



**СХЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В  
АДМИНИСТРАТИВНЫХ ГРАНИЦАХ  
ГОРОДА ПЕРМИ НА ПЕРИОД  
ДО 2035 ГОДА  
(АКТУАЛИЗАЦИЯ НА 2021 ГОД)**

**ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ**

**ГЛАВА 11  
ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ  
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Описание изменений в показателях надежности теплоснабжения за период, предшествующий актуализации схемы теплоснабжения, с учетом введенных в эксплуатацию новых и реконструированных тепловых сетей и сооружений на них .....	3
2. Обоснование метода и результатов обработки данных по отказам участков тепловых сетей (аварийным ситуациям), средней частоты отказов участков тепловых сетей (аварийных ситуаций) в каждой системе теплоснабжения.....	3
3. Обоснование метода и результатов 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.....	8
4. Обоснование результатов оценки вероятности отказа (аварийной ситуации) и безотказной (безаварийной) работы системы теплоснабжения по отношению к потребителям, присоединенным к магистральным и распределительным теплопроводам ..	9
5. Обоснование результатов оценки коэффициентов готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки .....	46
6. Обоснование результатов оценки недоотпуска тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций) и простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии.....	47
7. Предложения, обеспечивающие надежность систем теплоснабжения .....	48
7.1. Применение на источниках тепловой энергии рациональных тепловых схем с дублированными связями и новых технологий, обеспечивающих готовность энергетического оборудования .....	48
7.1.1. Источники комбинированной выработки электрической и тепловой энергии – ТЭЦ .....	48
7.1.2. Котельные города.....	49
7.2. Установка резервного оборудования .....	50
7.3. Организация совместной работы нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть .....	51
7.4. Резервирование тепловых сетей смежных районов поселения, городского округа, города федерального значения .....	51
7.5. Устройство резервных насосных станций.....	53
7.6. Установка баков-аккумуляторов .....	53

## РЕЕСТР ТАБЛИЦ

Таблица 1 - Сведения об отказах на тепловых сетях города, в разрезе источников тепловой энергии .....	4
Таблица 2 – Среднее время, затраченное на восстановление теплоснабжения потребителей после аварийных отключений.....	9
Таблица 3 – Анализ результатов расчетов показателей надежности тепловых сетей в разрезе тепловых зон по наиболее отдаленным потребителям от источника теплоснабжения (с учетом влияния на изменение данных показателей в случае проведения мероприятий по реконструкции тепловых сетей).....	44
Таблица 4 – Динамика изменения показателей .....	47
Таблица 5 – Ожидаемая динамика изменения показателя при условии реализации мероприятий учтенных инвестиционной программой регулируемых организаций .....	47
Таблица 6 - Статистика отказов и восстановлений оборудования ТЭЦ г. Перми за период, 2015 - 2017 гг. ....	48
Таблица 7 - Статистика отказов и восстановлений оборудования котельных г. Перми за 2019 год .....	49
Таблица 8 – Перечень тепловых сетей, подлежащих строительству и капитальному ремонту по результатам расчета надежности .....	52

## РЕЕСТР РИСУНКОВ

Рисунок 1 – Соотношение числа отказов в целом по городу.....	7
Рисунок 2 – Соотношение потока отказов, в разрезе вида эксплуатируемых сетей.....	8

## **1. Описание изменений в показателях надежности теплоснабжения за период, предшествующий актуализации схемы теплоснабжения, с учетом введенных в эксплуатацию новых и реконструированных тепловых сетей и сооружений на них**

Обновлена статистика отказов на тепловых сетях, с учетом инцидентов за базовый период.

## **2. Обоснование метода и результатов обработки данных по отказам участков тепловых сетей (аварийным ситуациям), средней частоты отказов участков тепловых сетей (аварийных ситуаций) в каждой системе теплоснабжения**

Подробная оценка надежности теплоснабжения по существующему положению представлена в разделе 9 Главы 1 (в соответствии с МУ).

Для оценки надежности теплоснабжения, с точки зрения численности отказов на участках тепловых сетей, применен количественный метод анализа. Данный метод направлен на выявление динамики изменения частоты отказов (аварий) на составных элементах тепловой сети (шт.).

Одной из проблем надежного теплоснабжения потребителей в зоне действия систем централизованного теплоснабжения с разветвленной сетевой структурой являются высокие значения отказов на тепловых сетях и отсутствие положительной динамики сокращения числа инцидентов.

В таблице ниже представлен поток отказов (частота отказов) на тепловых сетях города, в разрезе источников централизованного теплоснабжения, а также рассчитана удельная повреждаемость по каждому источнику тепловой энергии.

Таблица 1 - Сведения об отказах на тепловых сетях города, в разрезе источников тепловой энергии

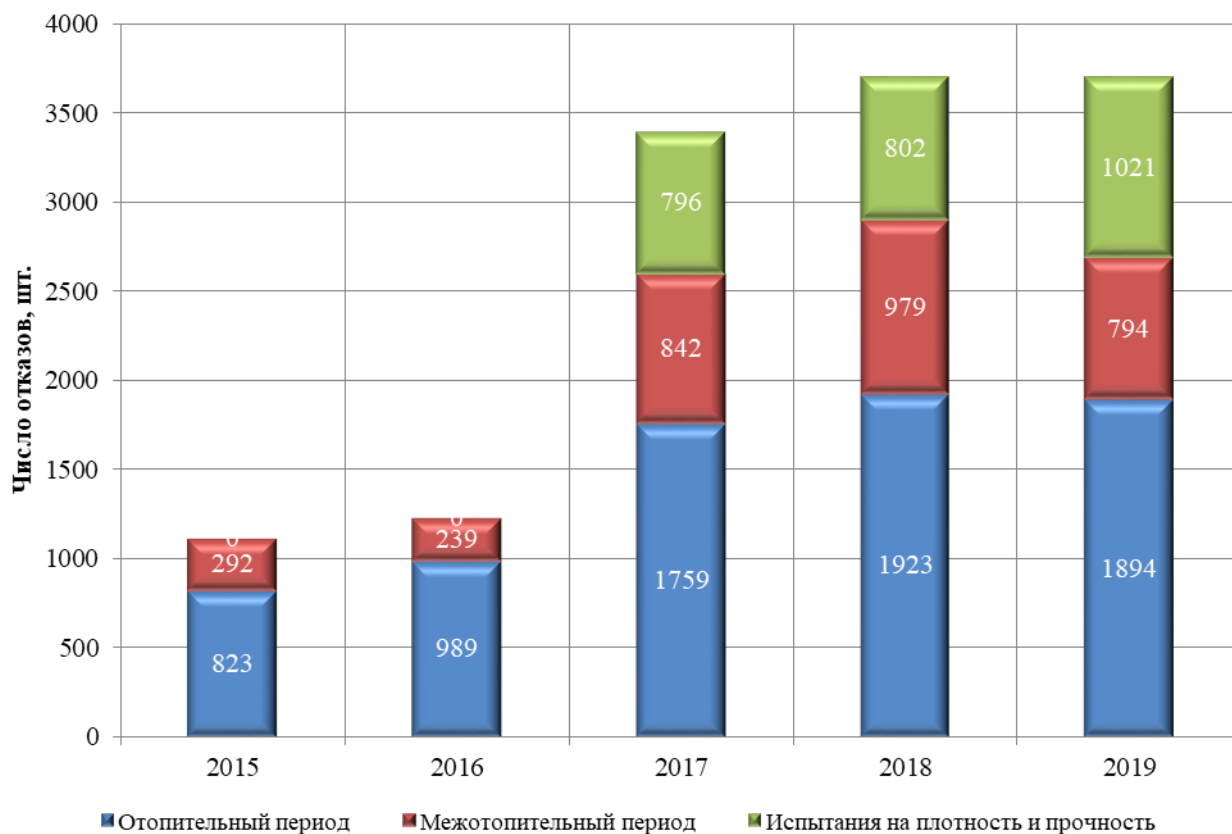
№ п/п	Наименование теплоисточника	Общее число отказов, шт.					Отказы в отопительный период, шт.					Отказы в период испытаний, шт.					Отказы в межотопительный период, шт.					Удельная повреждаемость тепловых сетей за прошедший год, шт./((км·год)					Удельная повреждаемость тепловых сетей за отопительный период, шт./((км·год)					
		2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	
<b>ЕТО №01</b>																																
<b>Источники тепловой энергии ПАО «Т Плюс»</b>																																
1	ТЭЦ-6	1100	1201	1275	1477	1626	809	964	697	741	825	0	0	289	334	494	291	237	289	402	307	1,51	1,65	1,75	2,03	2,23	1,11	1,32	0,96	1,02	1,13	
2	ВК-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
3	ТЭЦ-9	0	0	960	1005	1049	0	0	470	489	513	0	0	277	218	326	0	0	213	298	210	0,00	0,00	1,12	1,17	1,22	0,00	0,00	0,55	0,57	0,60	
4	ТЭЦ-13	0	0	112	114	119	0	0	74	68	80	0	0	14	19	7	0	0	24	27	32	0,00	0,00	0,84	0,86	0,90	0,00	0,00	0,56	0,51	0,60	
5	ВК-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<b>ИТОГО по на базе источников ПАО «Т Плюс»</b>		<b>1100</b>	<b>1201</b>	<b>2347</b>	<b>2596</b>	<b>2794</b>	<b>809</b>	<b>964</b>	<b>1241</b>	<b>1298</b>	<b>1418</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>580</b>	<b>571</b>	<b>827</b>	<b>291</b>	<b>237</b>	<b>526</b>	<b>727</b>	<b>549</b>	<b>0,63</b>	<b>0,69</b>	<b>1,35</b>	<b>1,50</b>	<b>1,61</b>	<b>0,47</b>	<b>0,56</b>	<b>0,72</b>	<b>0,75</b>	<b>0,82</b>	
<b>Котельные ООО «ПСК»</b>																																
6	ВК Кислотные Дачи	0	0	60	3	0	0	0	29	2	0	0	0	6	0	0	0	0	25	1	0	0,00	0,00	1,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,48	0,03	0,00	
7	ВК Новые Ляды	0	0	8	13	0	0	0	0	9	0	0	0	4	1	0	0	0	4	3	0	0,00	0,00	0,27	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	
8	ВК Молодежная	0	0	20	2	2	0	0	10	1	0	0	0	4	0	2	0	0	6	1	0	0,00	0,00	1,47	0,15	0,15	0,00	0,00	0,74	0,07	0,00	
9	ВК Левшино	0	0	5	7	0	0	0	2	2	0	0	0	1	2	0	0	0	2	3	0	0,00	0,00	0,28	0,39	0,00	0,00	0,00	0,11	0,11	0,00	
10	ВК ПДК	0	0	4	5	0	0	0	1	3	0	0	0	2	2	0	0	0	1	0	0	0,00	0,00	0,28	0,35	0,00	0,00	0,00	0,07	0,21	0,00	
11	ВК Заозерье	0	0	8	10	0	0	0	2	4	0	0	0	6	5	0	0	0	0	1	0	0,00	0,00	0,89	1,11	0,00	0,00	0,00	0,22	0,44	0,00	
12	ВК Каменского	0	0	2	3	1	0	0	0	2	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,91	1,36	0,45	0,00	0,00	0,00	0,91	0,00	
13	ВК Запруд	0	0	3	10	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	1	0,00	0,00	0,43	1,43	0,14	0,00	0,00	0,00	0,71	0,00	
14	ВК Банная гора	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,24	0,24	0,24	0,00	0,00	0,24	0,24	0,24	
15	ВК Окуловский	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0,00	0,00	0,43	0,43	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	
16	ВК Подснежник	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
17	ВК ДИПИ	0	0	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0,00	0,00	0,18	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00
18	ВК Пышминская	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
19	ВК Кавказская	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
20	ВК Брикетная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
21	ВК Горбольница	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<b>ИТОГО по котельным ООО «ПСК»</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>113</b>	<b>57</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>45</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>26</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>42</b>	<b>15</b>	<b>1</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,66</b>	<b>0,33</b>	<b>0,04</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,26</b>	<b>0,18</b>	<b>0,01</b>	
<b>Котельные, от которых ООО «ПСК» осуществляет транспортировку тепловой энергии</b>																																
22	ВК-2	0	0	5	179	178	0	0	5	92	59	0	0	0	29	36	0	0	0	58	83	0,00	0,00	0,05	1,83	1,81	0,00	0,00	0,05	0,94	0,60	
23	ВК Искра	0	0	12	2	0	0	0	6	0	0	0	0	4	2	0	0	0	2	0	0	0,00	0,00	0,69	0,11	0,00	0,00	0,00	0,34	0,00	0,00	
<b>ИТОГО по котельным, от которых ООО «ПСК» осуществляет транспортировку тепловой энергии</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>181</b>	<b>178</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>92</b>	<b>59</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>31</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>58</b>	<b>83</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,15</b>	<b>1,57</b>	<b>1,54</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,10</b>	<b>0,80</b>	<b>0,51</b>	
<b>ИТОГО ЕТО №01</b>		<b>1100</b>	<b>1201</b>	<b>2477</b>	<b>2834</b>	<b>2978</b>	<b>809</b>	<b>964</b>	<b>1297</b>	<b>1420</b>	<b>1479</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>610</b>	<b>614</b>	<b>866</b>	<b>291</b>	<b>237</b>	<b>570</b>	<b>800</b>	<b>633</b>	<b>0,54</b>	<b>0,59</b>	<b>1,23</b>	<b>1,40</b>	<b>1,47</b>	<b>0,40</b>	<b>0,48</b>	<b>0,64</b>	<b>0,70</b>	<b>0,73</b>	
<b>ЕТО №02</b>																																
24	ТЭЦ-14	0	0	887	860	731	0	0	432	493	415	0	0	186	188	155	0	0	269	179	161	0,00	0,00	2,58	2,50	2,13	0,00	0,00	1,26	1,43	1,21	
<b>ЕТО №03 (котельные ПМУП «ГКТХ»)</b>																																
25	ВК ГКТХ Вышка-2	15	27	33	10	0	14	25	30	10	0	0	0	0	0	0	1	2	3	0	0	1,10	1,99	2,43	0,74	0,00	1,03	1,84	2,21	0,74	0,00	
26	ВК Хабаровская, 139	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
27	ВК Криворожская, 36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
28	ВК Лепешинской, 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
29	ВК Наумова, 18а	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
30	ВК Чапаева, 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
31	ВК Бахаревская, 53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
32	ВК Лесопарковый, 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
33	ВК Б. Революции, 151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
34	ВК Белозерская, 48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
35	ВК Жукова, 33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
36	ВК Чусовская, 27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
37	ВК Дементьева, 50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
38	ВК Березовая роща	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
39	ВК Западная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<b>ИТОГО по ЕТО №03 (котельные ПМУП «ГКТХ»)</b>		<b>15,0</b>	<b>27,0</b>	<b>33,0</b>	<b>10,0</b>	<b>0,0</b>	<b>14,0</b>	<b>25,0</b>	<b>30,0</b>	<b>10,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,0</b>	<b>2,0</b>	<b>3,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,29</b>	<b>0,52</b>	<b>0,63</b>	<b>0,19</b>	<b>0,00</b>	<b>0,27</b>	<b>0,48</b>	<b>0,57</b>	<b>0,19</b>	<b>0,00</b>	

