

УДК 004.652.4

UDC 004.652.4

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ СБОРА И ХРАНЕНИЯ ХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

TO THE QUESTION OF RELIABILITY IMPROVEMENT FOR COLLECTING AND STORING HISTORICAL DATA

Лаптев Владимир Николаевич
к.т.н., доцент
ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина 13, E-mail: mail@kubsau.ru

Laptev Vladimir Nikolaevich
Cand.Tech.Sci., associate professor
Kuban State Agricultural university, 350044, Russia, Krasnodar, Kalinina, 13, E-mail: mail@kubsau.ru

Сопильняк Юрий Николаевич
к.пед.н.
ФКБОУ «Краснодарский университет МВД РФ», Краснодар, Россия, 350005, Россия, г. Краснодар, ул. Ярославская, 128

Sopilnyak Yuri Nikolaevich
Cand.Ped.Sci.
Krasnodar University of Ministry of internal Affairs of the Russian Federation, 350005 Russia, Krasnodar, Yaroslavskaia, 128. E-mail: post@krdu-mvd.ru

Дьяченко Роман Александрович
к.т.н., доцент

Dyachenko Roman Aleksandrovich
Cand.Tech.Sci., associate professor

Багдасарян Рафаэль Хачикович
аспирант
ФГБОУ «Кубанский государственный технологический университет», 350072, Россия, г. Краснодар, ул.Московская, 2

Bagdasaryan Rafael Khachikovich
postgraduate student
Kuban State Technological University, 350072 Russia, Krasnodar, Moskovskaya, 2

В статье рассматриваются вопросы повышения надежности систем сбора и хранения хронологических данных. Исследована надежность систем сбора хронологической информации, предложена методика, позволяющая на основе общего логико-вероятностного метода определить наиболее важные элементы, увеличение надежности которых приведет к значительному повышению надежности всей системы

The article deals with improving the reliability of data collection and storage of historical data. Investigated the reliability of collecting historical information, the technique, allowing on the basis of general logical and probabilistic methods to identify the most important elements to increase the reliability of which will significantly increase the reliability of the whole system

Ключевые слова: СИСТЕМА СБОРА И ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ, АНАЛИЗ, НАДЕЖНОСТЬ

Keywords: COLLECTION AND STORAGE, DATA ANALYSIS, RELIABILITY

Введение

Важным этапом проектирования систем сбора и хранения хронологических данных является проведение системного анализа показателей надежности информационной системы (ИС). Для определения показателей надежности проектируемой системы применяются методы общего логико-вероятностного моделирования и методика подбора типов элементов оборудования ИС с учетом требований надежности и минимизации общей стоимости [1, 2].

Основной задачей исследования является анализ показателей

надежности систем сбора и передачи хронологических данных. В ходе анализа необходимо провести поиск элементов системы, имеющих наибольшую значимость по критерию надежности, а также поиск путей повышения надежности системы в целом. Этапы исследования показателей надежности систем сбора и хранения хронологических данных состоят из следующих шагов:

- 1) построение и анализ структурной схемы системы;
- 2) построение логико-вероятностной модели системы;
- 3) расчет показателей надежности схемы систем сбора и хранения хронологических данных на основе логико-вероятностной модели системы;
- 4) анализ показателей надежности элементов системы, поиск показателей, повышение надежности которых приведет к увеличению показателей надежности всей системы;
- 5) разработка скорректированной структуры системы;
- 6) оценка степени повышения надежности системы.

1. Надежность простой системы сбора и хранения хронологических данных

Структурная схема простой системы сбора и хранения хронологических данных, контролирующая один объект, представлена на рисунке 1, где ТУ1-ТУ4 – точки учета, конечные элементы, осуществляющие сбор контролируемых параметров объекта (счетчики); УСПД – устройства сбора и передачи данных, используемые для получения данных с ТУ и их передачу центру сбора данных; ЦСД – центр сбора данных, осуществляющий сбор данных с УСПД и их передачу центру обработки данных; ЦОД – центр обработки данных, осуществляющий обработку полученных данных и их сохранение базе данных; СБД – сервер базы данных, осуществляющий хранение данных; Каналы связи – коммуникационные каналы (проводные, беспроводные).

