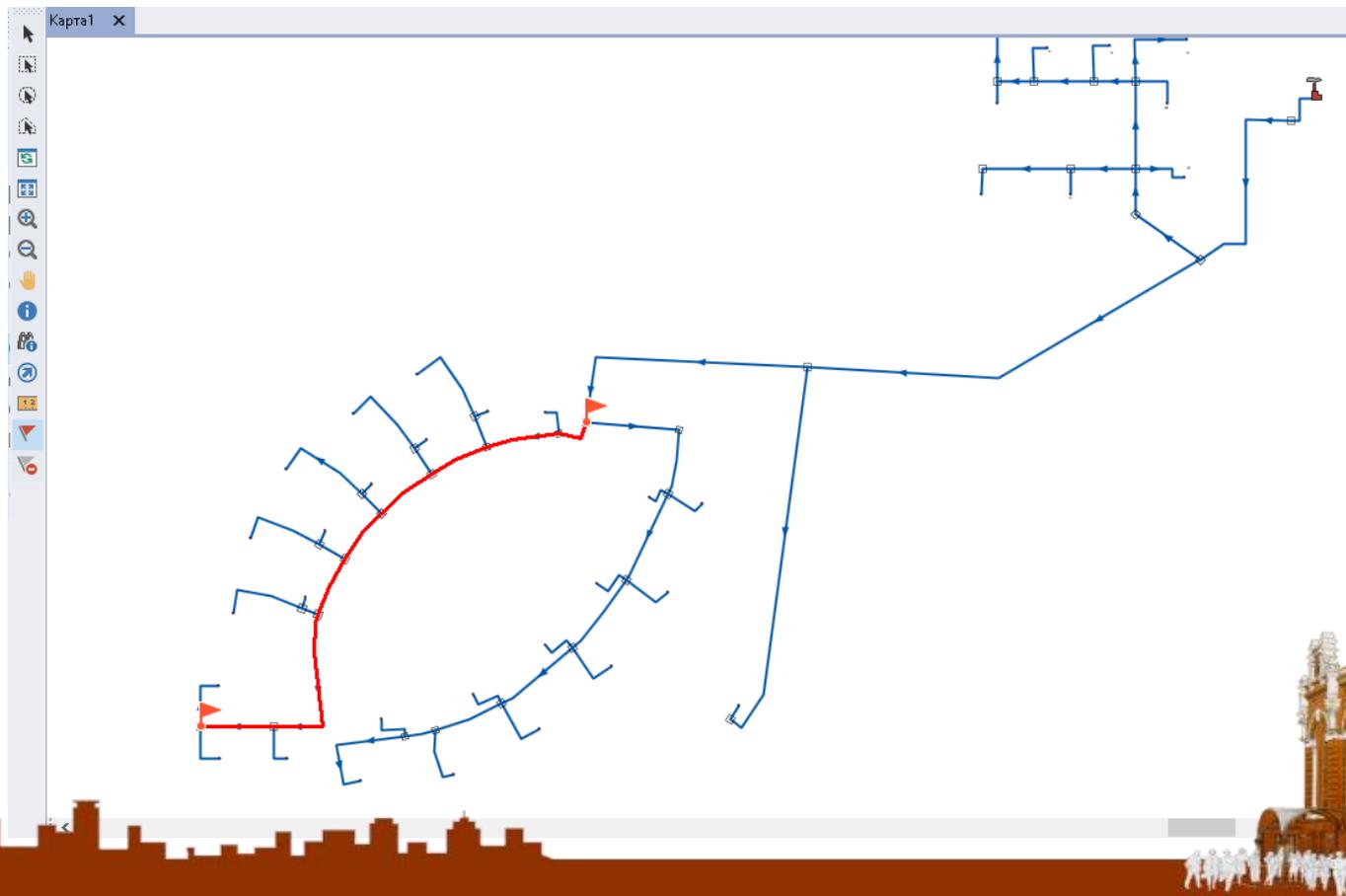
Электронная модель системы теплоснабжения