№ п/п	Наименование теплоисточника	Общее число отказов, шт.					Отказы в отопительный период, шт.					Отказы в период испытаний, шт.					Отказы в межотопительный период, шт.					Удельная повреждаемость тепловых сетей за прошедший год, шт./((км·год)					Удельная повреждаемость тепловых сетей за отопительный период, шт./((км·год)							
		2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019			
<b>ЕТО №04 (котельные АО «ПЗСП»)</b>																																		
40	ВК Докучаева, 31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
41	ВК Костычева, 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
42	ВК Менжинского, 36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
43	ВК Баранчинская, 14а	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
44	ВК Сигаева, 2а	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>ИТОГО по ЕТО №04 (котельные АО «ПЗСП»)</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	
<b>ЕТО №05 (котельные АО «РЖД»)</b>																																		
45	ВК Цимлянская, 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
46	ВК Восточная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
47	ВК Блочная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
48	ВК Каменского, 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>ИТОГО по ЕТО №05 (котельные ОАО «РЖД»)</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	
<b>Прочие ЕТО</b>																																		
49	ВК Вышка-2 (ООО «СК Вышка-2»)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
50	ВК Пермский картон	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
51	ВК ПНИПУ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
52	ВК Новомет-Пермь	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
53	ВК Биомед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
54	ВК Ива	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
55	ВК Делегатская, 34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
56	ВК ЧОС	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
57	ВК ИК-32 ГУФСИН	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
58	ВК Хмели	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
59	ВК СПК Вышка-2 (АО «СПК»)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
60	ПК ФКП «ППЗ»	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
61	ПК АО «Камтэкс-Химпром»	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
62	ВК АО «Газпром газораспределение Пермь»	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
63	ВК АО «Пермский завод «Машиностроитель»	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
64	ВК АО «Сибур-Химпром»	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
65	ВК АО «ФПК»	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
66	ВК АО «Держава-М»	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
67	ВК АО «Пермский мясокомбинат»	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
68	ВК ОАО «Центральный Агронаб»	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
69	ВК АО «Пермский МРЗ «Ремпутьмаш»	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
70	ВК ООО «Надежда»	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
71	ВК ООО «Пермский битумный завод»	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
72	ВК ООО «Теплосеть»	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
73	ВК ООО «Энергия-С»	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
74	ВК ООО «ДТЕ»	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
75	ГТУ-ТЭС-200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
76	Котельная 123А	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
77	ВК ПАО «Протон-ПМ»	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
78	ВК ФКУ ИК-29 ГУФСИН России	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
79	ВК СПК по ул. Ракитная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

№ п/п	Наименование теплоисточника	Общее число отказов, шт.					Отказы в отопительный период, шт.					Отказы в период испытаний, шт.					Отказы в межотопительный период, шт.					Удельная повреждаемость тепловых сетей за прошедший год, шт./((км·год)					Удельная повреждаемость тепловых сетей за отопительный период, шт./((км·год)						
		2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019		
80	ВК ООО «РЭМ-Сервис»	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>ИТОГО по прочим ЕТО</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	
<b>ИТОГО по муниципальному образованию</b>		<b>1115</b>	<b>1228</b>	<b>3397</b>	<b>3704</b>	<b>3709</b>	<b>823</b>	<b>989</b>	<b>1759</b>	<b>1923</b>	<b>1894</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>796</b>	<b>802</b>	<b>1021</b>	<b>292</b>	<b>239</b>	<b>842</b>	<b>979</b>	<b>794</b>	<b>0,54</b>	<b>0,59</b>	<b>1,64</b>	<b>1,79</b>	<b>1,79</b>	<b>0,40</b>	<b>0,48</b>	<b>0,85</b>	<b>0,93</b>	<b>0,92</b>		

Статистика отказов за 2015-2016 гг. не обладает достаточной полнотой для анализа (не предоставлен в полной мере пообъектный реестр отказов). Что касается последних 3 лет, то прослеживается некоторое увеличение показателя в 2018 и 2019 гг. по сравнению со значениями за 2017 год.

Число отказов в отопительный период, за последние 3 года не имеет характерной динамики.



**Рисунок 1 – Соотношение числа отказов в целом по городу**

На рисунке ниже представлено распределение статистики отказов по видам тепловых сетей. Как видно, ежегодно порядка 5-9% происходит на сетях ГВС и ЦТП (за 2016 г. значение не обладает достаточной достоверностью, в связи с неполнотой статистики). В сравнении с другими городами, это позитивный момент, обусловленный малым количеством сетей ГВС на территории города (порядка 15% от общей протяженности).

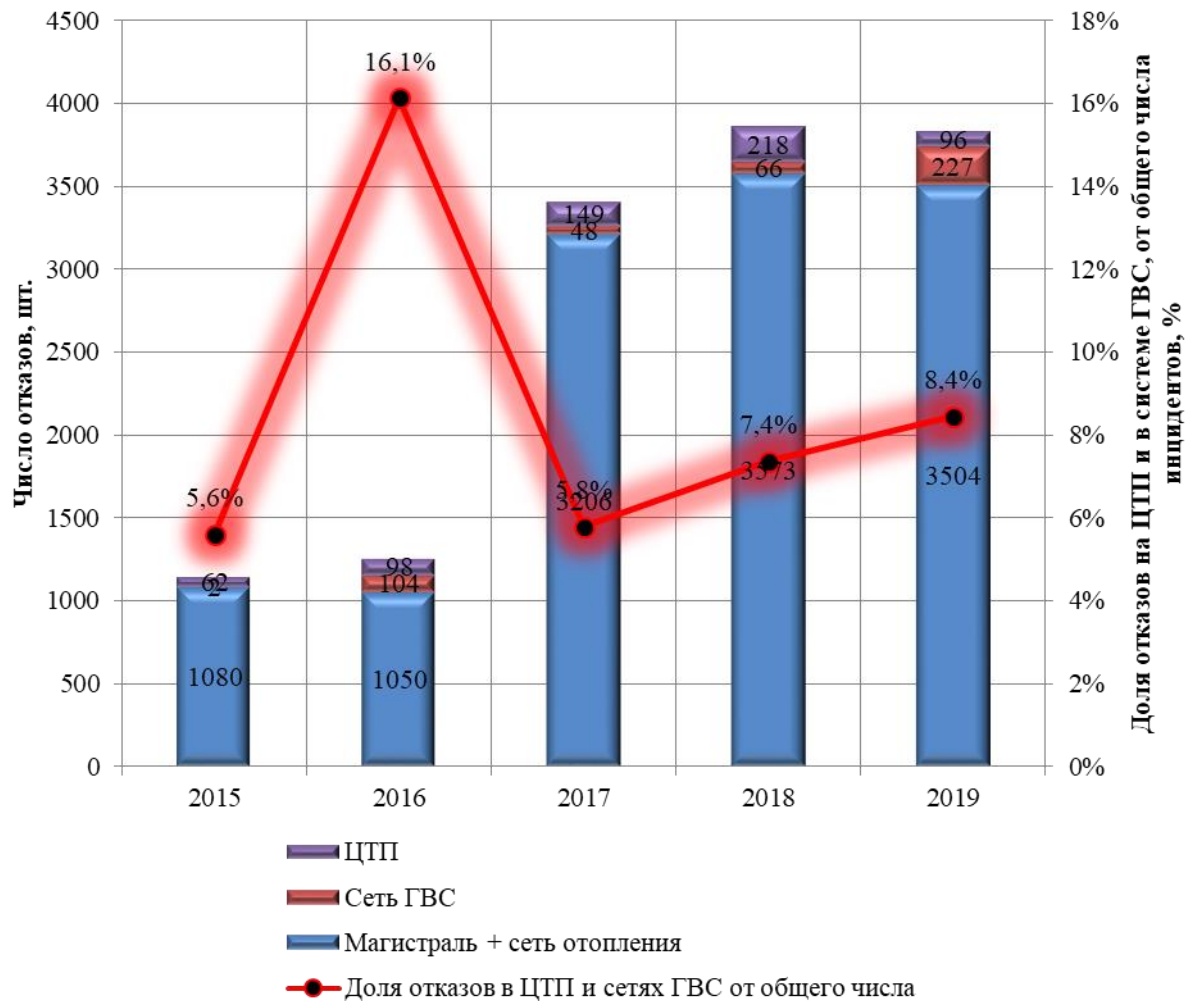


Рисунок 2 – Соотношение потока отказов, в разрезе вида эксплуатируемых сетей

### 3. Обоснование метода и результатов обработки данных по восстановлению отказавших участков тепловых сетей (участков тепловых сетей, на которых произошли аварийные ситуации), среднего времени восстановления отказавших участков тепловых сетей в каждой системе теплоснабжения

Для анализа восстановлений применен количественный метод анализа. Поток (частота) и время восстановления теплоснабжения потребителей после отключений приведены в разделе 9.4 Главы 1.

Время, затраченное на восстановление теплоснабжения потребителей после аварийных отключений, в значительной степени зависит от следующих факторов: диаметр трубопровода, тип прокладки, объем дренирования и заполнения тепловой сети, а также времени, затраченного на согласование раскопок с собственниками смежных коммуникаций.

Среднее время, затраченное на восстановление теплоснабжения потребителей после аварийных отключений в отопительный период, зависит от характеристик трубопровода отключаемой теплосети, и соответствует установленным нормативам. Нормативный перерыв



теплоснабжения (с момента обнаружения, идентификации дефекта и подготовки рабочего места, включающего в себя установление точного места повреждения (со вскрытием канала) и начала операций по локализации поврежденного трубопровода). Указанные нормативы представлены в таблице ниже.

**Таблица 2 – Среднее время, затраченное на восстановление теплоснабжения потребителей после аварийных отключений**

Условный диаметр трубопровода отключаемой тепловой сети, мм	Среднее время на восстановление теплоснабжения при отключении т/с, час
50	2
80	3
100	4
150	5
200	6
300	7
400	8
500	9
600	8
700	9
800	10
1000	12

Существенных отклонений от нормативного времени восстановления теплоснабжения за 5-летний период не наблюдалось (исключение составляют повреждения с величиной утечки теплоносителя, превышающей номинальную производительность ХВО источников тепла). При этом, в целях соблюдения нормативного времени на восстановление теплоснабжения, предусматривается реорганизация аварийно-ремонтного обслуживания в составе оперативно-диспетчерской службы ООО «Пермская сетевая компания» в 2013 г. В рамках оптимизации процесса аварийно-ремонтного обслуживания предусматривается создание дежурных бригад в составе АДС в зоне теплоснабжения ТЭЦ-14, с распространением территории обслуживания на правобережную часть города (включая зону теплоснабжения ТЭЦ-13). Указанные мероприятия позволят снизить время установления и локализации поврежденных трубопроводов и как следствие, продолжительность снижения параметров качества теплоснабжения у потребителей в правобережной части города на 3-4 часа.

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

Перспективные показатели надежности рассчитываются на конечный срок третьего 5-ти летнего периода до 2035 года в разрезе тепловых зон. Если показатели надежности тепловых сетей тепловой зоны не соответствуют нормативному значению, то выполняется второй расчет,

в котором реализованы мероприятия по реконструкции тепловых сетей и показатели надежности соответствуют нормативному значению.

### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ТЭЦ-6.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем узел 1-20-ЦТП-9, находящийся по адресу ул. Советская, 66. Основное направление движения теплоносителя для потребителя 1-20-ЦТП-9 определено по пути ТЭЦ-6 -- 1-20-ЦТП-9. Основное направление содержит кольцевые участки, расчет надежности которых необходимо определить по отдельности.

Расчет промежуточного кольцевого направления ТЭЦ-6 -- 1-01-К-45 определяется двумя полукольцами магистралей М1-01, путь ТЭЦ-6 -- 1-01-К-45 и М1-04, путь ТЭЦ-6 -- 1-01-К-45.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-01, ТЭЦ-6 -- 1-01-К-45, равна:  $R_{бр} = 0.76864$ ,  $P_{от} = 0.23136$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-04, путь ТЭЦ-6 -- 1-01-К-45, равна:  $R_{бр} = 0.56140$ ,  $P_{от} = 0.43860$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети ТЭЦ-6 -- 1-01-К-45 равна:  $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} = 0.23136 * 0.43860 = 0.10147$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети ТЭЦ-6 -- 1-01-К-45 равна:  $R_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.10147 = 0.89853$ .

Расчет промежуточного тупикового направления 1-01-К-45 -- 1-01-К-55А. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь 1-01-К-45 -- 1-01-К-55А, равна:  $R_{бр} = 1$ ,  $P_{от} = 0$ .

Расчет промежуточного кольцевого направления 1-01-К-55А -- 1-20-К-655-11-2 определяется двумя полукольцами магистралей М1-01, путь 1-01-К-55А -- 1-20-К-655-11-2 и М1-20, путь 1-01-К-55А -- 1-20-К-655-11-2.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-01, путь 1-01-К-55А -- 1-20-К-655-11-2, равна:  $R_{бр} = 0.97786$ ,  $P_{от} = 0.02214$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-20, путь 1-01-К-55А -- 1-20-К-655-11-2, равна:  $R_{бр} = 0.91665$ ,  $P_{от} = 0.08335$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети 1-01-К-55А -- 1-20-К-655-11-2 равна:  $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} = 0.02214 * 0.08335 = 0.00184$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети 1-01-К-55А -- 1-20-К-655-11-2 равна:  $R_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.00184 = 0.99816$ .

Расчет промежуточного тупикового направления 1-20-К-655-11-2 -- 1-20-ЦТП-9. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь 1-20-К-655-11-2 -- 1-20-ЦТП-9, равна:  $R_{бр} = 1$ ,  $P_{от} = 0$ .

Совокупная вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления, путь ТЭЦ-6 -- 1-20-ЦТП-9, равна произведению вероятности безотказной работы промежуточных направлений:  $P_{бр} = P_1 * P_2 * P_3 * \dots * P_n = 0.89853 * 1 * 0.99816 * 1 = 0.89687$ .

В качестве второго наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. Максима Горького, 5. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Максима Горького, 5 определено по пути ТЭЦ-6 -- ул. Максима Горького, 5.

Расчет промежуточного кольцевого направления ТЭЦ-6 -- 1-01-К-45 определяется двумя полукольцами магистралей М1-01, путь ТЭЦ-6 -- 1-01-К-45 и М1-04, путь ТЭЦ-6 -- 1-01-К-45.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-01, ТЭЦ-6 -- 1-01-К-45, равна:  $P_{бр} = 0.76864$ ,  $P_{от} = 0.23136$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-04, путь ТЭЦ-6 -- 1-01-К-45, равна:  $P_{бр} = 0.56140$ ,  $P_{от} = 0.43860$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети ТЭЦ-6 -- 1-01-К-45 равна:  $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} = 0.23136 * 0.43860 = 0.10147$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети ТЭЦ-6 -- 1-01-К-45 равна:  $P_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.10147 = 0.89853$ .