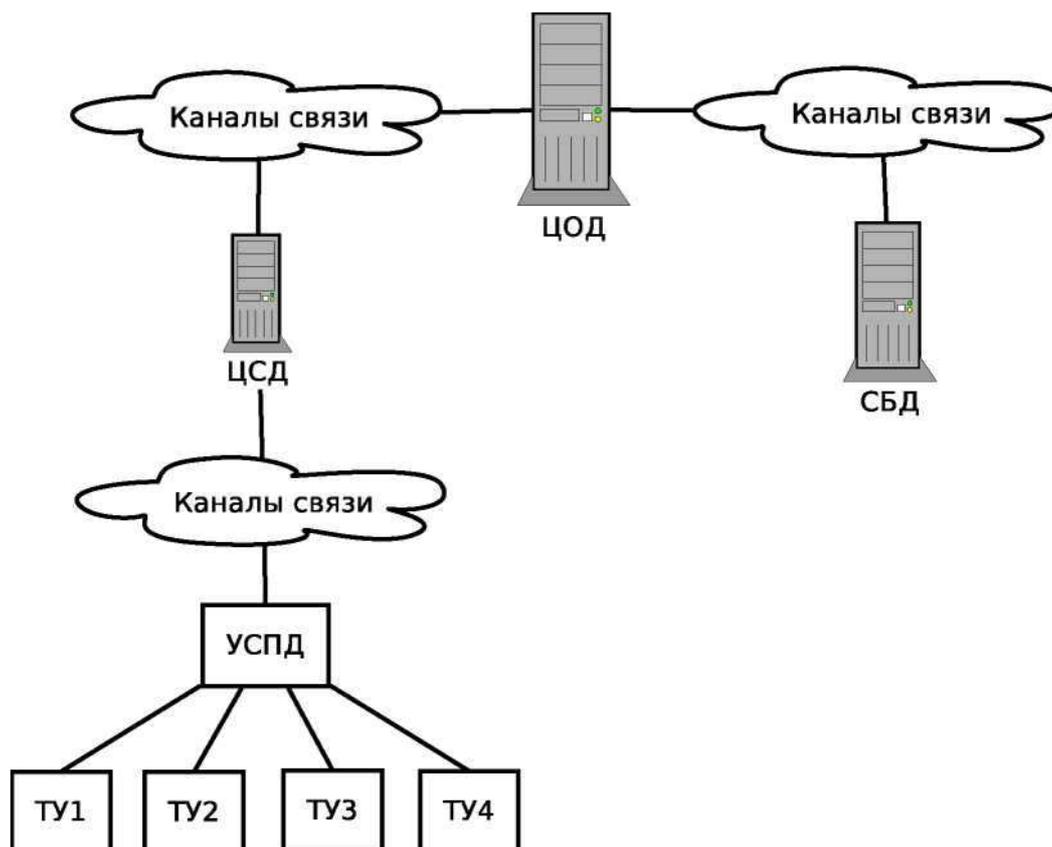


Рисунок 1. Структурная схема простой системы сбора и хранения хронологических данных

Рассмотрим простую систему сбора и хранения хронологических данных, состоящую из:

- 1) 1 сервера базы данных (СБД);
- 2) 1 центра обработки данных (ЦОД);
- 3) 1 центра сбора данных (ЦСД);
- 4) 1 устройства сбора и передачи данных (УСПД);
- 5) 4 счетчиков (ТУ);
- 6) 3 модемов, осуществляющих связь между элементами.

Графическая логико-вероятностная модель простой системы сбора и хранения хронологических данных, построенная в программном комплексе «Арбитр» [3], представлена на рисунке 2.

Показатели надежности системы были рассчитаны на основе общего логико-вероятностного метода.

На логико-вероятностной модели системы присутствуют дополнительные элементы, не представленные на структурной схеме системы, такие как: модем – устройство, обеспечивающее связь между элементами; питание элементов от сети 220В; ИБП – источник бесперебойного питания.

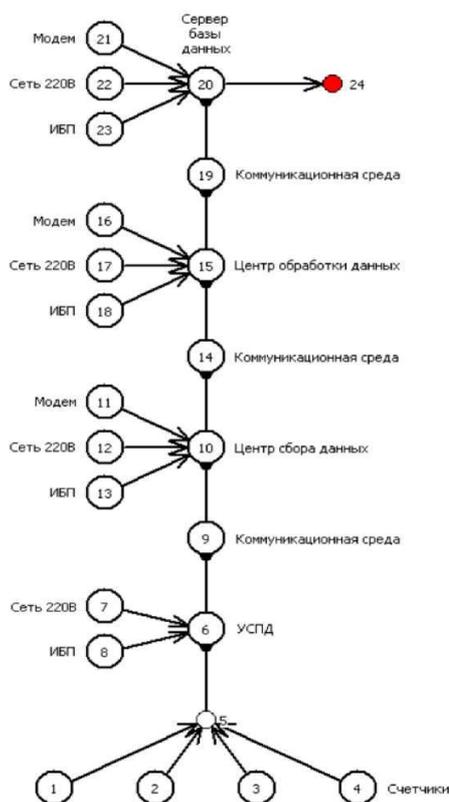


Рисунок 2. Логико-вероятностная модель простой системы сбора и хранения хронологических данных

