

Приложение  
УТВЕРЖДЕНО  
постановлением администрации Мирного  
от «27» ноября 2023 г. № 2247

**ИЗМЕНЕНИЕ**  
**в схему теплоснабжения городского округа**  
**Архангельской области «Мирный», утвержденную**  
**постановлением администрации Мирного**  
**от 22 июня 2015 года № 1088**

Раздел 12 схемы теплоснабжения городского округа Архангельской области «Мирный», утвержденной постановлением администрации Мирного от 22 июня 2015 года № 1088, изложить в следующей редакции:

**«РАЗДЕЛ 12. ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

Надежность систем централизованного теплоснабжения определяется структурой, параметрами, степенью резервирования и качеством элементов всех ее подсистем – источников тепловой энергии, тепловых сетей, узлов потребления, систем автоматического регулирования, а также уровнем эксплуатации и строительно-монтажных работ.

В силу ряда как удаленных по времени, так и действующих сейчас причин положение в централизованном теплоснабжении характеризуется неудовлетворительным техническим уровнем и низкой экономической эффективностью систем, изношенностью оборудования, недостаточными надежностью теплоснабжения и уровнем комфорта в зданиях, большими потерями тепловой энергии.

Наиболее ненадежным звеном систем теплоснабжения являются тепловые сети, особенно при их подземной прокладке. Это, в первую очередь, обусловлено низким качеством применяемых ранее конструкций теплопроводов, тепловой изоляции, запорной арматуры, недостаточным уровнем автоматического регулирования процессов передачи, распределения и потребления тепловой энергии, а также все увеличивающимся моральным и физическим старением теплопроводов и оборудования из-за хронического

недофинансирования работ по их модернизации и реконструкции. Кроме того, структура тепловых сетей в крупных системах не соответствует их масштабам.

Целью расчета является оценка способности тепловых сетей надежно обеспечивать в течение заданного времени требуемые режимы, параметры и качество теплоснабжения каждого потребителя, а также обоснование необходимости и проверки эффективности реализации мероприятий, повышающих надежность теплоснабжения потребителей тепловой энергии.

В соответствии с указаниями, приведенными в СП 124.13330.2012 «Свод правил. Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003», потребители теплоты по надежности теплоснабжения делятся на три категории:

1) первая категория – потребители, не допускающие перерывов в подаче расчетного количества теплоты и снижения температуры воздуха в помещениях ниже значений, предусмотренных ГОСТ 30494-2011 «Межгосударственный стандарт. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях». Например, больницы, родильные дома, детские дошкольные учреждения с круглосуточным пребыванием детей, картинные галереи, химические и специальные производства, шахты и т.п.;

2) вторая категория – потребители, допускающие снижение температуры в отапливаемых помещениях на период ликвидации аварии, но не более 54 часов, жилые и общественные здания до  $12^{\circ}\text{C}$ , промышленных зданий до  $8^{\circ}\text{C}$ ;

3) третья категория – остальные потребители.

Способность проектируемых и действующих источников теплоты, тепловых сетей и в целом СЦТ обеспечивать в течение заданного времени требуемые режимы, параметры и качество теплоснабжения (отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, а также технологических потребностей предприятий в паре и горячей воде) следует определять по трем показателям (критериям): вероятности безотказной работы [Р]; коэффициенту готовности [Кг] и живучести [Ж].

Минимально допустимые показатели вероятности безотказной работы следует принимать:

- 1) для источника теплоты – 0,97;
- 2) для тепловых сетей – 0,9;
- 3) для потребителя теплоты – 0,99.

Минимально допустимый показатель вероятности безотказной работы системы централизованного теплоснабжения в целом следует принимать равным 0,86.

Готовность системы теплоснабжения к исправной работе в течение отопительного периода определяется по числу часов ожидания готовности источника теплоты, тепловых сетей, потребителей теплоты, а также числу часов нерасчетных температур наружного воздуха в данной местности. Минимально допустимый показатель готовности системы централизованного теплоснабжения к исправной работе принимается равным 0,97.

### **12.1 Метод и результаты обработки данных по отказам участков тепловых сетей (аварийным ситуациям), средней частоты отказов участков тепловых сетей (аварийных ситуаций) в каждой системе теплоснабжения**

Расчет и оценка показателей надежности системы теплоснабжения выполняется в соответствии с приложением 18 Методических указаний по разработке схем теплоснабжения, утвержденных Приказом Минэнерго России от 05.03.2019 № 212 «Об утверждении Методических указаний по разработке схем теплоснабжения».

Расчет вероятности безотказной работы (ВБР) тепловой сети по отношению к каждому потребителю рекомендуется выполнять с применением приведенного ниже алгоритма:

- 1) определить путь передачи теплоносителя от источника до потребителя, по отношению к которому выполняется расчет вероятности безотказной работы тепловой сети;
- 2) на первом этапе расчета устанавливается перечень участков теплопроводов, составляющих этот путь;

3) для каждого участка тепловой сети устанавливаются: год его ввода в эксплуатацию; диаметр и протяженность;

4) на основе обработки данных по отказам и восстановлением (времени, затраченном на ремонт участка) всех участков тепловых сетей за несколько лет их работы устанавливаются следующие зависимости.

Ниже приведены основные расчетные зависимости, используемые при расчете показателей надежности систем теплоснабжения:

1. Интенсивность отказов теплопровода  $\lambda$  с учетом времени его эксплуатации:

$$\lambda = \lambda^{\text{нач}} \cdot (0,1 \cdot \tau^{\text{экспл}})^{\alpha-1}, 1/(\text{км} \cdot \text{ч}), \quad (1)$$

где:  $\lambda^{\text{нач}}$  – начальная интенсивность отказов теплопровода, соответствующая периоду нормальной эксплуатации,  $1/(\text{км} \cdot \text{ч})$ ;

$\tau^{\text{экспл}}$  – продолжительность эксплуатации участка, лет;

$\alpha$  – коэффициент, учитывающий продолжительность эксплуатации участка,

$$\alpha = \begin{cases} 0,8 & \text{при } 0 < \tau^{\text{экспл}} \leq 3 \\ 1 & \text{при } 3 < \tau^{\text{экспл}} \leq 17 \\ 0,5 \cdot e^{\left(\frac{\tau^{\text{экспл}}}{20}\right)} & \text{при } \tau^{\text{экспл}} > 17 \end{cases} \quad (2)$$

2. Параметр потока отказов участков ТС:

$$\omega = \lambda \cdot L, 1/\text{ч}, \quad (3)$$

где:  $L$  – длина участка ТС, км.

3. Среднее время до восстановления участков ТС:

$$z^{\text{в}} = a \cdot [1 + (b + c \cdot L_{\text{сз}}) \cdot d^{1,2}], \text{ч}, \quad (4)$$

где:  $L_{\text{сз}}$  – расстояние между секционирующими задвижками, км;

$d$  – диаметр теплопровода, м.

Значения коэффициентов  $a$ ,  $b$ ,  $c$  для формулы (4), приведенные в таблице № 1, получены на основе численных значений времени восстановления теплопроводов в зависимости от их диаметров, рекомендуемых СНиП 41-02-2003.

Таблица № 1 «Значения коэффициентов а, b и с в формуле (4)»

№ п/п	Коэффициент	а	б	с
1	Значение	2.91256074780734	20.8877641154199	-1.87928919400643

Расстояния  $L_{сз}$  между СЗ должны соответствовать требованиям СНиП 41–02–2003 и приниматься в соответствии с таблицей № 2.

Таблица № 2 «Расстояния между СЗ в метрах и место их расположения»

№ п/п	Диаметр теплопровода, м	Диаметр не изменяется		Диаметр изменяется	
		ответвлений нет	ответвления есть	ответвлений нет	ответвления есть
1	до 0,4	1000	непосредственно за ответвлением, расстояние до ближайшей СЗ не более 1000 м	непосредственно за местом изменения диаметра, расстояние до ближайшей СЗ не более 1000 м	непосредственно за ответвлением, на теплопроводе меньшего диаметра, расстояние до ближайшей СЗ не более 1000 м
2	от 0,4 до 0,6	1500	непосредственно за ответвлением, расстояние до ближайшей СЗ не более 1500 м	непосредственно за местом изменения диаметра, расстояние до ближайшей СЗ не более 1000 м	непосредственно за ответвлением, на теплопроводе меньшего диаметра, расстояние до ближайшей СЗ не более 1000 м
3	от 0,6 до 0,9	3000	непосредственно за ответвлением, расстояние до ближайшей СЗ не более 3000 м	непосредственно за местом изменения диаметра, расстояние до ближайшей СЗ в соответствии с меньшим диаметром (не более 1000 м, 1500 м)	непосредственно за ответвлением, на теплопроводе меньшего диаметра, расстояние до ближайшей СЗ в соответствии с меньшим диаметром (не более 1000 м, 1500 м)
4	более 0,9	5000	непосредственно за ответвлением, расстояние до ближайшей СЗ не более 5000 м	непосредственно за местом изменения диаметра, расстояние до ближайшей СЗ в соответствии с меньшим диаметром (не более 1000 м, 1500 м, 3000 м)	непосредственно за ответвлением, на теплопроводе меньшего диаметра, расстояние до ближайшей СЗ в соответствии с меньшим диаметром (не более 1000 м, 1500 м, 3000 м)

Если в результате анализа выявляется несоответствие принятым условиям, то в расчете среднего времени восстановления количество секционирующих задвижек и расстояние между ними условно принимается равным такому, при котором обеспечивается выполнение этих условий. Установка дополнительных задвижек включается в рекомендации.

4. Интенсивность восстановления элементов ТС:

$$\mu = \frac{1}{z^B}, 1/\text{ч} \quad (5)$$

5. Стационарная вероятность рабочего состояния сети:

$$p_0 = \left(1 + \sum_{i=1}^N \frac{\omega_i}{\mu_i}\right)^{-1}, \quad (6)$$

где:  $N$  – число элементов ТС.

6. Вероятность состояния сети, соответствующая отказу  $f$ -го элемента:

$$p_f = \frac{\omega_f}{\mu_f} \cdot p_0 \quad (7)$$

7. Температура воздуха в здании  $j$ -го потребителя в конце периода восстановления  $f$ -го элемента:

$$t_{j,f}^B = t^{\text{HP}} + \frac{t_j^{\text{BP}} - t^{\text{HP}} - \bar{q}_{j,f} \cdot (t_j^{\text{BP}} - t^{\text{HP}})}{e^{\left(\frac{z_f^B}{\beta_j}\right)}} + \bar{q}_{j,f} \cdot (t_j^{\text{BP}} - t^{\text{HP}}), \text{ } ^\circ\text{C} \quad (8)$$

где:  $t_j^{\text{BP}}$  – расчетная температура воздуха в здании  $j$ -го потребителя,  $^\circ\text{C}$ ;

$t^{\text{HP}}$  – расчетная для отопления температура наружного воздуха,  $^\circ\text{C}$ ;

$q_{j,f}$  – часовой расход тепла у  $j$ -го потребителя при отказе  $f$ -го элемента при  $t^{\text{HP}}$ , Гкал/ч;

$q_j^{\text{P}}$  – расчетная часовая нагрузка  $j$ -го потребителя при  $t^{\text{HP}}$ , Гкал/ч;

$\bar{q}_{j,f} = \frac{q_{j,f}}{q_j^{\text{P}}}$  – относительный часовой расход тепла у  $j$ -го потребителя при отказе  $f$ -го элемента при  $t^{\text{HP}}$ ;

$z_f^B$  – время восстановления  $f$ -го элемента ТС, ч;

$\beta_j$  – коэффициент тепловой аккумуляции здания  $j$ -го потребителя, ч.