Расчет промежуточного тупикового направления 1-01-К-45-- ул. Максима Горького, 5. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь 1-01-К-45-- ул. Максима Горького, 5 равна:  $P_{бр} = 0.99851$ ,  $P_{от} = 0.00149$ .

Совокупная вероятность безотказной работы тепловой сети второго направления, путь ТЭЦ-6 -- ул. Максима Горького, 5, равна произведению вероятности безотказной работы промежуточных направлений:  $P_{бр} = P_1 * P_2 * P_3 * \dots * P_n = 0.89853 * 0.99851 = 0.89719$ .

В качестве третьего наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем узел 1-20-ЦТП-2, находящийся по адресу ул. Николая Островского, 9. Основное направление движения теплоносителя для потребителя 1-20-ЦТП-2 определено по пути ТЭЦ-6 -- 1-20-ЦТП-2. Основное направление содержит кольцевые участки, расчет надежности которых необходимо определить по отдельности.

Расчет промежуточного кольцевого направления ТЭЦ-6 -- 1-04-К-176 определяется двумя полукольцами магистралей М1-04, путь ТЭЦ-6 -- 1-04-К-176 и М1-01, путь ТЭЦ-6 -- 1-04-К-176.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-04, путь ТЭЦ-6 -- 1-04-К-176, равна:  $P_{бр} = 0.56140$ ,  $P_{от} = 0.43860$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-01, путь ТЭЦ-6 -- 1-04-К-176, равна:  $P_{бр} = 0.76864$ ,  $P_{от} = 0.23136$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети ТЭЦ-6 -- 1-04-К-176 равна:  $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} = 0.43860 * 0.23136 = 0.10147$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети ТЭЦ-6 -- 1-04-К-176 равна:  $P_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.10147 = 0.89853$ .

Расчет промежуточного тупикового направления 1-04-К-176 -- 1-20-ЦТП-2. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь 1-04-К-176 -- 1-20-ЦТП-2, равна:  $P_{бр} = 0.93090$ ,  $P_{от} = 0.06910$ .

Совокупная вероятность безотказной работы тепловой сети третьего направления, путь ТЭЦ-6 -- 1-20-ЦТП-2, равна произведению вероятности безотказной работы промежуточных направлений:  $P_{бр} = P_1 * P_2 * P_3 * \dots * P_n = 0.89853 * 0.93090 = 0.83644$ .

В качестве четвертого наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем здание Пермского автовокзала, находящегося по адресу ул. Революции, 68. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Революции, 68 определено по пути ТЭЦ-6 -- ул. Революции, 68. Основное направление содержит кольцевые участки, расчет надежности которых необходимо определить по отдельности.

Расчет промежуточного кольцевого направления ТЭЦ-6 -- 1-10-К-573-21 определяется двумя полукольцами магистралей М1-01, М1-11, М1-12, М1-14, путь ТЭЦ-6 -- 1-10-К-573-21 и М1-01, путь ТЭЦ-6 -- 1-10-К-573-21.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-01, М1-11, М1-12, М1-14, путь ТЭЦ-6 -- 1-10-К-573-21, равна:  $P_{бр} = 0.76962$ ,  $P_{от} = 0.23038$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-01, путь ТЭЦ-6 -- 1-10-К-573-21, равна:  $P_{бр} = 0.68949$ ,  $P_{от} = 0.31051$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети ТЭЦ-6 -- 1-10-К-573-21 равна:  $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} = 0.23038 * 0.31051 = 0.07153$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети ТЭЦ-6 -- 1-10-К-573-21 равна:  $P_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.07153 = 0.92847$ .

Расчет промежуточного тупикового направления 1-10-К-573-21 -- ул. Революции, 68. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь 1-10-К-573-21 -- ул. Революции, 68, равна:  $P_{бр} = 0.99348$ ,  $P_{от} = 0.00652$ .

Совокупная вероятность безотказной работы тепловой сети четвертого направления, путь ТЭЦ-6 -- ул. Революции, 68, равна произведению вероятности безотказной работы промежуточных направлений:  $P_{бр} = P_1 * P_2 * P_3 * \dots * P_n = 0.92847 * 0.99348 = 0.92241$ .

В качестве пятого наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем узел 1-10-ЦТП-21, находящийся по адресу ул. Яблочкова, 16а. Основное направление движения теплоносителя для потребителя 1-10-ЦТП-21 определено по пути ТЭЦ-6 -- 1-10-ЦТП-21.

Основное направление содержит кольцевые участки, расчет надежности которых необходимо определить по отдельности.

Расчет промежуточного кольцевого направления ТЭЦ-6 -- 1-10-П-763-10 определяется двумя полукольцами магистралей М1-01, М1-11, путь ТЭЦ-6 -- 1-10-П-763-10 и М1-02, М1-10, путь ТЭЦ-6 -- 1-10-П-763-10.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-01, М1-11 путь ТЭЦ-6 -- 1-10-П-763-10, равна:  $R_{бр} = 0.59996$ ,  $P_{от} = 0.40004$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-02, М1-10, путь ТЭЦ-6 -- 1-10-П-763-10, равна:  $R_{бр} = 0.87222$ ,  $P_{от} = 0.12778$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети ТЭЦ-6 -- 1-10-П-763-10 равна:  $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} = 0.40004 * 0.12778 = 0.05111$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети ТЭЦ-6 -- 1-10- П-763-10 равна:  $R_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.05111 = 0.94889$ .

Расчет промежуточного тупикового направления 1-10-П-763-10 -- 1-10-ЦТП-21. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь 1-10- П- 763-10 -- 1-10-ЦТП-21, равна:  $R_{бр} = 0.99292$ ,  $P_{от} = 0.00708$ .

Совокупная вероятность безотказной работы тепловой сети пятого направления, путь ТЭЦ-6 -- 1-10-ЦТП-21, равна произведению вероятности безотказной работы промежуточных направлений:  $R_{бр} = P_1 * P_2 * P_3 * \dots * P_n = 0.94889 * 0.99292 = 0.94217$ .

Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что на период до 2035 года показатель надежности тепловых сетей у наиболее отдаленных потребителей в теплорайоне ТЭЦ-6 не будет соответствовать нормативному значению.

Для приведения показателя надежности тепловых сетей до нормативного значения предлагаются мероприятия по реконструкции тепловых сетей определенные расчетом вероятности безотказной работы. Перечень участков представлен в главе 7, пункт «д».

Обоснованием мероприятий по приведению показателя надежности тепловых сетей до нормативного значения служит расчет вероятности безотказной работы трубопроводов с реализованными мероприятиями по реконструкции тепловых сетей.

Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ТЭЦ-6 с учетом мероприятий по реконструкции тепловых сетей.

Основное направление ТЭЦ-6 -- 1-20-ЦТП-9.

Расчет промежуточного кольцевого направления ТЭЦ-6 -- 1-01-К-45 определяется двумя полукольцами магистралей М1-01, путь ТЭЦ-6 -- 1-01-К-45 и М1-04, путь ТЭЦ-6 -- 1-01-К-45.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-01, ТЭЦ-6 -- 1- 01-К-45, равна:  $R_{бр} = 0.76864$ ,  $P_{от} = 0.23136$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-04, путь ТЭЦ-6 -- 1-01-К-45, равна:  $R_{бр} = 0.73155$ ,  $P_{от} = 0.26845$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети ТЭЦ-6 -- 1-01-К-45 равна:  $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} = 0.23136 * 0.26845 = 0.0621$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети ТЭЦ-6 -- 1-01-К-45 равна:  $R_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.0621 = 0.9379$ .

Расчет промежуточного тупикового направления 1-01-К-45 -- 1-01-К-55А. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь 1-01-К-45 -- 1-01-К-55А, равна:  $R_{бр} = 1$ ,  $P_{от} = 0$ .

Расчет промежуточного кольцевого направления 1-01-К-55А -- 1-20-К-655-11-2 определяется двумя полукольцами магистралей М1-01, путь 1-01-К-55А -- 1-20-К-655-11-2 и М1-20, путь 1-01-К-55А -- 1-20-К-655-11-2.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-01, путь 1-01-К-55А -- 1-20-К-655-11-2, равна:  $R_{бр} = 0.97786$ ,  $P_{от} = 0.02214$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-20, путь 1-01-К-55А -- 1-20-К-655-11-2, равна:  $R_{бр} = 0.91665$ ,  $P_{от} = 0.08335$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети 1-01-К-55А -- 1-20-К-655-11-2 равна:  $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} = 0.02214 * 0.08335 = 0.00184$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети 1-01-К-55А -- 1-20-К-655-11-2 равна:  $R_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.00184 = 0.99816$ .

Расчет промежуточного тупикового направления 1-20-К-655-11-2 -- 1-20-ЦТП-9. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь 1-20-К-655-11-2 -- 1-20-ЦТП-9, равна:  $R_{бр} = 1$ ,  $P_{от} = 0$ .

Совокупная вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления, путь ТЭЦ-6 -- 1-20-ЦТП-9, равна произведению вероятности безотказной работы промежуточных направлений:  $R_{бр} = P_1 * P_2 * P_3 * \dots * P_n = 0.9379 * 1 * 0.99816 * 1 = 0.93617$ .

Второе направление ТЭЦ-6 -- ул. Максима Горького, 5.

Расчет промежуточного кольцевого направления ТЭЦ-6 -- 1-01-К-45 определяется двумя полукольцами магистралей М1-01, путь ТЭЦ-6 -- 1-01-К-45 и М1-04, путь ТЭЦ-6 -- 1-01-К-45.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-01, ТЭЦ-6 -- 1-01-К-45, равна:  $R_{бр} = 0.76864$ ,  $P_{от} = 0.23136$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-04, путь ТЭЦ-6 -- 1-01-К-45, равна:  $R_{бр} = 0.73155$ ,  $P_{от} = 0.26845$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети ТЭЦ-6 -- 1-01-К-45 равна:  $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} = 0.23136 * 0.26845 = 0.0621$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети ТЭЦ-6 -- 1-01-К-45 равна:  $P_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.0621 = 0.9379$ .

Расчет промежуточного тупикового направления 1-01-К-45-- ул. Максима Горького, 5. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь 1-01-К-45-- ул. Максима Горького, 5 равна:  $P_{бр} = 0.99851$ ,  $P_{от} = 0.00149$ .

Совокупная вероятность безотказной работы тепловой сети второго направления, путь ТЭЦ-6 -- ул. Максима Горького, 5, равна произведению вероятности безотказной работы промежуточных направлений:  $P_{бр} = P_1 * P_2 * P_3 * \dots * P_n = 0.9379 * 0.99851 = 0.93650$ .

Третье направление ТЭЦ-6 --1-20-ЦТП-2.

Расчет промежуточного кольцевого направления ТЭЦ-6 -- 1-04-К-176 определяется двумя полукольцами магистралей М1-04, путь ТЭЦ-6 -- 1-04-К-176 и М1-01, путь ТЭЦ-6 -- 1-04-К-176.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-04, путь ТЭЦ-6 -- 1-04-К-176, равна:  $P_{бр} = 0.73155$ ,  $P_{от} = 0.26845$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-01, путь ТЭЦ-6 -- 1-04-К-176, равна:  $P_{бр} = 0.76864$ ,  $P_{от} = 0.23136$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети ТЭЦ-6 -- 1-04-К-176 равна:  $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} = 0.26845 * 0.23136 = 0.0621$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети ТЭЦ-6 -- 1-04-К-176 равна:  $P_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.0621 = 0.9379$ .

Расчет промежуточного тупикового направления 1-04-К-176 -- 1-20-ЦТП-2. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь 1-04-К-176 -- 1-20-ЦТП-2, равна:  $P_{бр} = 0.97575$ ,  $P_{от} = 0.02425$ .

Совокупная вероятность безотказной работы тепловой сети третьего направления, путь ТЭЦ-6 --1-20-ЦТП-2, равна произведению вероятности безотказной работы промежуточных направлений:  $P_{бр} = P_1 * P_2 * P_3 * \dots * P_n = 0.9379 * 0.97575 = 0.91515$ .

Результаты расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей четвертого и пятого направлений, определенными путями ТЭЦ-6 -- ул. Революции, 68 и ТЭЦ-6 --1-10-ЦТП-21, остаются неизменными.

Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей с учетом мероприятий по реконструкциям показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ТЭЦ-6 на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК-3.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем узел 1-06-ЦТП-26, находящийся по адресу ул. Ким, 99а. Основное направление движения теплоносителя для потребителя 1-06-ЦТП-26 определено по пути ВК-3 -- 1-06-ЦТП-26. Основное направление

содержит множество кольцевых участков, расчет надежности которых необходимо определить по отдельности.

Расчет промежуточного тупикового направления ВК-3 -- 1-07-П-4. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь ВК-3 -- 1-07-П-4, равна:  $R_{бр} = 0.90898$ ,  $P_{от} = 0.09102$ .

Расчет промежуточного кольцевого направления 1-07-П-4 -- 1-19-К-419 определяется двумя полукольцами магистралей М1-23, М1-22 путь 1-07-П-4 -- 1-19-К-419 и М1-07, М1-19, путь 1-07-П-4 -- 1-19-К-419.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-23, М1-22 путь 1-07-П-4 -- 1-19-К-419, равна:  $R_{бр} = 0.96649$ ,  $P_{от} = 0.03351$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-07, М1-19, путь 1-07-П-4 -- 1-19-К-419, равна:  $R_{бр} = 0.77163$ ,  $P_{от} = 0.22837$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети 1-07-П-4 -- 1-19-К-419 равна:  $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} = 0.03351 * 0.22837 = 0.00765$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети 1-07-П-4 -- 1-19-К-419 равна:  $R_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.09882 = 0.99234$ .

Расчет промежуточного кольцевого направления 1-19-К-419 -- 1-19-К-500 определяется двумя полукольцами магистралей М1-19, путь 1-19-К-419 -- 1-19-К-500 и М1-17, М1-04, М1-15, путь 1-19-К-419 -- 1-19-К-500.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-19, путь 1-19-К-419 -- 1-19-К-500, равна:  $R_{бр} = 0.81791$ ,  $P_{от} = 0.18209$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-17, М1-04, М1-15, путь 1-19-К-419 -- 1-19-К-500, равна:  $R_{бр} = 0.76271$ ,  $P_{от} = 0.23729$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети 1-19-К-419 -- 1-19-К-500 равна:  $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} = 0.18209 * 0.23729 = 0.0432$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети 1-19-К-419 -- 1-19-К-500 равна:  $R_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.0423 = 0.9577$ .

Расчет промежуточного кольцевого направления 1-19-К-500 -- 1-06-К-516-18 определяется двумя полукольцами магистралей М1-19, М1-06 путь 1-19-К-500 -- 1-06-К-516-18 и М1-06, путь 1-19-К-500 -- 1-06-К-516-18.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-19, М1-06 путь 1-19-К-500 -- 1-06-К-516-18, равна:  $R_{бр} = 0.90222$ ,  $P_{от} = 0.09778$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-06, путь 1-19-К-500 -- 1-06-К-516-18, равна:  $R_{бр} = 0.86713$ ,  $P_{от} = 0.13287$ .



Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети 1-19-К-500 -- 1-06-К-516-18 равна:  $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} = 0.09778 * 0.13287 = 0.01299$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети 1-19-К-500 -- 1-06-К-516-18 равна:  $P_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.01299 = 0.9870$ .

Расчет промежуточного тупикового направления 1-06-К-516-18 -- 1-06-ЦТП-26. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь 1-06-К-516-18 -- 1-06-ЦТП-26, равна:  $P_{бр} = 0.99974$ ,  $P_{от} = 0.00026$ .

Совокупная вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления, путь ВК-3 -- 1-06-ЦТП-26, равна произведению вероятности безотказной работы промежуточных направлений:  $P_{бр} = P_1 * P_2 * P_3 * \dots * P_n = 0.90898 * 0.99234 * 0.9577 * 0.9870 * 0.99974 = 0.8524$ .

В качестве второго наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. Макаренко, 18. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Макаренко, 18 определено по пути ВК-3 -- Макаренко, 18.

Вероятность безотказной работы тепловой сети второго направления равна:  $P_{бр} = 0.78797$  Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что на период до 2035 года показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК-3 не будет соответствовать нормативному значению.

Для приведения показателя надежности тепловых сетей до нормативного значения предлагаются мероприятия по реконструкции тепловых сетей определенные расчетом вероятности безотказной работы. Перечень участков представлен в главе 7, пункт «д».

Обоснованием мероприятий по приведению показателя надежности тепловых сетей до нормативного значения служит расчет вероятности безотказной работы трубопроводов с реализованными мероприятиями по реконструкции тепловых сетей.

Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК-3 с учетом мероприятий по реконструкции тепловых сетей.

Основное направление ВК-3 -- 1-06-ЦТП-26.

Расчет промежуточного тупикового направления ВК-3 -- 1-07-П-4. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь ВК-3 -- 1-07-П-4, равна:  $P_{бр} = 1$ ,  $P_{от} = 0$ .

Расчет промежуточного кольцевого направления 1-07-П-4 -- 1-19-К-419 определяется двумя полукольцами магистралей М1-23, М1-22 путь 1-07-П-4 -- 1-19-К-419 и М1-07, М1-19, путь 1-07-П-4 -- 1-19-К-419.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-23, М1-22 путь 1-07-П-4 -- 1-19-К-419, равна:  $P_{бр} = 0.96649$ ,  $P_{от} = 0.03351$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-07, М1-19, путь 1-07-П-4 -- 1-19-К-419, равна:  $P_{бр} = 0.77163$ ,  $P_{от} = 0.22837$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети 1-07-П-4 -- 1-19-К-419 равна:  $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} = 0.03351 * 0.22837 = 0.00765$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети 1-07-П-4 -- 1-19-К-419 равна:  $P_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.09882 = 0.99234$ .

Расчет промежуточного кольцевого направления 1-19-К-419 -- 1-19-К-500 определяется двумя полукольцами магистралей М1-19, путь 1-19-К-419 -- 1-19-К-500 и М1-17, М1-04, М1-15, путь 1-19-К-419 -- 1-19-К-500.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-19, путь 1-19-К-419 -- 1-19-К-500, равна:  $P_{бр} = 0.81791$ ,  $P_{от} = 0.18209$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-17, М1-04, М1-15, путь 1-19-К-419 -- 1-19-К-500, равна:  $P_{бр} = 0.76271$ ,  $P_{от} = 0.23729$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети 1-19-К-419 -- 1-19-К-500 равна:  $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} = 0.18209 * 0.23729 = 0.0432$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети 1-19-К-419 -- 1-19-К-500 равна:  $P_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.0423 = 0.9577$ .

Расчет промежуточного кольцевого направления 1-19-К-500 -- 1-06-К-516-18 определяется двумя полукольцами магистралей М1-19, М1-06 путь 1-19-К-500 -- 1-06-К-516-18 и М1-06, путь 1-19-К-500 -- 1-06-К-516-18.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-19, М1-06 путь 1-19-К-500 -- 1-06-К-516-18, равна:  $P_{бр} = 0.90222$ ,  $P_{от} = 0.09778$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-06, путь 1-19-К-500 -- 1-06-К-516-18, равна:  $P_{бр} = 0.86713$ ,  $P_{от} = 0.13287$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети 1-19-К-500 -- 1-06-К-516-18 равна:  $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} = 0.09778 * 0.13287 = 0.01299$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети 1-19-К-500 -- 1-06-К-516-18 равна:  $P_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.01299 = 0.9870$ .

Расчет промежуточного тупикового направления 1-06-К-516-18 -- 1-06-ЦТП-26. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь 1-06-К-516-18 -- 1-06-ЦТП-26, равна:  $P_{бр} = 0.99974$ ,  $P_{от} = 0.00026$ .

Совокупная вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления, путь ВК-3 -- 1-06-ЦТП-26, равна произведению вероятности безотказной работы промежуточных направлений:  $P_{бр} = P_1 * P_2 * P_3 * \dots * P_n = 1 * 0.99234 * 0.9577 * 0.9870 * 0.99974 = 0.93776$ .

Второе направление ВК-3 -- Макаренко, 18.

Вероятность безотказной работы тепловой сети второго направления равна:  $R_{бр} = 0.90862$  Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей с учетом мероприятий по реконструкциям показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК-3 на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

#### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ТЭЦ-9**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. Окулова, 18. Основное направление движения теплоносителя для потребителя Окулова, 18 определено по пути ТЭЦ-9 -- Окулова, 18. Для упрощения расчет проводится относительно трех зон:

- От ТЭЦ-9 до тепловой камеры 2-04-К-500
- От тепловой камеры 2-04-К-500 до тепловой камеры 2-04-К-579
- От тепловой камеры 2-04-К-579А до жилого дома по адресу ул. Окулова, 18

Движение теплоносителя до узла 2-04-К-500 резервируется возможностью работой правого тепловывода источника ТЭЦ-9, по магистралям М2-02, М-2-04 и левого тепловывода, по магистралям М2-01, М2-03, М2-09.

Направление ТЭЦ-9 - 2-04-К-500 со стороны правого тепловывода содержит множество кольцевых участков, расчет надежности которых необходимо определить по отдельности.

Расчет промежуточного кольцевого направления ТЭЦ-9 -- 2-02-К-462 определяется двумя полукольцами магистралей М2-02, путь ТЭЦ-9 -- 2-02-К-462 и М2-04, путь ТЭЦ-9 -- 2-02-К-462.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М2-02, путь ТЭЦ-9 -- 2-02-К-462, равна:  $R_{бр} = 0.73564$ ,  $P_{от} = 0.26436$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М2-04, путь ТЭЦ-9 -- 2-02-К-462, равна:  $R_{бр} = 0.96569$ ,  $P_{от} = 0.03431$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети ТЭЦ-9 -- 2-02-К-462 равна:  $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} = 0.26436 * 0.03431 = 0.00907$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети ТЭЦ-9 -- 2-02-К-462 равна:  $R_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.00907 = 0.99093$ .

Расчет промежуточного кольцевого направления 2-02-К-462 -- 2-04-К-481А определяется тремя полукольцами магистралей М2-02, путь 2-02-К-462 -- 2-02-Т-481, М2-04, путь 2-04-К-462А -- 2-04-Т-481А и М2-13, путь 2-13-К-737 -- 2-04-К-481А.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М2-02, путь 2-02-К-462 -- 2-02-Т-481, равна:  $R_{бр} = 0.83222$ ,  $P_{от} = 0.16778$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М2-04, путь 2-04-К-462А -- 2-04-Т-481А, равна:  $R_{бр} = 0.70118$ ,  $P_{от} = 0.29882$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М2-13, путь 2-13-К-737 -- 2-04-К-481А, равна:  $P_{бр} = 0.75159$ ,  $P_{от} = 0.24841$ .

Совокупная вероятность отказа трех полуколец тепловой сети 2-02-К-462 -- 2-04-К-481А равна:  $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} * P_{от3} = 0.16778 * 0.29882 * 0.24841 = 0.01245$ .

Совокупная вероятность безотказной работы трех полуколец тепловой сети 2-02-К-462 -- 2-04-К-481А равна:  $P_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.01245 = 0.98755$ .

Расчет промежуточного кольцевого направления 2-02-Т-481 -- 2-04-К-500 определяется двумя полукольцами магистралей М2-02, путь 2-02-Т-481 -- 2-04-К-500 и М2-04, путь 2-04-Т-481А -- 2-04-К-500.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М2-02, путь 2-02-Т-481 -- 2-04-К-500, равна:  $P_{бр} = 0.86926$ ,  $P_{от} = 0.13074$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М2-04, путь 2-04-Т-481А -- 2-04-К-500, равна:  $P_{бр} = 0.82124$ ,  $P_{от} = 0.17876$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети 2-02-Т-481 -- 2-04-К-500 равна:  $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} = 0.13074 * 0.17876 = 0.0233$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети 2-02-Т-481 -- 2-04-К-500 равна:  $P_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.0233 = 0.9767$ .

Совокупная вероятность безотказной работы тепловой сети ТЭЦ-9 - 2-04-К-500 со стороны правого тепловывода равна произведению вероятности безотказной работы промежуточных направлений:  $P_{бр} = P_1 * P_2 * P_3 * \dots * P_n = 0.99093 * 0.98755 * 0.9767 = 0.95579$ .

Вероятность отказа тепловой сети ТЭЦ-9 - 2-04-К-500 со стороны правого тепловывода равна:  $P_{от} = 1 - P_{бр} = 1 - 0.95579 = 0.04421$ .

Направление ТЭЦ-9 - 2-04-К-500 со стороны левого тепловывода содержит множество кольцевых участков, расчет надежности которых необходимо определить по отдельности.

Расчет промежуточного кольцевого направления ТЭЦ-9 -- 2-01-Т-22 определяется тремя полукольцами магистралей М2-09, путь ТЭЦ-9 -- 2-01-Т-22, М2-03, путь ТЭЦ-9 -- 2-01-Т-22 и М2-01, путь ТЭЦ-9 -- 2-01-Т-22.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М2-09, путь ТЭЦ-9 -- 2-01-Т-22, равна:  $P_{бр} = 0.70229$ ,  $P_{от} = 0.29771$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М2-03, путь ТЭЦ-9 -- 2-01-Т-22, равна:  $P_{бр} = 0.72518$ ,  $P_{от} = 0.27482$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М2-01, путь ТЭЦ-9 -- 2-01-Т-22, равна:  $P_{бр} = 0.76819$ ,  $P_{от} = 0.23181$ .

Совокупная вероятность отказа трех полуколец тепловой сети ТЭЦ-9 -- 2-01-Т-22 равна:  $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} * P_{от3} = 0.29771 * 0.27482 * 0.23181 = 0.01896$ .

Совокупная вероятность безотказной работы трех полуколец тепловой сети ТЭЦ-9 -- 2-01-Т-22 равна:  $R_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.01896 = 0.98104$ .

Расчет промежуточного кольцевого направления 2-01-Т-22 -- 2-01-П-51 определяется двумя полукольцами магистралей М2-01, путь 2-01-Т-22 -- 2-01-П-51 и М2-09, путь 2-01-Т-22 -- 2-01-П-51.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М2-01, путь 2-01-Т-22 -- 2-01-П-51, равна:  $R_{бр} = 0.97066$ ,  $P_{от} = 0.02934$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М2-09, путь 2-01-Т-22 -- 2-01-П-51, равна:  $R_{бр} = 0.55971$ ,  $P_{от} = 0.44029$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети 2-01-Т-22 -- 2-01-П-51 равна:  $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} = 0.02934 * 0.44029 = 0.0129$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети 2-01-Т-22 -- 2-01-П-51 равна:  $R_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.0129 = 0.9871$ .

Расчет промежуточного тупикового направления 2-01-П-51 -- 2-04-К-500. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь 2-01-П-51 -- 2-04-К-500, равна:  $R_{бр} = 0.69639$ ,  $P_{от} = 0.30361$ .

Совокупная вероятность безотказной работы тепловой сети ТЭЦ-9 - 2-04-К-500 со стороны левого тепловывода равна произведению вероятности безотказной работы промежуточных направлений:  $R_{бр} = P_1 * P_2 * P_3 * \dots * P_n = 0.98104 * 0.9871 * 0.69639 = 0.6743$ .

Вероятность отказа тепловой сети ТЭЦ-9 - 2-04-К-500 со стороны левого тепловывода равна:  $P_{от} = 1 - R_{бр} = 1 - 0.6743 = 0.3257$ .

Совокупная вероятность отказа правого и левого тепловывода для узла 2-04-К-500 равна:  $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} = 0.04421 * 0.3257 = 0.01439$ .

Совокупная вероятность безотказной работы правого и левого тепловывода для узла 2-04-К-500 определяется:  $R_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.01439 = 0.98561$ .

Вторая зона расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей, определенная по пути 2-02-К-500 -- 2-04-К-579 имеет возможность резервирования при движении теплоносителя через насосную станцию ПН-15 и через насосные станции ПН-17 и ПН-5.

Расчет промежуточного тупикового направления 2-02-К-500 -- 2-04-К-579 при движении теплоносителя в сторону насосной станции ПН-15. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь 2-02-К-500 -- 2-04-К-579, равна:  $R_{бр} = 0.63459$ ,  $P_{от} = 0.36541$ .

Направление 2-02-К-500 -- 2-04-К-579 в сторону насосных станций ПН-17 и ПН-5 содержит кольцевые участки, расчет надежности которых необходимо определить по отдельности.

Расчет промежуточного тупикового направления 2-04-К-500 -- 2-04-К-525Б. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь 2-04-К-500 -- 2-04-К-525Б, равна:  $P_{бр}=0.89734$ ,  $P_{от}=0.10266$ .

Расчет промежуточного кольцевого направления 2-04-К-525Б -- 2-04-К-573 определяется двумя полукольцами магистралей М2-04, путь 2-04-К-525Б -- 2-04-К-573 и М2-10, путь 2-04-К-525Б -- 2-04-К-573.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М2-04, путь 2-04-К-525Б -- 2-04-К-573, равна:  $P_{бр}=0.82089$ ,  $P_{от}=0.17911$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М2-10, путь 2-04-К-525Б -- 2-04-К-573, равна:  $P_{бр}=0.83774$ ,  $P_{от}=0.16226$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети 2-04-К-525Б -- 2-04-К-573 равна:  $P_{от}=P_{от1}*P_{от2}=0.17911*0.16226=0.0290$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети 2-04-К-525Б -- 2-04-К-573 равна:  $P_{бр}=1-P_{от}=1-0.0290=0.971$ .

Расчет промежуточного тупикового направления 2-04-К-573 -- 2-04-К-579. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь 2-04-К-573 -- 2-04-К-579, равна:  $P_{бр}=0.97547$ ,  $P_{от}=0.02453$ .

Совокупная вероятность безотказной работы тепловой сети 2-02-К-500 -- 2-04-К-579 при движении теплоносителя в сторону насосных станций ПН-17 и ПН-5 равна произведению вероятности безотказной работы промежуточных направлений:  $P_{бр}=P_1*P_2*P_3*...*P_n=0.89734*0.971*0.97547=0.8499$ .

