

**ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ
К СХЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОРОД ВЛАДИМИР» ДО 2037 ГОДА**

ГЛАВА 11

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Владимир 2022 г.

СОСТАВ РАБОТ

Схема теплоснабжения муниципального образования «город Владимир». Утверждаемая часть

Обосновывающие материалы к схеме теплоснабжения муниципального образования «город Владимир»:

Глава 1 Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения

Глава 2 Существующее и перспективное потребление тепловой энергии на цели теплоснабжения

Глава 3 Электронная модель системы теплоснабжения муниципального образования «город Владимир»

Глава 4 Существующие и перспективные балансы тепловой мощности источников тепловой энергии и тепловой нагрузки потребителей

Глава 5 Мастер-план развития систем теплоснабжения муниципального образования «город Владимир»

Глава 6 Существующие и перспективные балансы производительности водоподготовительных установок и максимального потребления теплоносителя теплопотребляющими установками потребителей, в том числе в аварийных режимах

Глава 7 Предложения по строительству, реконструкции и техническому перевооружению и (или) модернизации источников тепловой энергии

Глава 8 Предложения по строительству, реконструкции и (или) модернизации тепловых сетей

Глава 9 Предложения по переводу открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения) в закрытые системы горячего водоснабжения

Глава 10 Перспективные топливные балансы

Глава 11 Оценка надежности теплоснабжения

Глава 12 Обоснование инвестиций в строительство, реконструкцию, техническое перевооружение и (или) модернизацию

Глава 13 Индикаторы развития систем теплоснабжения муниципального образования «город Владимир»

Глава 14 Ценовые (тарифные) последствия

Глава 15 Реестр единых теплоснабжающих организаций

Глава 16 Реестр мероприятий схемы теплоснабжения

Глава 17 Замечания и предложения к проекту схемы теплоснабжения

Глава 18 Сводный том изменений, выполненных в доработанной и (или) актуализированной схеме теплоснабжения

Глава 19 Оценка экологической безопасности теплоснабжения

СОДЕРЖАНИЕ

СОСТАВ РАБОТ	2
СОДЕРЖАНИЕ	3
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	4
Часть 1 Метод и результаты обработки данных по отказам участков тепловых сетей (аварийным ситуациям), средней частоты отказов участков тепловых сетей (аварийных ситуаций) в каждой системе теплоснабжения	6
1.1 Методика определения показателей надежности теплоснабжения	6
1.2 Существующее положение.....	8
1.2.1 Статистика отказов тепловых сетей (аварийных ситуаций) за последние 5 лет	8
1.2.2 Результаты расчета показателей надёжности участков тепловых сетей	16
1.3 Перспективное положение (2037 г.)	17
Часть 2 Метод и результаты обработки данных по восстановлению отказавших участков тепловых сетей (участков тепловых сетей, на которых произошли аварийные ситуации), среднего времени восстановления отказавших	18
2.1 Существующее положение.....	18
2.2 Перспективное положение (2037 г.)	19
Часть 3 Результаты оценки вероятности отказа (аварийной ситуации) и безотказной (безаварийной) работы системы теплоснабжения по отношению к потребителям, присоединенным к магистральным и распределительным теплопроводам	20
3.1 Существующее положение.....	20
3.2 Перспективное положение (2037 г.)	25
Часть 4 Результаты оценки коэффициентов готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки	30
4.1 Существующее положение.....	30
4.2 Перспективное положение (2037 г.)	31
Часть 5 Результаты оценки недоотпуска тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций) и простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии	32
5.1 Существующее положение.....	32
5.2 Перспективное положение (2037 г.)	33
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	34

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АО – акционерное общество.
БРОУ – быстродействующая редуционно-охладительная установка.
ВВП – водо-водяной подогреватель.
ВВТО – водо-водяной теплообменник
ГВС – горячее водоснабжение.
ГРП – газораспределительный пункт.
ДРГ – дымосос рециркуляции дымовых газов.
ЖД – индивидуальный жилой дом.
ИБК – инженерно-бытовой корпус.
ИТП – индивидуальный тепловой пункт.
КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика.
КПД – коэффициент полезного действия.
КТЦ – котлотурбинный цех.
КУ – котел-утилизатор.
МБУ – муниципальное бюджетное учреждение.
МКД – многоквартирный жилой дом.
МО г. Владимир – муниципальное образование «город Владимир».
нд – нет данных.
НПО – научно-производственное объединение.
НС – насосная станция.
О – отопление.
ОАО – открытое акционерное общество.
ОБ – основной бойлер.
ОВ – отопление и вентиляция.
ОГКП – областное государственное казенное предприятие.
ОЗ – общественные здания.
ОЗП – осенне-зимний период.
ООО – общество с ограниченной ответственностью.
ПАО «Т Плюс» – Публичное акционерное общество «Т Плюс»
ПБ – пиковый бойлер.
ПГУ – парогазовая установка
ПЗ – производственные здания.
ППУ – пенополиуретан.
ПСГ – подогреватель сетевой горизонтальный.
РВД – ротор высокого давления.
РТС – районная тепловая станция.
СВ – система вентиляции.
С.Н. – собственные нужды
СО – система отопления.
ТГ – турбогенератор.
ТО – теплоснабжающая организация.

ТП – тепловой пункт.
ТС – тепловые сети.
ТУ – технические условия.
ТЭР – топливно-энергетические ресурсы.
УРУТ – удельный расход условного топлива.
ХВО – химическая водоочистка.
ФНПЦ – федеральный научно-производственный центр.
ХВП – химическая водоподготовка.
ХОВ – химически очищенная вода.
ЦВД – цилиндр высокого давления.
ЦТП – центральный тепловой пункт.

Часть 1 Метод и результаты обработки данных по отказам участков тепловых сетей (аварийным ситуациям), средней частоты отказов участков тепловых сетей (аварийных ситуаций) в каждой системе теплоснабжения

1.1 Методика определения показателей надежности теплоснабжения

Надежность теплоснабжения – это способность действующих и проектируемых ТС обеспечивать в течение заданного времени требуемые режимы, параметры и качество теплоснабжения (отопления, вентиляции и горячего водоснабжения, а также технологических потребностей предприятий в паре и горячей воде). Надежность следует определять по трем показателям (критериям): вероятности безотказной работы [Р], коэффициенту готовности [Кг], живучести [Ж]. Расчет показателей системы с учетом надежности должен производиться для каждого потребителя.

Минимально допустимые показатели вероятности безотказной работы следует принимать для:

- источника теплоты – 0,97;
- тепловых сетей – 0,9;
- потребителя теплоты – 0,99;
- системы теплоснабжения в целом – $0,9 \times 0,97 \times 0,99 = 0,86$.

Минимально допустимый показатель готовности СЦТ к исправной работе Кг принимается 0,97.

Нормативное значение показателя готовности СЦТ определяет:

- готовность СЦТ к отопительному сезону;
- достаточность установленной тепловой мощности источника теплоты для обеспечения исправного функционирования СЦТ при нерасчетных похолоданиях;
- способность тепловых сетей обеспечить исправное функционирование СЦТ при нерасчетных похолоданиях;
- организационные и технические мероприятия, необходимые для обеспечения исправного функционирования СЦТ на уровне заданной готовности;
- нормативное число часов готовности для источника теплоты;

Потребители теплоты по требованию к надежности теплоснабжения делятся на три категории.

Первая категория - потребители, не допускающие перерывов в подаче расчетного количества теплоты и снижения температуры воздуха в помещениях, ниже предусмотренных ГОСТ 30494 (больницы, родильные дома, детские дошкольные учреждения с круглосуточным пребыванием детей, картинные галереи, химические и специальные производства, шахты и т.п.).

Вторая категория - потребители, допускающие снижение температуры в отапливаемых помещениях на период ликвидации аварии, но не более 54 ч:

- жилых и общественных зданий до +12 °С;
- промышленных зданий до +8 °С.

Третья категория - остальные потребители.

Расчет уровня надежности теплоснабжения потребителей выполнен по методике, разработанной в АО «Газпром промгаз» и опубликованной в работе «Методика и алгоритм расчета надежности тепловых сетей при разработке схем теплоснабжения городов». Расчёт выполнен с использованием программно-расчетного комплекса ГИС Zulu.

Алгоритм расчета показателей надежности теплоснабжения потребителей

Блок-схема алгоритма расчета показателей надежности, включающая шесть блоков, приведена на рисунке ниже.

В блоке I определяются характеристики надежности элементов тепловой сети: интенсивность и параметр потока отказов, интенсивность и среднее время восстановления. Расчет показателей производится в следующем порядке.

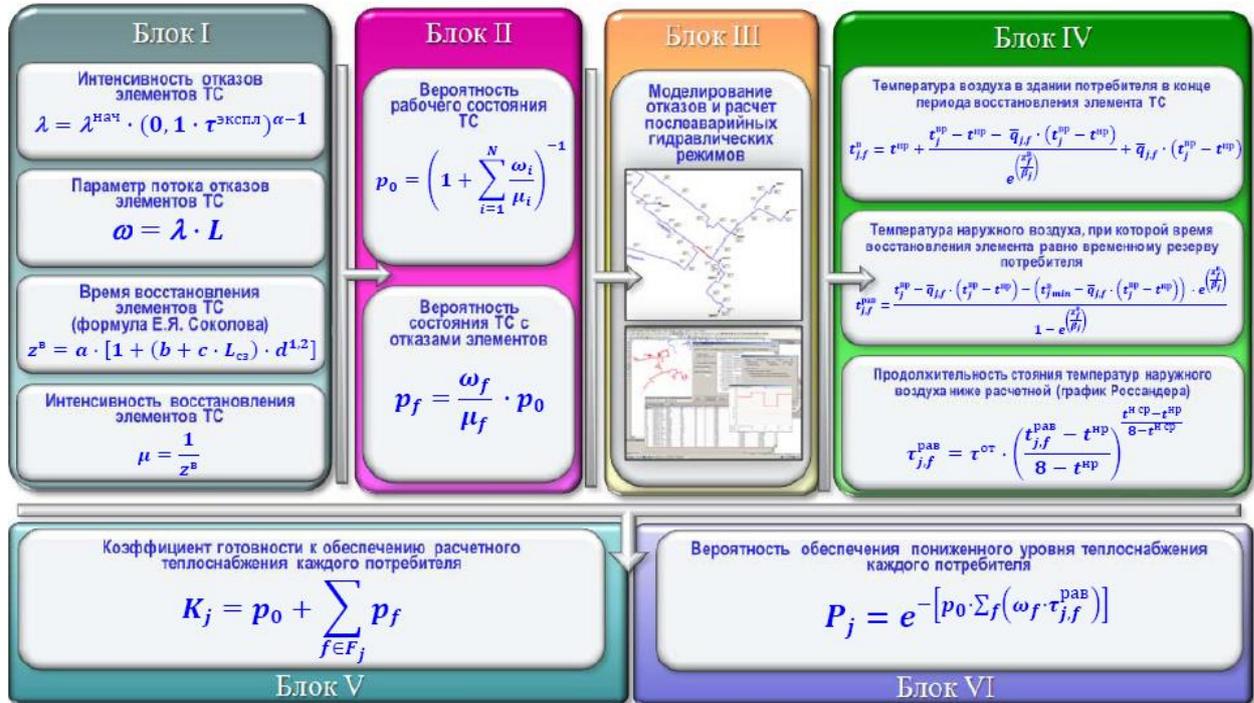


Рисунок 1 –Алгоритм расчета показателей надежности тепловых сетей

При наличии статистических данных об отказах элементов используются характеристики надежности, полученные на основе обработки статистики. При отсутствии статистических данных расчет интенсивности отказов теплопроводов со сроком службы до 25 лет производится с использованием распределения Вейбулла.