8. Коэффициент готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения  $j$ -го потребителя (определяется для каждого потребителя расчетной схемы ТС):

$$K_j = p_0 + \sum_{f \in F_j} p_f, \quad (9)$$

где:  $F_j$  - множество элементов ТС, выход которых в аварию не нарушает расчетный уровень теплоснабжения  $j$ -го потребителя.

9. Вероятность безотказного теплоснабжения  $j$ -го потребителя – вероятность обеспечения в течение отопительного периода температуры воздуха в здании  $j$ -го потребителя не ниже минимально допустимого значения (определяется для каждого потребителя расчетной схемы ТС):

$$P_j = e^{-[p_0 \cdot \sum_f (\omega_f \cdot \tau_{j,f}^{\text{пав}})]}, \quad (10)$$

где:  $\tau_{j,f}^{\text{пав}}$  – продолжительность (число часов) стояния в течение отопительного периода температуры наружного воздуха  $t^{\text{н}}$  ниже  $t_{j,f}^{\text{пав}}$  – температура наружного воздуха, при которой время восстановления  $f$ -го элемента  $Z_f^{\text{в}}$  равно временному резерву  $j$ -го потребителя, т.е. времени снижения температуры воздуха в здании  $j$ -го потребителя до минимально допустимого значения  $t_{j,\text{min}}^{\text{в}}$ .

9.1 Температура наружного воздуха  $t_{j,f}^{\text{пав}}$ , при которой время восстановления  $f$ -го элемента равно временному резерву  $j$ -го потребителя:

При  $\bar{q}_{j,f} = 0$  ( $j$ -ый потребитель при аварии на  $f$ -ом участке не получает тепло):

$$t_{j,f}^{\text{пав}} = \frac{t_j^{\text{вп}} - t_{j,\text{min}}^{\text{в}} \cdot e^{\left(\frac{Z_f^{\text{в}}}{\beta_j}\right)}}{1 - e^{\left(\frac{Z_f^{\text{в}}}{\beta_j}\right)}}, \quad (11)$$

При  $\bar{q}_{j,f} > 0$ :

$$t_{j,f}^{\text{пав}} = \frac{t_j^{\text{вп}} - \bar{q}_{j,f} \cdot (t_j^{\text{вп}} - t^{\text{нп}}) - (t_{j,\text{min}}^{\text{в}} - \bar{q}_{j,f} \cdot (t_j^{\text{вп}} - t^{\text{нп}})) \cdot e^{\left(\frac{Z_f^{\text{в}}}{\beta_j}\right)}}{1 - e^{\left(\frac{Z_f^{\text{в}}}{\beta_j}\right)}}, \quad (12)$$

Здесь  $t_{j\min}^B$  – минимально допустимая температура воздуха в здании  $j$ -го потребителя,  $^{\circ}\text{C}$ .

Продолжительности стояния температур наружного воздуха принимаются по СП 131.13330.2020 «Свод правил. Строительная климатология. СНиП 23-01-99\*».

9.2 Правила определения  $\tau_{j,f}^{\text{рав}}$  – числа часов стояния температуры наружного воздуха ниже  $t_{j,f}^{\text{рав}}$ .

Если  $t_{j,f}^{\text{рав}}$  оказывается равной или выше плюс  $8^{\circ}\text{C}$  (начало отопительного сезона), это означает, что отказ  $f$ -го элемента нарушает пониженный уровень теплоснабжения  $j$ -го потребителя при любой температуре наружного воздуха и в формуле (10) величина  $\tau_{j,f}^{\text{рав}}$  берется равной продолжительности отопительного периода.

Если  $t_{j,f}^{\text{рав}}$  оказывается равной  $t^{\text{НР}}$ , отказ  $f$ -го элемента влияет на теплоснабжение  $j$ -го потребителя только при температурах ниже расчетных и  $\tau_{j,f}^{\text{рав}}$  в формуле (10) берется равной  $\tau^{\text{мин}}$  – числу часов стояния температуре наружного воздуха ниже  $t^{\text{НР}}$ .

Если  $t_{j,f}^{\text{рав}} < t^{\text{мин}}$  (минимальная температура наружного воздуха), отказ  $f$ -го элемента не влияет на теплоснабжение  $j$ -го потребителя и в формуле (10)  $\tau_{j,f}^{\text{рав}}$  берется равной нулю.

Если  $t^{\text{мин}} < t_{j,f}^{\text{рав}} < t^{\text{НР}}$ , то  $\tau_{j,f}^{\text{рав}} = \frac{t^{\text{НР}} - t_{j,f}^{\text{рав}}}{t^{\text{НР}} - t^{\text{мин}}} \times \tau^{\text{мин}}$ .

Если  $t^{\text{НР}} < t_{j,f}^{\text{рав}} < +8^{\circ}\text{C}$ , то  $0 < \tau_{j,f}^{\text{рав}} < \tau^{\text{от}}$  и значение  $\tau_{j,f}^{\text{рав}}$  определяется по графику продолжительностей стояния температур (график Россандера):

$$\tau_{j,f}^{\text{рав}} = \tau^{\text{хол}} + (\tau^{\text{от}} - \tau^{\text{хол}}) \cdot \left( \frac{t_{j,f}^{\text{рав}} - t^{\text{НР}}}{8 - t^{\text{НР}}} \right)^{\frac{t^{\text{Н ср}} - t^{\text{НР}}}{8 - t^{\text{Н ср}}}}, \quad (13)$$

$\tau^{\text{хол}}$  – повторяемость температуры наружного воздуха ниже расчетной для отопления, ч;

$\tau^{\text{от}}$  – продолжительность отопительного периода, ч;



$t^{н ср}$  - средняя за отопительный период температура наружного воздуха, °С.

Расчет выполняется для каждого участка, входящего в путь от источника до самого удаленного абонента:

- 1) вычисляется время ликвидации повреждения на  $i$ -м участке;
- 2) по каждой градации повторяемости температур вычисляется допустимое время проведения ремонта;
- 3) вычисляется относительная и накопленная частота событий, при которых время снижения температуры до критических значений меньше, чем время ремонта повреждения;
- 4) вычисляются относительные доли и поток отказов участка тепловой сети, способный привести к снижению температуры в отапливаемом помещении до температуры плюс 12 °С.

### 12.1.1 Расчет вероятности безотказной работы тепловых сетей

Вероятности безотказной работы рассчитываются относительно тепловых камер, в которых к магистральным теплопроводам присоединены ответвления, обеспечивающие передачу тепловой энергии от магистрального теплопровода в городской район (микрорайон, планировочный квартал, кадастровый квартал).

Вероятности безотказной работы рассчитываются для всех магистральных теплопроводов, от источника теплоснабжения до наиболее удаленных потребителей. Основные пути для расчета вероятности безотказной работы системы теплоснабжения приведены в таблице № 3.

Таблица № 3 «Расчетные пути для определения вероятности безотказной работы тепловых сетей»

Номер пути	Расчетный путь для оценки надежности тепловых сетей г. Мирный	
	Начальная камера расчетного пути	Конечная камера расчетного пути
1	Котельная №3	ТК (ГАУ АО «Патриот» УМЦ «Авангард», ул. Заозерная, 26)
2	Котельная №3	ТК (ул. Ленина, 1)
3	Котельная №3	ТК (ГДО, ул. Ленина, 22)
4	Котельная №3	ТК (Кинотеатр, ул. Ленина, 36)
5	Котельная №3	ТК (ул. Циргвава, 4)

**Тепловая сеть г. Мирный (расчетный путь № 1 от котельной № 3 до определяющего потребителя (ГАУ АО «Патриот» УМЦ «Авангард», ул. Заозерная, д. 26))**

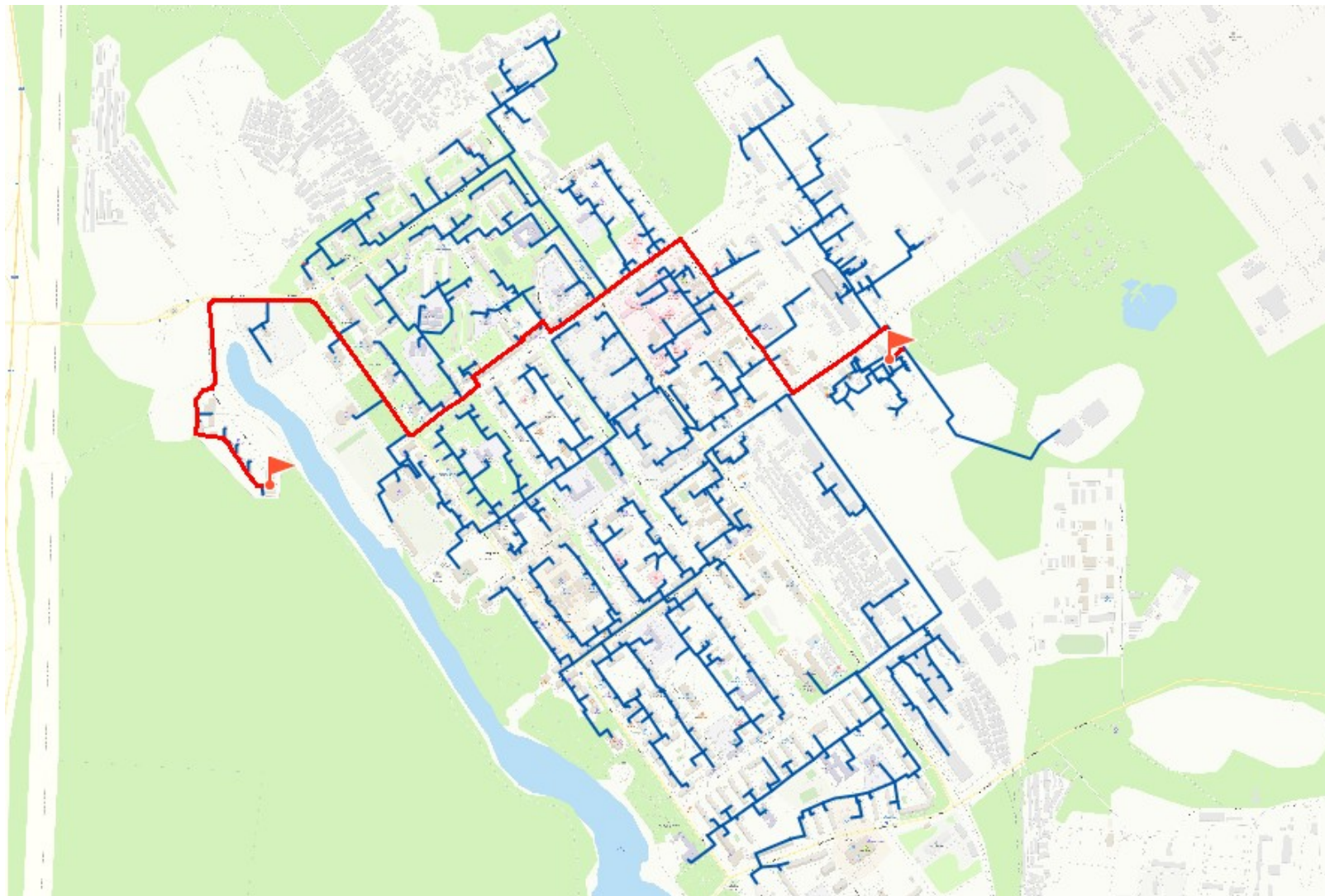


Рисунок 1 - Путь для расчёта вероятности безотказной работы тепловых сетей (расчетный путь № 1)

Таблица № 4 «Изменение расчётных показателей вероятности безотказной работы магистральной тепловой сети»