Вероятность отказа тепловой сети 2-02-К-500 -- 2-04-К-579 при движении теплоносителя в сторону насосных станций ПН-17 и ПН-5 равна:  $P_{от}=1-P_{бр}=1-0.8499=0.1501$ .

Совокупная вероятность отказа тепловых сетей при движении теплоносителя в сторону насосной станции ПН-15 и насосных станций ПН-17, ПН-5 по пути 2-02-К-500 -- 2-04-К-579 равна:  $P_{от}=P_{от1}*P_{от2}=0.36541*0.1501=0.0548$ .

Совокупная вероятность безотказной работы тепловых сетей при движении теплоносителя в сторону насосной станции ПН-15 и насосных станций ПН-17, ПН-5 по пути 2-02-К-500 -- 2-04-К-579 определяется:  $P_{бр}=1-P_{от}=1-0.0548=0.9452$ .

Совокупная вероятность безотказной работы тепловой сети ТЭЦ-9 -- К-579, равна произведению вероятности безотказной работы промежуточных направлений:  $P_{бр}=P_1*P_2*P_3*...*P_n=0.98561*0.9452=0.9316$ .

Расчет третьей зоны вероятности безотказной работы тепловых сетей определен по пути 2-04-К-579 -- ул. Окулова, 18. Выбранное направление содержит кольцевые участки, расчет надежности которых необходимо определить по отдельности.

Расчет промежуточного тупикового направления 2-04-К-579 -- 2-04-К-585. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь 2-04-К-579 -- 2-04-К-585, равна:  $R_{бр}=1$ ,  $P_{от}=0$ .

Расчет промежуточного кольцевого направления 2-04-К-585 – Окулова, 18 определяется двумя полукольцами магистрали М2-04, путь 2-04-К-585 – Окулова, 18.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для первого полукольца М2-04, путь 2-04-К-585 – Окулова, 18, равна:  $R_{бр}=0.96005$ ,  $P_{от}=0.03995$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для второго полукольца М2-04, путь 2-04-К-585 – Окулова, 18, равна:  $R_{бр}=0.97688$ ,  $P_{от}=0.02312$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети 2-04-К-585 – Окулова, 18 равна:  $P_{от}=P_{от1}*P_{от2}=0.03995*0.02312=0.0009$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети 2-04-К-585 – Окулова, 18 равна:  $R_{бр}=1-P_{от}=1-0.0009=0.9991$ .

Совокупная вероятность безотказной работы тепловых сетей в третьей расчетной зоне надежности по пути 2-04-К-579 -- ул. Окулова, 18 определяется:  $R_{бр}=P_1*P_2*P_3*...*P_n=1*0.9991=0.9991$ .

Итоговая величина вероятности безотказной работы тепловых сетей у потребителя по адресу ул. Окулова, 18 определенная по пути ТЭЦ-9 – Окулова, 18 равна произведению вероятности безотказной работы промежуточных направлений:  $R_{бр}=P_1*P_2*P_3*...*P_n=0.98561*0.9452*0.9991=0.93076$ .

Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ТЭЦ-9 на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

#### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ТЭЦ-14.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем узел 4-01-ЦТП-1, находящийся по адресу ул. Калинина, 74. Основное направление движения теплоносителя для потребителя 4-01-ЦТП-1 определено по пути ТЭЦ-14 -- 4-01-ЦТП-1. Основное направление содержит множество кольцевых участков, расчет надежности которых необходимо определить по отдельности.

Расчет промежуточного кольцевого направления ТЭЦ-14 -- 4-01-Т-19 определяется двумя полукольцами магистралей М4-01, путь ТЭЦ-14 -- 4-01-Т-19 и М4-03, путь ТЭЦ-14 -- 4-01-Т-19-3.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М4-01, путь ТЭЦ-14 -- 4-01-Т-19, равна:  $R_{бр}=0.66383$ ,  $P_{от}=0.33617$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М4-03, путь ТЭЦ-14 -- 4-01-Т-19-3, равна:  $R_{бр} = 1$ ,  $R_{от} = 0$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети ТЭЦ-14 -- 4-01-Т-19 равна:  $R_{от} = R_{от1} * R_{от2} = 0.33617 * 0 = 0$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети ТЭЦ-14 -- 4-01-Т-19 равна:  $R_{бр} = 1 - R_{от} = 1 - 0 = 1$ .

Расчет промежуточного кольцевого направления 4-01-Т-19 -- 4-01-Т-27 определяется двумя полукольцами магистралей М4-01, путь 4-01-Т-19 -- 4-01-Т-27 и М4-03, путь 4-03-П-19-3 -- 4-03-Т-27.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М4-01, путь 4-01-Т-19 -- 4-01-Т-27, равна:  $R_{бр} = 0.82496$ ,  $R_{от} = 0.17504$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М4-03, путь 4-03-П-19-3 -- 4-03-Т-27, равна:  $R_{бр} = 0.80520$ ,  $R_{от} = 0.19480$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети 4-01-Т-19 -- 4-01-Т-27 равна:  $R_{от} = R_{от1} * R_{от2} = 0.17504 * 0.19480 = 0.03409$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети 4-01-Т-19 -- 4-01-Т-27 равна:  $R_{бр} = 1 - R_{от} = 1 - 0.03346 = 0.96590$ .

Расчет промежуточного кольцевого направления 4-01-Т-27 -- 4-01-П-38 определяется двумя полукольцами магистралей М4-01, путь 4-01-Т-27 -- 4-01-П-38 и М4-03, путь 4-03-Т-27 -- 4-01-П-38.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М4-01, путь 4-01-Т-27 -- 4-01-П-38, равна:  $R_{бр} = 0.82671$ ,  $R_{от} = 0.17329$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М4-03, путь 4-03-Т-27 -- 4-01-П-38, равна:  $R_{бр} = 0.80427$ ,  $R_{от} = 0.19573$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети 4-01-Т-27 -- 4-01-П-38, равна:  $R_{от} = R_{от1} * R_{от2} = 0.17329 * 0.19573 = 0.03392$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети 4-01-Т-27 -- 4-01-П-38 равна:  $R_{бр} = 1 - R_{от} = 1 - 0.03392 = 0.96608$ .

Расчет промежуточного тупикового направления 4-01-П-38 -- 4-01-Т-49. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь 4-01-П-38 -- 4-01-Т-49, равна:  $R_{бр} = 1$ ,  $R_{от} = 0$ .

Расчет промежуточного тупикового направления 4-01-Т-49 -- 4-01-П-68. Расчет определяется двумя полукольцами магистралей М4-01, путь 4-01-Т-49 -- 4-01-П-68 и М4-10, путь 4-01-Т-49 -- 4-01-П-68.



Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М4-01, путь 4-01-Т-49 -- 4-01-П-68, равна:  $R_{бр} = 0.85502$ ,  $R_{от} = 0.14498$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М4-10, путь 4-01-Т-49 -- 4-01-П-68, равна:  $R_{бр} = 0.86602$ ,  $R_{от} = 0.13398$ .

Совокупная вероятность отказа двух полукольцев тепловой сети 4-01-Т-49 -- 4-01-П-68 равна:  $R_{от} = R_{от1} * R_{от2} = 0.14498 * 0.13398 = 0.01942$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полукольцев тепловой сети 4-01-Т-49 -- 4-01-П-68 равна:  $R_{бр} = 1 - R_{от} = 1 - 0.01469 = 0.98531$ .

Расчет промежуточного тупикового направления 4-01-Т-68 -- 4-01-К-87. Расчет определяется двумя полукольцами магистралей М4-01, путь 4-01-Т-68 -- 4-01-К-87 и М4-08, путь 4-01-Т-68 -- 4-01-К-87.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М4-01, путь 4-01-Т-68 -- 4-01-К-87, равна:  $R_{бр} = 0.83406$ ,  $R_{от} = 0.16594$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М4-08, путь 4-01-Т-68 -- 4-01-К-87, равна:  $R_{бр} = 0.90126$ ,  $R_{от} = 0.09874$ .

Совокупная вероятность отказа двух полукольцев тепловой сети 4-01-Т-68 -- 4-01-К-87 равна:  $R_{от} = R_{от1} * R_{от2} = 0.16594 * 0.09874 = 0.01638$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полукольцев тепловой сети 4-01-Т-68 -- 4-01-К-87 равна:  $R_{бр} = 1 - R_{от} = 1 - 0.01638 = 0.98361$ .

Расчет промежуточного тупикового направления 4-01-К-87 -- 4-01-ЦТП-1. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь 4-01-К-87 -- 4-01-ЦТП-1, равна:  $R_{бр} = 1$ ,  $R_{от} = 0$ .

Совокупная вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления, путь ТЭЦ-14 -- 4-01-ЦТП-1, равна произведению вероятности безотказной работы промежуточных направлений:  $R_{бр} = P_1 * P_2 * P_3 * \dots * P_n = 1 * 0.96590 * 0.96608 * 1 * 0.98057 * 0.98361 * 1 = 0.9$ .

В качестве второго наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем узел 4-02-ЦТП-28, находящийся по адресу ул. Панфилова, 17а. Основное направление движения теплоносителя для потребителя 4-02-ЦТП-28 определено по пути ТЭЦ-14 -- 4-02-ЦТП-28. Основное направление содержит кольцевые участки, расчет надежности которых необходимо определить по отдельности.

Расчет промежуточного кольцевого направления ТЭЦ-14 -- 4-02-Т-2 определяется двумя полукольцами магистрали М4-02, путь ТЭЦ-14 -- 4-02-Т-2 и 4-01-Т-0 -- 4-02-Т-2.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М4-02, путь ТЭЦ-14 -- 4-02-Т-2, равна:  $R_{бр} = 0.96896$ ,  $R_{от} = 0.03104$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М4-02, путь ТЭЦ-14 -- 4-02-Т-2, равна:  $R_{бр} = 0.98477$ ,  $R_{от} = 0.01523$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети ТЭЦ-14 -- 4-02-Т-2 равна:  
 $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} = 0.03104 * 0.01523 = 0.00047$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети ТЭЦ-14 -- 4-02-Т-2 равна:  $P_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.00316 = 0.99952$ .

Расчет промежуточного тупикового направления 4-02-Т-2 -- 4-02-ЦТП-28. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь 4-02-Т-2 -- 4-02-ЦТП-28, равна:  $P_{бр} = 0.91826$ ,  $P_{от} = 0.08174$ .

Совокупная вероятность безотказной работы тепловой сети второго направления, путь ТЭЦ-14 -- 4-02-ЦТП-28, равна произведению вероятности безотказной работы промежуточных направлений:  $P_{бр} = P_1 * P_2 * P_3 * \dots * P_n = 0.99952 * 0.91826 = 0.91782$ .

Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ТЭЦ-14 на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ТЭЦ-13**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем узел 3-01-ЦТП-9, находящийся по адресу ул. Маршала Толбухина, 40. Основное направление движения теплоносителя для потребителя 3-01-ЦТП-9 определено по пути ТЭЦ-13 -- 3-01-ЦТП-9. Основное направление содержит кольцевые участки, расчет надежности которых необходимо определить по отдельности.

Расчет промежуточного тупикового направления ТЭЦ-13 -- 3-01-Т-16А. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь ТЭЦ-13 -- 3-01-Т-16А, равна:  $P_{бр} = 0.81992$ ,  $P_{от} = 0.18008$ .

Расчет промежуточного кольцевого направления 3-01-Т-16А -- 3-01-К-55 определяется двумя полукольцами магистралей М3-01, путь 3-01-Т-16А -- 3-01-К-55 и М3-03, путь 3-01-Т-16А -- 3-01-К-55.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М3-01, путь 3-01-Т-16А -- 3-01-К-55, равна:  $P_{бр} = 0.84950$ ,  $P_{от} = 0.15050$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М3-03, путь 3-01-Т-16А -- 3-01-К-55, равна:  $P_{бр} = 0.77748$ ,  $P_{от} = 0.22252$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети 3-01-Т-16А -- 3-01-К-55 равна:  $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} = 0.15050 * 0.22252 = 0.03348$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети 3-01-Т-16А -- 3-01-К-55 равна:  $P_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.03348 = 0.96652$ .

Расчет промежуточного тупикового направления 3-01-К-55 -- 3-01-ЦТП-9. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь 3-01-К-55 -- 3-01-ЦТП-9, равна:  $P_{бр} = 0.95570$ ,  $P_{от} = 0.04430$ .

Совокупная вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления, путь ТЭЦ-13 -- 3-01-ЦТП-9, равна произведению вероятности безотказной работы промежуточных направлений:  $P_{бр} = P_1 * P_2 * P_3 * \dots * P_n = 0.81992 * 0.96652 * 0.95570 = 0.75736$ .

Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что на период до 2035 года показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ТЭЦ-13 не будет соответствовать нормативному значению.

Для приведения показателя надежности тепловых сетей до нормативного значения предлагаются мероприятия по реконструкции тепловых сетей определенные расчетом вероятности безотказной работы. Перечень участков представлен в главе 7, пункт «д».

Обоснованием мероприятий по приведению показателя надежности тепловых сетей до нормативного значения служит расчет вероятности безотказной работы трубопроводов с реализованными мероприятиями по реконструкции тепловых сетей.

Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ТЭЦ-13 с учетом мероприятий по реконструкции тепловых сетей.

Расчет промежуточного тупикового направления ТЭЦ-13 -- 3-01-Т-16А. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь ТЭЦ-13 -- 3-01-Т-16А, равна:  $P_{бр} = 0.99965$ ,  $P_{от} = 0.00035$ .

Расчет промежуточного кольцевого направления 3-01-Т-16А -- 3-01-К-55 определяется двумя полукольцами магистралей МЗ-01, путь 3-01-Т-16А -- 3-01-К-55 и МЗ-03, путь 3-01-Т-16А -- 3-01-К-55.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца МЗ-01, путь 3-01-Т-16А -- 3-01-К-55, равна:  $P_{бр} = 0.84950$ ,  $P_{от} = 0.15050$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца МЗ-03, путь 3-01-Т-16А -- 3-01-К-55, равна:  $P_{бр} = 0.77748$ ,  $P_{от} = 0.22252$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети 3-01-Т-16А -- 3-01-К-55 равна:  $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} = 0.15050 * 0.22252 = 0.03348$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети 3-01-Т-16А -- 3-01-К-55 равна:  $P_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.03348 = 0.96652$ .

Расчет промежуточного тупикового направления 3-01-К-55 -- 3-01-ЦТП-9. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь 3-01-К-55 -- 3-01-ЦТП-9, равна:  $P_{бр} = 0.95570$ ,  $P_{от} = 0.04430$ .

Совокупная вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления, путь ТЭЦ-13 -- 3-01-ЦТП-9, равна произведению вероятности безотказной работы промежуточных направлений:  $P_{бр} = P_1 * P_2 * P_3 * \dots * P_n = 0.99965 * 0.96652 * 0.95570 = 0.92338$ .

Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей с учетом мероприятий по реконструкциям показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ТЭЦ-13 на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

#### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК-2.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем административное здание, находящееся по адресу ул. Крупской, 2. Основное направление движения теплоносителя для потребителя ул. Крупской, 2 определено по пути ВК-2 -- ул. Крупской, 2. Основное направление содержит кольцевые участки, расчет надежности которых необходимо определить по отдельности.

