

**Московский Энергетический Институт
(Технический университет)**

Типовой расчёт по курсу

«Основы Централизованного Теплоснабжения»

«Теплоснабжение жилого района города от ТЭЦ»

Студент:

Группа:

Преподаватель: Извеков А.В.

Москва 2007

Расходы теплоты на жилые здания:

Население района - $n_{ж} = 30000$ жителей

Обеспеченность жилой площадью - $f_{ж} = 16 \text{ м}^2$ на человека

Жилая площадь зданий - $A_{ж} = n_{ж} \cdot f_{ж}$ $A_{ж} = 480000 \text{ м}^2$

Плотность жилого фонда на 1га территории микрорайона - $a = 4500 \frac{\text{м}^2}{\text{га}}$

Площадь жилого района - $F_p = \frac{A_{ж}}{a}$ $F_p = 106.7 \text{ га}$

Площадь 1 микрорайона - $F_{мп} = \frac{F_p}{4}$ $F_{мп} = 26.7 \text{ га}$

Объект теплоснабжения расположен вблизи города Тобольск

Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления $t_{ч.о} = -36 \text{ }^\circ\text{C}$

Укрупненный показатель расчетного расхода теплоты на отопление жилых зданий $q = 88.6 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$

1. Расчетный расход теплоты на отопление $Q'_o = q \cdot A_{ж} \cdot 10^{-3}$ $Q'_o = 42528 \text{ кВт}$

Температура воды в системах горячего водоснабжения: $t_r = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

Температура водопроводной воды в течение отопительного периода: $t_{хз} = 5 \text{ }^\circ\text{C}$

в неотапливаемый период: $t_{хл} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$

Суточный расход горячей воды на одного жителя: $a = 90 \text{ л}$

Теплоемкость воды: $c = 4190 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$

2. Среднедневной расход теплоты на горячее водоснабжение жилых зданий:

для отопительного сезона: $Q_{г.срн.з} = 1.2 \cdot \frac{a \cdot n_{ж} \cdot c \cdot (t_r - t_{хз})}{86.4 \cdot 10^6}$ $Q_{г.срн.з} = 7856 \text{ кВт}$

для неотапливаемого периода: $Q_{г.срн.л} = 1.2 \cdot \frac{a \cdot n_{ж} \cdot c \cdot (t_r - t_{хл})}{86.4 \cdot 10^6}$ $Q_{г.срн.л} = 6285 \text{ кВт}$

Максимальный расход теплоты на горячее водоснабжение жилых зданий, не оборудованных аккумуляторами горячей воды:

для отопительного периода: $Q_{г.м.з} = 2.2Q_{г.срн.з}$ $Q_{г.м.з} = 17283.75 \text{ кВт}$

для неотапливаемого периода: $Q_{г.м.л} = 2.2Q_{г.срн.л}$ $Q_{г.м.л} = 13827 \text{ кВт}$

Расходы теплоты общественными зданиями:

1. Детские сады-ясли

$$90 \text{ детей на } 1000 \text{ жителей: } n_d = 90 \cdot \frac{n_{ж}}{1000} \quad n_d = 2700 \text{ детей}$$

На одного ребенка приходится 31 м^3 здания

$$\text{Полный объем зданий } V_d = 31 \cdot n_d \quad V_d = 83700 \text{ м}^3$$

По нормативам наружный объем зданий $3000\text{-}10000 \text{ м}^3$

В районе будет расположено 9 дошкольных учреждений. Наружный объем каждого здания равен

$$\frac{V_d}{9} = 9300 \text{ м}^3$$

$$\text{Средняя температура воздуха в помещениях } t_d = 21 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{Удельные теплопотери } q_n = 0.67 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3 \cdot \text{K}}$$

$$\text{Удельный расход теплоты на на вентиляцию } q_v = 0.11 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3 \cdot \text{K}}$$

$$\text{Расход теплоты на отопление: } Q'_o := q_n \cdot V_d \cdot (t_d - t_{н.о}) \cdot 10^{-3} \quad Q'_o = 3197 \text{ кВт}$$

$$\text{Расчетная температура наружного воздуха для проектирования вентиляции } t_{н.в} = -22 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{Расход теплоты на вентиляцию: } Q'_v := q_v \cdot V_d \cdot (t_d - t_{н.в}) \cdot 10^{-3} \quad Q'_v = 395.9 \text{ кВт}$$

$$\text{Средненедельная норма расхода горячей воды на человека } 30 \text{ л в сутки}$$

Средненедельный расход теплоты на горячее водоснабжение зданий:

$$\text{для отопительного сезона: } Q_{г.срн.зп} = 1.2 \cdot \frac{30 \cdot n_d \cdot c \cdot (t_r - t_{хз})}{86.4 \cdot 10^6} \quad Q_{г.срн.зп} = 235.7 \text{ кВт}$$

$$\text{для неотапительного периода: } Q_{г.срн.лп} = 1.2 \cdot \frac{30 \cdot n_d \cdot c \cdot (t_r - t_{хл})}{86.4 \cdot 10^6} \quad Q_{г.срн.лп} = 188.5 \text{ кВт}$$

$$\text{Максимальночасовой расход горячей воды на человека } q_m = 4.5 \text{ литр в час}$$

Максимальный средненедельный расход теплоты на горячее водоснабжение зданий

$$\text{для отопительного периода: } Q_{г.м.зп} = \frac{q_m \cdot n_d \cdot c \cdot (t_r - t_{хз})}{3.6 \cdot 10^6} \quad Q_{г.м.зп} = 707.1 \text{ кВт}$$

$$\text{для неотапительного периода: } Q_{г.м.лп} = \frac{q_m \cdot n_d \cdot c \cdot (t_r - t_{хл})}{3.6 \cdot 10^6} \quad Q_{г.м.лп} = 565.6 \text{ кВт}$$

Остальные общественные здания рассчитываются аналогично.

Таблица 1.

Результаты расчёта тепловых нагрузок общественных зданий

Категории общественных зданий	Норма на 1000 жителей	Удельный объем, м ³ /чел	Кол-во зданий	Объем всех зданий, м ³	Средняя т.п, °С	Уд. Теплопотери, Вт/м ³ К	Уд. расход теплоты на вентиляцию, Вт/м ³ К	Срн. расход ГВ, л/сут чел	Макс-но часовой расход ГВ, л/ч	Расход теплоты на отопление, кВт	Расход теплоты на вентиляцию, кВт	Среднедельный расход теплоты на ГВС зданий в отопительный период, кВт	Макс.среднедельный расход теплоты на ГВС зданий в отопительный период, кВт
Детские сады-ясли	90	31	9	83700	21	0,67	0,11	30	4,5	3197	395,9	235,7	707,1
Дневные общеобразовательные школы	180	21	4	113400	18	0,55	0,09	6	1,2	3368	418,4	94,27	377,1
Поликлиники	27	9	2	7290	20	0,43	0,27	6	0,8	175,5	84,64	14,14	37,71
Продовольственные магазины	3,3	220	5	21780	12	0,53	0,6	100	9,6	554,1	457,4	28,81	44,25
Дома культуры, клубы	46	25	10	34500	16	0,51	0,27	6	1,2	914,9	363,3	24,09	96,37
Административные здания	780	3,846	8	90000	18	0,45	0,37	5	2	2187	1365	11,35	90,78
Универмаги	5,5	170	1	28050	15	0,48	0,35	6	1,2	686,7	373,1	2,881	11,52
									∑	11083,2	3457,74	411,241	1364,83