№ участка	Длина участка, м	Диаметр участка, м	Год последней реконструкции	Продолжительность эксплуатации	Интенсивность отказов $\lambda$ , 1/(км·ч)	Поток отказов, $\omega$ , 1/ч	Расстояние между секционирующими задвижками, $L_{сз}$	Среднее время восстановления участка тепловой сети, $z^э$ , ч	Интенсивность восстановления участка, $\mu$ , 1/ч	Вероятность $P_f$	Температура воздуха в здании потребителя в конце периода восстановления участка, $t_{j,f}^э$ , °С	Температура наружного воздуха $t_{j,f}^{рав}$ , °С	Число часов стояния температуры наружного воздуха ниже $t_{j,f}^{рав}$ , $t_{j,f}^{рав}$
1	19,10	0,60	1987	36,00	0,000076259	0,0000015	1500	31,422	0,032	0,000046	-8,29	5,3	3075
2	59,00	0,60	1987	36,00	0,000076259	0,0000045	1500	31,422	0,032	0,000141	-8,29	5,3	3075
3	416,40	0,60	1987	36,00	0,000076259	0,0000318	1500	31,422	0,032	0,000994	-8,29	5,3	3075
4	16,60	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000016	1500	25,820	0,039	0,000042	-4,73	3,2	2745
5	21,90	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000022	1500	25,820	0,039	0,000056	-4,73	3,2	2745
6	50,00	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000049	1500	25,820	0,039	0,000127	-4,73	3,2	2745
7	42,10	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000042	1500	25,820	0,039	0,000107	-4,73	3,2	2745
8	46,40	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000046	1500	25,820	0,039	0,000118	-4,73	3,2	2745
9	119,10	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000118	1500	25,820	0,039	0,000303	-4,73	3,2	2745
10	127,90	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000126	1500	25,820	0,039	0,000325	-4,73	3,2	2745
11	107,90	0,40	1997	26,00	0,000012654	0,0000014	1000	21,350	0,047	0,000029	-1,51	0,7	2379
12	47,20	0,40	1997	26,00	0,000012654	0,0000006	1000	21,350	0,047	0,000013	-1,51	0,7	2379
13	86,20	0,40	1993	30,00	0,000022280	0,0000019	1000	21,350	0,047	0,000041	-1,51	0,7	2379
14	110,00	0,40	1993	30,00	0,000022280	0,0000025	1000	21,350	0,047	0,000052	-1,51	0,7	2379
15	266,10	0,40	1993	30,00	0,000022280	0,0000059	1000	21,350	0,047	0,000126	-1,51	0,7	2379
16	29,50	0,40	1993	30,00	0,000022280	0,0000007	1000	21,350	0,047	0,000014	-1,51	0,7	2379
17	49,40	0,40	1997	26,00	0,000012654	0,0000006	1000	21,350	0,047	0,000013	-1,51	0,7	2379
18	43,40	0,40	1994	29,00	0,000019015	0,0000008	1000	21,350	0,047	0,000018	-1,51	0,7	2379
19	35,90	0,40	1994	29,00	0,000019015	0,0000007	1000	21,350	0,047	0,000015	-1,51	0,7	2379
20	19,60	0,40	1994	29,00	0,000019015	0,0000004	1000	21,350	0,047	0,000008	-1,51	0,7	2379
21	36,00	0,40	1997	26,00	0,000012654	0,0000005	1000	21,350	0,047	0,000010	-1,51	0,7	2379
22	89,00	0,35	1994	29,00	0,000019015	0,0000017	1000	18,620	0,054	0,000031	0,65	-1,5	2090
23	45,00	0,35	1994	29,00	0,000019015	0,0000009	1000	18,620	0,054	0,000016	0,65	-1,5	2090
24	65,10	0,35	1994	29,00	0,000019015	0,0000012	1000	18,620	0,054	0,000023	0,65	-1,5	2090
25	57,44	0,25	1994	29,00	0,000019015	0,0000011	1000	13,402	0,075	0,000015	5,20	-8,1	1339

№ участка	Длина участка, м	Диаметр участка, м	Год последней реконструкции	Продолжительность эксплуатации	Интенсивность отказов $\lambda$ , 1/(км·ч)	Поток отказов, $\omega$ , 1/ч	Расстояние между секционирующими задвижками, $L_{сз}$	Среднее время восстановления участка тепловой сети, $z^2$ , ч	Интенсивность восстановления участка, $\mu$ , 1/ч	Вероятность $P_f$	Температура воздуха в здании потребителя в конце периода восстановления участка, $t_{j,f}^2$ , °C	Температура наружного воздуха $t_{j,f}^{раб}$ , °C	Число часов стояния температуры наружного воздуха ниже $t_{j,f}^{раб}$ , $t_{j,f}^{раб}$
26	78,60	0,25	1994	29,00	0,000019015	0,0000015	1000	13,402	0,075	0,000020	5,20	-8,1	1339
27	24,70	0,25	1994	29,00	0,000019015	0,0000005	1000	13,402	0,075	0,000006	5,20	-8,1	1339
28	120,00	0,20	1985	38,00	0,000130100	0,0000156	1000	10,938	0,091	0,000170	7,56	-13,4	876
29	119,00	0,20	1984	39,00	0,000174588	0,0000208	1000	10,938	0,091	0,000226	7,56	-13,4	876
30	317,30	0,15	1996	27,00	0,000014338	0,0000045	1000	8,595	0,116	0,000039	9,95	-21,4	420
31	210,00	0,15	1994	29,00	0,000019015	0,0000040	1000	8,595	0,116	0,000034	9,95	-21,4	420
32	65,70	0,15	1996	27,00	0,000014338	0,0000009	1000	8,595	0,116	0,000008	9,95	-21,4	420
33	15,00	0,15	1994	29,00	0,000019015	0,0000003	1000	8,595	0,116	0,000002	9,95	-21,4	420
34	496,20	0,13	1994	29,00	0,000019015	0,0000094	1000	7,478	0,134	0,000070	11,13	-26,9	259
35	39,50	0,10	1995	28,00	0,000016420	0,0000006	1000	6,406	0,156	0,000004	12,31	-34,1	9
36	39,20	0,10	1995	28,00	0,000016420	0,0000006	1000	6,406	0,156	0,000004	12,31	-34,1	9
37	102,80	0,10	1995	28,00	0,000016420	0,0000017	1000	6,406	0,156	0,000011	12,31	-34,1	9
38	27,80	0,10	1995	28,00	0,000016420	0,0000005	1000	6,406	0,156	0,000003	12,31	-34,1	9
39	38,10	0,08	1997	26,00	0,000012654	0,0000005	1000	5,585	0,179	0,000003	13,22	-41,4	0
40	26,40	0,08	1997	26,00	0,000012654	0,0000003	1000	5,585	0,179	0,000002	13,22	-41,4	0
41	28,60	0,07	1997	26,00	0,000012654	0,0000004	1000	5,189	0,193	0,000002	13,67	-45,8	0
42	66,40	0,07	1997	26,00	0,000012654	0,0000008	1000	5,189	0,193	0,000004	13,67	-45,8	0
<b>Вероятность безотказного теплоснабжения потребителя</b>													<b>0,72754</b>
<b>Коэффициент готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителя</b>													<b>0,996709</b>

Вероятность безотказной работы систем теплоснабжения (по расчетному пути № 1) не соответствует нормативным требованиям. Коэффициент готовности систем теплоснабжения (по расчетному пути № 1) соответствует нормативным требованиям. Для обеспечения надежного теплоснабжения потребителей рекомендуется заменить изношенные участки тепловых сетей, а также своевременно проводить текущие и плановые ремонты объектов системы теплоснабжения.



**Тепловая сеть г. Мирный (расчетный путь № 2 от котельной № 3 до определяющего потребителя (жилой дом, ул. Ленина, д. 1))**

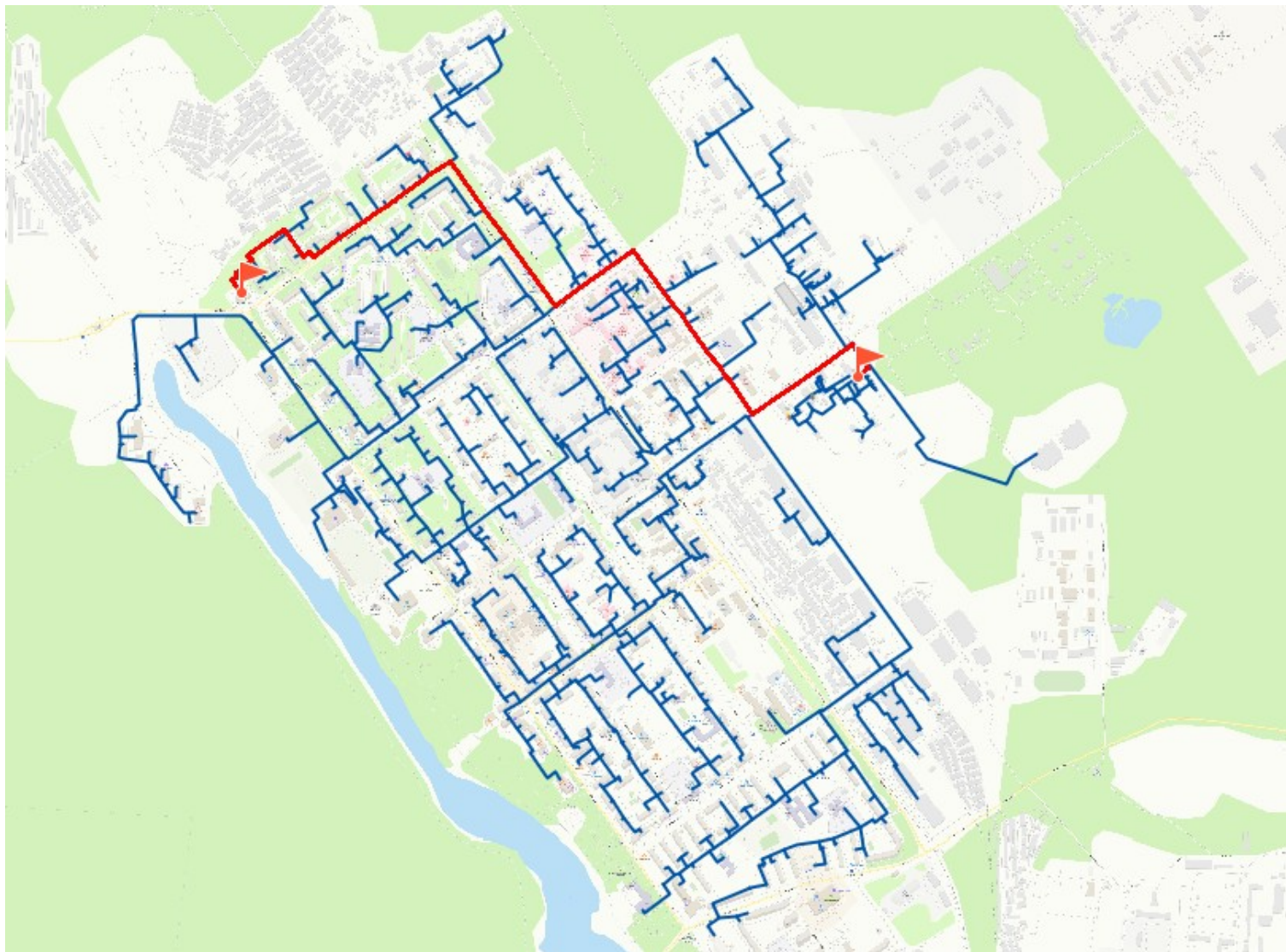


Рисунок 2 - Путь для расчёта вероятности безотказной работы тепловых сетей (расчетный путь № 2)