Участки сети, работающие более 25 лет, выделяются в отдельную группу как потенциально ненадежные. После дополнительного анализа их состояния выбираются участки, рекомендуемые к замене. Для участков этой группы, не рекомендуемых к замене, интенсивность отказов принимается как для теплопроводов со сроком службы 25 лет.

Для последующих расчетов показателей надежности и объема резервирования характеристики надежности элементов следует принимать с учетом разработанных предложений по их улучшению, поскольку недопустимо низкий технический уровень тепловой сети компенсировать ее резервированием. В частности, для участков сети, рекомендуемых к замене, в дальнейших расчетах интенсивность отказов следует принимать как для новых теплопроводов в период нормальной эксплуатации (0,05 1/(км·год)).

Далее определяется параметр потока отказов элементов и рассчитывается интенсивность восстановления элементов ТС (участков и задвижек).

В блоке II по зависимостям определяются вероятности рабочего состояния сети и вероятности состояний сети с отказом одного из элементов.

Блок III. Для расчета показателей надежности вычисленным вероятностям состояний сети необходимо поставить в соответствие количество тепловой энергии, подаваемой каждому потребителю в этих состояниях.

Если сеть тупиковая (не имеет кольцевой части), очевидно, что при выходе из строя одного из элементов полностью прекращается теплоснабжение потребителей, расположенных за этим элементом. Теплоснабжение остальных потребителей не нарушается.

В тепловых сетях, имеющих кольцевую часть, каждому состоянию сети с выходом из строя элемента кольцевой части соответствует свой уровень подачи тепла потребителям.

Для его определения в блоке III производится моделирование отказов элементов и расчет соответствующих им послеаварийных гидравлических режимов.

На основе этих расчетов составляются матрицы относительных (по отношению к расчетному) расходов тепла в этих режимах у каждого из потребителей.

В блоке IV на основе данных, полученных в блоке III, по зависимости определяются температуры воздуха в зданиях в конце периода восстановления теплоснабжения. По их значениям определяются элементы сети, отказ которых нарушает расчетный уровень теплоснабжения потребителей.

В блоках V и VI по зависимостям рассчитываются коэффициенты готовности ТС к обеспечению расчетного теплоснабжения потребителей и вероятности обеспечения пониженного уровня теплоснабжения потребителей.

1.2 Существующее положение

1.2.1 Статистика отказов тепловых сетей (аварийных ситуаций) за последние 5 лет

Отказ технологический – вынужденное отключение или ограничение работоспособности оборудования тепловой сети, приведшее к нарушению процесса передачи тепловой энергии потребителям, если оно не содержит признаков аварии [14].

Авария – событие, заключающееся, как правило, во внезапном переходе тепловой сети с одного относительного уровня функционирования на другой, существенно более низкий с крупным нарушением режима работы, разрушением тепловой сети и неконтролируемым выбросом теплоносителя [14].

Динамика изменения показателей надежности теплоснабжения в зонах действий систем теплоснабжения и ЕТО представлены в таблицах ниже.

Т а б л и ц а 1 – Динамика изменения отказов и восстановлений магистральных тепловых сетей зоне деятельности систем теплоснабжения

Номер системы теплоснабжения	Источник тепловой энергии	Год	Всего инцидентов на тепловых сетях	Из них аварий, отказов, приведших к недоотпуску тепловой энергии	Из них повреждений в результате гидравлических и температурных испытаний	Из них повреждений в неотапительный период	Из них повреждений в отопительный период	Количество отказов в тепловых сетях в отопительный период, 1/км/год	Удельное (отнесенное к протяженности тепловых сетей) количество отказов в тепловых сетях в период испытаний, 1/км/год
1	Владимирская ТЭЦ-2	2017	105	10	95	5	5	0,0483	0,9182
1	Владимирская ТЭЦ-2	2018	108	30	78	25	5	0,0483	0,7539
1	Владимирская ТЭЦ-2	2019	79	6	73	2	4	0,0387	0,7056
1	Владимирская ТЭЦ-2	2020	89	15	74	11	4	0,0387	0,7152
1	Владимирская ТЭЦ-2	2021	99	17	82	6	11	0,1063	0,7926

Т а б л и ц а 2 – Динамика изменения отказов и восстановлений магистральных тепловых сетей в зоне деятельности ЕТО

№ ЕТО	ЕТО	Год	Всего инцидентов на тепловых сетях	Из них аварий, отказов, приведших к недоотпуску тепловой энергии	Из них повреждений в результате гидравлических и температурных испытаний	Из них повреждений в неотапительный период	Из них повреждений в отопительный период	Количество отказов в тепловых сетях в отопительный период, 1/км/год	Удельное (отнесенное к протяженности тепловых сетей) количество отказов в тепловых сетях в период испытаний, 1/км/год
1	АО «ВКС»	2017	105	10	95	5	5	0,0451	0,8572
1	АО «ВКС»	2018	108	30	78	25	5	0,0451	0,7038
1	АО «ВКС»	2019	79	6	73	2	4	0,0361	0,6587
1	АО «ВКС»	2020	89	15	74	11	4	0,0387	0,7152
1	АО «ВКС»	2021	99	17	82	6	11	0,1063	0,7926

Т а б л и ц а 3 – Динамика изменения отказов и восстановлений распределительных тепловых сетей в зоне деятельности систем теплоснабжения

Номер системы теплоснабжения	Источник тепловой энергии	Год	Тип тепловых сетей	Всего инцидентов на тепловых сетях	Из них аварий, отказов, приведших к недоотпуску тепловой энергии	Из них повреждений в результате гидравлических и температурных испытаний	Из них повреждений в неоперативный период	Из них повреждений в отопительный период	Количество отказов в тепловых сетях в отопительный период, 1/км/год	Удельное количество отказов в тепловых сетях в период испытаний, 1/км/год
1	125 квартал	2017	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
1	125 квартал	2017	Распределительные отопления	3	2	1	0	2	4,5517	2,2758
1	125 квартал	2018	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
1	125 квартал	2018	Распределительные отопления	1	1	0	0	1	2,2758	0,0000
1	125 квартал	2019	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
1	125 квартал	2019	Распределительные отопления	1	1	0	0	1	2,2758	0,0000
1	125 квартал	2020	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
1	125 квартал	2020	Распределительные отопления	2	1	1	0	1	2,2758	2,2758
1	301 квартал	2017	Распределительные отопления	9	5	4	3	2	0,1419	0,2838
1	301 квартал	2018	Распределительные отопления	19	15	4	14	1	0,0709	0,2838
1	301 квартал	2019	Распределительные отопления	10	8	2	10	6	0,4257	0,1419
1	301 квартал	2020	Распределительные отопления	3	3	0	1	2	0,1419	0,0000
1	АО «Владимирская газовая компания»	2017	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
1	АО «Владимирская газовая компания»	2017	Распределительные отопления	1	1	0	0	1	0,2205	0,0000
1	АО «Владимирская газовая компания»	2018	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
1	АО «Владимирская газовая компания»	2018	Распределительные отопления	1	1	0	0	1	0,2205	0,0000
1	АО «Владимирская газовая компания»	2019	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
1	АО «Владимирская газовая компания»	2019	Распределительные отопления	1	1	0	0	1	0,2205	0,0000
1	АО «Владимирская газовая компания»	2020	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
1	АО «Владимирская газовая компания»	2020	Распределительные отопления	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
1	Владимирская ТЭЦ-2	2017	Распределительные ГВС	25	20	5	3	17	0,6351	0,1868
1	Владимирская ТЭЦ-2	2017	Распределительные отопления	666	370	296	39	331	0,8257	0,7384
1	Владимирская ТЭЦ-2	2018	Распределительные ГВС	42	40	2	20	20	0,7471	0,0747
1	Владимирская ТЭЦ-2	2018	Распределительные отопления	906	697	209	234	463	1,1549	0,5213
1	Владимирская ТЭЦ-2	2019	Распределительные ГВС	26	25	1	8	17	0,6351	0,0374
1	Владимирская ТЭЦ-2	2019	Распределительные отопления	573	364	209	95	269	0,6710	0,5213
1	Владимирская ТЭЦ-2	2020	Распределительные ГВС	30	29	1	6	23	0,8592	0,0374
1	Владимирская ТЭЦ-2	2020	Распределительные отопления	398	290	108	99	191	0,4764	0,2694
1	Коммунальная зона	2017	Распределительные отопления	2	1	1	0	1	0,1310	0,1310
1	Коммунальная зона	2018	Распределительные отопления	8	6	2	0	6	0,7862	0,2621
1	Коммунальная зона	2019	Распределительные отопления	2	2	0	0	2	0,2621	0,0000
1	Коммунальная зона	2020	Распределительные отопления	1	0	1	0	0	0,0000	0,1310
1	Коммунальная зона	2021	Распределительные отопления	4	2	2	1	1	0,1310	0,2621
1	Микрорайон 9-В	2017	Распределительные отопления	2	2	0	0	2	0,3377	0,0000
1	Микрорайон 9-В	2018	Распределительные отопления	10	8	2	0	8	1,3509	0,3377