Расчет промежуточного тупикового направления ВК-2 -- 1-06-К-524. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь ВК-2 -- 1-06-К-524, равна:  $P_{бр} = 0.90985$ ,  $P_{от} = 0.09015$ .

Расчет промежуточного кольцевого направления 1-06-К-524 -- 1-19-К-16-0-23 определяется двумя полукольцами магистралей М1-06, путь 1-06-К-524 -- 1-19-К-16-0-23 и М1-06, М1-19, путь 1-06-К-524 -- 1-19-К-16-0-23.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-06, путь 1-06-К-524 -- 1-19-К-16-0-23, равна:  $P_{бр} = 0.94959$ ,  $P_{от} = 0.05041$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-06, М1-19, путь 1-06-К-524 -- 1-19-К-16-0-23, равна:  $P_{бр} = 0.90211$ ,  $P_{от} = 0.09789$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети 1-06-К-524 -- 1-19-К-16-0-23 равна:  $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} = 0.05041 * 0.09789 = 0.0049$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети 1-06-К-524 -- 1-19-К-16-0-23 равна:  $P_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.0049 = 0.9951$ .

Расчет промежуточного тупикового направления 1-19-К-16-0-23 -- ул. Крупская, 2. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь 1-19-К-16-0-23 -- ул. Крупская, 2, равна:  $P_{бр} = 0.98406$ ,  $P_{от} = 0.01594$ .

Совокупная вероятность безотказной работы тепловой сети главного направления, путь ВК-2 -- ул. Крупской, 2, равна произведению вероятности безотказной работы промежуточных направлений:  $P_{бр} = P_1 * P_2 * P_3 * \dots * P_n = 0.90985 * 0.9951 * 0.98406 = 0.89095$ .

Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что на период до 2035 года показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК-2 не будет соответствовать нормативному значению.

Для приведения показателя надежности тепловых сетей до нормативного значения предлагаются мероприятия по реконструкции тепловых сетей определенные расчетом вероятности безотказной работы. Перечень участков представлен в главе 7, пункт «д».

Обоснованием мероприятий по приведению показателя надежности тепловых сетей до нормативного значения служит расчет вероятности безотказной работы трубопроводов с реализованными мероприятиями по реконструкции тепловых сетей.

Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК-2 с учетом мероприятий по реконструкции тепловых сетей.

Расчет промежуточного тупикового направления ВК-2 -- 1-06-К-524. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь ВК-2 -- 1-06-К-524, равна:  $R_{бр} = 0.94287$ ,  $P_{от} = 0.05713$ .

Расчет промежуточного кольцевого направления 1-06-К-524 -- 1-19-К-16-0-23 определяется двумя полукольцами магистралей М1-06, путь 1-06-К-524 -- 1-19-К-16-0-23 и М1-06, М1-19, путь 1-06-К-524 -- 1-19-К-16-0-23.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-06, путь 1-06-К-524 -- 1-19-К-16-0-23, равна:  $R_{бр} = 0.94959$ ,  $P_{от} = 0.05041$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для полукольца М1-06, М1-19, путь 1-06-К-524 -- 1-19-К-16-0-23, равна:  $R_{бр} = 0.90211$ ,  $P_{от} = 0.09789$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети 1-06-К-524 -- 1-19-К-16-0-23 равна:  $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} = 0.05041 * 0.09789 = 0.0049$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети 1-06-К-524 -- 1-19-К-16-0-23 равна:  $R_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.0049 = 0.9951$ .

Расчет промежуточного тупикового направления 1-19-К-16-0-23 -- ул. Крупская, 2. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь 1-19-К-16-0-23 -- ул. Крупская, 2, равна:  $R_{бр} = 0.98406$ ,  $P_{от} = 0.01594$ .

Совокупная вероятность безотказной работы тепловой сети главного направления, путь ВК-2 -- ул. Крупской, 2, равна произведению вероятности безотказной работы промежуточных направлений:  $R_{бр} = P_1 * P_2 * P_3 * \dots * P_n = 0.94287 * 0.9951 * 0.98406 = 0.9233$ .

Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей с учетом мероприятий по реконструкциям показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК-2 на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

#### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК Вышка-2**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем узел 60-ЦТП-8, находящийся по адресу ул. Гашкова, 9. Основное направление движения теплоносителя для потребителя 60-ЦТП-8 определено по пути ВК Вышка-2 -- 60-ЦТП-8.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 0.98776$  В качестве второго наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем узел 60-ЦТП-3, находящийся по адресу ул. Целинная, 11. Основное направление движения теплоносителя для потребителя 60-ЦТП-3 определено по пути ВК Вышка-2 -- 60-ЦТП-3.

Вероятность безотказной работы тепловой сети второго направления равна:  $R_{бр} = 0.98776$

В качестве третьего наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем узел 60-ЦТП-9, находящийся по адресу ул. Сигаева, 12. Основное направление движения теплоносителя для потребителя 60-ЦТП-9 определено по пути ВК Вышка-2 -- 60-ЦТП-9.

Вероятность безотказной работы тепловой сети третьего направления равна:  $R_{бр} = 0.97136$

В качестве четвертого наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем узел 60- ЦТП-6, находящийся по адресу ул. Целинная, 29. Основное направление движения теплоносителя для потребителя 60-ЦТП-6 определено по пути ВК Вышка-2 -- 60-ЦТП-6.

Вероятность безотказной работы тепловой сети четвертого направления равна:  $R_{бр} = 0.97223$ .

Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК Вышка-2 на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

#### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК Кислотные Дачи.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем узел 84-ЦТП-2, находящийся по адресу ул. Генерала Черняховского, 90. Основное направление движения теплоносителя для потребителя 84-ЦТП-2 определено по пути ВК Кислотные Дачи -- 84-ЦТП-2. Основное направление содержит кольцевые участки, расчет надежности которых необходимо определить по отдельности.

Расчет промежуточного тупикового направления ВК Кислотные Дачи -- 84-Т-3.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь ВК Кислотные Дачи -- 84-Т-3, равна:  $R_{бр} = 0.99225$ ,  $P_{от} = 0.00775$ .

Расчет промежуточного кольцевого направления 84-Т-3 -- 84-К-3-27-1 определяется двумя полукольцами магистрали М-84, путь 84-Т-3 -- 84-К-3-27-1.

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для первого полукольца М-84, путь 84-Т-3 -- 84-К-3-27-1, равна:  $R_{бр} = 0.96464$ ,  $P_{от} = 0.03536$ .

Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для второго полукольца М-84, путь 84-Т-3 -- 84-К-3-27-1, равна:  $R_{бр} = 0.92901$ ,  $P_{от} = 0.07099$ .

Совокупная вероятность отказа двух полуколец тепловой сети 84-Т-3 -- 84-К-3-27-1 равна:  $P_{от} = P_{от1} * P_{от2} = 0.03536 * 0.07099 = 0.00251$ .

Совокупная вероятность безотказной работы двух полуколец тепловой сети 84-Т-3 -- 84-К-3-27-1 равна:  $P_{бр} = 1 - P_{от} = 1 - 0.00251 = 0.99749$ .

Расчет промежуточного тупикового направления 84-К-3-27-1 -- 84-ЦТП-2. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь 84-К-3-27-1 -- 84-ЦТП-2, равна:  $P_{бр} = 0.99741$ ,  $P_{от} = 0.00259$ .

Совокупная вероятность безотказной работы тепловой сети главного направления, путь ВК Кислотные Дачи -- 84-ЦТП-2, равна произведению вероятности безотказной работы промежуточных направлений:  $P_{бр} = P_1 * P_2 * P_3 * \dots * P_n = 0.99225 * 0.99749 * 0.99741 = 0.98719$ .

В качестве второго наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем узел 84-ЦТП-7, находящийся по адресу ул. Колвинская, 23. Основное направление движения теплоносителя для потребителя 84-ЦТП-7 определено по пути ВК Кислотные Дачи -- 84-ЦТП-7.

Вероятность безотказной работы тепловой сети второго направления равна:  $P_{бр} = 0.92092$ .

В качестве третьего наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем узел 84-Т-24, находящийся по адресу ул. Рабкоровская, 23. Основное направление движения теплоносителя для узла 84-Т-24 определено по пути ВК Кислотные Дачи -- 84-Т-24.

Вероятность безотказной работы тепловой сети третьего направления равна:  $P_{бр} = 0.91265$  Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК Кислотные Дачи на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

#### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК ПЗСП**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем узел 91-ЦТП-1, находящийся по адресу ул. Докучаева, 20. Основное направление движения теплоносителя для потребителя 91-ЦТП-1 определено по пути ВК ПЗСП -- 91-ЦТП-1.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $P_{бр} = 0.94750$ . В качестве второго наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем узел 91-ЦТП-2, находящийся по адресу ул. Костычева, 44а.

Основное направление движения теплоносителя для потребителя 91-ЦТП-2 определено по пути ВК ПЗСП -- 91-ЦТП-2.

Вероятность безотказной работы тепловой сети второго направления равна:  $P_{бр} = 0.90422$  Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК ПЗСП на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК Хабаровска, 139.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. Заречная, 131. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Заречная, 131 определено по пути ВК Хабаровска, 139 -- ул. Заречная, 131.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 0.98903$ .

В качестве второго наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. Красноводская, 13. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Красноводская, 13 определено по пути ВК Хабаровска, 139 -- ул. Красноводская, 13.

Вероятность безотказной работы тепловой сети второго направления равна:  $R_{бр} = 0.98913$ .

В качестве третьего наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем ЦТП, находящееся по адресу ул. Хабаровская, 36а. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Хабаровская, 36а определено по пути ВК Хабаровска, 139 -- ул. Хабаровская, 36а.

Вероятность безотказной работы тепловой сети третьего направления равна:  $R_{бр} = 0.99378$  Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК Хабаровская, 139 на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК ПНИПУ.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем административное здание, находящееся по адресу ул. Академика Королева, 1. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Академика Королева, 1 определено по пути ВК ПГТУ -- Академика Королева, 1.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 0.95983$  В качестве второго наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем узел 96-

ЦТП-1, находящийся по адресу ул. Академика Королева, 10. Основное направление движения

теплоносителя для потребителя по ул. Академика Королева, 10 определено по пути ВК ПГТУ -- Академика Королева, 10.

Вероятность безотказной работы тепловой сети второго направления равна:  $R_{бр} = 0.96052$



В качестве третьего наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем здание, находящееся по адресу ул. Академика Королева, 21. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Академика Королева, 21 определено по пути ВК ПГТУ -- Академика Королева, 21.

Вероятность безотказной работы тепловой сети третьего направления равна:  $R_{бр} = 0.92784$  Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК ПГТУ на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

#### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК НПО «Искра».**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем узел 73-ЦТП-5, находящийся по адресу ул. Лобачевского, 26 к.7. Основное направление движения теплоносителя для потребителя 73-ЦТП-5 определено по пути ВК НПО «Искра низ» -- 73-ЦТП-5.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 1$

В качестве второго наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем узел 73-ЦТП-1, находящийся по адресу ул. Академика Веденеева, 85. Основное направление движения теплоносителя для потребителя 73-ЦТП-1 определено по пути ВК НПО «Искра верх» -73-ЦТП-1.

Вероятность безотказной работы тепловой сети второго направления равна:  $R_{бр} = 0.99706$

Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК НПО «Искра» на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

#### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК Новые Ляды.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем очистные сооружения ООО «Новогор-Прикамье», находящиеся по ул. 40 лет Победы, 1а. Основное направление движения теплоносителя для выбранного потребителя определено по пути ВК Новые Ляды -- очистные сооружения.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 0.93585$

В качестве второго наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. 40 лет Победы, 10. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. 40 лет Победы, 10 определено по пути ВК Новые Ляды -- ул. 40 лет Победы, 10.

Вероятность безотказной работы тепловой сети второго направления равна:  $P_{бр} = 0.96357$  Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК Новые Ляды на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

#### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК Пермский картон**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем ЦТП-2, находящееся по адресу ул. Евгения Пузырева, 14. Основное направление движения теплоносителя для выбранного потребителя определено по пути ВК Голованово – ЦТП-2.

Расчет промежуточного тупикового направления ВК Голованово -- 90-ЦТП-1. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь ВК Голованово -- 90-ЦТП-1, равна:  $P_{бр} = 0.99691$ ,  $P_{от} = 0.00309$

Расчет промежуточного тупикового направления 90-ЦТП-1—ЦТП-2. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь 90-ЦТП-1—ЦТП-2, равна:  $P_{бр} = 0.95156$ ,  $P_{от} = 0.04844$

Совокупная вероятность безотказной работы тепловой сети главного направления, путь ВК Голованово – ЦТП-2, равна произведению вероятности безотказной работы промежуточных направлений:  $P_{бр} = P_1 * P_2 * P_3 * \dots * P_n = 0.99691 * 0.95156 = 0.94861$

В качестве второго наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. Бенгальская, 16. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Бенгальская, 16 определено по пути ВК Голованово -- Бенгальская, 16.

Расчет промежуточного тупикового направления ВК Голованово -- 90-ЦТП-1. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь ВК Голованово -- 90-ЦТП-1, равна:  $P_{бр} = 0.99691$ ,  $P_{от} = 0.00309$

Расчет промежуточного тупикового направления 90-ЦТП-1 -- Бенгальская, 16. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа для тупикового направления, путь 90-ЦТП-1-- Бенгальская, 16, равна:  $P_{бр} = 0.94585$ ,  $P_{от} = 0.05415$

Совокупная вероятность безотказной работы тепловой сети второго направления, путь ВК Голованово -- Бенгальская, 16, равна произведению вероятности безотказной работы промежуточных направлений:  $P_{бр} = P_1 * P_2 * P_3 * \dots * P_n = 0.99691 * 0.94585 = 0.94292$

В качестве третьего наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. Сестрорецкая, 24. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Сестрорецкая, 24 определено по пути ВК Голованово -- Сестрорецкая, 24.

Вероятность безотказной работы тепловой сети третьего направления равна:  $R_{бр} = 0.96684$  Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК Голованово на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

**Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК Молодежный.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. Косякова, 5. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Косякова, 5 определено по пути ВК Молодежный -- ул. Косякова, 5.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 0.97781$

В качестве второго наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. Академика Веденеева, 55. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Академика Веденеева, 55 определено по пути ВК Молодежный -- Академика Веденеева, 55.

Вероятность безотказной работы тепловой сети второго направления равна:  $R_{бр} = 0.96877$  Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК Молодежный на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

**Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК Левшино.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем узел 65-ЦТП-25, находящийся по адресу ул. Социалистическая, 28. Основное направление движения теплоносителя для потребителя 65-ЦТП-25 определено по пути ВК Левшино -- 65-ЦТП-25.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 0.93117$

В качестве второго наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем узел 65-К- 61, находящийся по адресу ул. Левшинская, 34. Основное направление движения теплоносителя для выбранного узла определено по пути ВК Левшино -- 65-К-61.