Рис. 1
График расхода теплоты районом

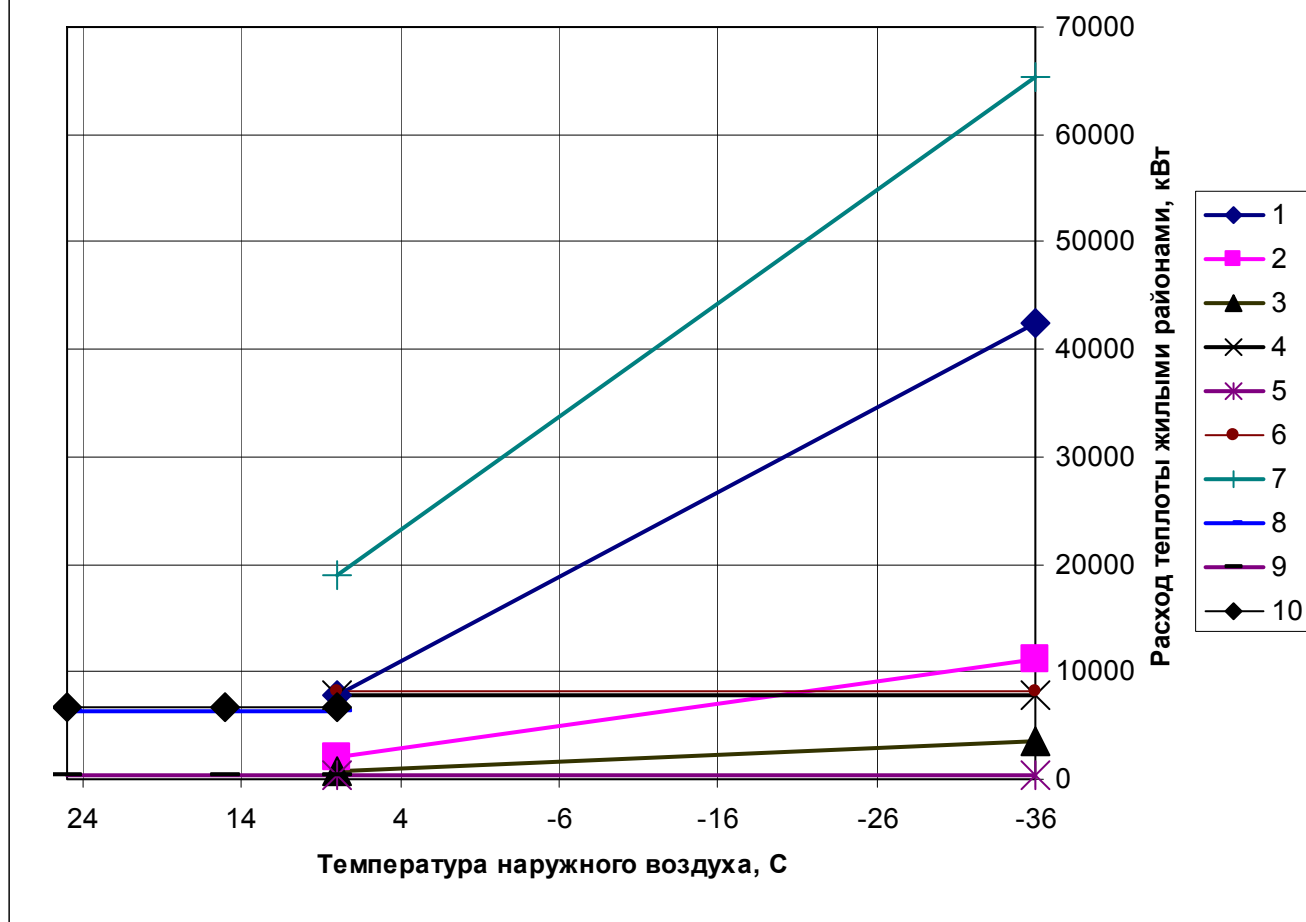


Табл. №2. График тепловой нагрузки.

t нк	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-36	42528	11082,71	3457,74	7856	411,2	8267,2	65299,65			
8	7875,56	2076,53	773,92	7856	411,2	8267,2	19001,21	6285	328,9	6613,9
15								6285	328,9	6613,9
25								6285	328,9	6613,9

Обозначения линий на графике:

- 1-Расход теплоты на отопление жилых зданий
- 2-Расход теплоты на отопление общественных зданий
- 3-Расход теплоты на вентиляцию общественных зданий
- 4-Расход теплоты на горячее водоснабжение жилых зданий
- 5-Расход теплоты на горячее водоснабжение общественных зданий
- 6-Суммарный расход теплоты на горячее водоснабжение зданий
- 7-Суммарный расход теплоты жилым районом в течение отопительного периода
- 8-Расход теплоты на горячее водоснабжение жилых зданий в неотапливаемый период
- 9-Расход теплоты на горячее водоснабжение общественных зданий в неотапливаемый период
- 10-Расход теплоты жилым районом в неотапливаемый период

Годовой график продолжительности тепловой нагрузки района

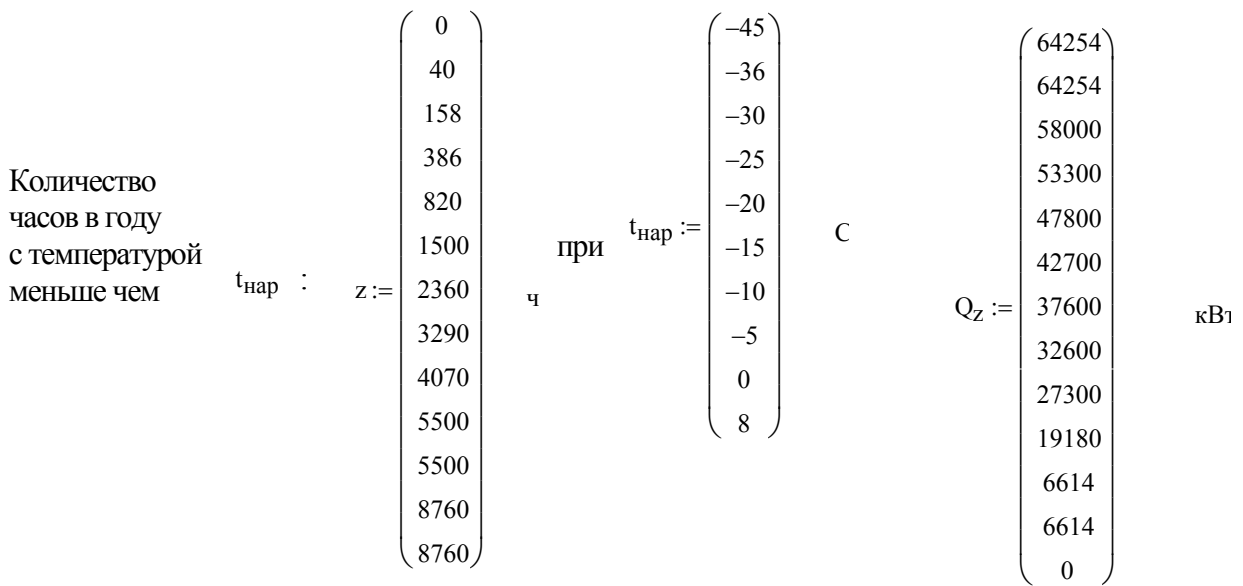
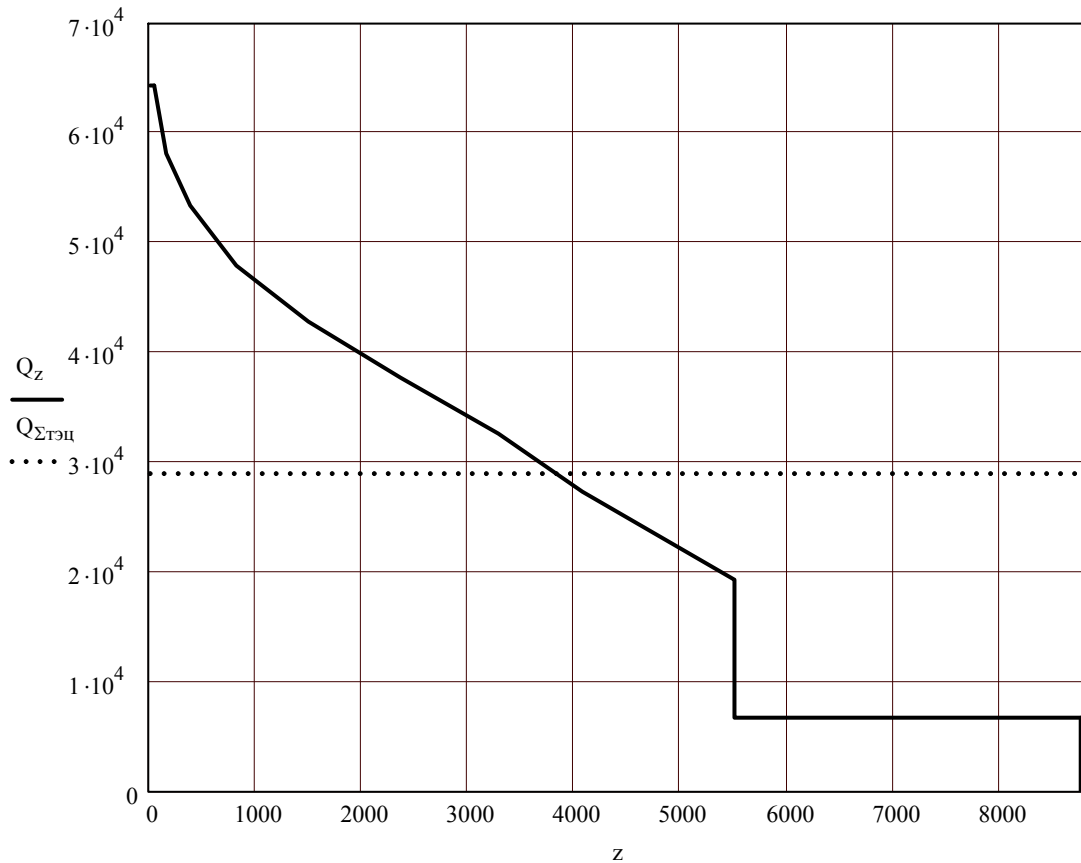


Рис. 2
График годовой нагрузки района



Годовой расход теплоты жилым районом:

$$Q = \sum_{i=2}^{11} \left[Q_{z_i} + \frac{1}{2} \cdot (Q_{z_{i-1}} - Q_{z_i}) \right] \cdot (z_i - z_{i-1}) + Q_{z_{12}} \cdot (z_{12} - z_{11}) + Q_{z_1} \cdot (z_1 - z_0)$$

В этой формуле площадь под графиком разбивается на множество прямоугольников, а затем площадь всех прямоугольников суммируется.

Q_{z_i} - значение расхода теплоты, которое отпускается району z_i часов в году.