Номер системы теплоснабжения	Источник тепловой энергии	Год	Тип тепловых сетей	Всего инцидентов на тепловых сетях	Из них аварий, отказов, приведших к недоотпуску тепловой энергии	Из них повреждений в результате гидравлических и температурных испытаний	Из них повреждений в неотапливаемый период	Из них повреждений в отопительный период	Количество отказов в тепловых сетях в отопительный период, 1/км/год	Удельное количество отказов в тепловых сетях в период испытаний, 1/км/год
1	Микрорайон 9-В	2019	Распределительные отопления	1	1	0	1	0	0,0000	0,0000
1	Микрорайон 9-В	2020	Распределительные отопления	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
1	Юго-Западного района	2020	Распределительные отопления	6	5	1	4	1	0,0948	0,0948
1	Юго-западного района	2017	Распределительные отопления	5	5	0	0	5	0,4739	0,0000
1	Юго-западного района	2018	Распределительные отопления	11	7	4	0	7	0,6635	0,3791
1	Юго-западного района	2019	Распределительные отопления	11	6	5	0	6	0,5687	0,4739
2	722 квартал	2017	Распределительные отопления	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
2	722 квартал	2018	Распределительные отопления	1	1	0	0	1	0,1847	0,0000
2	722 квартал	2019	Распределительные отопления	6	5	1	0	5	0,9233	0,1847
2	722 квартал	2020	Распределительные отопления	1	1	0	1	0	0,0000	0,0000
2	722 квартал	2021	Распределительные отопления	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
3	ВЗКИ	2017	Распределительные отопления	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
3	ВЗКИ	2018	Распределительные отопления	3	3	0	0	3	0,8367	0,0000
3	ВЗКИ	2019	Распределительные отопления	2	2	0	0	2	0,5578	0,0000
3	ВЗКИ	2020	Распределительные отопления	1	1	0	0	1	0,2789	0,0000
4	УВД	2017	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
4	УВД	2017	Распределительные отопления	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
4	УВД	2018	Распределительные ГВС	3	3	0	1	2	0,9976	0,0000
4	УВД	2018	Распределительные отопления	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
4	УВД	2019	Распределительные ГВС	1	1	0	0	1	0,4988	0,0000
4	УВД	2019	Распределительные отопления	5	5	0	0	5	1,9852	0,0000
4	УВД	2020	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
4	УВД	2020	Распределительные отопления	2	1	1	0	1	0,3970	0,3970
4	УВД	2021	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
4	УВД	2021	Распределительные отопления	1	1	0	0	1	0,3970	0,0000
5	ПМК-18	2017	Распределительные ГВС	3	2	1	1	1	0,9294	0,9294
5	ПМК-18	2017	Распределительные отопления	5	4	1	0	4	1,4877	0,3719
5	ПМК-18	2018	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
5	ПМК-18	2018	Распределительные отопления	3	3	0	0	3	1,1157	0,0000
5	ПМК-18	2019	Распределительные ГВС	4	3	1	1	2	1,8587	0,9294
5	ПМК-18	2019	Распределительные отопления	8	6	2	0	6	2,2315	0,7438
5	ПМК-18	2020	Распределительные ГВС	1	1	0	0	1	0,9294	0,0000
5	ПМК-18	2020	Распределительные отопления	4	4	0	1	3	1,1157	0,0000
5	ПМК-18	2021	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
6	РТС	2017	Распределительные отопления	2	2	0	0	2	2,2139	0,0000
6	РТС	2018	Распределительные отопления	2	2	0	0	2	2,2139	0,0000
6	РТС	2019	Распределительные отопления	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
6	РТС	2020	Распределительные отопления	2	1	1	0	1	1,1069	1,1069
6	РТС	2021	Распределительные отопления	2	0	2	0	0	0,0000	2,2139
7	Энергетик, АО «ВКС»	2017	Распределительные отопления	3	3	0	0	3	1,9096	0,0000
7	Энергетик, АО «ВКС»	2018	Распределительные отопления	2	2	0	0	2	1,2731	0,0000

Номер системы теплоснабжения	Источник тепловой энергии	Год	Тип тепловых сетей	Всего инцидентов на тепловых сетях	Из них аварий, отказов, приведших к недоотпуску тепловой энергии	Из них повреждений в результате гидравлических и температурных испытаний	Из них повреждений в неоперативный период	Из них повреждений в отопительный период	Количество отказов в тепловых сетях в отопительный период, 1/км/год	Удельное количество отказов в тепловых сетях в период испытаний, 1/км/год
7	Энергетик, АО «ВКС»	2019	Распределительные отопления	7	3	4	0	3	1,9096	2,5461
7	Энергетик, АО «ВКС»	2020	Распределительные отопления	3	2	1	1	1	0,6365	0,6365
7	Энергетик, АО «ВКС»	2021	Распределительные отопления	3	1	2	0	1	0,6365	1,2731
8	мкр. Закрытый	2017	Распределительные отопления	4	2	2	0	2	0,3623	0,3623
8	мкр. Закрытый	2018	Распределительные отопления	5	1	4	0	1	0,1812	0,7247
8	мкр. Закрытый	2019	Распределительные отопления	1	0	1	0	0	0,0000	0,1812
8	мкр. Закрытый	2020	Распределительные отопления	3	2	1	2	0	0,0000	0,1812
8	мкр. Закрытый	2021	Распределительные отопления	3	1	2	0	1	0,1812	0,3623
9	мкр. Коммунар	2017	Распределительные отопления	2	1	1	0	1	0,2140	0,2140
9	мкр. Коммунар	2018	Распределительные отопления	7	4	3	0	4	0,8560	0,6420
9	мкр. Коммунар	2019	Распределительные отопления	3	2	1	0	2	0,4280	0,2140
9	мкр. Коммунар	2020	Распределительные отопления	8	7	1	1	6	1,2840	0,2140
9	мкр. Коммунар	2021	Распределительные отопления	1	1	0	0	1	0,2140	0,0000
10	Оргтруд 1	2017	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
10	Оргтруд 1	2017	Распределительные отопления	6	4	2	0	4	0,6460	0,3230
10	Оргтруд 1	2018	Распределительные ГВС	7	7	0	1	6	1,1762	0,0000
10	Оргтруд 1	2018	Распределительные отопления	8	0	8	0	0	0,0000	1,2919
10	Оргтруд 1	2019	Распределительные ГВС	7	6	1	0	6	1,1762	0,1960
10	Оргтруд 1	2019	Распределительные отопления	1	1	0	0	1	0,1615	0,0000
10	Оргтруд 1	2020	Распределительные ГВС	2	2	0	0	2	0,3921	0,0000
10	Оргтруд 1	2020	Распределительные отопления	1	1	0	0	1	0,1615	0,0000
10	Оргтруд 1	2021	Распределительные отопления	6	2	4	2	0	0,0000	0,6460
11	Оргтруд 2	2017	Распределительные отопления	1	0	1	0	0	0,0000	0,3025
11	Оргтруд 2	2018	Распределительные отопления	1	0	1	0	0	0,0000	0,3025
11	Оргтруд 2	2019	Распределительные отопления	1	1	0	0	1	0,3025	0,0000
11	Оргтруд 2	2020	Распределительные отопления	1	1	0	1	0	0,0000	0,0000
12	мкр. Юрьево, АО «ВКС»	2017	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
12	мкр. Юрьево, АО «ВКС»	2017	Распределительные отопления	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
12	мкр. Юрьево, АО «ВКС»	2018	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
12	мкр. Юрьево, АО «ВКС»	2018	Распределительные отопления	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
12	мкр. Юрьево, АО «ВКС»	2019	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
12	мкр. Юрьево, АО «ВКС»	2019	Распределительные отопления	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
12	мкр. Юрьево, АО «ВКС»	2020	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
12	мкр. Юрьево, АО «ВКС»	2020	Распределительные отопления	1	1	0	0	1	1,5723	0,0000
12	мкр. Юрьево, АО «ВКС»	2021	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000

Номер системы теплоснабжения	Источник тепловой энергии	Год	Тип тепловых сетей	Всего инцидентов на тепловых сетях	Из них аварий, отказов, приведших к недоотпуску тепловой энергии	Из них повреждений в результате гидравлических и температурных испытаний	Из них повреждений в неотапливаемый период	Из них повреждений в отопительный период	Количество отказов в тепловых сетях в отопительный период, 1/км/год	Удельное количество отказов в тепловых сетях в период испытаний, 1/км/год
12	мкр. Юрьеvec, АО «ВКС»	2021	Распределительные отопления	13	4	9	1	3	4,7170	14,1509
13	Элеваторная	2017	Распределительные отопления	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
13	Элеваторная	2018	Распределительные отопления	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
13	Элеваторная	2019	Распределительные отопления	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
13	Элеваторная	2020	Распределительные отопления	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
14	мкр. Лесной	2017	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
14	мкр. Лесной	2017	Распределительные отопления	2	1	1	0	1	0,2017	0,2017
14	мкр. Лесной	2018	Распределительные ГВС	2	0	2	0	0	0,0000	0,4080
14	мкр. Лесной	2018	Распределительные отопления	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
14	мкр. Лесной	2019	Распределительные ГВС	5	1	4	0	1	0,2040	0,8161
14	мкр. Лесной	2019	Распределительные отопления	1	1	0	0	1	0,2017	0,0000
14	мкр. Лесной	2020	Распределительные ГВС	1	1	0	0	1	0,2040	0,0000
14	мкр. Лесной	2020	Распределительные отопления	1	1	0	0	1	0,2017	0,0000
14	мкр. Лесной	2021	Распределительные ГВС	1	0	1	0	0	0,0000	0,2040
14	мкр. Лесной	2021	Распределительные отопления	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
17	п. Пиганово	2017	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
17	п. Пиганово	2017	Распределительные отопления	2	0	2	0	0	0,0000	1,0384
17	п. Пиганово	2018	Распределительные ГВС	1	1	0	0	1	0,7342	0,0000
17	п. Пиганово	2018	Распределительные отопления	2	0	2	0	0	0,0000	1,0384
17	п. Пиганово	2019	Распределительные ГВС	2	2	0	0	2	1,4684	0,0000
17	п. Пиганово	2019	Распределительные отопления	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
17	п. Пиганово	2020	Распределительные ГВС	1	0	1	0	0	0,0000	0,7342
17	п. Пиганово	2020	Распределительные отопления	1	0	1	0	0	0,0000	0,5192
17	п. Пиганово	2021	Распределительные ГВС	1	0	1	0	0	0,0000	0,7342
17	п. Пиганово	2021	Распределительные отопления	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
18	Энергетик, ООО «Владимиртеплогaз»	2017	Распределительные ГВС	2	2	0	0	2	0,4766	0,0000
18	Энергетик, ООО «Владимиртеплогaз»	2017	Распределительные отопления	9	4	4	0	5	0,5794	0,4635
18	Энергетик, ООО «Владимиртеплогaз»	2018	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
18	Энергетик, ООО «Владимиртеплогaз»	2018	Распределительные отопления	8	6	2	0	6	0,6953	0,2318
18	Энергетик, ООО «Владимиртеплогaз»	2019	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
18	Энергетик, ООО «Владимиртеплогaз»	2019	Распределительные отопления	4	0	4	0	0	0,0000	0,4635
18	Энергетик, ООО «Владимиртеплогaз»	2020	Распределительные ГВС	3	2	1	1	1	0,2383	0,2383
18	Энергетик, ООО «Владимиртеплогaз»	2020	Распределительные отопления	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
18	Энергетик, ООО «Владимиртеплогaз»	2021	Распределительные ГВС	2	1	1	0	1	0,2383	0,2383
19	турбаза «Ладога»	2017	Распределительные отопления	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
19	турбаза «Ладога»	2018	Распределительные отопления	1	1	0	0	1	0,3666	0,0000
19	турбаза «Ладога»	2019	Распределительные отопления	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000