Вероятность безотказной работы тепловой сети второго направления равна:  $R_{бр} = 0.97376$

В качестве третьего наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем узел 65-К- 57, находящийся по адресу ул. Томская, 41. Основное направление движения теплоносителя для выбранного узла определено по пути ВК Левшино – 65-К-57.

Вероятность безотказной работы тепловой сети третьего направления равна:  $R_{бр} = 0.97217$  Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что

показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК Левшино на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

**Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ТУ «Заостровка».**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. Маяковского, 1. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Маяковского, 1 определено по пути ТУ «Заостровка» -- Маяковского, 1.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 0.87677$

В качестве второго наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем комплекс промышленных зданий, находящихся по адресу ул. Фоминская, 43. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Фоминская, 43 определено по пути ТУ «Заостровка» -- Фоминская, 43.

Вероятность безотказной работы тепловой сети второго направления равна:  $R_{бр} = 0.84982$  Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что на период до 2035 года показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ТУ «Заостровка» не будет соответствовать нормативному значению.

Для приведения показателя надежности тепловых сетей до нормативного значения предлагаются мероприятия по реконструкции тепловых сетей определенные расчетом вероятности безотказной работы. Перечень участков представлен в главе 7, пункт «д».

Обоснованием мероприятий по приведению показателя надежности тепловых сетей до нормативного значения служит расчет вероятности безотказной работы трубопроводов с реализованными мероприятиями по реконструкции тепловых сетей.

Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ТУ «Заостровка» с учетом мероприятий по реконструкции тепловых сетей.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления пути, ТУ «Заостровка» -- Маяковского, 1, равна:  $R_{бр} = 0.97802$ .

Вероятность безотказной работы тепловой сети второго направления пути, ТУ «Заостровка» -- Фоминская, 43, равна:  $R_{бр} = 0.94796$ .

Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей с учетом мероприятий по реконструкциям показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ТУ «Заостровка» на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

**Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК-20.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. Щербакова, 47а. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Щербакова, 47а определено по пути ВК-20 -- Щербакова, 47а.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 0.96209$ .

В качестве второго наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. Менжинского, 51. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по Менжинского, 51 определено по пути ВК-20 -- Менжинского, 51.

Вероятность безотказной работы тепловой сети второго направления равна:  $R_{бр} = 0.97864$  Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК-20 на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

#### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК ПДК.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. Щербакова, 49. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Щербакова, 49 определено по пути ВК ПДК -- Щербакова, 49.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 0.98885$

В качестве второго наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. Песочная, 1. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Песочная, 1 определено по пути ВК ПДК -- Песочная, 1.

Вероятность безотказной работы тепловой сети второго направления равна:  $R_{бр} = 0.99270$

В качестве третьего наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем здание школы, находящееся по адресу ул. Валежная, 15. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Валежная, 15 определено по пути ВК ПДК -- Валежная, 15.

Вероятность безотказной работы тепловой сети третьего направления равна:  $R_{бр} = 0.99322$  Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК ПДК на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК НПО «БИОМЕД».**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем ЦТП, находящееся по адресу ул. Казахская, 106. Основное направление движения теплоносителя для выбранного потребителя определено по пути ВК НПО «БИОМЕД -- ЦТП.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 0.97402$

В качестве второго наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем промышленное здание, находящееся по адресу ул. Братская, 177, к.13. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Братская, 177, к.13 определено по пути ВК НПО «БИОМЕД» – ул. Братская, 177, к.13.

Вероятность безотказной работы тепловой сети второго направления равна:  $R_{бр} = 0.98648$  Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК НПО «БИОМЕД» на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК Новомет-Пермь.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. 2-я Казанцевская, 3. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. 2-я Казанцевская, 3 определено по пути ВК Новомет-Пермь – ул. 2-я Казанцевская, 3.

Вероятность безотказной работы тепловой сети второго направления равна:  $R_{бр} = 0.98236$  Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК Новомет-Пермь на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК Криворожская.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. Цимлянская, 11. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Цимлянская, 11 определено по пути ВК Криворожская -- Цимлянская, 11.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 1$

В качестве второго наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. Томская, 44. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Томская, 44 определено по пути ВК Криворожская -- Томская, 44.

Вероятность безотказной работы тепловой сети второго направления равна:  $R_{бр} = 1$   
Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК Криворожская на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

**Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК Заозерье.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем ЦТП больницы, находящееся по адресу ул. Судоремонтная, 23. Основное направление движения теплоносителя для потребителя ЦТП больницы определено по пути ВК Заозерье – ЦТП больницы.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 0.98758$

В качестве второго наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. Портовая, 17. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Портовая, 17 определено по пути ВК Заозерье -- Портовая, 17.

Вероятность безотказной работы тепловой сети второго направления равна:  $R_{бр} = 0.99237$   
Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК Заозерье на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

**Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК Лепешинской.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. Ветлужская, 48. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Ветлужская, 48 определено по пути ВК Лепешинской – ул. Ветлужская, 48.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 0.98622$

В качестве второго наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. Генерала Наумова, 5. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Генерала Наумова, 5 определено по пути ВК Лепешинской -- Генерала Наумова, 5.

Вероятность безотказной работы тепловой сети второго направления равна:  $R_{бр} = 0.99178$   
Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК Лепешинской на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

**Расчет показателей надежности тепловых сетей от ВК Генерала Наумова.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. Машинистов, 47. Основное направление движения теплоносителя

для потребителя по ул. Машинистов, 47 определено по пути ВК Генерала Наумова – ул. Машинистов, 47.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 0.99373$

Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК Генерала Наумова на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

#### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК Запруд.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем узел 69-К-31, находящийся по адресу ул. Колыбалова, 16. Основное направление движения теплоносителя для узла 69-К-31 определено по пути ВК Запруд – 69-К-31.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 0.99265$

Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК Запруд на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

#### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК Окуловский.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. Сочинская, 8. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Сочинская, 8 определено по пути ВК Окуловский – ул. Сочинская, 8.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 0.99618$

Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК Окуловский на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

#### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК Банная гора.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем здание больницы, находящееся по адресу ул. Корсуньская, 1 к.2. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Корсуньская, 1 к.2 определено по пути ВК Банная гора – ул. Корсуньская, 1 к.2.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 0.98851$

Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК Банная гора на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

#### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК Чапаевский.**



В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем здание лица, находящееся по адресу ул. Александра Пархоменко, 2. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по Александра Пархоменко, 2 определено по пути ВК Чапаевский – Александра Пархоменко, 2.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 0.96613$

Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК Чапаевский на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

#### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК Костычева, 9.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. Сочинская, 2. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Сочинская, 2 определено по пути ВК Костычева, 9 – ул. Сочинская, 2.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 1$   
Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК Костычева, 9 на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

#### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК ДИПИ.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем узел 71-К-6-4, находящийся по адресу ул. 10-я Линия, 10. Основное направление движения теплоносителя для узла 71-К-6-4 определено по пути ВК ДИПИ – 71-К-6-4.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 0.99961$

Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК ДИПИ на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

#### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК Каменского.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу Каслинский пер., 8. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по Каслинский пер., 8 определено по пути ВК Каменского – Каслинский пер., 8.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 0.99724$

Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК Каменского на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

**Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК Чусовская.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем узел 86-Т-20, находящийся по адресу ул. Коммунистическая, 9. Основное направление движения теплоносителя для узла 86-Т-20 определено по пути ВК Чусовская – 86-Т-20.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 0.99921$

Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК Чусовская на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

**Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК Бахаревка.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. Пристанционная, 2. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Пристанционная, 2 определено по пути ВК Бахаревка – ул. Пристанционная, 2.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 0.99356$

Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК Бахаревка на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

**Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК Лесопарковая.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. Дос, 1. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Дос, 1 определено по пути ВК Лесопарковая – ул. Дос, 1.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 0.99773$

Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК Лесопарковая на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

**Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК Пышминская.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем здание, находящееся по адресу ул. Невская, 15. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Невская, 15 определено по пути ВК Пышминская – ул. Невская, 15.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 0.99750$

Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК Пышминская на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

#### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК Подснежник.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем лечебный корпус, находящийся по адресу ул. Пристанционная, 37. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Пристанционная, 37 определено по пути ВК Подснежник – Пристанционная, 37.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 0.99728$

Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК Подснежник на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

#### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК Брикетная.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. Борцов Революции, 347. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Борцов Революции, 347 определено по пути ВК Брикетная – ул. Борцов Революции, 347.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 0.99815$

Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК Брикетная на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

#### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК Гор. Больница.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем лечебный корпус, находящийся по адресу ул. Сельскохозяйственная, 25. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Сельскохозяйственная, 25 определено по пути ВК Гор. Больница – ул. Сельскохозяйственная, 25.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 1$   
Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель

надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК Гор. Больница на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

#### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК Вышка-1.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем жилой дом, находящийся по адресу ул. Труда, 61. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Труда, 61 определено по пути ВК Вышка-1 – ул. Труда, 61.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 0.99981$

Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК Вышка 1 на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

#### **Расчет перспективных показателей надежности тепловых сетей от ВК Борцов Революции.**

В качестве наиболее отдаленного потребителя от источника выбираем здание детского сада, находящегося по адресу ул. Борцов Революции, 153а. Основное направление движения теплоносителя для потребителя по ул. Борцов Революции, 153а определено по пути ВК Борцов Революции – ул. Борцов Революции, 153а.

Вероятность безотказной работы тепловой сети основного направления равна:  $R_{бр} = 0.99921$

Результат расчета вероятности безотказной работы тепловых сетей показывает, что показатель надежности тепловых сетей в теплорайоне ВК Борцов Революции на период до 2035 года будет соответствовать нормативному значению.

Анализ результатов расчетов показателей надежности тепловых сетей в разрезе тепловых зон по наиболее отдаленным потребителям от источника теплоснабжения (с учетом влияния на изменение данных показателей в случае проведения мероприятий по реконструкции тепловых сетей) представлены в таблице ниже.

**Таблица 3 – Анализ результатов расчетов показателей надежности тепловых сетей в разрезе тепловых зон по наиболее отдаленным потребителям от источника теплоснабжения (с учетом влияния на изменение данных показателей в случае проведения мероприятий по реконструкции тепловых сетей)**

Тепловая зона	Контрольная точка	Адрес потребителя	Перспективные показатели надежности тепловых сетей на 2035 год	
			Без реализации мероприятий по реконструкции т/с	С реализацией мероприятий по реконструкции т/с
ТЭЦ-6	ЦТП-9	Советская, 66	0,89687	0,93617
	ИТП	Максима Горького, 5	0,89719	0,93650
	ЦТП-2	Н. Островского, 9	0,83644	0,91515
	ИТП	Революции, 68	0,92241	0,92241
	ЦТП-21	Яблочкова, 16а	0,94217	0,94217
	ЦТП-17	Гусарова, 9/1	0,85568	0,90820

Тепловая зона	Контрольная точка	Адрес потребителя	Перспективные показатели надежности тепловых сетей на 2035 год	
			Без реализации мероприятий по реконструкции т/с	С реализацией мероприятий по реконструкции т/с
	ЦТП-43	Г. Хасана, 147	0,93408	0,93408
ВК-3	ЦТП-26	Ким, 99а	0,85240	0,93776
	ИТП	Макаренко, 18	0,78797	0,90862
ТЭЦ-9	ИТП	Окулова, 18	0,93076	0,93076
ТЭЦ-14	ЦТП-1	Калинина, 74	0,90000	0,90000
	ЦТП-28	Панфилова, 17а	0,91782	0,91782
ТЭЦ-13	ЦТП-9	М. Толбухина, 40	0,75736	0,92338
ВК-2	ИТП	Крупской, 2	0,89095	0,92330
ВК Вышка-2	ЦТП-8	Гашкова, 9	0,98776	0,98776
	ЦТП-3	Целинная, 11	0,98776	0,98776
	ЦТП-9	Сигаева, 12	0,97136	0,97136
	ЦТП-6	Целинная, 29	0,97223	0,97223
ВК Кислотные Дачи	ЦТП-2	Черняховского, 90	0,98719	0,98719
	ЦТП-7	Колвинская, 23	0,92092	0,92092
	ИТП	Рабкоровская, 23	0,91265	0,91265
ВК ПЗСП	ЦТП-1	Докучаева, 20	0,94750	0,94750
	ЦТП-2	Костычева, 44а	0,90422	0,90422
ВК Хабаровская 139	ИТП	Заречная, 131	0,98903	0,98903
	ИТП	Красноводская, 13	0,98913	0,98913
	ЦТП	Хабаровская, 36а	0,99378	0,99378
ВК ПНИПУ	ИТП	А. Королева, 1	0,95983	0,95983
	ИТП	А. Королева, 10	0,96052	0,96052
	ИТП	А. Королева, 21	0,92784	0,92784
ВК НПО Искра	ЦТП-5	Лобачевского, 26 к.7	1,00000	1,00000
	ЦТП-1	Веденева, 85	0,99706	0,99706
ВК Новые Ляды	ИТП	40 лет Победы, 1а	0,93585	0,93585
	ИТП	40 лет Победы, 10	0,96357	0,96357
ВК Пермский картон	ЦТП	Е. Пузырева, 14	0,94861	0,94861
	ИТП	Бенгальская, 16	0,94292	0,94292
	ИТП	Сестрорецкая, 24	0,96684	0,96684
ВК Молодежная	ИТП	Косякова, 5	0,97781	0,97781
	ИТП	Веденева, 55	0,96877	0,96877
ВК Левшино	ЦТП-25	Социалистическая, 28	0,93117	0,93117
	ИТП	Левшинская, 34	0,97376	0,97376
	ИТП	Томская, 41	0,97217	0,97217
ТУ Заостровка	ИТП	Маяковского, 1	0,87677	0,97802
	ИТП	Фоминская, 43	0,84982	0,94796
ВК-20	ИТП	Щербакова, 47а	0,96209	0,96209
	ИТП	Менжинского, 51	0,97864	0,97864
ВК ПДК	ИТП	Щербакова, 49	0,98885	0,98885
	ИТП	Песочная, 1	0,99270	0,99270
	ИТП	Валожная, 15	0,99322	0,99322
ВК НПО БИОМЕД	ЦТП	Казахская, 106	0,97402	0,97402
	ИТП	Братская, 177, к.13	0,98648	0,98648
ВК Новомет-Пермь	ИТП	2-я Казанцевская, 3	0,98236	0,98236
ВК Криворожская	ИТП	Цимлянская, 11	1,00000	1,00000
	ИТП	Томская, 44	1,00000	1,00000
ВК Заозерье	ЦТП	Судоремонтная, 23	0,98758	0,98758
	ИТП	Портовая, 17	0,99237	0,99237
ВК Лепешинской	ИТП	Ветлужская, 48	0,98622	0,98622
	ИТП	Г. Наумова, 5	0,99178	0,99178
ВК Г. Наумова	ИТП	Машинистов, 47	0,99373	0,99373
ВК Запруд	ИТП	Колыбалова, 16	0,99265	0,99265
ВК Окуловский	ИТП	Сочинская, 8	0,99618	0,99618
ВК Банная гора	ИТП	Корсуньская, 1 к.2	0,98851	0,98851

Тепловая зона	Контрольная точка	Адрес потребителя	Перспективные показатели надежности тепловых сетей на 2035 год	
			Без реализации мероприятий по реконструкции т/с	С реализацией мероприятий по реконструкции т/с
ВК Чапаевский	ИТП	А. Пархоменко, 2	0,96613	0,96613
ВК Костычева 9	ИТП	Сочинская, 2	1,00000	1,00000
ВК ДИПИ	ИТП	10-я Линия, 10	0,99961	0,99961
ВК Каменского	ИТП	Каслинский пер., 8	0,99724	0,99724
ВК Чусовская	ИТП	Коммунистическая, 9	0,99921	0,99921
ВК Бахаревка	ИТП	Пристанционная, 2	0,99356	0,99356
ВК Лесопарковая	ИТП	Дос, 1	0,99773	0,99773
ВК Пышминская	ИТП	Невская, 15	0,99750	0,99750
ВК Подснежник	ИТП	Пристанционная, 37	0,99728	0,99728
ВК Брикетная	ИТП	Б. Революции, 347	0,99815	0,99815
ВК Гор. Больница	ИТП	Сельскохозяйственная, 25	1,00000	1,00000
ВК Вышка 1	ИТП	Труда, 61	0,99981	0,99981
ВК Б. Революции	ИТП	Б. Революции, 153а	0,99921	0,99921

Для определения количества дефектов в разрезе всех тепловых зон используем статистику отказов тепловых сетей, как наиболее весомых, предприятия ООО «ПСК» за 2016-2017 год и распределяем ее пропорционально материальной характеристике трубопроводов на другие тепловые зоны. В результате определяем число нарушений в подаче тепловой энергии за отопительный и межотопительный период 2016-2017 годов. Ожидаемое число нарушений в подаче тепловой энергии к 2035 году, при выполнении мероприятий по реконструкции тепловых сетей, определяем на основании минимального значения показателя надежности тепловых сетей на 2019 и 2035 годы.