имеет множественные базы данных по всем ее элементам



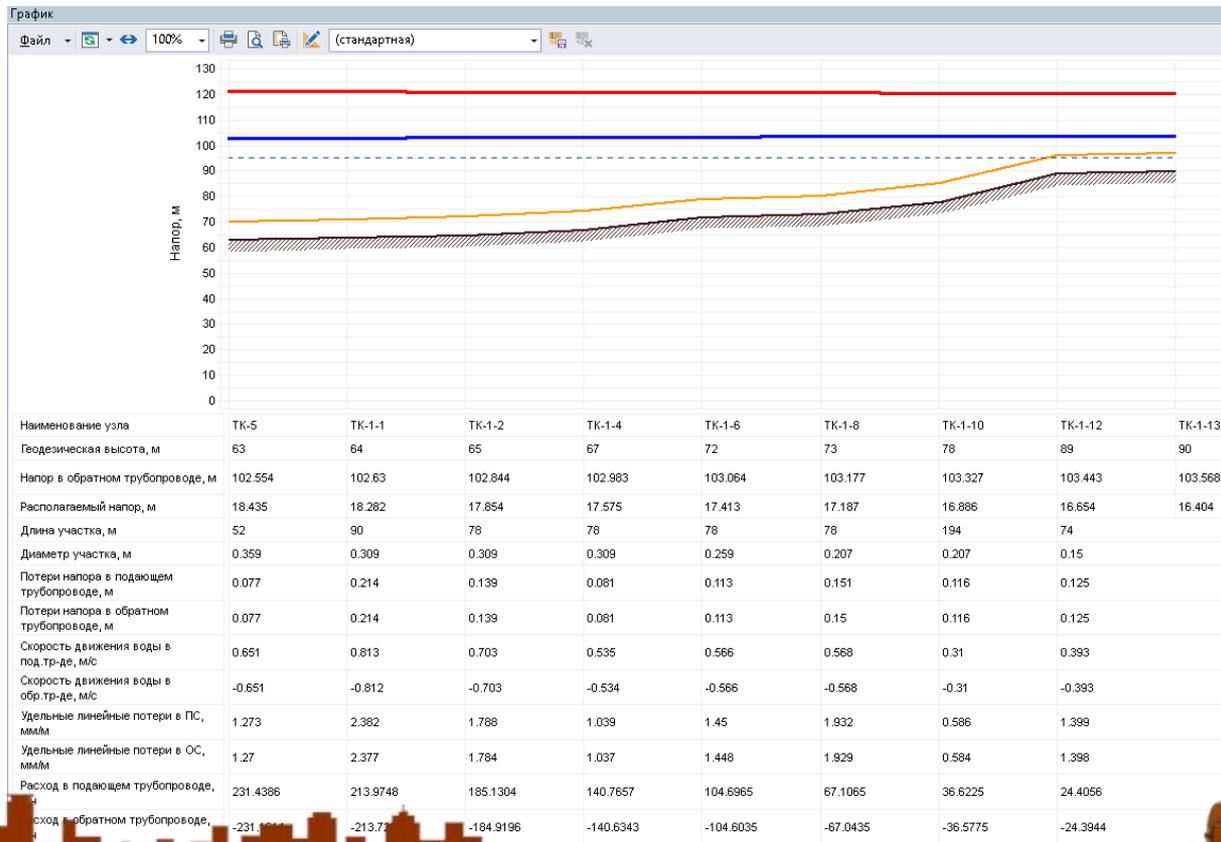
Электронная модель системы теплоснабжения