Номер системы теплоснабжения	Источник тепловой энергии	Год	Тип тепловых сетей	Всего инцидентов на тепловых сетях	Из них аварий, отказов, приведших к недоотпуску тепловой энергии	Из них повреждений в результате гидравлических и температурных испытаний	Из них повреждений в неоперативный период	Из них повреждений в отопительный период	Количество отказов в тепловых сетях в отопительный период, 1/км/год	Удельное количество отказов в тепловых сетях в период испытаний, 1/км/год
19	турбаза «Ладога»	2020	Распределительные отопления	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
29	Юрвец, ООО «ТеплогазВладимир»	2017	Распределительные отопления	32	20	12	0	20	1,0948	0,6569
29	Юрвец, ООО «ТеплогазВладимир»	2018	Распределительные отопления	19	11	8	6	5	0,2737	0,4379
29	Юрвец, ООО «ТеплогазВладимир»	2019	Распределительные отопления	16	7	9	1	6	0,3285	0,4927
29	Юрвец, ООО «ТеплогазВладимир»	2020	Распределительные отопления	16	10	6	7	3	0,1642	0,3285
30	Загородная зона	2017	Распределительные отопления	6	2	4	1	1	0,0537	0,2148
30	Загородная зона	2018	Распределительные отопления	9	5	4	0	5	0,2685	0,2148
30	Загородная зона	2019	Распределительные отопления	5	0	5	0	0	0,0000	0,2685
30	Загородная зона	2020	Распределительные отопления	8	2	6	0	2	0,1074	0,3222
30	Загородная зона	2021	Распределительные отопления	5	0	5	0	0	0,0000	0,2685
31	ООО «Техника – коммунальные системы»	2017	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
31	ООО «Техника – коммунальные системы»	2017	Распределительные отопления	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
31	ООО «Техника – коммунальные системы»	2018	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
31	ООО «Техника – коммунальные системы»	2018	Распределительные отопления	14	11	3	0	11	1,5303	0,4174
31	ООО «Техника – коммунальные системы»	2019	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
31	ООО «Техника – коммунальные системы»	2019	Распределительные отопления	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
31	ООО «Техника – коммунальные системы»	2020	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000
31	ООО «Техника – коммунальные системы»	2020	Распределительные отопления	1	0	1	0	0	0,0000	0,1391
31	ООО «Техника – коммунальные системы»	2021	Распределительные ГВС	0	0	0	0	0	0,0000	0,0000

Т а б л и ц а 4 – Динамика изменения отказов и восстановлений распределительных тепловых сетей в зоне деятельности ЕТО

№ ЕТО	ЕТО	Год	Тип тепловых сетей	Всего инцидентов на тепловых сетях	Из них аварий, отказов, приведших к недоотпуску тепловой энергии	Из них повреждений в результате гидравлических и температурных испытаний	Из них повреждений в неотапливаемый период	Из них повреждений в отопительный период	Количество отказов в тепловых сетях в отопительный период, 1/км/год	Удельное количество отказов в тепловых сетях в период испытаний, 1/км/год
1	АО «ВКС»	2017	Распределительные ГВС	30	24	6	4	20	0,3768	0,1130
1	АО «ВКС»	2017	Распределительные отопления	762	429	332	43	387	0,6881	0,5903
1	АО «ВКС»	2018	Распределительные ГВС	55	51	4	22	29	0,5463	0,0754
1	АО «ВКС»	2018	Распределительные отопления	1041	785	256	254	531	0,9441	0,4552
1	АО «ВКС»	2019	Распределительные ГВС	45	38	7	9	29	0,5463	0,1319
1	АО «ВКС»	2019	Распределительные отопления	659	416	243	99	317	0,5636	0,4320
1	АО «ВКС»	2020	Распределительные ГВС	38	35	3	7	28	0,5275	0,0565
1	АО «ВКС»	2020	Распределительные отопления	464	334	130	118	216	0,3840	0,2311
1	АО «ВКС»	2021	Распределительные ГВС	24	20	4	2	18	0,3391	0,0754
1	АО «ВКС»	2021	Распределительные отопления	445	308	140	49	259	0,4605	0,2489

1.2.2 Результаты расчета показателей надёжности участков тепловых сетей

В соответствии с методикой произведен расчет показателей надёжности участков тепловых сетей (см. таблицу 5). В случае, когда статистические данные по отказам не предоставлены, расчет интенсивности отказов теплопроводов с учетом времени их эксплуатации производится по зависимостям распределения Вейбулла [14] при начальной интенсивности отказов 1 км однолинейного теплопровода равной $5,7 \cdot 10^{-6}$ 1/(км·ч) или 0,05 1/(км·год).

Результаты расчета интенсивности отказов участков тепловых сетей представлены в таблице ниже.

Т а б л и ц а 5 – Результаты расчета показателей надёжности потребителей тепловой энергии

Источник тепловой энергии	Значение вероятности безотказного теплоснабжения потребителей		Значение коэффициента готовности системы к теплоснабжению потребителя	
	min	max	min	max
Владимирская ТЭЦ-2	0,489642	1	0,958613	0,993043
АО «Владимирская газовая компания»	0,930365	0,999501	0,999401	0,999405
Коммунальная зона	0,937683	1	0,998784	0,999015
мкр. Заклязьменский	0,923598	0,99874	0,999396	0,999481
301 квартал	0,943939	0,998326	0,998068	0,998227
Микрорайон 9-В	0,96231	0,999042	0,999291	0,999341
Загородная зона	0,883855	0,996735	0,996918	0,997301
Энергетик, ООО «Владимиртеплогаз»	0,939862	0,999691	0,998884	0,998999
Юго-западного района	0,823377	0,999264	0,939702	0,997907
мкр. Коммунар	0,945458	0,994708	0,999182	0,999212
722 квартал	0,976615	0,993858	0,999229	0,999234
УВД	0,970719	1	0,999704	0,999732
РТС	0,983763	0,997508	0,999697	0,9997
мкр. Лесной	0,927148	0,994294	0,998898	0,999068
мкр. Юрьевец, АО «ВКС»	0,99888	0,999147	0,999915	0,999945
ПМК-18	0,990987	0,997747	0,99962	0,999655
Энергетик, АО «ВКС»	0,9658	0,998549	0,999713	0,999723
п. Пиганово	0,956798	0,999547	0,999697	0,999713
Оргтруд 2	0,984894	0,999659	0,999729	0,999744
ВЗКИ	0,982361	0,99965	0,999685	0,999711
турбаза «Ладога»	0,991841	0,999321	0,999639	0,999683
Оргтруд 1	0,963052	0,999431	0,999398	0,999416
Юрьевец, ООО «ТеплогазВладимир»	0,819013	0,999549	0,996836	0,996869
Элеваторная	0,999138	0,999419	0,999937	0,999948

1.3 Перспективное положение (2037 г.)

В программном комплексе ZuluThermo смоделирована расчётная схема теплоснабжения города с учётом реализации мероприятий на источниках тепловой энергии и тепловых сетях, представленных в Главах 7–9 Обосновывающих материалов.

Результаты расчета интенсивности отказов и восстановления участков тепловых сетей представлен в таблице ниже.

Т а б л и ц а 6 – Результаты расчета показателей надёжности потребителей тепловой энергии

Источник тепловой энергии	Значение вероятности безотказного теплоснабжения потребителей		Значение коэффициента готовности системы к теплоснабжению потребителя	
	min	max	min	max
Владимирская ТЭЦ-2	0,4283	1,0000	0,9474	0,9474
АО «Владимирская газовая компания»	0,9885	0,9996	0,9988	0,9989
Коммунальная зона	0,9820	1,0000	0,9984	0,9987
БМК мкр. Заглязьменский	0,9639	0,9999	0,9996	0,9998
301 квартал	0,7764	0,9997	0,9974	0,9983
Загородная зона	0,9308	0,9994	0,9980	0,9983
Энергетик, ООО «Владимиртеплогаз»	0,9922	0,9998	0,9984	0,9986
Юго-западного района	0,9726	0,9996	0,9975	0,9977
Квартальная котельная № 2, ООО «Инженерные системы»	0,9971	0,9996	0,9995	0,9996
722 квартал	0,9991	0,9996	0,9994	0,9995
УВД	0,9987	1,0000	0,9997	0,9998
РТС	0,9859	1,0000	0,9997	0,9997
мкр. Лесной	0,9648	0,9996	0,9988	0,9990
мкр. Юрьевец, АО «ВКС»	0,9994	0,9998	0,9999	0,9999
ПМК-18	0,9973	0,9995	0,9997	0,9998
Энергетик, АО «ВКС»	0,9993	0,9998	0,9999	0,9999
БМК п. Пиганово	0,9991	0,9997	0,9997	0,9999
Оргтруд 2	0,9991	0,9996	0,9995	0,9996
ВЗКИ	0,9892	0,9998	0,9997	0,9998
турбаза «Ладога»	0,9991	0,9996	0,9996	0,9997
Оргтруд 1	0,9928	0,9993	0,9991	0,9992
Юрьевец, ООО «ТеплогазВладимир»	0,8118	0,9996	0,9967	0,9969
Элеваторная	0,9998	0,9998	0,9999	0,9999

Часть 2 Метод и результаты обработки данных по восстановлению отказавших участков тепловых сетей (участков тепловых сетей, на которых произошли аварийные ситуации), среднего времени восстановления отказавших

2.1 Существующее положение

Время восстановлений тепловых сетей в зоне деятельности ЕТО-1 АО «ВКС» соответствует требованию СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети» (см. таблицу № 7).

Т а б л и ц а 7 – Допустимое время восстановления участка тепловой сети согласно СНиП 41-02-2003

Диаметр труб тепловых сетей, мм	Время восстановления теплоснабжения, ч
300	15
400	18
500	22
600	26
700	29
800-1000	40
1200-1400	До 54

Результаты расчета интенсивности восстановления участков тепловых сетей представлен в таблице 8.