Таблица № 5 «Изменение расчётных показателей вероятности безотказной работы магистральной тепловой сети»

№ участка	Длина участка, м	Диаметр участка, м	Год последней реконструкции	Продолжительность эксплуатации	Интенсивность отказов $\lambda$ , 1/(км·ч)	Поток отказов, $\omega$ , 1/ч	Расстояние между секционирующими задвижками, $L_{сз}$	Среднее время восстановления участка тепловой сети, $z^E$ , ч	Интенсивность восстановления участка, $\mu$ , 1/ч	Вероятность $P_f$	Температура воздуха в здании потребителя в конце периода восстановления участка, $t_{j,f}^z$ , °C	Температура наружного воздуха $t_{j,f}^{pae}$ , °C	Число часов стояния температуры наружного воздуха ниже $t_{j,f}^{pae}$ , $t_{j,f}^z$
1	19,10	0,60	1987	36,00	0,000076259	0,0000015	1500	31,422	0,032	0,000046	-8,29	5,3	3075
2	416,40	0,60	1987	36,00	0,000076259	0,0000318	1500	31,422	0,032	0,000995	-8,29	5,3	3075
3	59,00	0,60	1987	36,00	0,000076259	0,0000045	1500	31,422	0,032	0,000141	-8,29	5,3	3075
4	127,90	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000126	1500	25,820	0,039	0,000325	-4,73	3,2	2745
5	119,10	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000118	1500	25,820	0,039	0,000303	-4,73	3,2	2745
6	46,40	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000046	1500	25,820	0,039	0,000118	-4,73	3,2	2745
7	42,10	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000042	1500	25,820	0,039	0,000107	-4,73	3,2	2745
8	21,90	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000022	1500	25,820	0,039	0,000056	-4,73	3,2	2745
9	16,60	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000016	1500	25,820	0,039	0,000042	-4,73	3,2	2745
10	50,00	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000049	1500	25,820	0,039	0,000127	-4,73	3,2	2745
11	86,20	0,40	1993	30,00	0,000022280	0,0000019	1000	21,350	0,047	0,000041	-1,51	0,7	2379
12	266,10	0,40	1993	30,00	0,000022280	0,0000059	1000	21,350	0,047	0,000126	-1,51	0,7	2379
13	29,50	0,40	1993	30,00	0,000022280	0,0000007	1000	21,350	0,047	0,000014	-1,51	0,7	2379
14	109,40	0,40	1995	28,00	0,000016420	0,0000018	1000	21,350	0,047	0,000038	-1,51	0,7	2379
15	189,30	0,40	1995	28,00	0,000016420	0,0000031	1000	21,350	0,047	0,000066	-1,51	0,7	2379
16	251,60	0,40	1995	28,00	0,000016420	0,0000041	1000	21,350	0,047	0,000088	-1,51	0,7	2379
17	110,00	0,40	1993	30,00	0,000022280	0,0000025	1000	21,350	0,047	0,000052	-1,51	0,7	2379
18	67,60	0,25	1987	36,00	0,000076259	0,0000052	1000	13,402	0,075	0,000069	5,20	-8,1	1339
19	41,10	0,25	1987	36,00	0,000076259	0,0000031	1000	13,402	0,075	0,000042	5,20	-8,1	1339
20	86,30	0,25	1987	36,00	0,000076259	0,0000066	1000	13,402	0,075	0,000088	5,20	-8,1	1339
21	48,10	0,25	1987	36,00	0,000076259	0,0000037	1000	13,402	0,075	0,000049	5,20	-8,1	1339
22	68,00	0,20	1997	26,00	0,000012654	0,0000009	1000	10,938	0,091	0,000009	7,56	-13,4	876
23	69,20	0,20	1997	26,00	0,000012654	0,0000009	1000	10,938	0,091	0,000010	7,56	-13,4	876
24	77,10	0,20	1997	26,00	0,000012654	0,0000010	1000	10,938	0,091	0,000011	7,56	-13,4	876
25	27,60	0,20	1997	26,00	0,000012654	0,0000003	1000	10,938	0,091	0,000004	7,56	-13,4	876

№ участка	Длина участка, м	Диаметр участка, м	Год последней реконструкции	Продолжительность эксплуатации	Интенсивность отказов $\lambda$ , 1/(км·ч)	Поток отказов, $\omega$ , 1/ч	Расстояние между секционирующими задвижками, $L_{сз}$	Среднее время восстановление участка тепловой сети, $z^э$ , ч	Интенсивность восстановления участка, $\mu$ , 1/ч	Вероятность $P_f$	Температура воздуха в здании потребителя в конце периода восстановления участка, $t_{j,f}^э$ , °C	Температура наружного воздуха $t_{j,f}^{pав}$ , °C	Число часов стояния температуры наружного воздуха ниже $t_{j,f}^{pав}$ , $t_{j,f}^{pав}$
26	90,10	0,13	1995	28,00	0,000016420	0,0000015	1000	7,478	0,134	0,000011	11,13	-26,9	259
27	41,50	0,13	1983	40,00	0,000238859	0,0000099	1000	7,478	0,134	0,000074	11,13	-26,9	259
28	194,00	0,10	1995	28,00	0,000016420	0,0000032	1000	6,406	0,156	0,000020	12,31	-34,1	9
29	71,30	0,08	1997	26,00	0,000012654	0,0000009	1000	5,585	0,179	0,000005	13,22	-41,4	0
30	67,30	0,08	1997	26,00	0,000012654	0,0000009	1000	5,585	0,179	0,000005	13,22	-41,4	0
<b>Вероятность безотказного теплоснабжения потребителя</b>												<b>0,73493</b>	
<b>Коэффициент готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителя</b>												<b>0,996919</b>	

Вероятность безотказной работы систем теплоснабжения (по расчетному пути № 2) не соответствует нормативным требованиям. Коэффициент готовности систем теплоснабжения (по расчетному пути № 2) соответствует нормативным требованиям. Для обеспечения надежного теплоснабжения потребителей рекомендуется заменить изношенные участки тепловых сетей, а также своевременно проводить текущие и плановые ремонты объектов системы теплоснабжения.



**Тепловая сеть г. Мирный (расчетный путь № 3 от котельной № 3 до определяющего потребителя (ГДО, ул. Ленина, д. 22))**

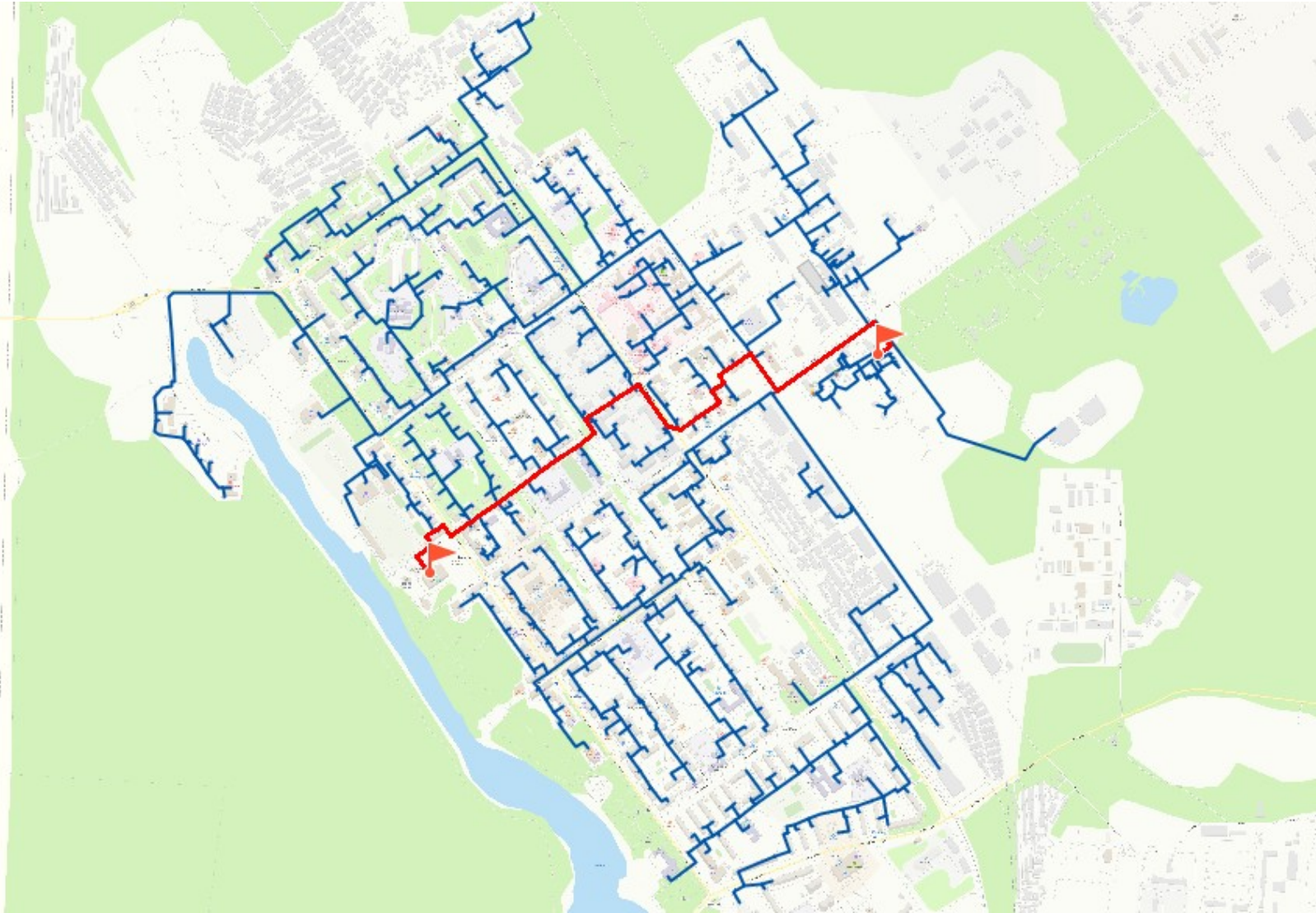


Рисунок 3 - Путь для расчёта вероятности безотказной работы тепловых сетей (расчетный путь № 3)



Таблица № 6 «Изменение расчётных показателей вероятности безотказной работы магистральной тепловой сети»