имеет множественные базы данных по всем ее элементам



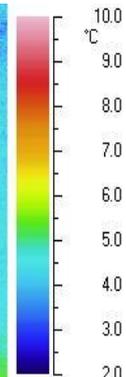
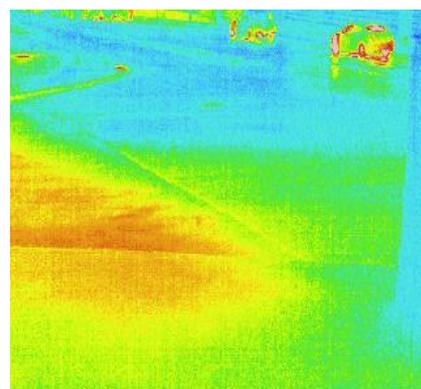
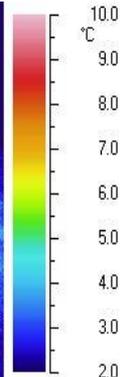
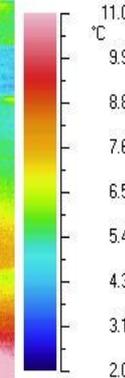
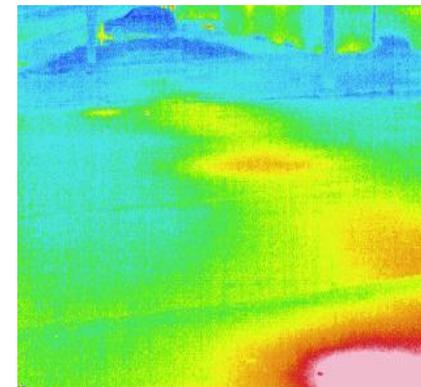
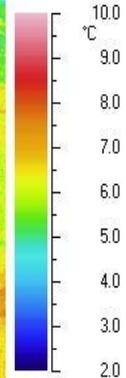
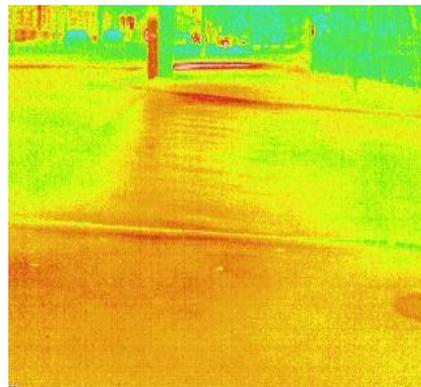
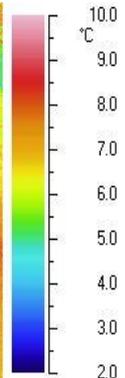
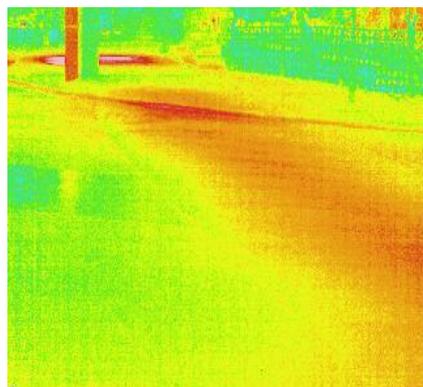
Электронная модель системы теплоснабжения

имеет множественные базы данных по всем ее элементам



Электронная модель системы теплоснабжения

калибруется по результатам инструментальных обследований



Электронная модель системы теплоснабжения

калибруется по результатам инструментальных обследований



Электронная модель системы теплоснабжения

построена и адекватна реальной. Но что мешает интеграции с «Умным городом»?

Непонятно, кому это выгодно.

Как получить достоверные данные мониторинга теплогидравлического режима тепловой сети, источников и абонентов?

Где будет храниться, анализироваться и защищаться информация о работе системы теплоснабжения?

Какова погрешность измерений и расчетов, полученных системой, интегрированной в «Умный город», и как снизить риски?

Не определены источники финансирования.



Организация мониторинга теплопотребления

реализована и хорошо себя зарекомендовала

Суточные архивы Запрос данных 01.03.2018 21.03.2018 Отопление ГВС с циркуляцией

Дата	Отопление									
	НС	T ₁ , °C	M ₁ , т	T ₂ , °C	M ₂ , т	Q, Гкал	T _н , ч	V ₁ , м ³	V ₂ , м ³	
01.03.2018	<input checked="" type="checkbox"/>	95.14	143.66	54.87	142.96	5.79	24.0	149.38	145.01	
02.03.2018	<input type="checkbox"/>	83.34	146.16	50.96	146.10	4.74	24.0	150.71	147.92	
03.03.2018	<input type="checkbox"/>	83.79	142.67	50.65	142.66	4.73	24.0	147.16	144.41	
04.03.2018	<input type="checkbox"/>	85.74	137.18	50.97	137.03	4.77	24.0	141.69	138.73	
05.03.2018	<input type="checkbox"/>	81.48	143.00	50.15	142.89	4.49	24.0	147.26	144.61	
06.03.2018	<input type="checkbox"/>	78.10	153.75	49.77	153.45	4.36	24.0	157.99	155.27	
07.03.2018	<input type="checkbox"/>	78.93	227.98	54.52	227.62	5.58	24.0	234.39	230.83	
08.03.2018	<input type="checkbox"/>	83.12	176.09	53.26	175.61	5.27	24.0	181.53	177.98	
09.03.2018	<input type="checkbox"/>	87.70	146.85	52.80	146.39	5.13	24.0	151.85	148.34	
10.03.2018	<input type="checkbox"/>	88.97	143.67	52.91	143.25	5.19	24.0	148.69	145.17	
11.03.2018	<input type="checkbox"/>	88.06	157.00	53.95	156.54	5.36	24.0	162.39	158.71	
12.03.2018	<input type="checkbox"/>	88.35	138.62	52.41	138.24	4.99	24.0	143.41	140.05	
13.03.2018	<input type="checkbox"/>	86.92	136.05	51.55	135.64	4.82	24.0	140.62	137.36	
14.03.2018	<input type="checkbox"/>	81.34	151.27	50.74	150.85	4.63	24.0	155.77	152.70	
15.03.2018	<input type="checkbox"/>	74.13	162.45	48.76	162.08	4.13	24.0	166.52	163.93	
16.03.2018	<input type="checkbox"/>	70.66	154.67	47.12	154.30	3.65	24.0	158.22	155.95	
17.03.2018	<input type="checkbox"/>	68.28	169.52	46.68	169.15	3.67	24.0	173.17	170.92	
18.03.2018	<input type="checkbox"/>	70.46	215.61	50.02	214.69	4.41	24.0	220.54	217.26	
19.03.2018	<input type="checkbox"/>	75.86	205.26	52.06	204.64	4.89	24.0	210.63	207.29	
20.03.2018	<input type="checkbox"/>	75.49	156.8	50.79	166.49	4.46	24.0	171.36	168.55	