Т а б л и ц а 8 – Результаты расчета показателей надёжности участков тепловых сетей

Источник тепловой энергии	Значение интенсивности восстановления участков, 1/ч		Значение вероятностей безотказной работы участков тепловой сети	
	min	max	min	max
Владимирская ТЭЦ-2	0,015688	0,289901	0,4392	1,0000
Коммунальная зона	0,015688	0,225578	0,8800	0,9932
мкр. Заклязьменский	0,015688	0,262979	0,8518	0,9979
301 квартал	0,015688	0,245347	0,8883	0,9983
Микрорайон 9-В	0,015688	0,260684	0,9754	0,9992
Загородная зона	0,015688	0,260684	0,8114	0,9913
Энергетик, ООО «Владимиртеплогаз»	0,015688	0,289901	0,9430	0,9995
Юго-западного района	0,015688	0,245347	0,9115	0,9954
мкр. Коммунар	0,015688	0,289901	0,9405	0,9952
722 квартал	0,015688	0,225578	0,9657	0,9953
УВД	0,088684	0,260684	0,9547	1,0000
РТС	0,08315	0,218186	0,9670	0,9980
мкр. Лесной	0,015688	0,289901	0,9388	0,9904
мкр. Юрьевец, АО «ВКС»	0,015688	0,225578	0,9988	0,9995
ПМК-18	0,015688	0,274844	0,9880	0,9955
Энергетик, АО «ВКС»	0,116347	0,225578	0,9619	0,9989
п. Пиганово	0,015688	0,260684	0,9532	0,9995
Оргтруд 2	0,015688	0,274844	0,9844	0,9996
ВЗКИ	0,015688	0,260684	0,9471	1,0000
турбаза «Ладога»	0,015688	0,260684	0,9917	0,9971
Оргтруд 1	0,015688	0,260684	0,9724	0,9995
Юрьевец, ООО «ТеплогазВладимир»	0,015688	0,260684	0,7618	0,9850
Элеваторная	0,015688	0,245347	0,9826	0,9937

2.2 Перспективное положение (2037 г.)

В программном комплексе ZuluThermo смоделирована расчётная схема теплоснабжения города с учётом реализации мероприятий на источниках тепловой энергии и тепловых сетях, представленных в Главах 7–9 Обосновывающих материалов.

Результаты расчета интенсивности восстановления участков тепловых сетей представлен в таблице ниже.

Т а б л и ц а 9 – Результаты расчета показателей надёжности участков тепловых сетей

Источник тепловой энергии	Значение интенсивности восстановления участков, 1/ч		Значение вероятностей безотказной работы участков тепловой сети	
	min	max	min	max
Владимирская ТЭЦ-2	0,015688	0,289901	0,4283	1,0000
Коммунальная зона	0,015688	0,225578	0,8678	0,9666
мкр. Заклязьменский	0,015688	0,262979	0,8509	0,9979
301 квартал	0,015688	0,245347	0,8900	0,9983
Загородная зона	0,015688	0,260684	0,7828	0,9912
Энергетик, ООО «Владимиртеплогаз»	0,015688	0,289901	0,9430	0,9995
Юго-западного района	0,015688	0,245347	0,8998	0,9927
мкр. Коммунар	0,091426	0,289901	0,9936	0,9999
722 квартал	0,015688	0,225578	0,9849	0,9977
УВД	0,088684	0,260684	0,9660	1,0000
РТС	0,015688	0,225578	0,9888	0,9996
мкр. Лесной	0,015688	0,289901	0,9316	0,9890
мкр. Юрьевец, АО «ВКС»	0,015688	0,225578	0,9977	0,9992
ПМК-18	0,015688	0,245347	0,9955	0,9997
Энергетик, АО «ВКС»	0,116347	0,225578	0,9619	0,9989
п. Пиганово	0,015688	0,260684	0,9532	0,9995
Оргтруд 2	0,015688	0,274844	0,9711	0,9995
ВЗКИ	0,015688	0,260684	0,9921	1,0000
турбаза «Ладога»	0,015688	0,260684	0,9917	0,9996
Оргтруд 1	0,015688	0,260684	0,9734	0,9995
Юрьевец, ООО «ТеплогазВладимир»	0,015688	0,260684	0,9308	1,0000
Элеваторная	0,015688	0,245347	0,9984	0,9989

Часть 3 Результаты оценки вероятности отказа (аварийной ситуации) и безотказной (безаварийной) работы системы теплоснабжения по отношению к потребителям, присоединенным к магистральным и распределительным теплопроводам

3.1 Существующее положение

Надежность пониженного уровня теплоснабжения потребителей оценивается вероятностями безотказной работы, определяемыми для каждого потребителя и представляющими собой вероятности того, что в течение отопительного периода температура воздуха в зданиях не опустится ниже граничного значения.

Результаты расчета показателей надёжности потребителей тепловой энергии представлены в таблице ниже. В таблице представлены минимальные и максимальные показатели вероятности безотказной работы потребителя для каждого источника тепловой энергии, а также количество потребителей, для которых данный показатель ниже нормированного.

Вероятность безотказной работы потребителя тепловой энергии ниже нормативной означает, что во время отопительного периода в случае аварии на участках тепловой сети за время устранения аварии температура воздуха в зданиях может опуститься ниже граничного значения с вероятностью более 14%. Время устранения аварии зависит от диаметра трубопровода и представлена в таблице 7.

Пограничные значения температур разные для разных категорий потребителей.

Первая категория – потребители, не допускающие перерывов в подаче расчетного количества тепла и снижения температуры воздуха в помещениях ниже 20°C или договором между поставщиком и потребителем тепла. Например, больницы, родильные дома, детские дошкольные учреждения с круглосуточным пребыванием детей, картинные галереи, химические и специальные производства, шахты, операционные, реанимационные помещения и т.п.

Вторая категория — потребители, допускающие временное снижение температуры в отапливаемых помещениях:

а) жилых и общественных зданий — до +12 °С;

б) промышленных зданий — до +8 °С;

Третья категория — остальные потребители. Например, временные здания и сооружения, вспомогательные здания промышленных предприятий, бытовые помещения и т.п.

К примеру, если жилое отапливаемое здание находится в ненадёжной зоне и в результате отказа трубопровода тепловой сети Ду 1200 мм остаётся без теплоснабжения, то в течение 54 часов температура в здании упадёт ниже 12 градусов с вероятностью более 14%.

Из таблицы видно, что у Владимирская ТЭЦ-2, котельных Юго-западного района Юрьево, ООО «ТеплогазВладимир» присутствуют потребители, значение вероятности безотказного теплоснабжения которых ниже нормированного.

На рисунках 2–4 показаны зоны ненормативной надёжности теплоснабжения потребителей.

Т а б л и ц а 10 – Результаты расчета показателей надёжности потребителей тепловой энергии

Источник тепловой энергии	Значение вероятности безотказного теплоснабжения потребителей		Количество потребителей, значение вероятности безотказного теплоснабжения которых ниже нормированного
	min	max	
Владимирская ТЭЦ-2	0,457121	1	262
АО «Владимирская газовая компания»	0,99669	0,999501	0
Коммунальная зона	0,937683	1	0
мкр. Заклязьменский	0,923598	0,99874	0
301 квартал	0,943939	0,998326	0
Микрорайон 9-В	0,96231	0,999042	0
Загородная зона	0,883855	0,996735	0
Энергетик, ООО «Владимиртеплогаз»	0,939862	0,999691	0
Юго-западного района	0,823377	0,999264	8
мкр. Коммунар	0,945458	0,994708	0
722 квартал	0,976615	0,993858	0
УВД	0,970719	1	0
РТС	0,983763	0,997508	0
мкр. Лесной	0,927148	0,994294	0
мкр. Юрьевец, АО «ВКС»	0,99888	0,999147	0
ПМК-18	0,990987	0,997747	0
Энергетик, АО «ВКС»	0,9658	0,998549	0
п. Пиганово	0,956798	0,999547	0
Оргтруд 2	0,984894	0,999659	0
ВЗКИ	0,982361	0,99965	0
турбаза «Ладога»	0,991841	0,999321	0
Оргтруд 1	0,963052	0,999431	0
Юрьевец, ООО «ТеплогазВладимир»	0,819013	0,999549	3
Элеваторная	0,999138	0,999419	0

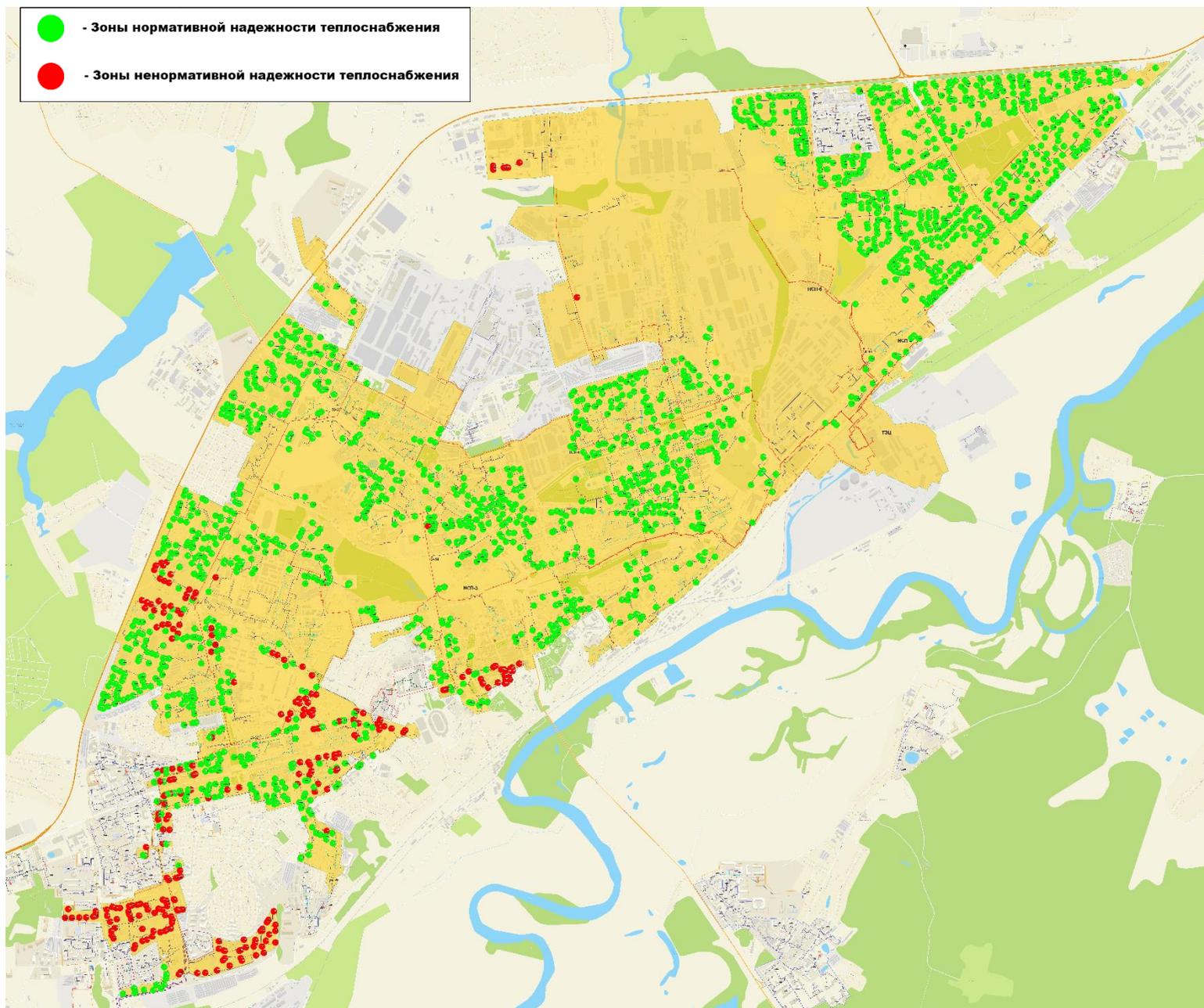


Рисунок 2 – Зоны ненормативной надежности теплоснабжения Владимирской ТЭЦ -2 (ЕТО-1)