индекс i определяет значение Q_z и соответствующее ему значение z_i

(в данном случае я принял 13 значений Q_z и z_i т.е. i от "0" до "12")

$$Q = 220507886 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

$$Q_{\text{ГДж}} := \frac{Q \cdot 3600}{10^6} \quad Q_{\text{ГДж}} = 793828 \text{ ГДж за год}$$

Определение годового расхода условного топлива основным и пиковым источниками теплоснабжения

Коэффициент теплофикации: $a_T = 0.45$

Расчетный расход теплоты: $Q'_\Sigma = 64254 \text{ кВт}$

Расчетный расход теплоты, полученной районом от базового источника(ТЭЦ):

$$Q_{\Sigma \text{ТЭЦ}} = a_T \cdot Q'_\Sigma \quad Q_{\Sigma \text{ТЭЦ}} = 28914.3 \text{ кВт}$$

Годовой расход теплоты, полученной районом от пикового источника:

Рассчитаю площадь под графиком, где работают вместе пиковые и основные источники, ограничившись временем, когда перестают работать пиковые источники теплоты ($z = 3820$ ч) и вычту из этой тепловой энергии прямоугольную часть площади (под пунктирной линией), которую вырабатывают ТЭЦ:

$$z_8 = 4.07 \times 10^3 \text{ ч}$$

Точка

$$Q_{z_8} = 2.73 \times 10^4 \text{ кВт}$$

имеет ближайшие значения к $Q_{\Sigma \text{ТЭЦ}} = 2.891 \times 10^4 \text{ кВт}$

$$Q_{\text{ПВК}} := \left[\sum_{i=2}^8 \left[Q_{z_i} + \frac{1}{2} \cdot (Q_{z_{i-1}} - Q_{z_i}) \right] \cdot (z_i - z_{i-1}) + Q_{z_1} \cdot (z_1 - z_0) \right] - [(z_8 - z_0) \cdot Q_{z_8}] \quad , \text{где}$$

$$\sum_{i=2}^8 \left[Q_{z_i} + \frac{1}{2} \cdot (Q_{z_{i-1}} - Q_{z_i}) \right] \cdot (z_i - z_{i-1}) + Q_{z_1} \cdot (z_1 - z_0)$$

- значение площади под кривой графика, идущей выше теплопроизводства ТЭЦ

$(z_8 - z_0) \cdot Q_{z_8}$ - значение площади прямоугольника, ограниченного z от "0" до "4000" ч, пунктирной прямой ТЭЦ и осями координат.

$$Q_{\text{ПВК}} = 5.46 \times 10^7 \quad \text{кВт} \cdot \text{ч} \quad Q_{\text{ПВК_ГДж}} := \frac{Q_{\text{ПВК}} \cdot 3600}{10^6} \quad Q_{\text{ПВК_ГДж}} = 196567 \quad \text{ГДж}$$

Годовой расход теплоты, полученной районом от базового источника:

$$Q_{\text{ТЭЦ_ГДж}} := Q_{\text{ГДж}} - Q_{\text{ПВК_ГДж}} \quad Q_{\text{ТЭЦ_ГДж}} = 597261 \quad \text{ГДж}$$

КПД тепловых сетей: $\eta_{\text{ТС}} = 0.92$

Годовой расход теплоты базовым источником теплоснабжения:

$$Q_{\text{ТЭЦ,год}} = \frac{Q_{\text{ТЭЦ_ГДж}}}{\eta_{\text{ТС}}} \quad Q_{\text{ТЭЦ,год}} = 649197 \quad \text{ГДж за год}$$

Годовой расход теплоты пиковым источником теплоснабжения:

$$Q_{\text{К,год}} = \frac{Q_{\text{ПВК_ГДж}}}{\eta_{\text{ТС}}} \quad Q_{\text{К,год}} = 213660 \quad \text{ГДж за год}$$

Годовой расход условного топлива на теплоснабжение района на ТЭЦ:

Удельный расход условного топлива на выработку теплоты на ТЭЦ $b_{\text{Т,Т}} = 40 \quad \frac{\text{кг}}{\text{ГДж}}$

$$V_{\text{Т,Т}} = b_{\text{Т,Т}} \cdot Q_{\text{ТЭЦ,год}} \quad V_{\text{Т,Т}} = 25967871 \quad \text{кг у.т. за год}$$

$$\frac{V_{\text{Т,Т}}}{1000} = 25968 \quad \text{т у.т. за год}$$

Годовой расход условного топлива на теплоснабжение района в котельной:

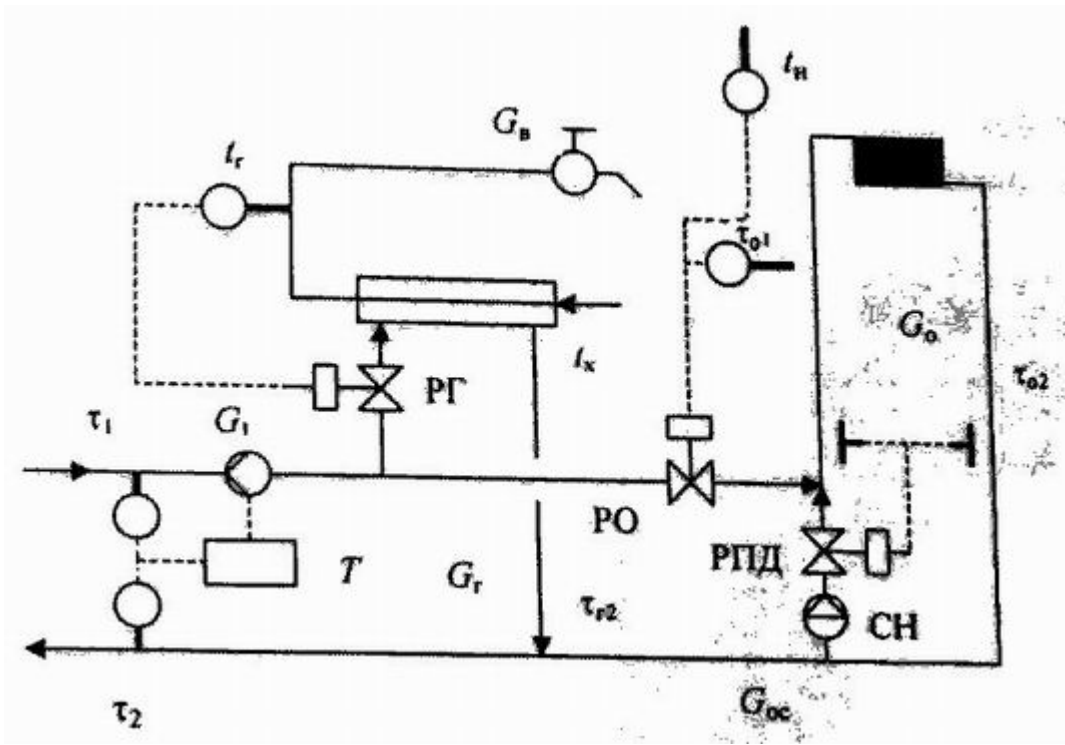
Удельный расход условного топлива на выработку теплоты в пиковой котельной

$$V_{\text{Т,К}} = b_{\text{Т,К}} \cdot Q_{\text{К,год}} \quad V_{\text{Т,К}} = 9401048 \quad \text{кг у.т. за год}$$

$$b_{\text{Т,К}} = 44 \quad \frac{\text{кг}}{\text{ГДж}}$$

$$\frac{V_{\text{Т,К}}}{1000} = 9401 \quad \text{т у.т. за год}$$

Рис. №3. Схема присоединения отопительных установок в закрытой системе теплоснабжения по зависимой схеме.



Расчёт графиков температур и расходов воды в тепловой сети по программе "ТІР1"

Для жилых зданий:

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

РАСЧЕТНАЯ НАГРУЗКА ОТОПЛЕНИЯ Q_o КДЖ/С	СРЕДНЕОБ. НАГРУЗКА ГОР. ВОД. Q_r КДЖ/С	РАСЧЕТНАЯ ТЕМП. ВОДЫ В ПОД. ЛИН. T_{o1} С	РАСЧЕТНАЯ ТЕМП. ВОДЫ В ОБР. ЛИН. T_{o2} С	РАСЧЕТНАЯ ТЕМП. ВОЗД. В ПОМЕЩ. $t_{вр}$ С
42528.0	7856.0	130.0	70.0	18.0
ТЕМПЕРАТУРЫ ГОР. И ХОЛ. ВОДЫ ГВС $t_r; t_x$ С	РАСЧЕТНАЯ ТЕМПЕРАТУРА НАРУЖН. ВОЗД. $t_{но}$ С	РАСЧЕТНАЯ ТЕМП. ВОДЫ В ПОСЛЕ ГВС МЕСТ. ОТ. УСТ. t_3 С	ТЕМП. ВОДЫ ПРИ СРЕЗКЕ t_{r23} С	
55.0; 5.0	-36.0	95.0	40.0	

Таблица 3.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

ТЕМПЕРАТУРА СЕТЕВОЙ ВОДЫ В СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