№ участка	Длина участка, м	Диаметр участка, м	Год последней реконструкции	Продолжительность эксплуатации	Интенсивность отказов $\lambda$ , 1/(км·ч)	Поток отказов, $\omega$ , 1/ч	Расстояние между секционирующими задвижками, $L_{сз}$	Среднее время восстановления участка тепловой сети, $z^z$ , ч	Интенсивность восстановления участка, $\mu$ , 1/ч	Вероятность $P_f$	Температура воздуха в здании потребителя в конце периода восстановления участка, $t_{j,f}^z$ , °C	Температура наружного воздуха $t_{j,f}^{рав}$ , °C	Число часов стояния температуры наружного воздуха ниже $t_{j,f}^{рав}$
1	19,10	0,60	1987	36,00	0,000076259	0,0000015	1500	31,422	0,032	0,000046	-8,29	5,3	3075
2	416,40	0,60	1987	36,00	0,000076259	0,0000318	1500	31,422	0,032	0,000995	-8,29	5,3	3075
	59,00	0,60	1987	36,00	0,000076259	0,0000045	1500	31,422	0,032	0,000141	-8,29	5,3	3075
4	127,90	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000126	1500	25,820	0,039	0,000325	-4,73	3,2	2745
5	21,90	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000022	1500	25,820	0,039	0,000056	-4,73	3,2	2745
6	42,30	0,40	1986	37,00	0,000098742	0,0000042	1000	21,350	0,047	0,000089	-1,51	0,7	2379
7	74,80	0,40	1986	37,00	0,000098742	0,0000074	1000	21,350	0,047	0,000157	-1,51	0,7	2379
8	28,40	0,40	1986	37,00	0,000098742	0,0000028	1000	21,350	0,047	0,000060	-1,51	0,7	2379
9	53,70	0,40	1996	27,00	0,000014338	0,0000008	1000	21,350	0,047	0,000016	-1,51	0,7	2379
10	48,00	0,35	1996	27,00	0,000014338	0,0000007	1000	18,620	0,054	0,000013	0,65	-1,5	2090
11	66,70	0,35	1996	27,00	0,000014338	0,0000010	1000	18,620	0,054	0,000018	0,65	-1,5	2090
12	25,60	0,35	1996	27,00	0,000014338	0,0000004	1000	18,620	0,054	0,000007	0,65	-1,5	2090
13	90,60	0,35	1996	27,00	0,000014338	0,0000013	1000	18,620	0,054	0,000024	0,65	-1,5	2090
14	8,30	0,35	1996	27,00	0,000014338	0,0000001	1000	18,620	0,054	0,000002	0,65	-1,5	2090
15	84,90	0,30	1985	38,00	0,000130100	0,0000110	1000	15,967	0,063	0,000176	2,89	-4,3	1746
16	19,10	0,30	1985	38,00	0,000130100	0,0000025	1000	15,967	0,063	0,000040	2,89	-4,3	1746
17	16,60	0,30	1985	38,00	0,000130100	0,0000022	1000	15,967	0,063	0,000034	2,89	-4,3	1746
18	51,80	0,30	1985	38,00	0,000130100	0,0000067	1000	15,967	0,063	0,000107	2,89	-4,3	1746
19	23,80	0,30	1985	38,00	0,000130100	0,0000031	1000	15,967	0,063	0,000049	2,89	-4,3	1746
20	191,10	0,30	1985	38,00	0,000130100	0,0000249	1000	15,967	0,063	0,000396	2,89	-4,3	1746
21	13,74	0,30	1985	38,00	0,000130100	0,0000018	1000	15,967	0,063	0,000028	2,89	-4,3	1746
22	75,00	0,25	1994	29,00	0,000019015	0,0000014	1000	13,402	0,075	0,000019	5,20	-8,1	1339
23	112,40	0,25	1994	29,00	0,000019015	0,0000021	1000	13,402	0,075	0,000029	5,20	-8,1	1339
24	14,40	0,20	1994	29,00	0,000019015	0,0000003	1000	10,938	0,091	0,000003	7,56	-13,4	876
25	25,60	0,20	1994	29,00	0,000019015	0,0000005	1000	10,938	0,091	0,000005	7,56	-13,4	876

№ участка	Длина участка, м	Диаметр участка, м	Год последней реконструкции	Продолжительность эксплуатации	Интенсивность отказов $\lambda$ , 1/(км·ч)	Поток отказов, $\omega$ , 1/ч	Расстояние между секционирующими задвижками, $L_{сз}$	Среднее время восстановление участка тепловой сети, $z^2$ , ч	Интенсивность восстановления участка, $\mu$ , 1/ч	Вероятность $P_f$	Температура воздуха в здании потребителя в конце периода восстановления участка, $t_{j,f}^2$ , °C	Температура наружного воздуха $t_{j,f}^{рав}$ , °C	Число часов стояния температуры наружного воздуха ниже $t_{j,f}^{рав}$ , $\tau_{j,f}^{рав}$
26	99,70	0,20	1994	29,00	0,000019015	0,0000019	1000	10,938	0,091	0,000021	7,56	-13,4	876
27	44,20	0,20	1994	29,00	0,000019015	0,0000008	1000	10,938	0,091	0,000009	7,56	-13,4	876
28	84,04	0,20	1994	29,00	0,000019015	0,0000016	1000	10,938	0,091	0,000017	7,56	-13,4	876
29	59,20	0,20	1997	26,00	0,000012654	0,0000007	1000	10,938	0,091	0,000008	7,56	-13,4	876
30	55,70	0,15	1995	28,00	0,000016420	0,0000009	1000	8,595	0,116	0,000008	9,95	-21,4	420
31	9,50	0,15	1995	28,00	0,000016420	0,0000002	1000	8,595	0,116	0,000001	9,95	-21,4	420
32	56,30	0,15	1995	28,00	0,000016420	0,0000009	1000	8,595	0,116	0,000008	9,95	-21,4	420
33	181,10	0,10	1995	28,00	0,000016420	0,0000030	1000	6,406	0,156	0,000019	12,31	-34,1	9
<b>Вероятность безотказного теплоснабжения потребителя</b>												<b>0,74029</b>	
<b>Коэффициент готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителя</b>												<b>0,997074</b>	

Вероятность безотказной работы систем теплоснабжения (по расчетному пути № 3) не соответствует нормативным требованиям. Коэффициент готовности систем теплоснабжения (по расчетному пути № 3) соответствует нормативным требованиям. Для обеспечения надежного теплоснабжения потребителей рекомендуется заменить изношенные участки тепловых сетей, а также своевременно проводить текущие и плановые ремонты объектов системы теплоснабжения.

**Тепловая сеть г. Мирный (расчетный путь № 4 от котельной № 3 до определяющего потребителя  
(Кинотеатр, ул. Ленина, 36))**

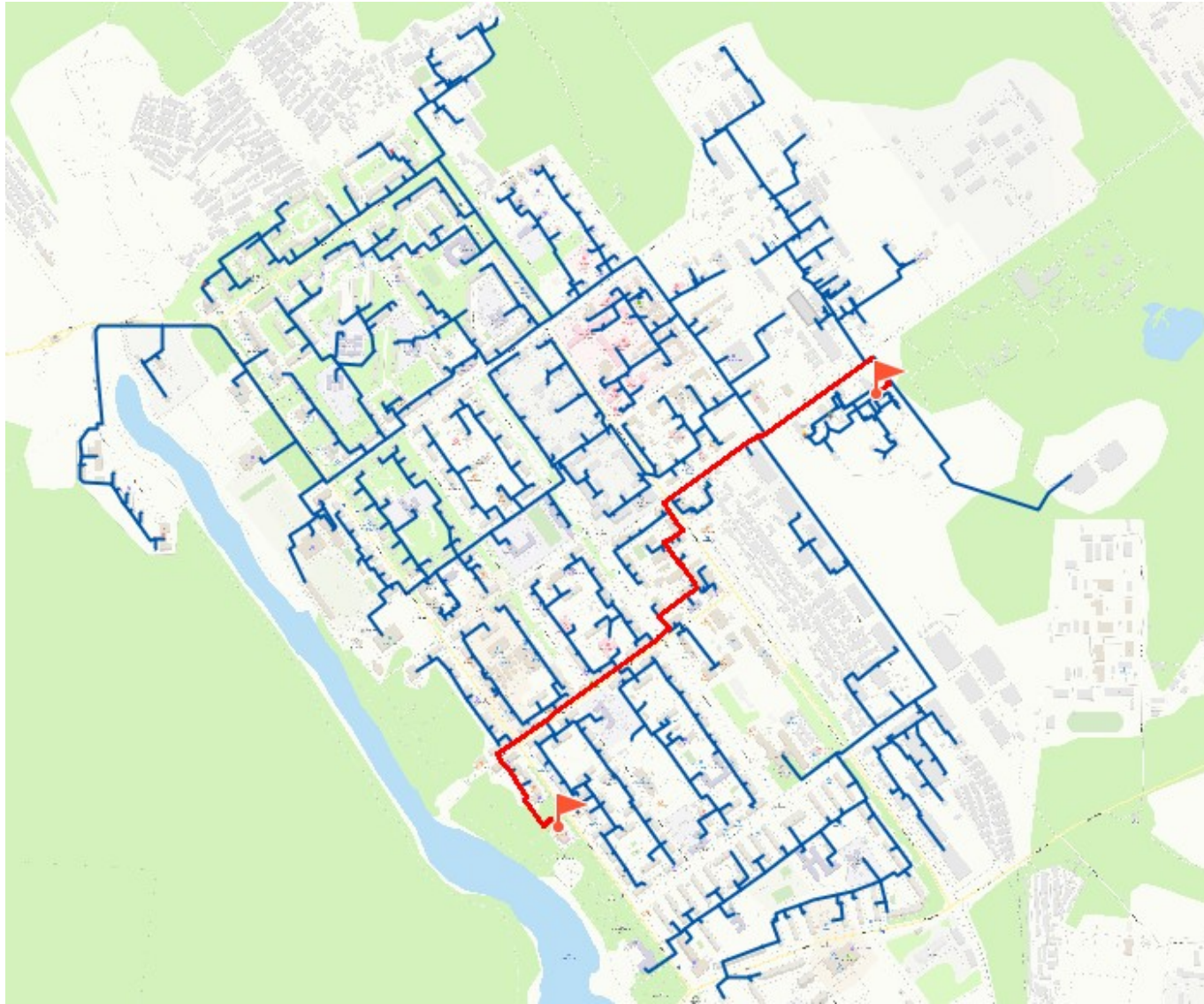


Рисунок 4 - Путь для расчёта вероятности безотказной работы тепловых сетей (расчетный путь № 4)  
Таблица № 7 «Изменение расчётных показателей вероятности безотказной работы магистральной тепловой сети»

№ участка	Длина участка, м	Диаметр участка, м	Год последней реконструкции	Продолжительность эксплуатации	Интенсивность отказов $\lambda$ , 1/(км·ч)	Поток отказов, $\omega$ , 1/ч	Расстояние между секционирующими задвижками, $L_{сз}$	Среднее время восстановление участка тепловой сети, $z^2$ , ч	Интенсивность восстановления участка, $\mu$ , 1/ч	Вероятность $P_f$	Температура воздуха в здании потребителя в конце периода восстановления участка, $t_{j,f}^z$ , °C	Температура наружного воздуха $t_{j,f}^{pав}$ , °C	Число часов стояния температуры наружного воздуха ниже $t_{j,f}^{pав}$
1	416,40	0,60	1987	36,00	0,000076259	0,0000318	1500	31,422	0,032	0,000995	-8,29	5,3	3075
2	59,00	0,60	1987	36,00	0,000076259	0,0000045	1500	31,422	0,032	0,000141	-8,29	5,3	3075
3	19,10	0,60	1987	36,00	0,000076259	0,0000015	1500	31,422	0,032	0,000046	-8,29	5,3	3075
4	10,80	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000011	1500	25,820	0,039	0,000027	-4,73	3,2	2745
5	229,33	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000226	1500	25,820	0,039	0,000583	-4,73	3,2	2745
6	48,24	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000048	1500	25,820	0,039	0,000123	-4,73	3,2	2745
7	40,60	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000040	1500	25,820	0,039	0,000103	-4,73	3,2	2745
8	15,00	0,35	1996	27,00	0,000014338	0,0000002	1000	18,620	0,054	0,000004	0,65	-1,5	2090
9	114,20	0,35	1996	27,00	0,000014338	0,0000016	1000	18,620	0,054	0,000030	0,65	-1,5	2090
10	191,20	0,35	1996	27,00	0,000014338	0,0000027	1000	18,620	0,054	0,000051	0,65	-1,5	2090
11	29,30	0,35	1996	27,00	0,000014338	0,0000004	1000	18,620	0,054	0,000008	0,65	-1,5	2090
12	61,20	0,35	1996	27,00	0,000014338	0,0000009	1000	18,620	0,054	0,000016	0,65	-1,5	2090
13	23,50	0,35	1996	27,00	0,000014338	0,0000003	1000	18,620	0,054	0,000006	0,65	-1,5	2090
14	15,00	0,35	1996	27,00	0,000014338	0,0000002	1000	18,620	0,054	0,000004	0,65	-1,5	2090
15	18,30	0,35	1996	27,00	0,000014338	0,0000003	1000	18,620	0,054	0,000005	0,65	-1,5	2090
16	55,00	0,35	1994	29,00	0,000019015	0,0000010	1000	18,620	0,054	0,000019	0,65	-1,5	2090
17	75,34	0,30	1985	38,00	0,000130100	0,0000098	1000	15,967	0,063	0,000156	2,89	-4,3	1746
18	109,10	0,30	1985	38,00	0,000130100	0,0000142	1000	15,967	0,063	0,000226	2,89	-4,3	1746
19	26,30	0,30	1997	26,00	0,000012654	0,0000003	1000	15,967	0,063	0,000005	2,89	-4,3	1746
20	21,20	0,25	1997	26,00	0,000012654	0,0000003	1000	13,402	0,075	0,000004	5,20	-8,1	1339
21	210,10	0,25	1997	26,00	0,000012654	0,0000027	1000	13,402	0,075	0,000036	5,20	-8,1	1339
22	120,90	0,20	1997	26,00	0,000012654	0,0000015	1000	10,938	0,091	0,000017	7,56	-13,4	876
23	43,19	0,10	1985	38,00	0,000130100	0,0000056	1000	6,406	0,156	0,000036	12,31	-34,1	9
24	38,54	0,10	1985	38,00	0,000130100	0,0000050	1000	6,406	0,156	0,000032	12,31	-34,1	9
25	60,00	0,10	1985	38,00	0,000130100	0,0000078	1000	6,406	0,156	0,000050	12,31	-34,1	9
26	174,70	0,07	1985	38,00	0,000130100	0,0000227	1000	5,189	0,193	0,000118	13,67	-45,8	0
<b>Вероятность безотказного теплоснабжения потребителя</b>												<b>0,76455</b>	
<b>Коэффициент готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителя</b>												<b>0,997160</b>	