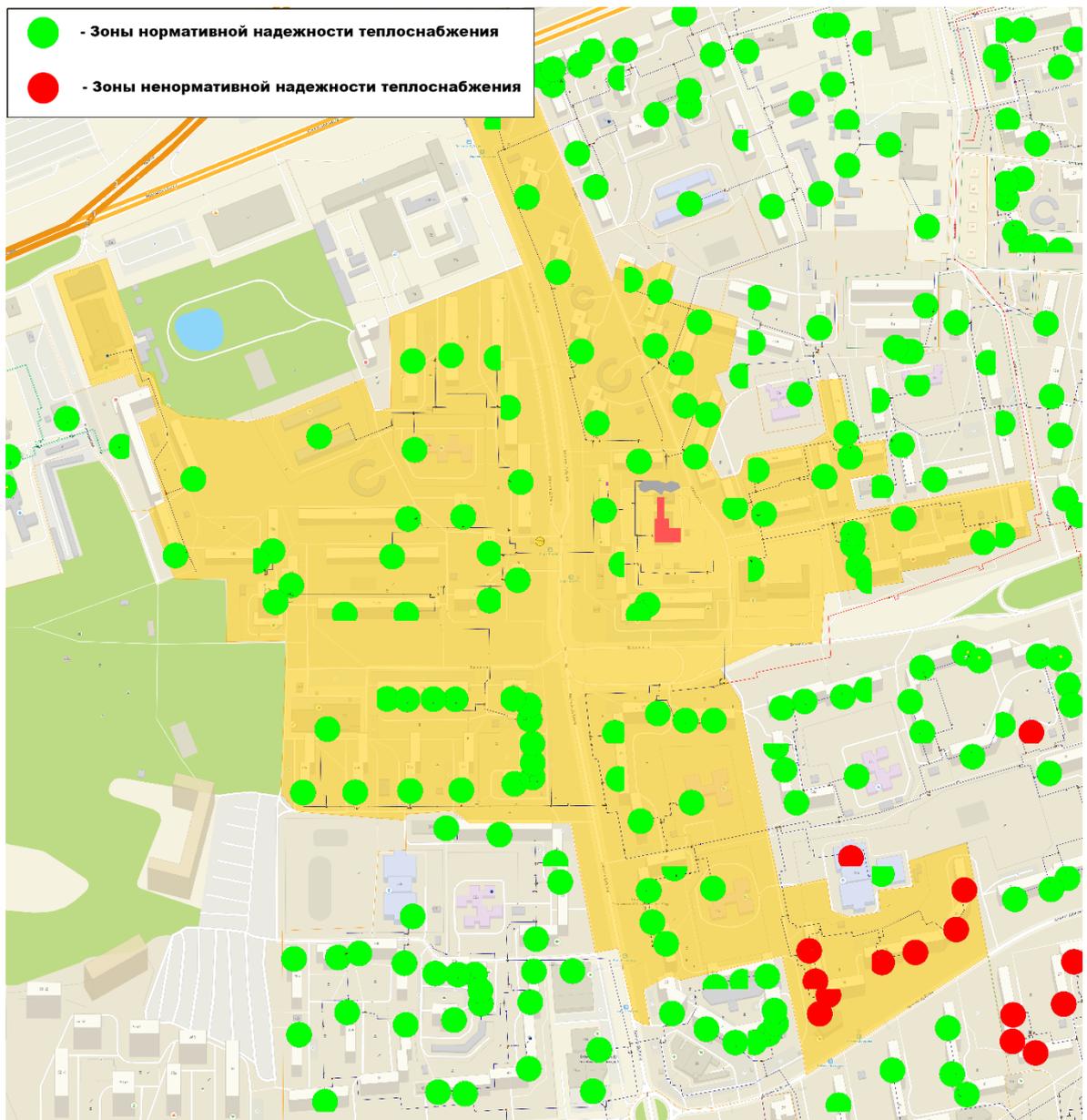


Рисунок 3 – Зоны ненормативной надежности теплоснабжения котельной Юго-западного района (ЕТО-1)

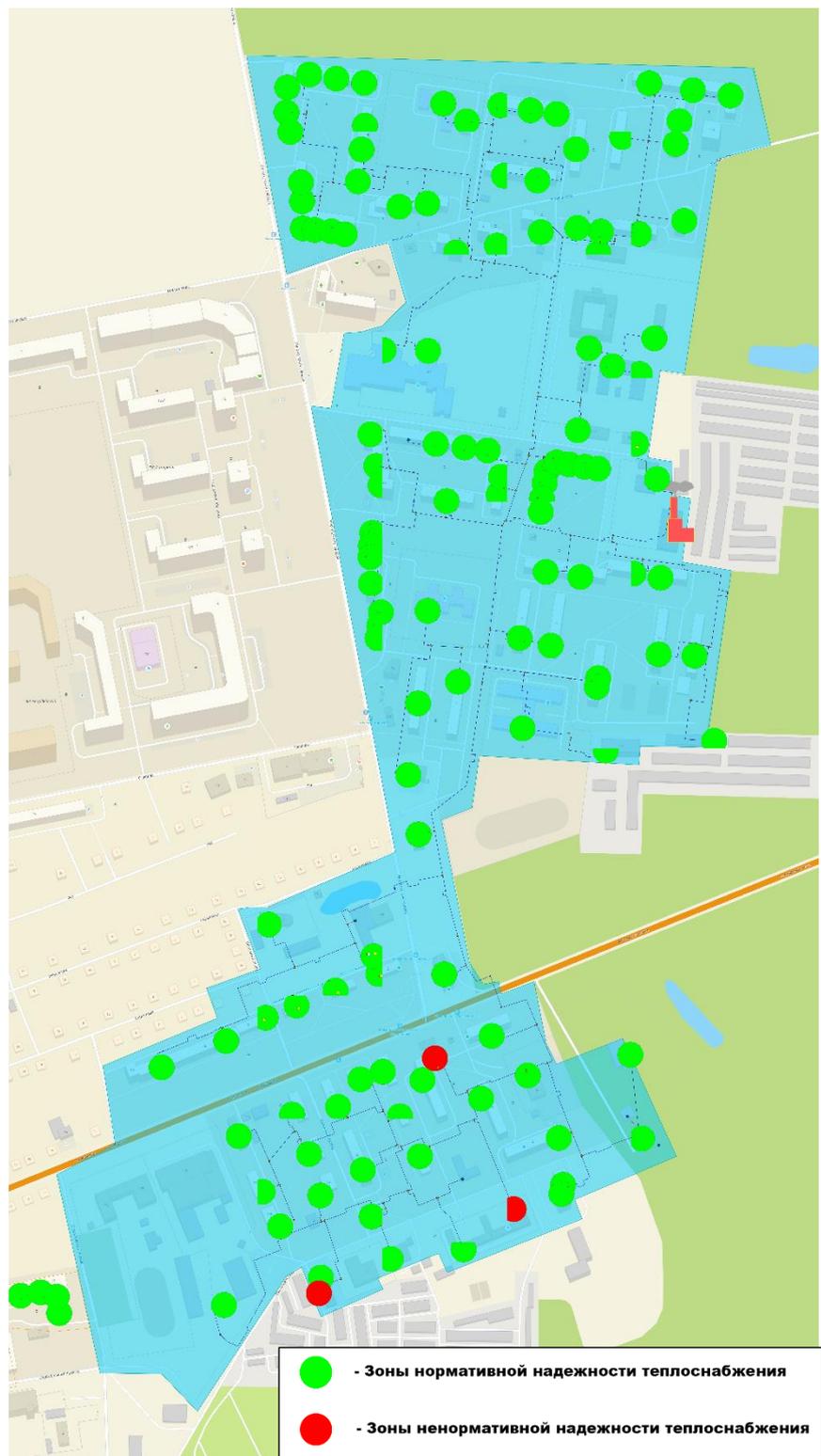


Рисунок 4 – Зоны ненормативной надежности теплоснабжения котельной Юрьевец, ООО «ТеплогазВладимир» (ЕТО-1)

3.2 Перспективное положение (2037 г.)

В программном комплексе ZuluThermo смоделирована расчётная схема теплоснабжения города с учётом реализации мероприятий на источниках тепловой энергии и тепловых сетях, представленных в Главах 7–9 Обосновывающих материалов.

Результаты расчета показателей надёжности потребителей тепловой энергии представлены в таблице ниже. В таблице представлены минимальные и максимальные показатели вероятности безотказной работы потребителя для каждого источника тепловой энергии, а также количество потребителей, для которых данный показатель ниже нормированного.