Организация мониторинга теплопотребления

реализована и хорошо себя зарекомендовала

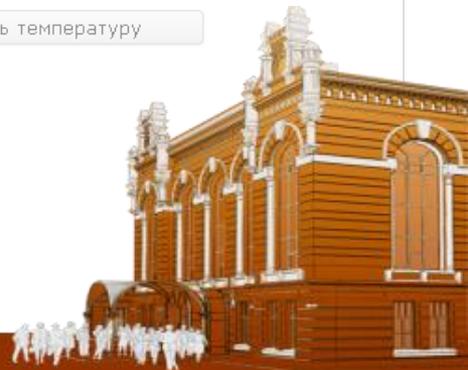
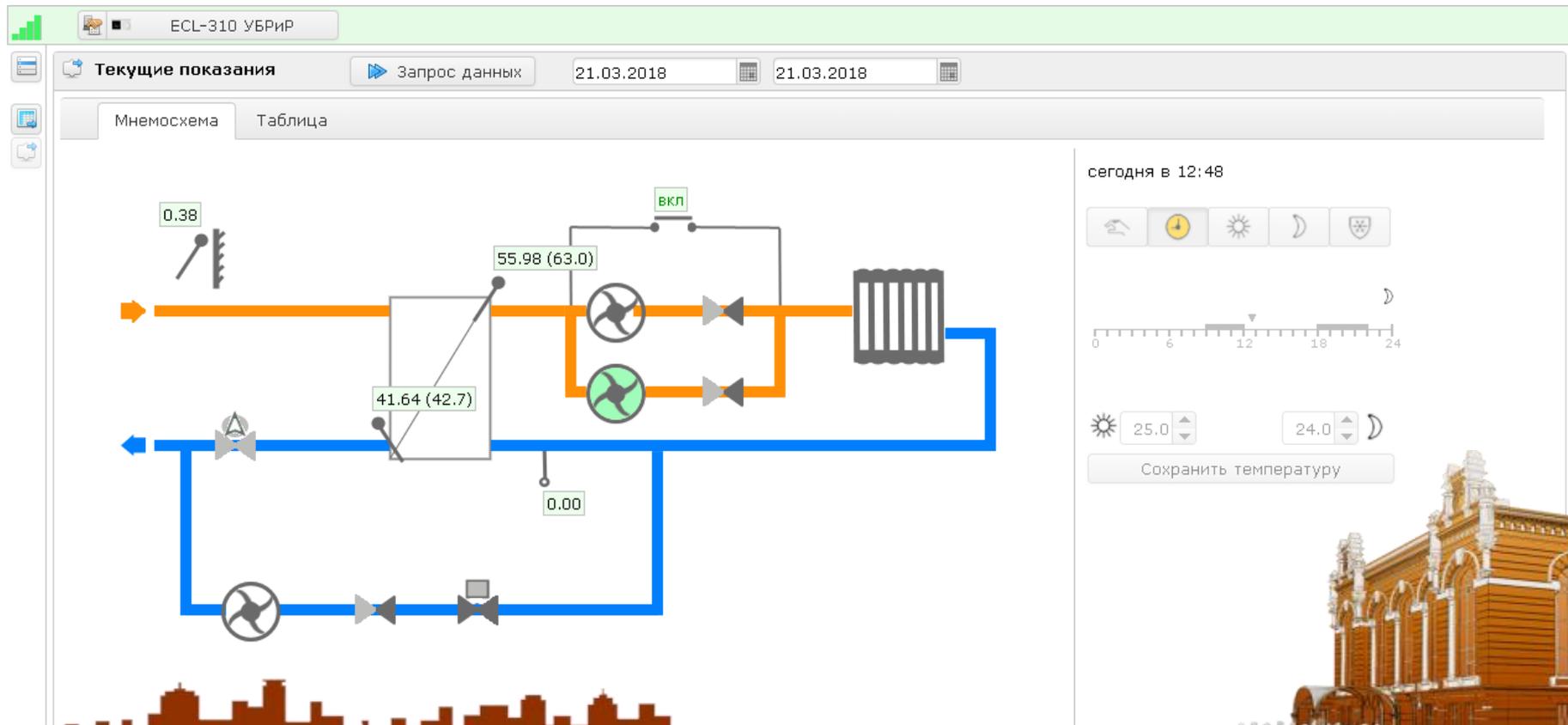
Суточные архивы Запрос данных 01.03.2018 21.03.2018 Отопление ГВС с циркуляцией