Вероятность безотказной работы систем теплоснабжения (по расчетному пути № 4) не соответствует нормативным требованиям. Коэффициент готовности систем теплоснабжения (по расчетному пути № 4) соответствует нормативным требованиям. Для обеспечения надежного теплоснабжения потребителей рекомендуется заменить изношенные участки тепловых сетей, а также своевременно проводить текущие и плановые ремонты объектов системы теплоснабжения.

**Тепловая сеть г. Мирный (расчетный путь № 5 от котельной № 3 до определяющего потребителя  
(жилой дом, ул. Циргвава, д. 4))**



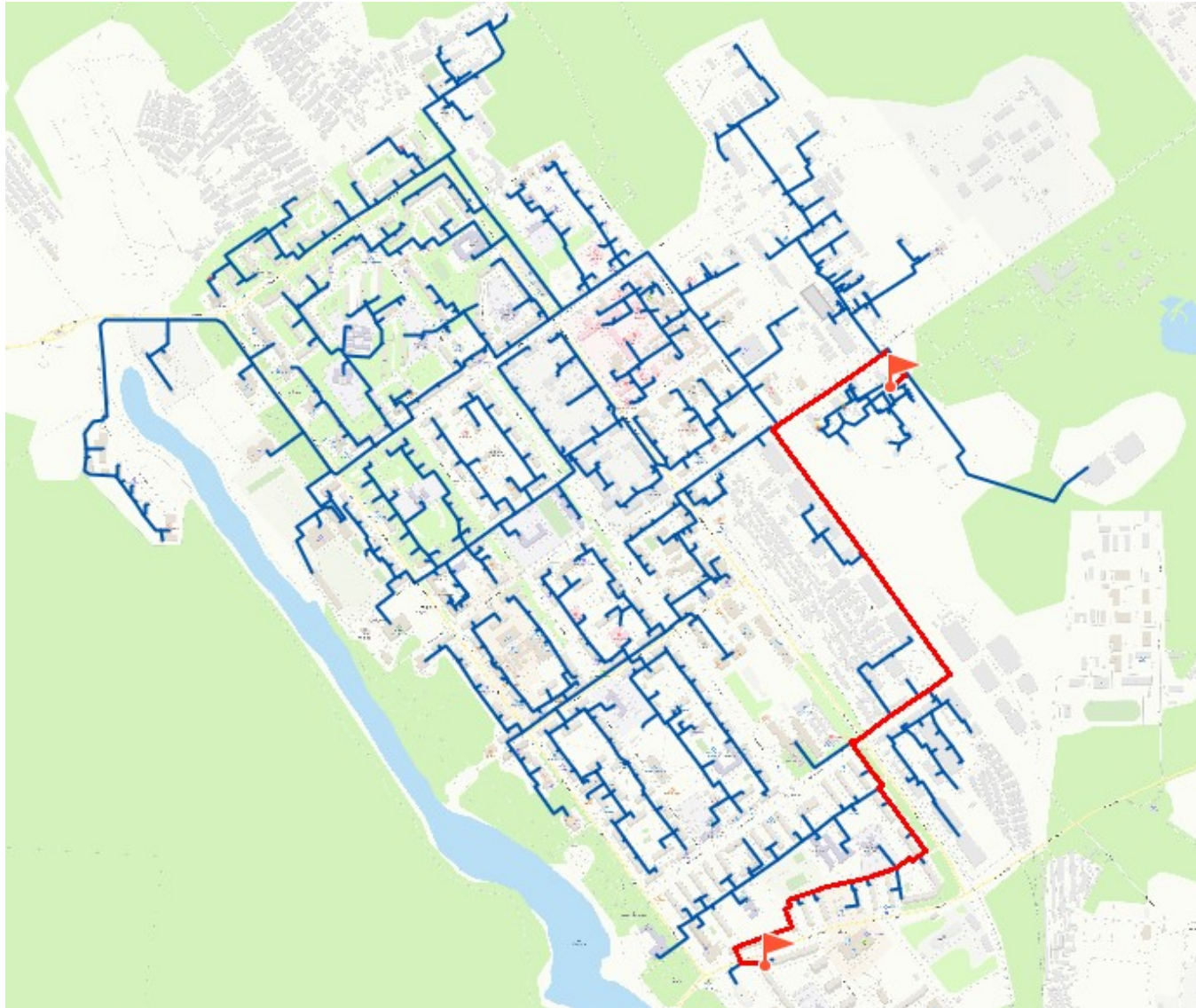


Рисунок 5 - Путь для расчёта вероятности безотказной работы тепловых сетей (расчетный путь № 5)

Таблица № 8 «Изменение расчётных показателей вероятности безотказной работы магистральной тепловой сети»



№ участка	Длина участка, м	Диаметр участка, м	Год последней реконструкции	Продолжительность эксплуатации	Интенсивность отказов $\lambda$ , 1/(км·ч)	Поток отказов, $\omega$ , 1/ч	Расстояние между секциями ирующими задвижками, $L_{сз}$	Среднее время восстановление участка тепловой сети, $z^2$ , ч	Интенсивность восстановления участка, $\mu$ , 1/ч	Вероятность $P_f$	Температура воздуха в здании потребителя в конце периода восстановления участка, $t_{j,f}^2$ , °C	Температура наружного воздуха $t_{j,f}^{pab}$ , °C	Число часов стояния температуры наружного воздуха ниже $t_{j,f}^{pab}$ , $t_{j,f}^{pab}$
1	59,00	0,60	1987	36,00	0,000076259	0,0000045	1500	31,422	0,032	0,000141	-8,29	5,3	3075
2	19,10	0,60	1987	36,00	0,000076259	0,0000015	1500	31,422	0,032	0,000046	-8,29	5,3	3075
3	416,40	0,60	1987	36,00	0,000076259	0,0000318	1500	31,422	0,032	0,000994	-8,29	5,3	3075
4	119,10	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000118	1500	25,820	0,039	0,000302	-4,73	3,2	2745
5	10,80	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000011	1500	25,820	0,039	0,000027	-4,73	3,2	2745
6	50,00	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000049	1500	25,820	0,039	0,000127	-4,73	3,2	2745
7	42,10	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000042	1500	25,820	0,039	0,000107	-4,73	3,2	2745
8	127,90	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000126	1500	25,820	0,039	0,000325	-4,73	3,2	2745
9	46,40	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000046	1500	25,820	0,039	0,000118	-4,73	3,2	2745
10	16,60	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000016	1500	25,820	0,039	0,000042	-4,73	3,2	2745
11	21,90	0,50	1986	37,00	0,000098742	0,0000022	1500	25,820	0,039	0,000056	-4,73	3,2	2745
12	100,20	0,40	1995	28,00	0,000016420	0,0000016	1000	21,350	0,047	0,000035	-1,51	0,7	2379
13	35,90	0,40	1994	29,00	0,000019015	0,0000007	1000	21,350	0,047	0,000015	-1,51	0,7	2379
14	43,40	0,40	1994	29,00	0,000019015	0,0000008	1000	21,350	0,047	0,000018	-1,51	0,7	2379
15	19,60	0,40	1994	29,00	0,000019015	0,0000004	1000	21,350	0,047	0,000008	-1,51	0,7	2379
16	64,10	0,40	1995	28,00	0,000016420	0,0000011	1000	21,350	0,047	0,000022	-1,51	0,7	2379
17	112,20	0,40	1995	28,00	0,000016420	0,0000018	1000	21,350	0,047	0,000039	-1,51	0,7	2379
18	161,00	0,40	1995	28,00	0,000016420	0,0000026	1000	21,350	0,047	0,000056	-1,51	0,7	2379
19	35,40	0,40	1995	28,00	0,000016420	0,0000006	1000	21,350	0,047	0,000012	-1,51	0,7	2379
20	499,80	0,40	1995	28,00	0,000016420	0,0000082	1000	21,350	0,047	0,000174	-1,51	0,7	2379
21	343,60	0,40	1995	28,00	0,000016420	0,0000056	1000	21,350	0,047	0,000120	-1,51	0,7	2379
22	36,00	0,40	1997	26,00	0,000012654	0,0000005	1000	21,350	0,047	0,000010	-1,51	0,7	2379
23	49,40	0,40	1997	26,00	0,000012654	0,0000006	1000	21,350	0,047	0,000013	-1,51	0,7	2379
24	29,50	0,40	1993	30,00	0,000022280	0,0000007	1000	21,350	0,047	0,000014	-1,51	0,7	2379
25	266,10	0,40	1993	30,00	0,000022280	0,0000059	1000	21,350	0,047	0,000126	-1,51	0,7	2379
26	86,20	0,40	1993	30,00	0,000022280	0,0000019	1000	21,350	0,047	0,000041	-1,51	0,7	2379
27	47,20	0,40	1997	26,00	0,000012654	0,0000006	1000	21,350	0,047	0,000013	-1,51	0,7	2379