Т а б л и ц а 11 – Результаты расчета показателей надёжности потребителей тепловой энергии

Источник тепловой энергии	Значение вероятности безотказного теплоснабжения потребителей		Количество потребителей, значение вероятности безотказного теплоснабжения которых ниже нормированного
	min	max	
Владимирская ТЭЦ-2	0,4283	1,0000	43
АО «Владимирская газовая компания»	0,9993	0,9996	0
Коммунальная зона	0,9820	1,0000	0
БМК мкр. Заглязьменский	0,9639	0,9999	0
301 квартал	0,7764	0,9997	5
Загородная зона	0,9308	0,9994	0
Энергетик, ООО «Владимиртеплогаз»	0,9922	0,9998	0
Юго-западного района	0,9726	0,9996	0
Квартальная котельная № 2, ООО «Инженерные системы»	0,9971	0,9996	0
722 квартал	0,9991	0,9996	0
УВД	0,9987	1,0000	0
РТС	0,9859	1,0000	0
мкр. Лесной	0,9648	0,9996	0
мкр. Юрьевец, АО «ВКС»	0,9994	0,9998	0
ПМК-18	0,9973	0,9995	0
Энергетик, АО «ВКС»	0,9993	0,9998	0
БМК п. Пиганово	0,9991	0,9997	0
Орггруд 2	0,9991	0,9996	0
ВЗКИ	0,9892	0,9998	0
турбаза «Ладога»	0,9991	0,9996	0
Орггруд 1	0,9928	0,9993	0
Юрьевец, ООО «ТеплогазВладимир»	0,8118	0,9996	2
Элеваторная	0,9998	0,9998	0

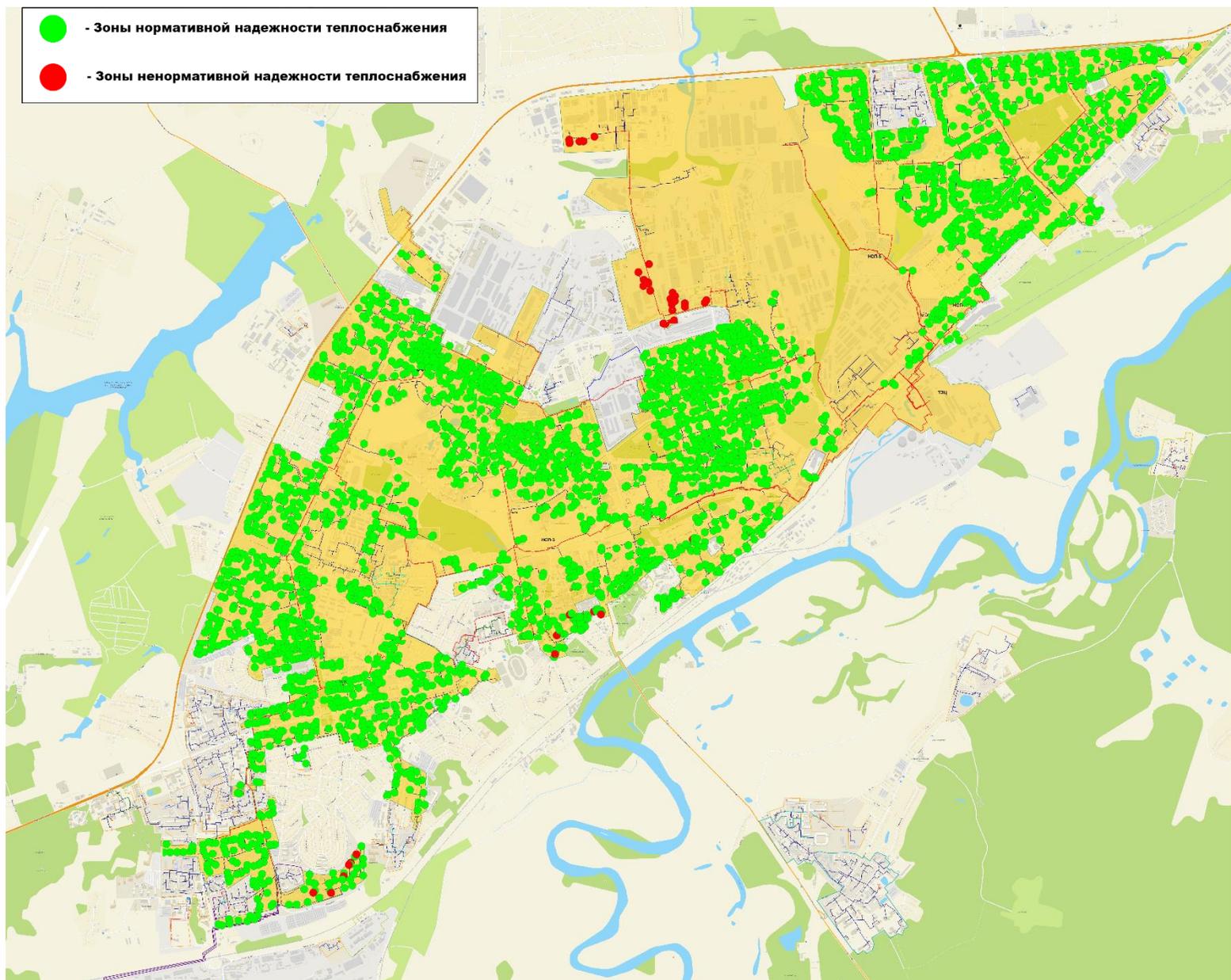


Рисунок 5 – Зоны ненормативной надежности теплоснабжения Владимирской ТЭЦ -2 (ЕТО-1)

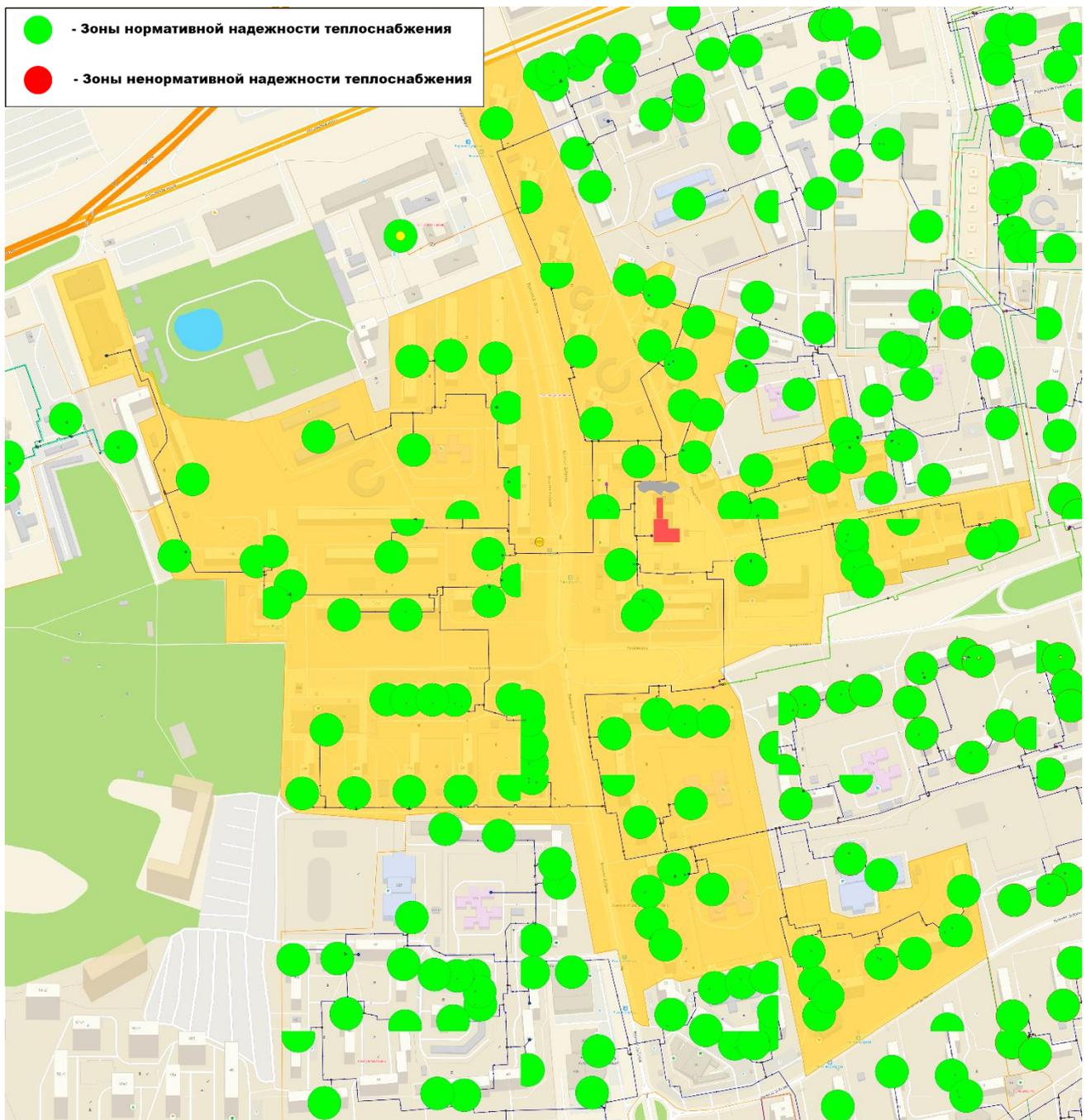


Рисунок 6 – Зоны ненормативной надежности теплоснабжения котельной Юго-западного района (ЕТО-1)



Рисунок 7 – Зоны ненормативной надежности теплоснабжения котельной Юрьевец, ООО «ТеплогазВладимир» (ЕТО-1)