Дата	ГВС с циркуляцией										
	НС	T ₁ , °C	M ₁ , т	T ₂ , °C	M ₂ , т	M ₃ , т	Q, Гкал	T _н , ч	V ₁ , м ³	V ₂ , м ³	
01.03.2018	<input type="checkbox"/>	72.48	83.55	60.92	65.07	18.49	2.00	24.0	85.57	66.20	
02.03.2018	<input type="checkbox"/>	71.28	87.47	60.41	68.65	18.82	2.00	24.0	89.51	69.83	
03.03.2018	<input type="checkbox"/>	71.16	84.55	60.10	65.60	18.95	1.98	24.0	86.52	66.71	
04.03.2018	<input type="checkbox"/>	71.13	85.70	59.93	63.22	22.48	2.20	24.0	87.69	64.29	
05.03.2018	<input type="checkbox"/>	70.98	82.65	59.78	64.43	18.23	1.93	24.0	84.57	65.51	
06.03.2018	<input type="checkbox"/>	70.89	85.84	59.95	66.26	19.59	2.02	24.0	87.83	67.38	
07.03.2018	<input type="checkbox"/>	71.04	85.65	59.94	67.48	18.17	1.95	24.0	87.64	68.63	
08.03.2018	<input type="checkbox"/>	71.14	84.05	59.70	64.07	19.98	2.06	24.0	86.01	65.15	
09.03.2018	<input type="checkbox"/>	71.16	84.15	59.98	66.16	18.00	1.93	24.0	86.12	67.28	
10.03.2018	<input type="checkbox"/>	71.08	86.16	60.14	67.58	18.58	1.97	24.0	88.16	68.74	
11.03.2018	<input type="checkbox"/>	71.27	89.47	60.48	67.90	21.57	2.16	24.0	91.56	69.07	
12.03.2018	<input type="checkbox"/>	71.18	85.29	60.05	65.57	19.72	2.04	24.0	87.28	66.68	
13.03.2018	<input type="checkbox"/>	71.05	82.00	59.69	62.45	19.55	2.00	24.0	83.90	63.50	
14.03.2018	<input type="checkbox"/>	71.07	85.10	60.14	67.50	17.60	1.90	24.0	87.08	68.66	
15.03.2018	<input type="checkbox"/>	71.02	85.48	59.97	65.23	20.25	2.06	24.0	87.47	66.34	
16.03.2018	<input type="checkbox"/>	70.87	84.29	59.95	65.51	18.78	1.95	24.0	86.24	66.62	
17.03.2018	<input type="checkbox"/>	70.96	85.95	60.31	66.48	19.47	1.99	24.0	87.94	67.62	
18.03.2018	<input type="checkbox"/>	71.09	90.88	60.55	69.50	21.38	2.15	24.0	93.00	70.71	
19.03.2018	<input type="checkbox"/>	70.95	84.30	59.73	63.77	20.54	2.07	24.0	86.26	64.84	
20.03.2018	<input type="checkbox"/>	71.14	85.77	59.80	63.46	19.31	1.99	24.0	84.69	64.54	