ТЕМПЕРАТУРА НАРУЖНОГО ВОЗДУХА t_n С	ТЕМПЕРАТУРА СЕТЕВОЙ ВОДЫ В ПОД. ЛИНИИ T_{o1} С	ТЕМПЕРАТУРА СЕТЕВОЙ ВОДЫ В ОБР. ЛИНИИ T_2 С	ТЕМПЕРАТУРА СЕТЕВОЙ ВОДЫ ПОСЛЕ УСТ.ГВС T_{r2} С	ТЕМПЕРАТУРА СЕТЕВОЙ ВОДЫ ПОСЛЕ ОТ. УСТ. T_{o2} С
-36.0	130.0	65.8	26.9	70.0
-32.0	122.6	63.0	28.2	67.1
-28.0	115.2	60.1	29.4	64.1
-24.0	107.7	57.2	30.6	61.0
-20.0	100.1	54.2	31.6	57.9
-16.0	92.5	51.2	32.4	54.7
-12.0	84.7	48.1	33.1	51.4
-8.0	76.8	45.5	36.7	47.9
-4.0	68.8	43.1	40.0	44.4
.0	65.0	40.4	40.0	40.6
4.0	65.0	38.2	40.0	36.7
8.0	65.0	36.7	40.0	32.4

Построение графиков зависимости:

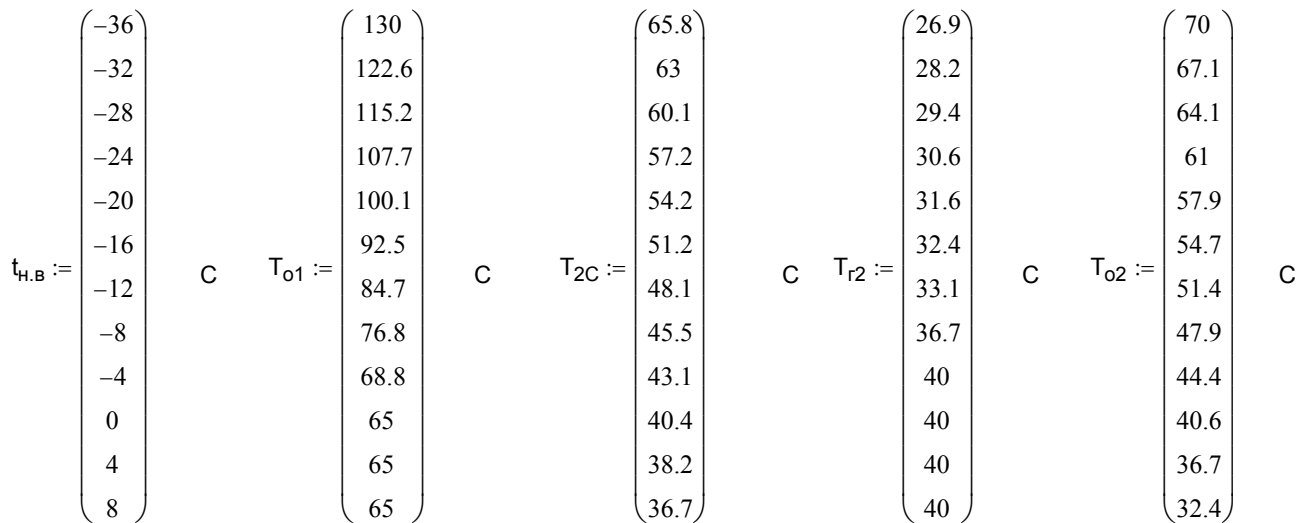


Рис. №4. Температуры сетевой воды

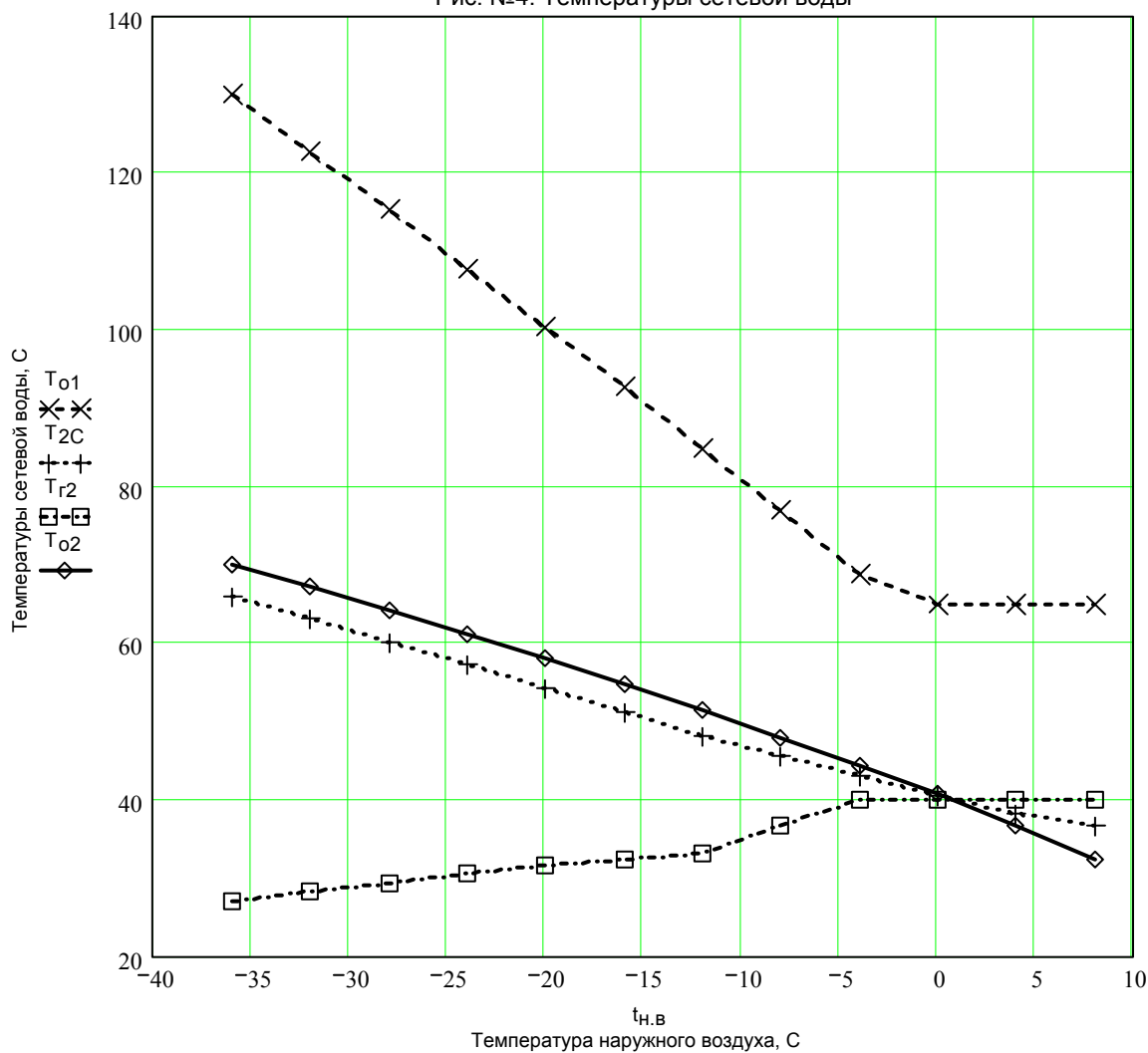


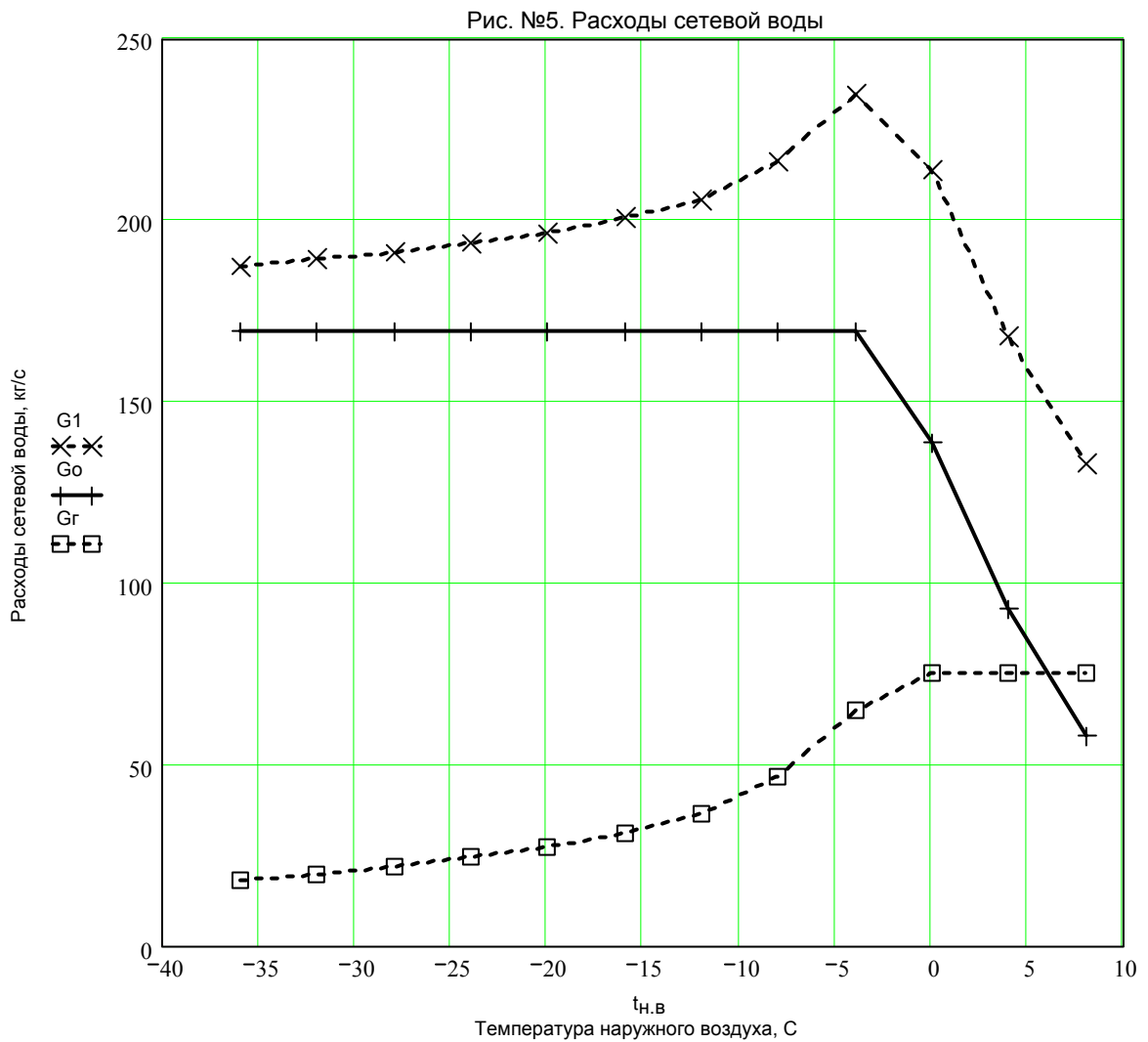
Таблица 4

РАСХОД СЕТЕВОЙ ВОДЫ В СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

ТЕМПЕРАТУРА НАРУЖНОГО ВОЗДУХА $t_{н.в}$ С	РАСХОД СЕТЕВОЙ ВОДЫ В ПОД. ЛИНИИ G_1 КГ/С	РАСХОД СЕТЕВОЙ ВОДЫ НА ОТОПЛЕНИЕ G_0 КГ/С	РАСХОД СЕТЕВОЙ ВОДЫ НА ГВС G_r КГ/С
-36.0	187.49	169.29	18.21
-32.0	189.16	169.29	19.88
-28.0	191.17	169.29	21.88
-24.0	193.61	169.29	24.32
-20.0	196.65	169.29	27.36
-16.0	200.53	169.29	31.25
-12.0	205.66	169.29	36.38
-8.0	216.07	169.29	46.78
-4.0	234.44	169.29	65.15
.0	213.90	138.85	75.05
4.0	167.99	92.93	75.05
8.0	132.79	57.74	75.05

Построение графиков зависимости:

$G1 :=$	$\frac{\text{кг}}{\text{с}}$	$G0 :=$	$\frac{\text{кг}}{\text{с}}$	$G_r :=$	$\frac{\text{кг}}{\text{с}}$
(187.49) 189.16 191.17 193.61 196.65 200.53 205.66 216.07 234.44 213.90 167.99 (132.79)		(169.29) 169.29 169.29 169.29 169.29 169.29 169.29 169.29 169.29 138.85 92.93 (57.74)		(18.21) 19.88 21.88 24.32 27.36 31.25 36.38 46.78 65.15 75.05 75.05 (75.05)	



Для общественных зданий:

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

РАСЧЕТНАЯ НАГРУЗКА ОТОПЛЕНИЯ Q_o КДЖ/С	СРЕДНЕНЕД. НАГРУЗКА ГОР. ВОД. Q_r КДЖ/С	РАСЧЕТНАЯ НАГРУЗКА ВЕНТИЛЯЦИИ Q_v КДЖ/С	РАСЧЕТНАЯ ТЕМП.ВОЗД. В ПОМЕЩ. $t_{вр}$ С	ТЕМПЕРАТУРЫ ГОР. И ХОЛ. ВОДЫ ГВС $t_r; t_x$ С	РАСЧЕТНЫЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НАРУЖ.ВОЗД. $t_{но}; t_{нв}$ С
11083.2	411.2	3457.7	17.5	55.0; 5.0	-36.0; -22.0

Таблица 5.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

ТЕМПЕРАТУРА СЕТЕВОЙ ВОДЫ В СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

ТЕМПЕРАТУРА НАРУЖНОГО ВОЗДУХА t_n С	ТЕМПЕРАТУРА СЕТЕВОЙ ВОДЫ В ОБР. ЛИНИИ T_2 С	ТЕМПЕРАТУРА СЕТЕВОЙ ВОДЫ ПОСЛЕ ОТОПЛ. To_2 С	ТЕМПЕРАТУРА СЕТЕВОЙ ВОДЫ ПОСЛЕ УСТ.ГВС Tr_2 С	ТЕМПЕРАТУРА СЕТЕВОЙ ВОДЫ ПОСЛЕ КАЛОРИФ $Tв2$ С
-36.0	65.4	70.0	26.9	49.3
-32.0	63.3	67.0	28.3	52.7
-28.0	61.4	64.0	29.5	55.8
-24.0	59.6	60.9	30.6	58.4
-20.0	57.1	57.7	31.6	57.7
-16.0	53.8	54.4	32.4	54.4
-12.0	50.5	51.0	33.1	51.1
-8.0	47.1	47.5	37.0	47.6
-4.0	43.7	43.8	40.0	44.0
.0	39.4	40.0	40.0	37.8
4.0	35.6	35.9	40.0	32.9
8.0	31.8	31.6	40.0	25.8

Построение графиков зависимости:

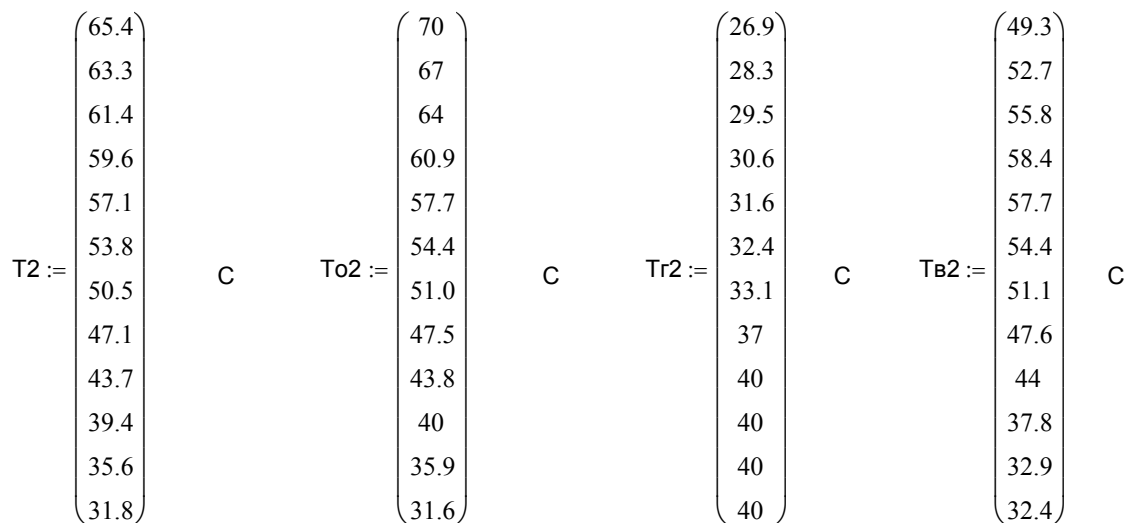


Рис. №6. Температуры сетевой воды

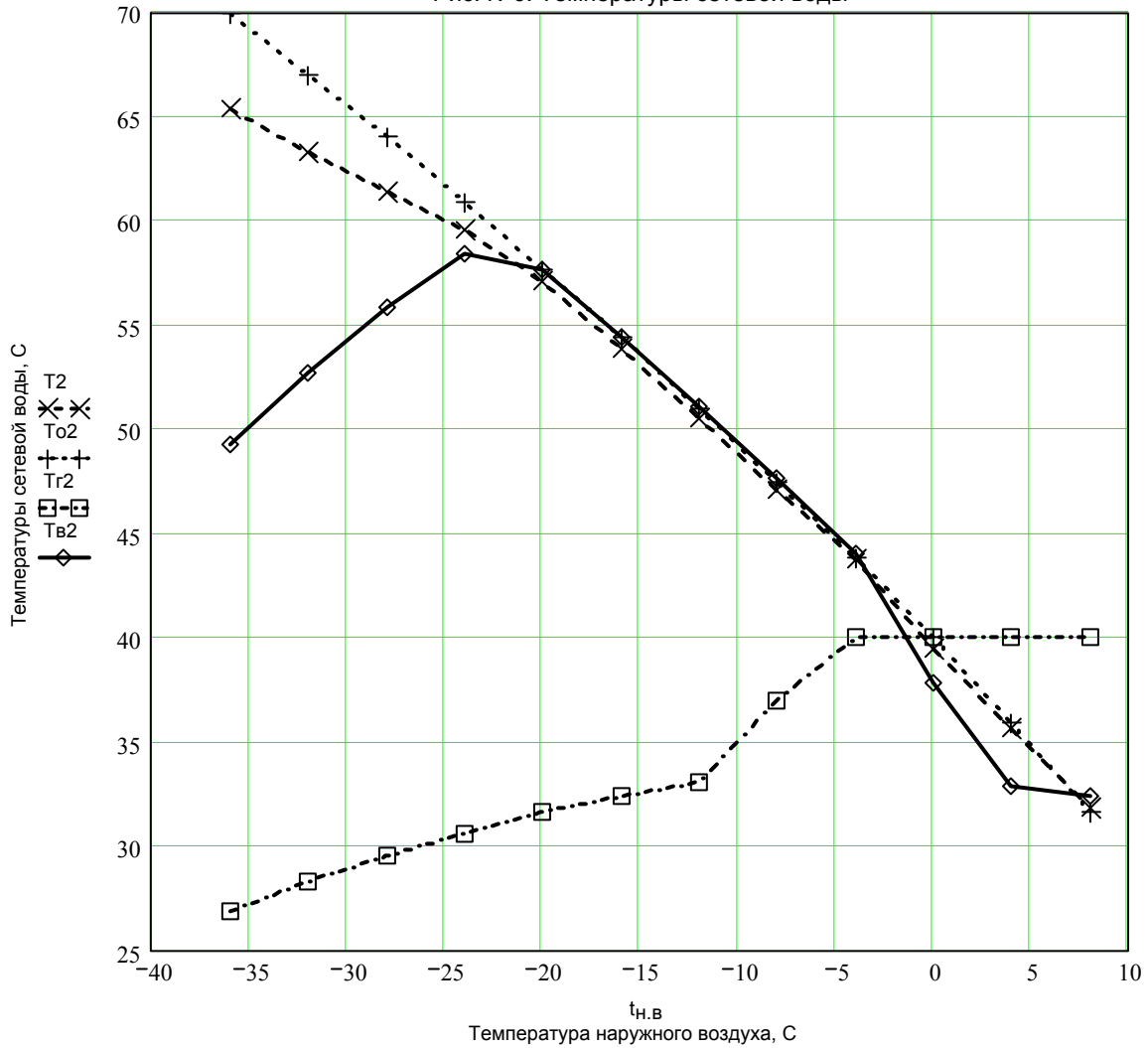


Таблица 6

РАСХОД СЕТЕВОЙ ВОДЫ В СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

ТЕМПЕРАТУРА НАРУЖНОГО ВОЗДУХА $t_{н.в}$ С	РАСХОД СЕТЕВОЙ ВОДЫ В ПОД. ЛИНИИ G_1 КГ/С	РАСХОД СЕТЕВОЙ ВОДЫ НА ОТОПЛЕНИЕ G_o КГ/С	РАСХОД СЕТЕВОЙ ВОДЫ НА ГВС G_r КГ/С	РАСХОД СЕТЕВОЙ ВОДЫ НА КАЛОРИФЕР G_b КГ/С
-36.0	55.305	44.118	.953	10.234
-32.0	56.982	44.118	1.041	11.823
-28.0	59.199	44.118	1.147	13.934
-24.0	62.235	44.118	1.277	16.841
-20.0	64.153	44.118	1.439	18.597
-16.0	64.361	44.118	1.647	18.597
-12.0	64.636	44.118	1.922	18.597
-8.0	65.211	44.118	2.497	18.597
-4.0	66.198	44.118	3.483	18.597
.0	52.013	34.631	3.928	13.454
4.0	35.711	22.991	3.928	8.791
8.0	23.067	14.068	3.928	5.070

Построение графиков зависимости:

$G_1 :=$	55.305 56.982 59.199 62.265 64.153 64.361 64.636 65.211 66.198 52.013 35.711 23.067	$\frac{\text{кг}}{\text{с}}$	$G_0 :=$	44.118 44.118 44.118 44.118 44.118 44.118 44.118 44.118 44.118 44.118 34.631 22.991 14.068	$\frac{\text{кг}}{\text{с}}$	$G_{\Gamma} :=$	0.953 1.041 1.147 1.277 1.439 1.647 1.922 2.497 3.483 3.928 3.928 3.928	$\frac{\text{кг}}{\text{с}}$	$G_B :=$	10.234 11.823 13.934 16.841 18.597 18.597 18.597 18.597 18.597 13.454 8.791 5.07	$\frac{\text{кг}}{\text{с}}$
----------	--	------------------------------	----------	--	------------------------------	-----------------	--	------------------------------	----------	---	------------------------------

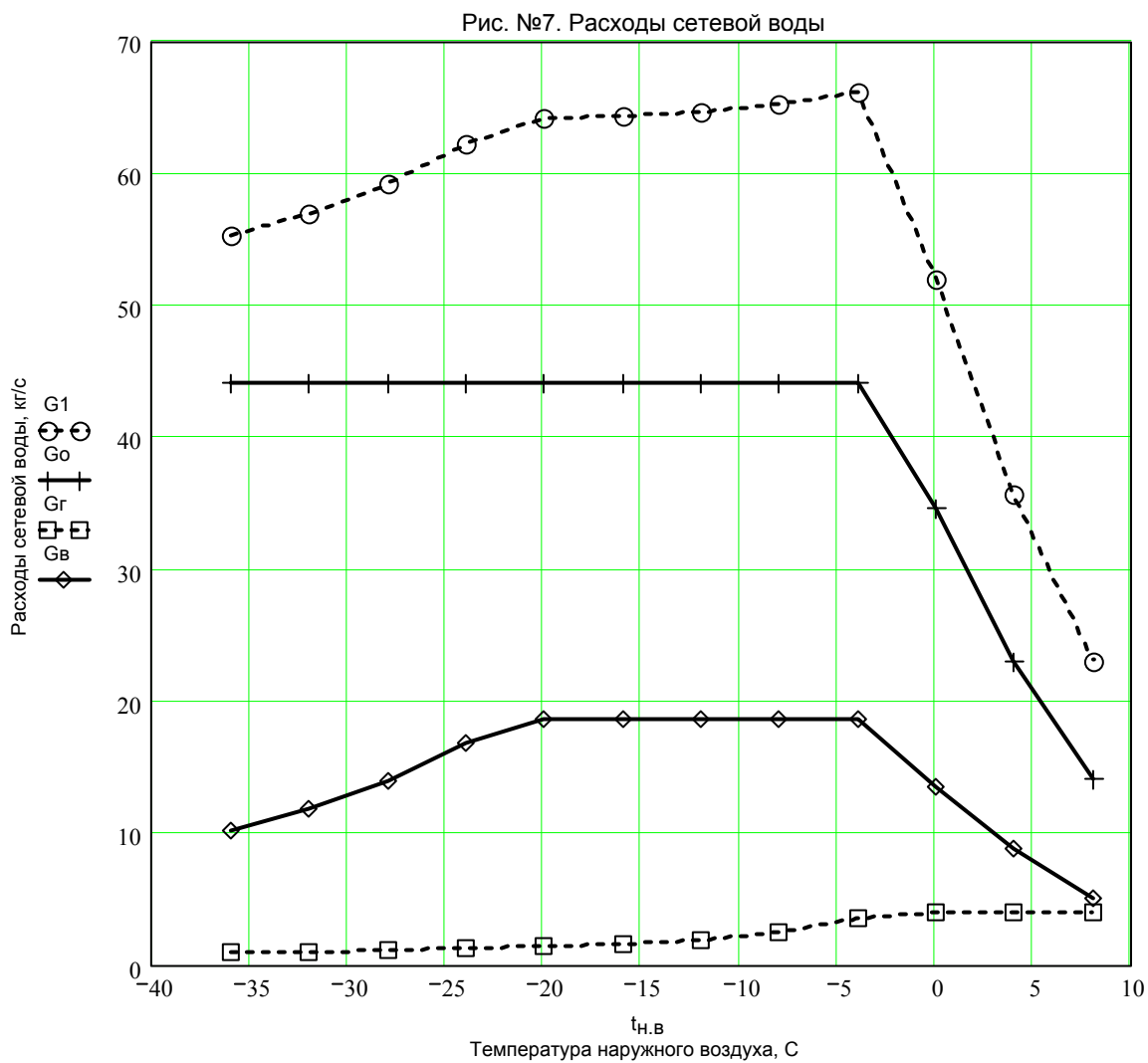
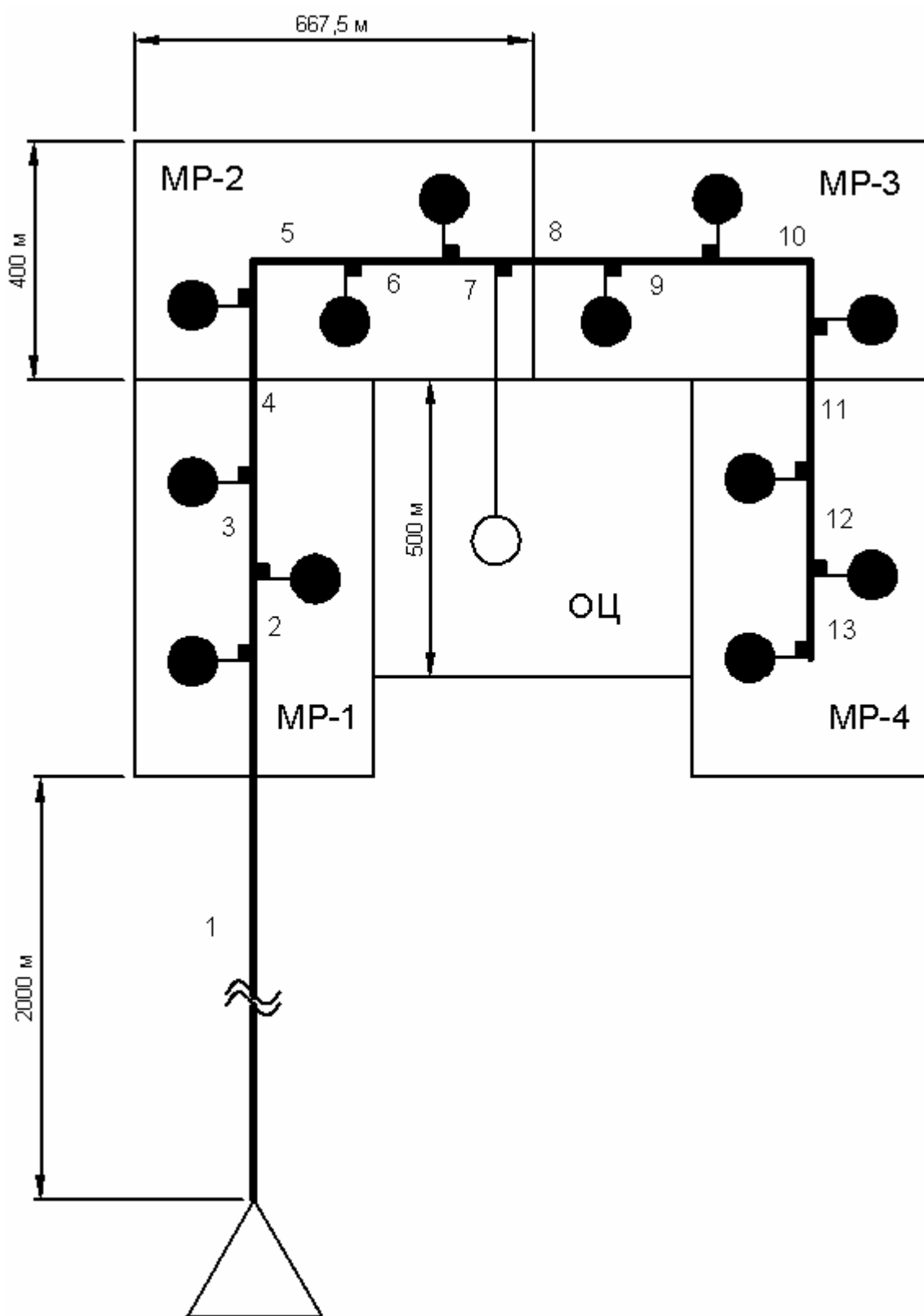