№ участка	Длина участка, м	Диаметр участка, м	Год последней реконструкции	Продолжительность эксплуатации	Интенсивность отказов $\lambda$ , 1/(км·ч)	Поток отказов, $\omega$ , 1/ч	Расстояние между секциями ирующими задвижками, $L_{сз}$	Среднее время восстановление участка тепловой сети, $z^2$ , ч	Интенсивность восстановления участка, $\mu$ , 1/ч	Вероятность $P_f$	Температура воздуха в здании потребителя в конце периода восстановления участка, $t_{j,f}^2$ , °C	Температура наружного воздуха $t_{j,f}^{pав}$ , °C	Число часов стояния температуры наружного воздуха ниже $t_{j,f}^{pав}$ , $t_{j,f}^{pав}$
28	107,90	0,40	1997	26,00	0,000012654	0,0000014	1000	21,350	0,047	0,000029	-1,51	0,7	2379
29	110,00	0,40	1993	30,00	0,000022280	0,0000025	1000	21,350	0,047	0,000052	-1,51	0,7	2379
30	65,10	0,35	1994	29,00	0,000019015	0,0000012	1000	18,620	0,054	0,000023	0,65	-1,5	2090
31	89,00	0,35	1994	29,00	0,000019015	0,0000017	1000	18,620	0,054	0,000031	0,65	-1,5	2090
32	45,00	0,35	1994	29,00	0,000019015	0,0000009	1000	18,620	0,054	0,000016	0,65	-1,5	2090
33	78,60	0,25	1994	29,00	0,000019015	0,0000015	1000	13,402	0,075	0,000020	5,20	-8,1	1339
34	57,44	0,25	1994	29,00	0,000019015	0,0000011	1000	13,402	0,075	0,000015	5,20	-8,1	1339
35	24,70	0,25	1994	29,00	0,000019015	0,0000005	1000	13,402	0,075	0,000006	5,20	-8,1	1339
36	120,00	0,20	1985	38,00	0,000130100	0,0000156	1000	10,938	0,091	0,000170	7,56	-13,4	876
37	62,40	0,20	1987	36,00	0,000076259	0,0000048	1000	10,938	0,091	0,000052	7,56	-13,4	876
38	90,20	0,20	1987	36,00	0,000076259	0,0000069	1000	10,938	0,091	0,000075	7,56	-13,4	876
39	119,00	0,20	1984	39,00	0,000174588	0,0000208	1000	10,938	0,091	0,000226	7,56	-13,4	876
40	106,00	0,20	1987	36,00	0,000076259	0,0000081	1000	10,938	0,091	0,000088	7,56	-13,4	876
41	69,30	0,20	1987	36,00	0,000076259	0,0000053	1000	10,938	0,091	0,000058	7,56	-13,4	876
42	210,00	0,15	1994	29,00	0,000019015	0,0000040	1000	8,595	0,116	0,000034	9,95	-21,4	420
43	41,50	0,15	1995	28,00	0,000016420	0,0000007	1000	8,595	0,116	0,000006	9,95	-21,4	420
44	317,30	0,15	1996	27,00	0,000014338	0,0000045	1000	8,595	0,116	0,000039	9,95	-21,4	420
45	15,00	0,15	1994	29,00	0,000019015	0,0000003	1000	8,595	0,116	0,000002	9,95	-21,4	420
46	65,70	0,15	1996	27,00	0,000014338	0,0000009	1000	8,595	0,116	0,000008	9,95	-21,4	420
47	75,40	0,15	1995	28,00	0,000016420	0,0000012	1000	8,595	0,116	0,000011	9,95	-21,4	420
48	49,30	0,15	1995	28,00	0,000016420	0,0000008	1000	8,595	0,116	0,000007	9,95	-21,4	420
49	48,10	0,15	1997	26,00	0,000012654	0,0000006	1000	8,595	0,116	0,000005	9,95	-21,4	420
50	90,00	0,15	1995	28,00	0,000016420	0,0000015	1000	8,595	0,116	0,000013	9,95	-21,4	420
51	79,50	0,15	1995	28,00	0,000016420	0,0000013	1000	8,595	0,116	0,000011	9,95	-21,4	420
52	96,90	0,15	1995	28,00	0,000016420	0,0000016	1000	8,595	0,116	0,000014	9,95	-21,4	420
53	176,30	0,15	1995	28,00	0,000016420	0,0000029	1000	8,595	0,116	0,000025	9,95	-21,4	420
54	50,00	0,15	1995	28,00	0,000016420	0,0000008	1000	8,595	0,116	0,000007	9,95	-21,4	420

№ участка	Длина участка, м	Диаметр участка, м	Год последней реконструкции	Продолжительность эксплуатации	Интенсивность отказов $\lambda$ , 1/(км·ч)	Поток отказов, $\omega$ , 1/ч	Расстояние между секциями ирующими задвижками, $L_{сз}$	Среднее время восстановление участка тепловой сети, $z^э$ , ч	Интенсивность восстановления участка, $\mu$ , 1/ч	Вероятность $P_f$	Температура воздуха в здании потребителя в конце периода восстановления участка, $t_{j,f}^э$ , °С	Температура наружного воздуха $t_{j,f}^{pав}$ , °С	Число часов стояния температуры наружного воздуха ниже $t_{j,f}^{pав}$ , $t_{j,f}^{pав}$
55	496,20	0,13	1994	29,00	0,000019015	0,0000094	1000	7,478	0,134	0,000070	11,13	-26,9	259
56	39,20	0,10	1995	28,00	0,000016420	0,0000006	1000	6,406	0,156	0,000004	12,31	-34,1	9
57	27,80	0,10	1995	28,00	0,000016420	0,0000005	1000	6,406	0,156	0,000003	12,31	-34,1	9
58	13,12	0,10	1995	28,00	0,000016420	0,0000002	1000	6,406	0,156	0,000001	12,31	-34,1	9
59	39,50	0,10	1995	28,00	0,000016420	0,0000006	1000	6,406	0,156	0,000004	12,31	-34,1	9
60	102,80	0,10	1995	28,00	0,000016420	0,0000017	1000	6,406	0,156	0,000011	12,31	-34,1	9
61	26,40	0,08	1997	26,00	0,000012654	0,0000003	1000	5,585	0,179	0,000002	13,22	-41,4	0
62	38,10	0,08	1997	26,00	0,000012654	0,0000005	1000	5,585	0,179	0,000003	13,22	-41,4	0
63	66,40	0,07	1997	26,00	0,000012654	0,0000008	1000	5,189	0,193	0,000004	13,67	-45,8	0
64	28,60	0,07	1997	26,00	0,000012654	0,0000004	1000	5,189	0,193	0,000002	13,67	-45,8	0
<b>Вероятность безотказного теплоснабжения потребителя</b>												<b>0,67130</b>	
<b>Коэффициент готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителя</b>												<b>0,995853</b>	

Вероятность безотказной работы систем теплоснабжения (по расчетному пути № 5) не соответствует нормативным требованиям. Коэффициент готовности систем теплоснабжения (по расчетному пути № 5) соответствует нормативным требованиям. Для обеспечения надежного теплоснабжения потребителей рекомендуется заменить изношенные участки тепловых сетей, а также своевременно проводить текущие и плановые ремонты объектов системы теплоснабжения.

По данным таблиц № 4 – № 8 вероятность безотказной работы систем теплоснабжения г. Мирный в настоящее время не соответствует нормативным требованиям. Коэффициенты готовности систем теплоснабжения соответствуют нормативным требованиям.

Наибольший вклад в состояние тепловой сети с отказами вносит магистральные участки тепловых сетей условным диаметром 200 – 600 мм. Для обеспечения надежного теплоснабжения потребителей рекомендуется заменить изношенные участки тепловых сетей со сроком эксплуатации более 25 лет, а также своевременно проводить текущие и плановые ремонты объектов системы теплоснабжения.

Расчетные значения показателей надежности систем теплоснабжения города, с учетом замены наиболее изношенных участков тепловых сетей приведено в таблице № 9.

Таблица № 9 «Расчетные значения показателей надежности систем теплоснабжения»

№ п/п	Наименование	Нормативные значения показателей надежности теплоснабжения	Расчетные значения показателей надежности теплоснабжения (существующее положение)	Расчетные значения показателей надежности теплоснабжения на 2030 г (с учетом замены изношенных участков)	Заключение
1	Расчетный путь № 1 от котельной № 3 до определяющего потребителя (Лечебный корпус, ул. Заозерная, 26)	Вероятность безотказной работы системы теплоснабжения $P=0,9$ ; Коэффициент готовности $Kг=0,97$	$P=0,72754$ ; $Kг=0,996709$	$P=0,91685$ ; $Kг=0,998706$	Надежность систем теплоснабжения (с учетом замены изношенных участков) соответствует нормативным требованиям
2	Расчетный путь № 2 от котельной № 3 до определяющего потребителя (Жилой дом, ул. Ленина, 1)		$P=0,73493$ ; $Kг=0,996919$	$P=0,93736$ ; $Kг=0,999350$	Надежность систем теплоснабжения (с учетом замены изношенных участков) соответствует нормативным требованиям
3	Расчетный путь № 3 от котельной № 3 до определяющего потребителя (ГДО, ул. Ленина, 22)		$P=0,74029$ ; $Kг=0,997074$	$P=0,92054$ ; $Kг=0,999039$	Надежность систем теплоснабжения (с учетом замены изношенных участков) соответствует нормативным требованиям
4	Расчетный путь № 4 от котельной № 3 до определяющего потребителя (Кинотеатр, ул. Ленина, 36)		$P=0,76455$ ; $Kг=0,997160$	$P=0,94071$ ; $Kг=0,999379$	Надежность систем теплоснабжения (с учетом замены изношенных участков) соответствует нормативным требованиям

№ п/п	Наименование	Нормативные значения показателей надежности теплоснабжения	Расчетные значения показателей надежности теплоснабжения (существующее положение)	Расчетные значения показателей надежности теплоснабжения на 2030 г (с учетом замены изношенных участков)	Заключение
5	Расчетный путь № 5 от котельной № 3 до определяющего потребителя (Жилой дом, ул. Циргвава, 4)		P=0,67130; Kг=0,995853	P=0,92171; Kг=0,999137	Надежность систем теплоснабжения (с учетом замены изношенных участков) соответствует нормативным требованиям

## **12.2 Метод и результаты обработки данных по восстановлениям отказавших участков тепловых сетей (участков тепловых сетей, на которых произошли аварийные ситуации), среднего времени восстановления отказавших участков тепловых сетей в каждой системе теплоснабжения**

Отказ теплоснабжения потребителя – событие, приводящее к падению температуры в отапливаемых помещениях жилых и общественных зданий ниже плюс 12°C, в промышленных зданиях ниже плюс 8°C в соответствии с СП 124.13330.2012 «Свод правил. Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003». С учетом данных о теплоаккумулирующей способности объектов теплопотребления (зданий) определяется время, за которое температура внутри отапливаемого помещения снизится до температуры, установленной в критериях отказа теплоснабжения.

Период времени снижения температуры при внезапном прекращении теплоснабжения до критического значения (плюс 12°C) рассчитывается по формуле:

$$z = \beta \times \ln \frac{t_{\theta} - t_n}{t_{\theta,a} - t_n}, \quad (14)$$

где:  $t_{\theta,a}$  – внутренняя температура, которая устанавливается критерием отказа теплоснабжения (плюс 12°C);

$t_{\theta} = 20^{\circ}C$  – температура в отапливаемом помещении, которая была в момент начала исходного события;

$\beta = 40,4$  – коэффициент аккумуляции помещения (здания).

На рисунке 6 представлено графическое сравнение периода времени снижения температуры внутреннего воздуха до критического значения и периода времени, необходимого для восстановления участка тепловой сети.

