

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тульский государственный университет»
Институт прикладной математики и компьютерных наук
Кафедра «Вычислительная техника»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К
КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

по дисциплине

Введение в надежность программного обеспечения

Уровень профессионального образования: *(высшее образование
– бакалавриат.)*

Направление подготовки: *09.03.01 «Информатика и
вычислительная техника»*

Профиль подготовки: *Системы автоматизированного
проектирования*

Квалификация выпускника: *62 - бакалавр*

Форма обучения: *очная, очно-заочная, заочная, заочная
сокращенная*

Тула 2016 г.

Методические указания составлены к.т.н. доц. Ю.В. Французовой и обсуждены на заседании кафедры *вычислительной техники, института прикладной математики и компьютерных наук* протокол № 1 от " 29 " августа 2016 г.
Зав. кафедрой _____ А.Н. Ивутин

РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Цель работы: закрепить практические навыки расчета показателей надежности для реальных объектов.

Ключевые понятия, которые необходимо знать: структурная схема надежности, граф состояний, интенсивность отказа, коэффициент готовности.

Оборудование и программное обеспечение: работа выполняется на ПЭВМ типа IBMPC с использованием пакета прикладных программ MathCad.

При выполнении контрольной работы студентам предлагается осуществить основные этапы расчета надежности для практического примера, используя методики, изученные в ходе выполнения 2 и 3 лабораторных работ данного пособия.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В качестве практического примера рассмотрим упрощенную схему системы теплоснабжения, основанной на использовании геотермальных ресурсов (применительно для географических районов их наличия).

Теплоснабжение предлагается обеспечивать за счет использования геотермальной системы теплофикации с теплонасосной станцией, обеспечивающей нагрев сетевой воды в отопительный период максимум до 95°C и использующей потенциал геотермального теплоносителя [7].

Упрощенная схема теплонасосной станции (рис. 12) имеет три контура: контур геотермальной воды, промежуточный контур и контур сетевой воды системы теплоснабжения. Приведенная на схеме температура воды (термальной, в промконтуре, сетевой) соответствует отопительному максимуму тепловой нагрузки.

По магистральному трубопроводу геотермальная вода с месторождения поступает в город температурой 75°C (снижение температуры в трубопроводе составляет не более $3...5^{\circ}\text{C}$). Геотермальная вода поступает в теплообменник, где отдает свое тепло теплоносителю промежуточного контура, а затем сбрасывается в реку при температуре $10...20^{\circ}\text{C}$. Вода второго контура, проходя через теплообменник, нагревается геотермальной водой до 45°C , а затем поступает в испарители трех последовательно включенных тепловых насосов, где отдает свое тепло хладону, испаряя его, и при температуре 15°C возвращается в теплообменник.

Из системы сетей теплоснабжения вода поступает в конденсаторы трех тепловых насосов, где нагревается от 60 до 80°C . В случае неисправности одного из насосов дополнительный подогрев воды осуществляется в пиковой котельной, согласно температурному графику подающей линии тепловой сети.

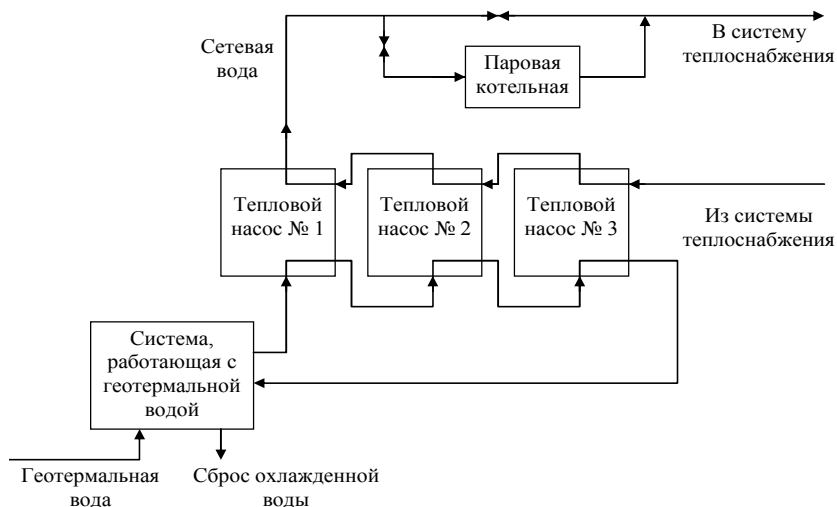


Рис.12. Упрощенная схема системы геотермального теплоснабжения с использованием тепловых насосов

Требуется рассчитать коэффициент готовности контура сетевой воды системы теплоснабжения.

Исходная информация:

- упрощенная схема системы теплоснабжения;
- средние наработки до отказа и среднее время восстановления элементов после отказа (таблица Г.1 приложения Г).

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КРЗ

1. На основании функциональной схемы системы геотермального теплоснабжения с использованием тепловых насосов составить структурную схему надежности (ССН) для контура сетевой воды.