Организация управления теплотреблением

не вызывает трудностей при наличии современных ИТП



Организация управления теплоснабжением

не вызывает трудностей при наличии современных ИТП

ECL-310 УБРИР

Текущие показания Запрос данных 21.03.2018 21.03.2018

Мнемосхема Таблица

Дата		Режим	Статус	НС	T _к , °C	T _г , °C	S ₁ , °C	S ₃ , °C	S ₅ , °C	S ₇
сегодня в 12:48	<input type="checkbox"/>	Автоматический	Эконом		25.0	24.0	0.38	55.98	41.64	0.00
сегодня в 12:33	<input type="checkbox"/>	Автоматический	Эконом		25.0	24.0	0.07	56.02	41.82	0.00
сегодня в 12:17	<input type="checkbox"/>	Автоматический	Эконом		25.0	24.0	-0.29	56.55	41.42	0.00
сегодня в 12:02	<input type="checkbox"/>	Автоматический	Эконом		25.0	24.0	-0.53	56.52	41.96	0.00
сегодня в 11:47	<input type="checkbox"/>	Автоматический	Комфорт		25.0	24.0	-0.87	56.66	42.11	0.00
сегодня в 11:32	<input type="checkbox"/>	Автоматический	Комфорт		25.0	24.0	-1.26	56.66	42.11	0.00
сегодня в 11:17	<input type="checkbox"/>	Автоматический	Комфорт		25.0	24.0	-1.67	56.66	42.08	0.00
сегодня в 11:01	<input type="checkbox"/>	Автоматический	Комфорт		25.0	24.0	-2.15	56.59	42.07	0.00
сегодня в 10:46	<input type="checkbox"/>	Автоматический	Комфорт		25.0	24.0	-2.53	56.68	41.80	0.00
сегодня в 10:31	<input type="checkbox"/>	Автоматический	Комфорт		25.0	24.0	-3.00	56.73	41.53	0.00
сегодня в 10:15	<input type="checkbox"/>	Автоматический	Комфорт		25.0	24.0	-3.47	56.82	41.36	0.00
сегодня в 10:00	<input type="checkbox"/>	Автоматический	Комфорт		25.0	24.0	-3.86	56.81	41.13	0.00
сегодня в 09:45	<input type="checkbox"/>	Автоматический	Комфорт		25.0	24.0	-4.15	56.73	40.87	0.00
сегодня в 09:29	<input type="checkbox"/>	Автоматический	Комфорт		25.0	24.0	-4.47	56.64	40.77	0.00
сегодня в 09:14	<input type="checkbox"/>	Автоматический	Комфорт		25.0	24.0	-4.49	56.66	40.74	0.00
сегодня в 08:58	<input type="checkbox"/>	Автоматический	Комфорт		25.0	24.0	-4.86	56.69	40.66	0.00
сегодня в 08:43	<input type="checkbox"/>	Автоматический	Эконом		25.0	24.0	-5.01	56.65	40.25	0.00
сегодня в 08:28	<input type="checkbox"/>	Автоматический	Эконом		25.0	24.0	-5.26	56.88	40.31	0.00
сегодня в 08:13	<input type="checkbox"/>	Автоматический	Эконом		25.0	24.0	-5.79	56.92	40.39	0.00
сегодня в 07:58	<input type="checkbox"/>	Автоматический	Эконом		25.0	24.0	-6.34	56.91	40.57	0.00
сегодня в 07:43	<input type="checkbox"/>	Автоматический	Эконом		25.0	24.0	-6.60	56.91	40.74	0.00
сегодня в 07:27	<input type="checkbox"/>	Автоматический	Эконом		25.0	24.0	-6.72	56.84	40.73	0.00



Перспективы интеграции

централизованного теплоснабжения в систему «Умный город»

Хранение и анализ массива критически важных данных по теплотреблению, расходу топлива и электроэнергии, утечкам теплоносителя и подпитке тепловых сетей, тепловым потерям в системе транспорта и абонентов.

Анализ аварийности, надежности, живучести и гидравлической устойчивости тепловых сетей.

Внедрение систем управления режимами работы централизованного теплоснабжения.

Внедрение системы краткосрочных и долгосрочных прогнозов теплотребления при помощи машинного обучения нейросетей (искусственный интеллект).

Оптимизация работы централизованного теплоснабжения.



Спасибо за внимание!

Тихомиров Сергей Алексеевич

Зав. кафедрой ТГСив ДГТУ

+79185549639