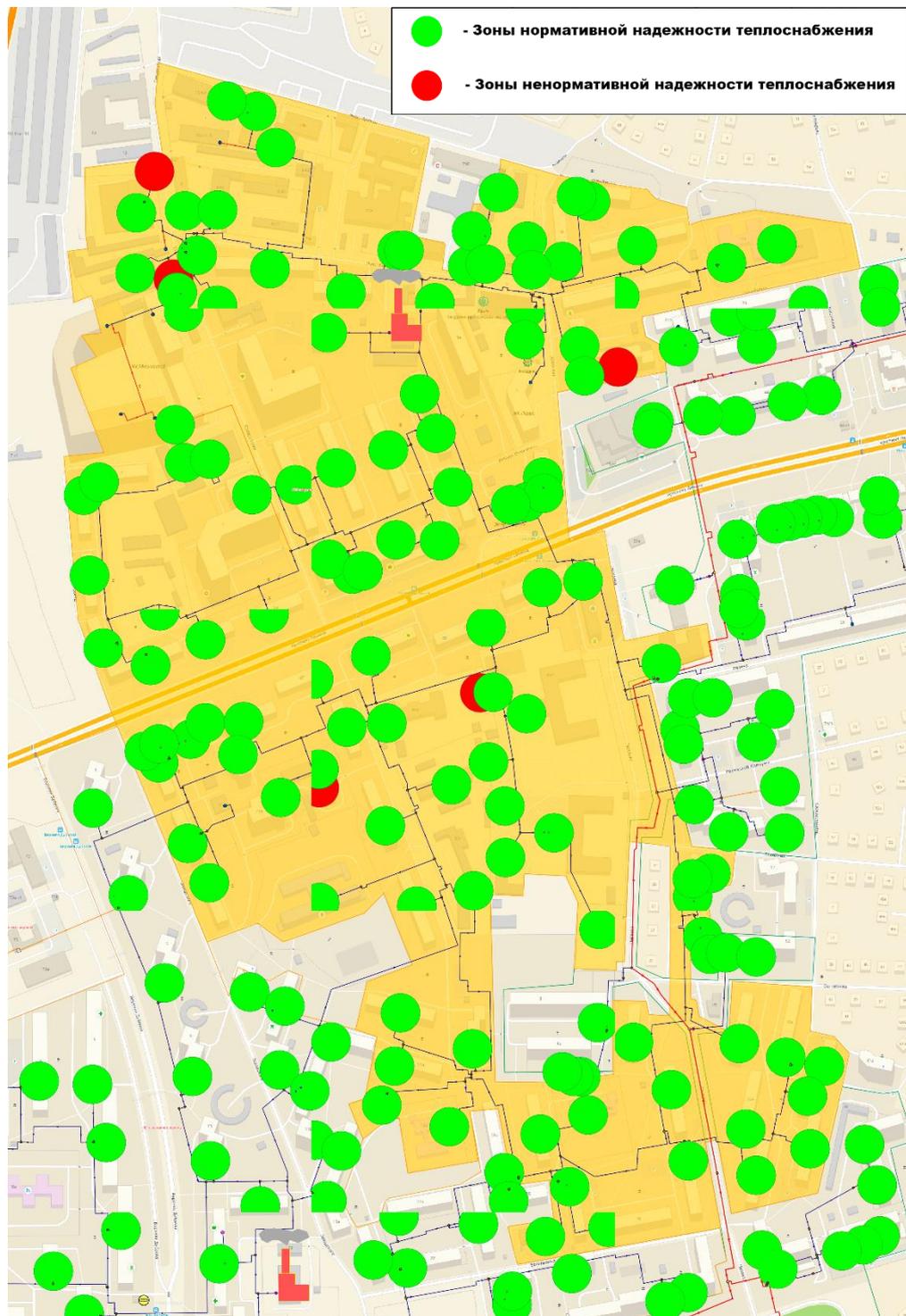


Рисунок 8 – Зоны ненормативной надежности теплоснабжения котельной 301 квартал (ЕТО-1)

Часть 4 Результаты оценки коэффициентов готовности теплопроводов к несению тепловой нагрузки

4.1 Существующее положение

Надежность расчетного уровня теплоснабжения оценивается коэффициентами готовности, определяемыми для каждого узла-потребителя и представляющими собой вероятности того, что в произвольный момент времени в течение отопительного периода потребителю будет обеспечена подача расчетного количества тепла.

Результаты расчета показателей надёжности потребителей тепловой энергии представлены в таблице ниже. В таблице представлены минимальные и максимальные значения коэффициента готовности системы к теплоснабжению потребителя для каждого источника тепловой энергии.

Т а б л и ц а 12 – Результаты расчета показателей надёжности потребителей тепловой энергии

Источник тепловой энергии	Значение коэффициента готовности системы к теплоснабжению потребителя	
	min	max
Владимирская ТЭЦ-2	0,933489	0,938124
АО «Владимирская газовая компания»	0,999401	0,999401
Коммунальная зона	0,998784	0,999015
мкр. Заклязьменский	0,999396	0,999481
301 квартал	0,998068	0,998227
Микрорайон 9-В	0,999291	0,999341
Загородная зона	0,996918	0,997301
Энергетик, ООО «Владимиртеплогаз»	0,998884	0,998999
Юго-западного района	0,939702	0,997907
мкр. Коммунар	0,999182	0,999212
722 квартал	0,999229	0,999234
УВД	0,999704	0,999732
РТС	0,999697	0,9997
мкр. Лесной	0,998898	0,999068
мкр. Юрьеvec, АО «ВКС»	0,999915	0,999945
ПМК-18	0,99962	0,999655
Энергетик, АО «ВКС»	0,999713	0,999723
п. Пиганово	0,999697	0,999713
Оргтруд 2	0,999729	0,999744
ВЗКИ	0,999685	0,999711
турбаза «Ладoga»	0,999639	0,999683
Оргтруд 1	0,999398	0,999416
Юрьеvec, ООО «ТеплогазВладимир»	0,996836	0,996869
Элеваторная	0,999937	0,999948

4.2 Перспективное положение (2037 г.)

В программном комплексе ZuluThermo смоделирована расчётная схема теплоснабжения города с учётом реализации мероприятий на источниках тепловой энергии и тепловых сетях, представленных в Главах 7 - 9 Обосновывающих материалов.

Результаты расчета показателей надёжности потребителей тепловой энергии представлены в таблице ниже. В таблице представлены минимальные и максимальные значения коэффициента готовности системы к теплоснабжению потребителя для каждого источника тепловой энергии.

Т а б л и ц а 13 – Результаты расчета показателей надёжности потребителей тепловой энергии

Источник тепловой энергии	Значение коэффициента готовности системы к теплоснабжению потребителя	
	min	max
Владимирская ТЭЦ-2	0,94736	0,94744
АО «Владимирская газовая компания»	0,99884	0,99888
Коммунальная зона	0,99843	0,99871
БМК мкр. Заглязьменский	0,99965	0,99979
301 квартал	0,99740	0,99832
Загородная зона	0,99804	0,99833
Энергетик, ООО «Владимиртеплогаз»	0,99836	0,99865
Юго-западного района	0,99753	0,99772
Квартальная котельная № 2, ООО «Инженерные системы»	0,99949	0,99958
722 квартал	0,99939	0,99949
УВД	0,99973	0,99981
РТС	0,99965	0,99967
мкр. Лесной	0,99880	0,99904
мкр. Юрьевец, АО «ВКС»	0,99990	0,99994
ПМК-18	0,99969	0,99984
Энергетик, АО «ВКС»	0,99986	0,99993
БМК п. Пиганово	0,99970	0,99990
Оргтруд 2	0,99953	0,99964
ВЗКИ	0,99971	0,99980
турбаза «Ладога»	0,99965	0,99972
Оргтруд 1	0,99908	0,99920
Юрьевец, ООО «ТеплогазВладимир»	0,99669	0,99685
Элеваторная	0,99990	0,99995

Часть 5 Результаты оценки недоотпуска тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций) и простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии

5.1 Существующее положение

Результаты расчета недоотпуска тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций) и простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии представлены в таблице ниже.

Т а б л и ц а 14 – Результаты расчета недоотпуска тепловой энергии

Источник тепловой энергии	Средний суммарный недоотпуск теплоты, Гкал/от. период
Владимирская ТЭЦ-2	55 254,1
АО «Владимирская газовая компания»	4,3412
Коммунальная зона	45,8603
мкр. Заглязьменский	2,3744
301 квартал	117,3563
Микрорайон 9-В	28,6761
Загородная зона	159,9734
Энергетик, ООО «Владимиртеплогаз»	19,8533
Юго-западного района	1316,2354
мкр. Коммунар	1,5262
722 квартал	7,8156
УВД	1,6183
РТС	0,494
мкр. Лесной	13,2825
мкр. Юрьевец, АО «ВКС»	0,1097
ПМК-18	1,0509
Энергетик, АО «ВКС»	0,5459
п. Пиганово	0,8888
Оргтруд 2	1,2433
ВЗКИ	1,1916
турбаза «Ладога»	0,3933
Оргтруд 1	5,0016
Юрьевец, ООО «ТеплогазВладимир»	129,6981
Элеваторная	0,0703

5.2 Перспективное положение (2037 г.)

В программном комплексе ZuluThermo смоделирована расчётная схема теплоснабжения города с учётом реализации мероприятий на источниках тепловой энергии и тепловых сетях, представленных в Главах 7–9 Обосновывающих материалов.

Результаты расчета недоотпуска тепловой энергии по причине отказов (аварийных ситуаций) и простоев тепловых сетей и источников тепловой энергии представлены в таблице ниже.

Т а б л и ц а 15 – Результаты расчета недоотпуска тепловой энергии

Источник тепловой энергии	Средний суммарный недоотпуск теплоты, Гкал/от. период
Владимирская ТЭЦ-2	49 479,97
АО «Владимирская газовая компания»	8,5
Коммунальная зона	56,3
БМК мкр. Заглязьменский	1,5
301 квартал	229,5
Загородная зона	105,7
Энергетик, ООО «Владимиртеплогаз»	29,6
Юго-западного района	133,7
Квартальная котельная № 2, ООО «Инженерные системы»	3,8
722 квартал	6,3
УВД	1,5
РТС	3,6
мкр. Лесной	29,5
мкр. Юрьевец, АО «ВКС»	0,2
ПМК-18	0,9
Энергетик, АО «ВКС»	0,3
БМК п. Пиганово	0,9
Оргтруд 2	2,2
ВЗКИ	1,1
турбаза «Ладога»	0,4
Оргтруд 1	7,7
Юрьевец, ООО «ТеплогазВладимир»	135,8
Элеваторная	0,1

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон от 27.07.2010 № 190-ФЗ (с учетом ФЗ 30.12.2021 № 438-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О теплоснабжении») «О теплоснабжении»
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 22.02.2012 № 154 (в ред. Постановления Правительства РФ от 16.03.2019 г. №276) «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения»
3. Постановление Правительства РФ от 08.08.2012 N 808 (ред. от 25.11.2021) «Об организации теплоснабжения в Российской Федерации и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации»
4. «Методические указания по разработке схем теплоснабжения». Утверждены приказом Минэнерго России и Минрегиона России от 05.03.2019 г. № 212.
5. Приказ Минрегиона РФ от 28.12.2009 N 610 «Об утверждении правил установления и изменения (пересмотра) тепловых нагрузок»
6. Приказ Минстроя России от 17.03.2014 N 99/пр «Об утверждении Методики осуществления коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя» (Зарегистрировано в Минюсте России 12.09.2014 N 34040)
7. Приказ Минэнерго России от 24.03.2003 № 115 «Об утверждении Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок»
8. СП 124.13330.2012 «Тепловые сети». Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003. Минрегион России, 2012 г. (с Изменением № 2 от 27.12.2021 № 1021-пр.)
9. СП 131.13330.2020 «Строительная климатология». Актуализированная редакция СНиП 23-01-99. Минстрой России, 2015 г.
10. МДК 4-05.2004 «Методика определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения». Госстрой России, 2014 г.
11. Наладка водяных систем централизованного теплоснабжения, Апарцев М.М., Москва, «Энергоатомиздат», 1983 г.
12. Справочник строителя тепловых сетей, С. Е. Захаренко, Ю. С. Захаренко, И. С. Никольский, М. А. Пищиков; Под общ. ред. С. Е. Захаренко. - 2-е изд., перераб. -М.: Энергоатомиздат, 1984 г.
13. Выбор оптимальной схемы энергоснабжения промышленного района: Методические указания / В.В. Бологова, А.Г. Зубкова, О.А. Лыкова, И.В. Мастерова. – М.: Издательство МЭИ, 2006.
14. Методика и алгоритм расчета надежности тепловых сетей при разработке схем теплоснабжения городов, ОАО «Газпром промгаз», Москва, 2013 г.