2. В расчетах учитывать следующие варианты реализации системы:

- а) в системе используются восстанавливаемые объекты, паровая котельная находится в холодном резерве;
- б) в системе используются восстанавливаемые объекты, один из тепловых насосов является резервным, паровая котельная находится в холодном резерве.

3. Сформировать множество состояний системы.

4. Построить граф состояния.

5. Записать уравнения Колмогорова по графу состояний системы.

6. Рассчитать коэффициент готовности энергоблока по исходным данным (в соответствии с вариантом задания по таблице 4) для различных вариантов реализации системы.

7. Для различных вариантов резервирования исследовать влияние:

а) изменения времени восстановления одного из элементов на вероятность безотказной работы системы;

б) изменения среднего времени безотказной работы одного из элементов на вероятность безотказной работы системы;

в) резервирования на показатели надёжности системы.

8. Оформить отчет о проделанной работе, который должен содержать:

- структурную схему надежности;
- графы состояний для различных вариантов реализации системы;
- расчетные значения коэффициентов готовности;
- результаты исследований и выводы по каждому из них.

При построении ССН следует учитывать, что отказ системы наступает в следующих случаях:

- выход из строя двух тепловых насосов и котельной,
- выход из строя трубопровода.

СЦЕНАРИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Эксперимент 1. Оценить влияние времени восстановления трубопровода на показатели безотказности. Для этого необходимо зафиксировать значения вероятности исправной работы и полного отказа при 5–20% отклонении показателя от исходного значения. Сделать выводы по полученным результатам.

Эксперимент 2. Оценить влияние изменения средней наработки до отказа теплового насоса на вероятность безотказной работы. Для этого необходимо зафиксировать значения при 5–20 % отклонении от исходного значения. Сделать выводы по полученным результатам.

Эксперимент 3. Рассмотреть вариант выхода из строя одного из тепловых насосов в начальный момент времени с учетом длительного ремонта, для этого необходимо установить соответствующее значение начального состояния системы и присвоить значение, равное 50–100 часов времени восстановления теплового насоса.

Эксперимент 4. Исследовать влияние холодного и горячего резервирования паровой котельной на показатели надежности системы.

Эксперимент 5. Рассмотреть возможность подключения дополнительной магистрали трубопровода. Как данное изменение повлияет на показатели надежности системы?

Эксперимент 6. Оценить влияние использования восстанавливаемых элементов на показатели надежности. Для этого необходимо рассчитать коэффициент надежности для случая, когда интенсивности восстановления равны нулю, то есть используются невозстанавливаемые объекты. Сделать выводы по полученным результатам.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кизим, А. Ф. Учебно-методический комплекс «Надежность, эргономика и качество АСОИУ» / А. В. Кизим; ВолгГТУ. – Волгоград, 2003.
2. Барлоу, Б. Статическая теория надежности и испытания на безотказность / Р. Барлоу, Ф. Прошан. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1984. – 327 с.
3. Математическая статистика: учеб. для вузов / В. Б. Горяинов [и др.]; Под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 423 с.
4. Гнеденко, Б. В. Математические методы в теории надежности / Б. В. Гнеденко, Ю. К. Беляев, А. Д. Соловьев. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1965. – 524 с.
5. Волков, Л. И. Безопасность и надежность систем. / Л. И. Волков. – М.: Издательство СИП РИА, 2003. – 268 с.
6. Надежность технических систем: справочник / Ю. К. Беляев [и др.]; Под ред. И. А. Ушакова. – М.: Радио и связь, 1985. – 608 с.
7. Сервер Правительства Хабаровского края. Пятый международный инвестиционный форум. Секция: «Энергетика и топливно-энергетические ресурсы» [Электронный ресурс] / Электрон. дан. Хабаровск. [2003] – Режим доступа: http://www.adm.khv.ru/invest2.nsf/pages/ru/news/invforum_morgun.htm, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г **ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КРЗ**

Таблица Г.1

Средние наработки до отказа и среднее время восстановления элементов
системы после отказа

Вариант Т	Среднее время безотказной работы, ч			Среднее время восстановления, ч		
	t ₁ теплового насоса	t ₂ паровой котельной	t ₃ трубопро- вода	t _{v1} теплового насоса	t _{v2} паровой котельной	t _{v3} трубопро- вода
1	1 000	12 000	200	50	20	15
2	1 100	12 000	250	50	25	15
3	1 200	11 000	250	50	25	10
4	1 000	11 000	200	45	20	10
5	2 000	10 000	200	60	40	15
6	2 000	12 000	250	60	20	20
7	1 000	12 000	200	45	25	15
8	1 400	12 000	250	40	25	15
9	1 000	12 000	250	50	25	10
10	1 000	12 000	200	40	20	10
11	2 100	12 000	200	40	40	25
12	2 000	15 000	200	40	25	15
13	2 100	15 000	250	40	25	15
14	2 000	15 000	250	40	25	10
15	2 200	15 000	200	40	25	10
16	2 000	14 000	200	40	25	15
17	1 000	12 000	200	50	20	15
18	1 100	12 000	250	50	25	15
19	1 400	11 000	150	50	25	10
20	2 000	10 000	200	40	35	15