Рис. №8. План района теплоснабжения и трассы теплопроводов.



Гидравлический расчёт водяной тепловой сети

Население района: $\tau := 3000$ чел Плотность жилого фонда: $f_y := 450$ $\frac{\text{м}^2}{\text{га}}$

Обеспеченность жителей площадью: $f_{\text{ж}} := 16$ $\frac{\text{м}^2}{\text{чел}}$

Площадь жилого района - $F_p := \frac{f_{\text{ж}} \cdot \tau}{f_y}$ $F_p = 106.7$ га

Площадь 1 микрорайона - $F_{\text{мп}} = \frac{F_p}{4}$ $F_{\text{мп}} = 26.7$ га

Жилые здания

1. Расчетный расход сетевой воды на отопление жилых зданий:

Расчетная температура в подающей трубе $\tau'_{01} = 130$ °C

Расчетная температура в обратной трубе $\tau'_{02} = 70$ °C

Удельная теплоемкость воды $c = 4.19$ $\frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$ $Q'_0 := 42528$ кВт

$$G'_0 := \frac{Q'_0}{c \cdot (\tau'_{01} - \tau'_{02})} \quad G'_0 = 169 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

2. Максимальный расход воды на горячее водоснабжение:

$$G_{\text{max}_Г} = \frac{Q_{\text{Г.М.З}}}{c \cdot (\tau''_{01} - \tau''_{02})}, \text{ где } Q_{\text{Г.М.З}} := 17283.7 \text{ кВт} - \text{ из предыдущих расчётов} \quad \tau''_{01} := 55 \text{ °C}$$

$$\tau''_{02} := 40 \text{ °C}$$

$$G_{\text{max}_Г} := \frac{Q_{\text{Г.М.З}}}{c \cdot (\tau''_{01} - \tau''_{02})} \quad G_{\text{max}_Г} = 275 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

3. Расчетный расход сетевой воды на отопление и горячее водоснабжение жилых зданий:

$$G_{\text{р}_\text{мп}} := G'_0 + G_{\text{max}_Г}$$

$$G_{\text{р}_\text{мп}} = 444 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$\text{Расход сетевой воды на ГТП: } G_{\text{ГТП}} := \frac{G_{\text{р}_\text{мп}}}{12}; \quad G_{\text{ГТП}} = 37 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Общественные здания

1. Определение расходов сетевой воды на отопление общественных зданий:

$$G'_o = \frac{Q'_o}{c \cdot (\tau'_{o1} - \tau'_{o2})}, \text{ где } Q'_o := 11082.1 \text{ кВт} - \text{ из предыдущих расчётов}$$

$$G'_o := \frac{Q'_o}{c \cdot (\tau'_{o1} - \tau'_{o2})} \quad G'_o = 44.08 \quad \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

2. Максимальный расход воды на горячее водоснабжение:

$$G_{\text{max}_\Gamma} = \frac{Q_{\text{max}_\Gamma}}{c \cdot (\tau''_{o1} - \tau''_{o2})}, \text{ где } Q_{\text{max}_\Gamma} := 1375.8 \text{ кВт} - \text{ из предыдущих расчётов}$$

$\tau''_{o1} := 72$ температура воды в тепловой сети при центральном качественном регулировании по отопительной нагрузке при наружной температуре "излома" температурного графика.

$$\tau''_{o2} := 40$$

$$G_{\text{max}_\Gamma} := \frac{Q_{\text{max}_\Gamma}}{c \cdot (\tau''_{o1} - \tau''_{o2})} \quad G_{\text{max}_\Gamma} = 10.26 \quad \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

3. Расход сетевой воды на вентиляцию:

$$G'_B = \frac{Q'_o}{c \cdot (\tau''_{o1} - \tau''_{o2})}, \text{ где } Q'_o := 3457.1 \text{ кВт} - \text{ из предыдущих расчётов}$$

$\tau''_{o1} := 95.2$ температура сетевой воды на входе в калорифер при расчетной наружной температуре $t_{\text{НВ}} = -36$ градуса

$\tau''_{o2} := 51$ температура сетевой воды на выходе из калорифера при расчетной наружной температуре $t_{\text{НВ}} = -36$ градуса

$$G'_B := \frac{Q'_o}{c \cdot (\tau''_{o1} - \tau''_{o2})} \quad G'_B = 18.67 \quad \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

4. Расчётный расход сетевой воды на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение общественных зданий:

$$G_{p_oц} := G'_o + G_{\text{max}_\Gamma} + G'_B \quad G_{p_oц} = 73.02 \quad \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Суммарный расход сетевой воды от источника (без учёта потерь):

$$G_{\text{общ}} := G_{p_мр} + G_{p_oц} \quad G_{\text{общ}} = 517 \quad \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

В соответствии с выбранной схемой теплоснабжения и трасс трубопроводов района составим таблицу с указанием расходов сетевой воды по участкам, длины участков, сопротивлений и сумм коэффициентов местных сопротивлений на каждом участке.

Номер участка	Длина участка $L, \text{м}$	Расчётный расход на теплоснабжении участка $G_i, \text{кг/с}$	Местные сопротивления i -того участка (СК – сальниковый компенсатор, З – задвижка)	Сумма коэффициентов местных сопротивлений i -того участка $\Sigma \zeta$
1	2194	$G_1 = G_{\text{общ}} = 517$	28×СК+3×З	7.1
2	140	$G_2 = G_{\text{общ}} - G_{\text{ГТП}} = 480$	1×СК+2×З	1.2
3	160	$G_3 = G_2 - G_{\text{ГТП}} = 443$	1×СК+2×З	1.2
4	297	$G_4 = G_3 - G_{\text{ГТП}} = 406$	3×СК+2×З	1.6
5	228	$G_5 = G_4 - G_{\text{ГТП}} = 369$	2×СК+2×З+поворот на 90 градусов	1.7
6	166	$G_6 = G_5 - G_{\text{ГТП}} = 332$	2×СК+2×З	1.4
7	87	$G_7 = G_6 - G_{\text{ГТП}} = 295$	2×СК+2×З	1.4
8	185	$G_8 = G_7 - G_{\text{р}}^{\text{ОП}} = 222$	2×СК+2×З+поворот на 90 градусов	1.7
9	188	$G_9 = G_8 - G_{\text{ГТП}} = 185$	2×СК+2×З	1.4
10	257	$G_{10} = G_9 - G_{\text{ГТП}} = 148$	2×СК+2×З поворот на 90 градусов	1.7
11	266	$G_{11} = G_{10} - G_{\text{ГТП}} = 111$	2×СК+2×З	1,4
12	162	$G_{12} = G_{11} - G_{\text{ГТП}} = 74$	2×СК+2×З	1,4
13	138	$G_{13} = G_{12} - G_{\text{ГТП}} = 37$	2×СК+2×З	1,4