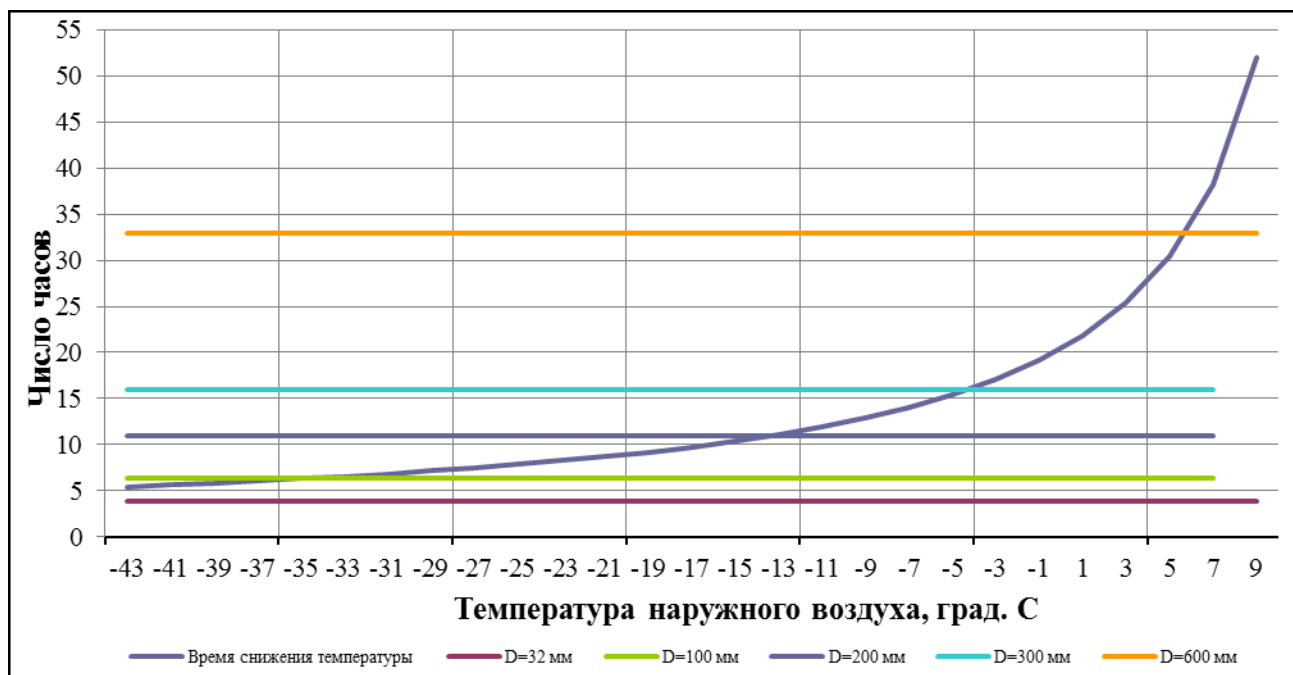


Рисунок 6- Графическое сравнение периода времени снижения температуры внутреннего воздуха до критического значения и периода времени, необходимого для восстановления участка тепловой сети

По графику видно, что минимальное значение периода времени снижения температуры внутреннего соответствует расчетной температуре наружного воздуха. При увеличении повышении температуры наружного воздуха период времени снижения температуры возрастает, так при температуре  $t_{н}=-30^{\circ}\text{C}$  период времени составляет  $z=6,0492$  часов, а при температуре  $t_{н}=9^{\circ}\text{C}$  –  $z=51,9713$  часов.

Период восстановления участка тепловой сети зависит от диаметра трубопровода, большему диаметру соответствует больший период времени восстановления. Период времени восстановления участка тепловой сети диаметром 32 мм составляет 3,803 часов, а участка тепловой сети диаметром 300 мм – 15,967 часов.

По графику видно, что период времени восстановления участка тепловой сети диаметром 32 мм меньше периода времени снижения температуры внутреннего воздуха в любом температурном диапазоне.

Период времени восстановления участка тепловой сети диаметром 300 мм меньше периода времени снижения температуры внутреннего воздуха при температуре наружного воздуха более минус 4°C. При

температуре наружного воздуха менее минус 4°C, повышается вероятность «замораживания» систем отопления зданий, в связи с тем, что период времени снижения температуры до критического значения меньше, чем период времени восстановления участков тепловой сети.

### **12.3 Результаты оценки вероятности отказа (аварийной ситуации) и безотказной (безаварийной) работы системы теплоснабжения по отношению к потребителям, присоединенным к магистральным и распределительным теплопроводам**

Вероятность безотказной работы систем теплоснабжения города не соответствует нормативным требованиям. Для обеспечения надежного теплоснабжения потребителей рекомендуется заменить изношенные участки тепловых сетей, а также своевременно проводить текущие и плановые ремонты объектов системы теплоснабжения.

### **12.4 Результаты оценки коэффициентов готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки**

Коэффициент готовности систем теплоснабжения соответствует нормативным требованиям. Для обеспечения надежного теплоснабжения потребителей рекомендуется заменить изношенные участки тепловых сетей, а также своевременно проводить текущие и плановые ремонты объектов системы теплоснабжения.

### **12.5 Результаты оценки недоотпуска тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций) и простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии**

Согласно СП 124.13330.2012. «Свод правил. Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003» при авариях (отказах) на источнике теплоты на его выходных коллекторах в течение всего ремонтно-восстановительного допустимое снижение теплоты при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления определяется



по таблице № 10. При средневзвешенном допустимом времени восстановления тепловой сети (как самого слабого элемента системы теплоснабжения), можно рассчитать допустимый недоотпуск тепловой энергии.

Таблица № 10 «Допустимое снижение теплоты при расчетной температуре наружного воздуха»

№ п/п	Наименование показателя	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления $t_{\text{в}}$ , °С				
		минус 10	минус 20	минус 30	минус 40	минус 50
1	Допустимое снижение подачи теплоты, %, до	78	84	87	89	91

Примечание - Таблица соответствует температуре наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92.

Согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 08.08.2012 № 808 «Об организации теплоснабжения в Российской Федерации и о внесении изменений в некоторые акты правительства Российской Федерации» частичное ограничение режима потребления влечет за собой снижение объема или температуры теплоносителя, подаваемого потребителю, по сравнению с объемом или температурой, определенными в договоре теплоснабжения, или фактической потребностью (для граждан-потребителей) либо прекращение подачи тепловой энергии или теплоносителя потребителю в определенные периоды в течение суток, недели или месяца. Поставщик освобождается от обязанности поставить объем тепловой энергии, недопоставленный в период ограничения режима потребления, введенного в случае нарушения потребителем своих обязательств, после возобновления (восстановления до прежнего уровня) подачи тепловой энергии.

Поскольку параметры поставляемого теплоносителя потребителю определяются договором теплоснабжения, то имеет смысл говорить о качестве теплоносителя, отпускаемого с источника тепловой энергии.

В аварийной ситуации при качественном регулировании, используемое в системах теплоснабжения, возможно снижение температуры теплоносителя

при расчетных расходах сетевой воды в системах теплоснабжения в пределах, позволяющих при том же расходе теплоносителя достичь минимально необходимого количества отпускаемой тепловой энергии. Для этого необходимо рассмотреть возможный температурный график отпуска тепловой энергии при увеличенном расчетном удельном расходе сетевой воды на передачу тепловой энергии.

### **12.6 Предложения по применению на источниках тепловой энергии рациональных тепловых схем с дублированными связями и новых технологий, обеспечивающих нормативную готовность энергетического оборудования**

Применение рациональных тепловых схем, с дублированными связями, обеспечивающих готовность энергетического оборудования источников теплоты, выполняется на этапе их проектирования. При этом топливо-, электро- и водоснабжение источников теплоты, обеспечивающих теплоснабжение потребителей первой категории, предусматривается по двум независимым вводам от разных источников, а также использование запасов резервного топлива. Источники теплоты, обеспечивающие теплоснабжение потребителей второй и третьей категории, обеспечиваются электро- и водоснабжением по двум независимым вводам от разных источников и запасами резервного топлива. Кроме того, для теплоснабжения потребителей первой категории устанавливаются местные резервные (аварийные) источники теплоты (стационарные или передвижные). При этом допускается резервирование, обеспечивающее в аварийных ситуациях 100 процентную подачу теплоты от других тепловых сетей. При резервировании теплоснабжения промышленных предприятий, как правило, используются местные резервные (аварийные) источники теплоты.

### **12.7 Предложения по установке резервного оборудования**

Установка резервного (дополнительного) оборудования не требуется.

### **12.8 Предложения по организации совместной работы нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть**

Совместная работа источников тепловой энергии в единую тепловую сеть не предусматривается.

### **12.9 Предложения по резервированию тепловых сетей смежных районов городского округа**

Структурное резервирование разветвленных тупиковых тепловых сетей осуществляется делением последовательно соединенных участков теплопроводов секционирующими задвижками. К полному отказу тупиковой тепловой сети приводят лишь отказы головного участка и головной задвижки теплосети. Отказы других элементов основного ствола и головных элементов основных ответвлений теплосети приводят к существенным нарушениям ее работы, но при этом остальная часть потребителей получает тепло в необходимых количествах. Отказы на участках небольших ответвлений приводят только к незначительным нарушениям теплоснабжения, и отражается на обеспечении теплом небольшого количества потребителей. Возможность подачи тепла не отключенным потребителям в аварийных ситуациях обеспечивается использованием секционирующих задвижек. Задвижки устанавливаются по ходу теплоносителя в начале участка после ответвления к потребителю. Такое расположение позволяет подавать теплоноситель потребителю по этому ответвлению при отказе последующего участка теплопровода.

Резервирование тепловых сетей смежных районов не требуется.

### **12.10 Предложения по устройству резервных насосных станций**

Установка резервных насосных станций не требуется.

### **12.11 Предложения по установке баков-аккумуляторов**

Повышению надежности функционирования систем теплоснабжения в определенной мере способствует применение тепло-, гидроаккумулирующих

установок, наличие которых позволяет оптимизировать тепловые и гидравлические режимы тепловых сетей, а также использовать аккумулярующие свойства отапливаемых зданий. Теплоинерционные свойства зданий учитываются МДС 41-6.2000 «Организационно-методические рекомендации по подготовке к проведению отопительного периода и повышению надежности систем коммунального теплоснабжения в городах и населенных пунктах Российской Федерации» при определении расчетных расходов на горячее водоснабжение, при проектировании систем теплоснабжения из условий темпов остывания зданий при авариях.

Размещение баков-аккумуляторов горячей воды возможно, как на источнике теплоты, так и в районах теплоснабжения. При этом на источнике теплоты предусматриваются баки-аккумуляторы вместимостью не менее 25 процентов общей расчетной вместимости системы. Внутренняя поверхность баков защищается от коррозии, а вода в них – от аэрации, при этом предусматривается непрерывное обновление воды в баках.

Для открытых систем теплоснабжения, а также при отдельных тепловых сетях на горячее водоснабжение предусматриваются баки-аккумуляторы химически обработанной и деаэрированной подпиточной воды расчетной вместимостью, равной десятикратной величине среднечасового расхода воды на горячее водоснабжение.

Число баков независимо от системы теплоснабжения принимается не менее двух по 50 процентов рабочего объема.

В системах центрального теплоснабжения (СЦТ) с теплопроводами любой протяженности от источника теплоты до районов теплоснабжения допускается использование теплопроводов в качестве аккумуляющих емкостей.

Таким образом, структура систем теплоснабжения должна соответствовать их масштабности и сложности. Если надежность небольших систем обеспечивается при радиальных схемах тепловых сетей, не имеющих

резервирования и узлов управления, то тепловые сети крупных систем теплоснабжения должны быть резервированными, а в местах сопряжения резервируемой и нерезервируемой частей тепловых сетей должны иметь автоматизированные узлы управления. Это позволяет преодолеть противоречие между «ненадежной» структурой тепловых сетей и требованиями к их надежности и обеспечить управляемость системы в нормальных, аварийных и послеаварийных режимах, а также подачу потребителям необходимого количества тепловой энергии во время аварийных ситуаций.

В перспективе установка аккумуляторных баков на источниках города не планируется.

---