## 5. Обоснование результатов оценки коэффициентов готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки

Результаты расчета показателей надежности представлены в разделе 4. При условии реализации мероприятий по реконструкции и строительству тепловых сетей, прогнозные показатели готовности систем теплоснабжения к безотказным поставкам тепловой энергии будут превышать установленный в СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003 норматив - 0,97.

Приведенная продолжительность прекращения подачи тепловой энергии по состоянию на 2020 год (с учетом аварийных повреждений на бесхозяйных сетях, теплоиспользующих устройствах (в том числе при отказе тепловой автоматики), а также технологических ограничений, связанных с необеспечением заявленного располагаемого напора на потребительском вводе) составляет:

- для систем отопления и вентиляции (без учета отключения систем вентиляции в нерабочее время) – 153,6 часа в год;
- для систем горячего водоснабжения (с учетом ежегодных ремонтных и профилактических работ в системах горячего водоснабжения) – 424 часа в год.

Динамика изменения показателей, приведена в таблице ниже.

**Таблица 4 – Динамика изменения показателей**

Среднее значение в периоде показателя для систем:	2020-2025	2030	2035
Отопления	169	98	26
Горячего водоснабжения	466	98	26

При этом оценка изменение показателя в части снижения подачи тепловой энергии на нужды горячего водоснабжения произведена, исходя из изменения следующих технологических факторов:

➤ снижение количества систем с централизованным приготовлением горячей воды до минимального технически и экономически оправданного уровня (в работе остаются ЦТП с потребителями, подключенными по независимой схеме, которые по соотношению материальной характеристики и подключенной нагрузки дают сходные параметры по удельному потреблению теплоносителей и тепловых потерь на ПХН, что и схемы, работающие через ИТП;

➤ реализация эксплуатационных программ, предусматривающих переход на сжатый регламент обслуживания участка сетей, продолжительностью не более 2-х суток.

## **6. Обоснование результатов оценки недоотпуска тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций) и простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии**

Приведенный объем годового недоотпуска тепла в результате нарушений в подаче тепловой энергии по состоянию на 2020 год составляет 5,65% от годового отпуска тепловой энергии на нужды отопления, вентиляции и горячего водоснабжения совокупного потребителя (при этом нарушениями в подаче тепловой энергии, считается необеспечение необходимых параметров качества теплоносителей, поддерживаемых на границе раздела тепловых сетей в соответствии с договорными условиями).

Ожидаемая динамика изменения показателя при условии реализации мероприятий, учтенных инвестиционной программой регулируемых организаций, приведена в таблице ниже.

**Таблица 5 – Ожидаемая динамика изменения показателя при условии реализации мероприятий учтенных инвестиционной программой регулируемых организаций**

2020 - 2025	2030	2035
От 5,65%, до 2,83%	От 2,83% до 1,41%	От 1,41% до 0,5%

Показатель является замещающим фактором по отношению к коэффициенту аварийности, который учитывает суммарное количество повреждений в сети вне зависимости от времени отключения потребительских систем (без учета сокращения фактического времени

отключения системы теплоснабжения за счет использования резервных и временных линий подачи тепла и т.д.).

## 7. Предложения, обеспечивающие надежность систем теплоснабжения

### 7.1. Применение на источниках тепловой энергии рациональных тепловых схем с дублированными связями и новых технологий, обеспечивающих готовность энергетического оборудования

Аварии на энергоисточниках г. Перми за 2015-2019 гг. не зафиксированы.

#### 7.1.1. Источники комбинированной выработки электрической и тепловой энергии – ТЭЦ

Информация по статистике отказов и восстановления оборудования источников тепловой энергии ПАО «Т Плюс» представлена в таблице ниже.

Технологические нарушения, произошедшие на электростанциях за рассматриваемый период, не приводили к ограничению отпуска тепловой энергии и снижению качества теплоносителя. После выяснения причин в сжатые сроки принимались меры для устранения нарушений и дальнейшее восстановление заданного режима.

Основной причиной остановов на ТЭЦ является срабатывание автоматики безопасности, на долю которой приходится 55% всех отказов. Срабатывание автоматики не приводит к повреждению основного или вспомогательного оборудования, что позволяет ввести его в эксплуатацию в минимальные сроки.

Следующей по распространенности причиной останова оборудования является отказ вспомогательного оборудования, на долю которого в 2017 г. приходилось 29% от общего числа отказов. На долю основного оборудования (турбины и энергетические котлы) приходится менее 12% отказов.

**Таблица 6 - Статистика отказов и восстановлений оборудования ТЭЦ г. Перми за период, 2015 - 2017 гг.**

Наименование источника	Период	Количество и причины отказов/ (среднее время восстановления), шт./ч)					Итого
		Прекращение (ограничение) подачи электроэнергии	Отказ вспомогательного оборудования на источнике	Отказ основного оборудования на источнике	Отказ тепломеханического оборудования на тепловых сетях	Срабатывание автоматики безопасности	
ПТЭЦ-6	2017	-	5 (н.д.)	-	-	3 (н.д.)	8 (н.д.)
	2016						



	2015						
ПТЭЦ-9	2017	1 (н.д.)	6 (н.д.)	3 (н.д.)	1 (н.д.)	13 (н.д.)	24 (н.д.)
	2016						
	2015						
ПТЭЦ-13	2017	-	1 (н.д.)	2 (н.д.)	-	5 (н.д.)	8 (н.д.)
	2016						
	2015						
ПТЭЦ-14	2017	-	2 (н.д.)	1 (н.д.)	-	6 (н.д.)	9 (н.д.)
	2016						
	2015						

На расчетный период, применение на ТЭЦ г. Перми рациональных тепловых схем с дублированными связями не требуется. Мероприятия по развитию ТЭЦ, позволяющие поддерживать нормативную надежность теплоснабжения, представлены в Главе 7.

### 7.1.2. Котельные города

Аварии на котельных города за 2015-2018 гг. не зафиксированы. На котельных периодически возникают отказы, приводящие к отключениям энергоисточников. Основными причинами являются:

- отказы вспомогательного оборудования;
- отказы тепломеханического оборудования тепловых сетей;
- срабатывание автоматики безопасности.

В таблице ниже представлена статистика отказов котельных, в зависимости от причин возникновения инцидентов, за 2019 год.

**Таблица 7 - Статистика отказов и восстановлений оборудования котельных г. Перми за 2019 год**

№ п/п	Наименование ТСО	Количество и причины отказов/ (среднее время восстановления), шт./ч)					Итого
		Прекращение (ограничение) подачи электроэнергии	Отказ вспомогательного оборудования на источнике	Отказ основного оборудования на источнике	Отказ тепломеханического оборудования на тепловых сетях	Срабатывание автоматики безопасности	
1	ПАО "Т Плюс"						
2	ООО "ПСК"						
3	ПМУП "ГКТХ"						
4	АО "ПЗСП"						
5	«Свердловская железная дорога» ОАО «РЖД»						
6	ООО "Сипром"						
7	ФГБОУ "ПНИПУ"						
8	ЗАО "Новомет-Пермь"						
9	ФГУП «НПО «Микроген» МЗ РФ в г.						

№ п/п	Наименование ТСО	Количество и причины отказов/ (среднее время восстановления), шт./ч)					Итого
		Прекращение (ограничение) подачи электроэнергии	Отказ вспомогательного оборудования на источнике	Отказ основного оборудования на источнике	Отказ теплотехнического оборудования на тепловых сетях	Срабатывание автоматики безопасности	
	Перми «Пермского НПО «Биомед»						
10	ООО "Тимсервис"						
11	ООО "Тепло"						
12	ООО "Высокая энергия"						
13	ООО "Новая городская инфраструктура Прикамья"						
14	ФКУ "ИК-32 ГУФСИН России"						
15	ООО "Пермский насосный завод"						
16	ОАО "СтройПанельКомплект "						
17	ФКП "ППЗ"						
18	ОАО "Камтекс- Химпром"						
19	ООО "СК Вышка-2"						
20	ПАО «Т Плюс» (д. Кондратово)						

Динамика восстановления работоспособности котельных после отказов нестабильна, время восстановления зависит от степени сложности устранения последствий отказа.

На расчетный период, применение на котельных г. Перми рациональных тепловых схем с дублированными связями не требуется. Мероприятия по развитию котельных, позволяющие поддерживать нормативную надежность теплоснабжения, представлены в Главе 7.

## 7.2. Установка резервного оборудования

Как показано в разделе 12 «Обоснование перспективных балансов производства и потребления тепловой мощности источников тепловой энергии и теплоносителя и присоединенной тепловой нагрузки в каждой из систем теплоснабжения города» Главы 7, на всех энергоисточниках выдерживаются положительные значения аварийного резерва тепловой мощности «нетто», с учетом мероприятий по развитию ТЭЦ и котельных. Установка резервного оборудования на энергоисточниках, для покрытия тепловой нагрузки в аварийных режимах, не требуется.

### **7.3. Организация совместной работы нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть**

В настоящее время ТЭЦ-6 и ВК-3 работают в постоянном режиме на единую тепловую сеть, в режиме «плавающей точки водораздела». Проектом актуализированной Схемы теплоснабжения предусматривается сохранение данного режима.

Организация подобного режима по прочим системам теплоснабжения не предусмотрена, ввиду отсутствия необходимости

### **7.4. Резервирование тепловых сетей смежных районов поселения, городского округа, города федерального значения**

По результатам расчета показателей надежности, представленных в разделе 4, сформирован реестр мероприятий по повышению надежности теплоснабжения (таблица ниже).

Для ликвидации зон с ненормативной надежностью (достижения показателей, позволяющих обеспечивать непрерывность поставки в соответствии с устанавливаемыми действующим законодательством требованиями) необходимо выполнить мероприятия по строительству и замене трубопроводов тепловых сетей.

Кроме того, повышению уровня надежности систем теплоснабжения способствуют:

- реконструкция тепловых сетей с увеличением диаметров трубопроводов во избежание превышения допустимой величины давления в обратном трубопроводе систем теплоснабжения потребителей;
- мероприятия по реконструкции тепловых сетей, подлежащих замене в связи с исчерпанием эксплуатационного ресурса теплоснабжения;
- строительство понизительных насосных станций.

Данные мероприятия рассмотрены в Главе 8.

**Таблица 8 – Перечень тепловых сетей, подлежащих строительству и капитальному ремонту по результатам расчета надежности**

Наименование участка	ТСО	Год начала реализации	Год окончания реализации	Капитальные затраты без НДС в ценах 2020 г., тыс. руб.
Устройство системы дистанционного контроля параметров работы тепловых сетей на базе базовых станций "LORA WAN"	ООО «ПСК» (Т Плюс)	2020	2020	2 855,7
ООО "ТНР". Устройство системы дистанционного контроля параметров работы тепловых сетей на базе базовых станций "LORA WAN"	ООО «ТНР»	2020	2020	1 184,2
ООО "ТНР". Оснащение специализированными устройствами защиты системы теплоснабжения	ООО «ТНР»	2019	2019	230,0
<b>Всего</b>	-	-	-	<b>4 270,0</b>

## 7.5. Устройство резервных насосных станций

Как показал анализ статистики отказов, представленный в таблице 1 и разделе 9 Главы 1, основная доля отказов приходится на тепловые сети малых диаметров  $D_u = 50 \div 200$  мм. При этом отказы на прочих элементах тепловой сети встречаются относительно нечасто. Следовательно, устройство резервных насосных станций не позволит существенно улучшить надежность теплоснабжения.

## 7.6. Установка баков-аккумуляторов

В соответствии с п. 11.24 СП 89.13330.2012 Котельные установки (актуализированная версия) СНиП II-35-76:

*«11.24. В котельных для открытых систем теплоснабжения и для установок централизованных систем горячего водоснабжения, водоподогреватели которых выбраны по расчетным средним часовым нагрузкам, должны предусматриваться баки-аккумуляторы горячей воды, а для закрытых систем теплоснабжения - баки запаса подготовленной подпиточной воды.*

*Выбор вместимостей баков-аккумуляторов и баков-запаса производится в соответствии с СП 74.13330.*

*Для повышения надежности работы баков-аккумуляторов следует предусматривать:*

- антикоррозионную защиту внутренней поверхности баков путем применения герметизирующих жидкостей, защитных покрытий или катодной защиты и защиту воды в них от аэрации;*
- заполнение баков только деаэрированной водой с температурой не выше 95 0С;*
- оборудование баков переливной и воздушной трубами; пропускная способность переливной трубы должна быть не менее пропускной способности труб, подводящих воду к баку;*
- конструкции опор на подводящих и отводящих трубопроводах бака-аккумулятора исключают передачу усилий на стенки и днища бака от внешних трубопроводов и компенсирующие усилия, возникающие при осадке бака;*
- установку электрифицированных задвижек на подводе и отводе воды; все задвижки (кроме задвижек на сливе воды и герметика) должны быть вынесены из зоны баков;*
- оборудование баков- аккумуляторов аппаратурой для контроля за уровнем воды и герметика, сигнализацией и соответствующими блокировками;*
- устройство в зоне баков лотков для сбора, перелива и слива бака с последующим отводом охлажденной воды в канализацию»*

Установка на котельных баков аккумуляторов горячей воды позволяет повысить надежность систем теплоснабжения, за счет создания резерва горячей воды в случае отказа тепломеханического оборудования.

При комплексной модернизации оборудования котельных и при строительстве новых БМК целесообразно рассмотреть установку баков аккумуляторов.