При составлении таблицы использованы следующие положения:

- 1) Запорная арматура (задвижки) устанавливается на выводах из источника теплоснабжения, на ответвлениях и трубопроводах тепловых сетей $D_y \geq 100$ мм на расстоянии не более 1000 м друг от друга (секционирующие задвижки).
- 2) Сальниковые компенсаторы должны размещаться на трубопроводах $D_y = 100$ мм через 70 м, на трубопроводах $D_y = 300$ мм через 100 м, а на трубопроводах $D_y = 1000$ мм через 160 м. Предварительный расчёт показал, что диаметры трубопроводов рассматриваемого района находятся в интервале 300 - 600 мм.
- 3) Коэффициенты местного сопротивления задвижек $\zeta_{\text{задв}} = 0.5$, сальниковых компенсаторов $\zeta_{\text{СК}} = 0.2$ приняты по [1] приложение 10. Из этого же приложения взяты коэффициенты местного сопротивления поворота на 90 градусов $\zeta_{90} = 0.3$ (поворот $R = 4d$, колена гладкие).
- 4) Гидравлический расчёт водяной тепловой сети проведём с использованием программы Gidra и последующей обработкой результатов в среде Mathcad.
- 5) В качестве расчётной выбрана самая протяжённая магистраль: от источника до наиболее удалённого потребителя (ГТП)

Расчёт по программе "GIDRA"

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОДЯНОЙ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

ДЛИНА ГЛАВНОЙ МАГИСТРАЛИ		НАПОР У ИСТОЧНИКА	НАПОР У ПОТРЕБИТЕЛЯ
м		м	м
4470.0		100.0	20.0

НОМЕР УЧАСТКА	РАСХОД ВОДЫ	ДЛИНА УЧАСТКА	КОЭФФИЦИЕНТ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ
	кг/с	м	
1	517.00	2194.0	7.1
2	480.00	140.0	1.2
3	443.00	160.0	1.2
4	406.00	297.0	1.6
5	369.00	228.0	1.7
6	332.00	166.0	1.4
7	295.00	87.0	1.4
8	222.00	185.0	1.7
9	185.00	188.0	1.4
10	148.00	257.0	1.7
11	111.00	266.0	1.4
12	74.00	162.0	1.4
13	37.00	138.0	1.4

Таблица 7

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

НОМЕР УЧАСТКА	ДИАМЕТР УЧАСТКА	ПОТЕРЯ НАПОРА	УДЕЛЬНОЕ ПАДЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ	ДОЛЯ МЕСТНЫХ ПОТЕРЬ	НАПОР В КОНЦЕ УЧАСТКА
	м	м	Па/м		м
1	.612	12.2	48.01	.106	75.6
2	.612	.8	41.39	.282	74.0
3	.514	1.8	88.12	.198	70.5
4	.514	2.6	74.01	.142	65.2
5	.514	1.7	61.14	.197	61.7
6	.466	1.7	82.81	.197	58.3
7	.466	.8	65.38	.376	56.7
8	.408	1.7	74.40	.182	53.3
9	.359	2.2	101.14	.126	48.8
10	.359	1.9	64.73	.112	44.9
11	.309	2.4	80.02	.074	40.1
12	.259	1.7	89.84	.097	36.8
13	.207	1.1	72.84	.086	34.5

$$l := \begin{pmatrix} 0 \\ 2.194 \times 10^3 \\ 2.334 \times 10^3 \\ 2.494 \times 10^3 \\ 2.791 \times 10^3 \\ 3.019 \times 10^3 \\ 3.185 \times 10^3 \\ 3.272 \times 10^3 \\ 3.457 \times 10^3 \\ 3.645 \times 10^3 \\ 3.902 \times 10^3 \\ 4.168 \times 10^3 \\ 4.33 \times 10^3 \\ 4.470 \times 10^3 \end{pmatrix} \quad \text{м} \quad H := \begin{pmatrix} 100 \\ 75.6 \\ 74 \\ 70.5 \\ 65.2 \\ 61.7 \\ 58.3 \\ 56.7 \\ 53.3 \\ 48.8 \\ 44.9 \\ 40.1 \\ 36.8 \\ 34.5 \end{pmatrix} \quad \text{м}$$

ORIGIN:= 1

Верхняя линия графика:

$$H_{\text{в}} := \frac{100}{2} + 20 + \frac{H}{2}$$

H_в =

	1
1	120
2	107.8
3	107
4	105.25
5	102.6
6	100.85
7	99.15
8	98.35
9	96.65
10	94.4
11	92.45
12	90.05
13	88.4
14	87.25

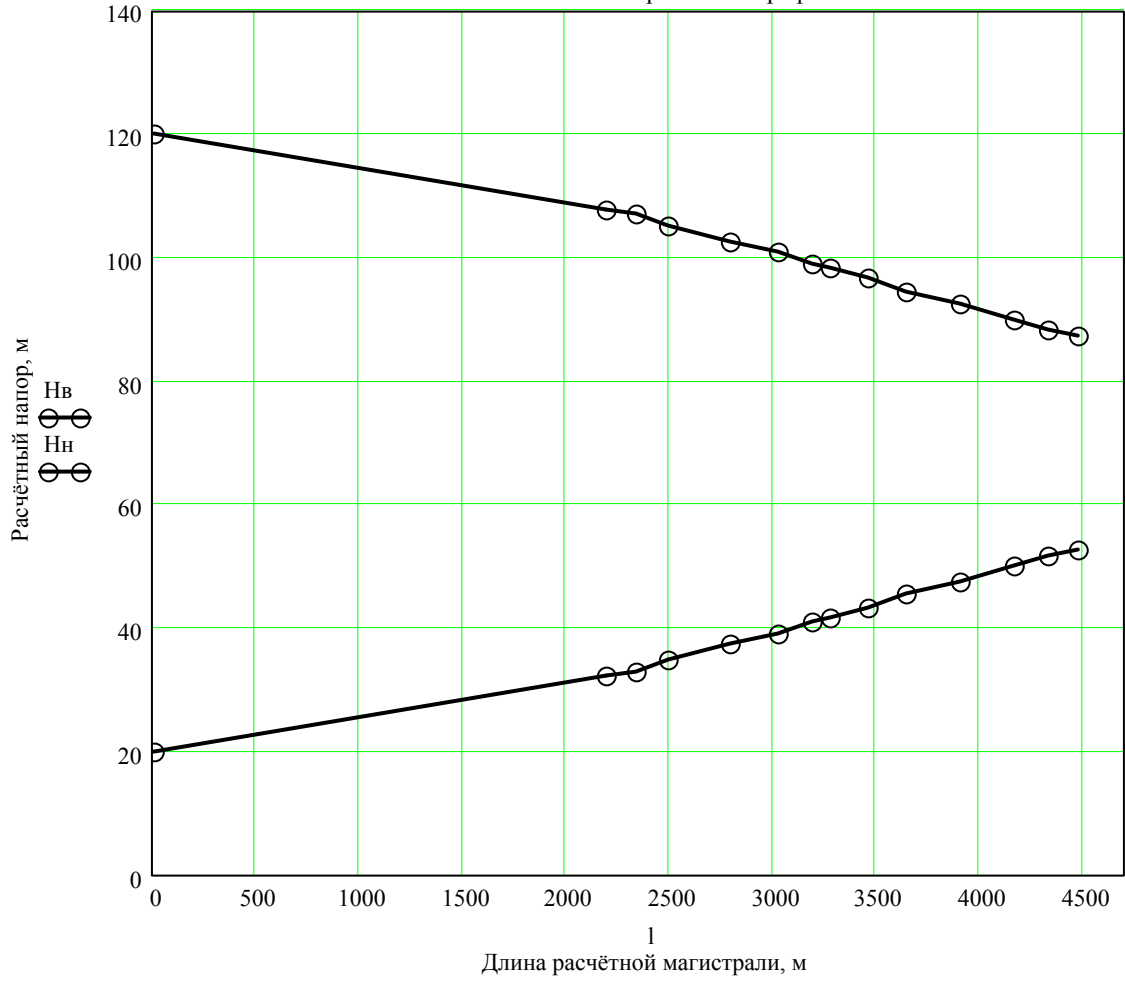
Нижняя линия графика:

$$H_{\text{н}} := \frac{100}{2} + 20 - \frac{H}{2}$$

H_н =

	1
1	120
2	107.8
3	107
4	105.25
5	102.6
6	100.85
7	99.15
8	98.35
9	96.65
10	94.4
11	92.45
12	90.05
13	88.4
14	87.25

Рис. №8. Пьезометрический график.



Список литературы:

1. А.В. Извеков, Ф.А. Поливода. Теплоснабжение жилого района города от ТЭЦ. Методическое пособие. Москва. Издательство МЭИ, 2004
2. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. 7-е изд., перераб. Москва. Издательство МЭИ, 2001