При построении модели учитывались характеристики серверов, коммуникационных каналов связи, модемов, источников бесперебойного питания и сети 220В. Простая система сбора и хранения хронологических данных относится к типу восстанавливаемых систем. В качестве закона распределения интенсивности отказов используется экспоненциальный закон. Среднее время восстановления одного элемента после отказа составляет 2 часа.

Основными параметрами логико-вероятностной модели простой системы сбора и хранения хронологических данных, представленной на

рисунке 2, являются: число вершин $N = 24$; число элементов $H = 22$.

Из рисунка 2 видно, что критерием моделируемой функционирования является выход фиктивной вершины y_{24} (номер 24).

Согласно расчетам, полученным в программном комплексе “Арбитр”, логические функции (Y_c) работоспособности систем сбора и хранения хронологических данных имеют 216 конъюнкций, вероятностная функция содержит 217 одночленов.

Данные по наработке на отказ элементов системы приняты на основе информации производителей соответствующего оборудования. При расчёте надёжности были получены следующие данные наработки на отказ простой системы сбора и хранения хронологической информации: 1,163 лет. Значения статических вероятностей реализации исхода бинарных событий (элементов) рассчитаны в программном комплексе “Арбитр”.

На рисунке 3 представлена диаграмма вкладов элементов системы.

В результате расчетов были получены следующие надёжностные характеристики простой системы сбора и хранения данных: коэффициент готовности 0,42526; средняя наработка на отказ 10184 часов (1,163 год); среднее время восстановления системы 2 часа.

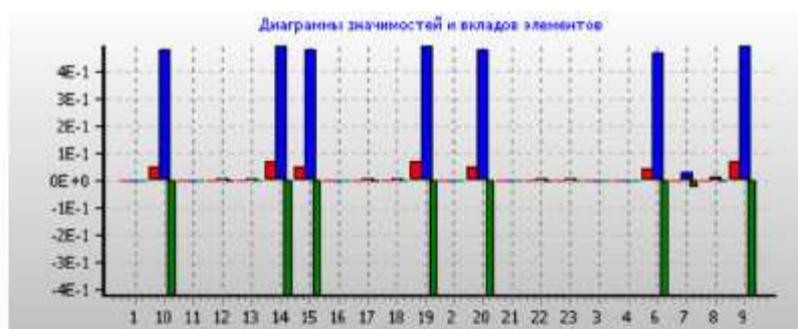


Рисунок 3. Диаграмма вкладов простой системы сбора и хранения хронологических данных

В целях увеличения надёжности системы наибольший интерес представляет характеристика положительного вклада элемента, предоставляющая информацию о наиболее значимых элементах исследуемой системы.

Таким образом, в ходе анализа графика вкладов простой системы сбора и хранения хронологических данных, изображенной на рисунке 3, было выявлено, что наиболее эффективным способом повышения показателей надежности системы является дублирование коммуникационных каналов, связывающих элементы системы.

2. Надежность системы сбора и хранения хронологических данных с несколькими центрами сбора данных

В большинстве случаев возникает необходимость применения распределенных систем сбора и хранения хронологических данных с несколькими центрами обработки данных, пример структурной схемы такой системы представлен на рисунке 4, где обозначения: ТУ1-ТУ4 – точки учета, конечные элементы, осуществляющие сбор контролируемых параметров объекта (счетчики); УСПД1-УСПД2 – устройства сбора и передачи данных, используемые для получения данных с ТУ и их передачу центру сбора данных; ЦСД1-ЦСД2 – центр сбора данных, осуществляющий сбор данных с УСПД и их передачу центру обработки данных; ЦОД1-ЦОД2 – центр обработки данных, осуществляющий обработку полученных данных и их сохранение в базе данных; СБД - сервер базы данных, осуществляющий хранение данных; Каналы связи – коммуникационные каналы (проводные, беспроводные).

Графическая логико-вероятностная модель распределенной информационной система сбора и хранения хронологических данных с несколькими центрами обработки данных, построенная в программном комплексе “Арбитр”, представлена на рисунке 5.

Расчет показателей надежности системы проводится на основе общего логико-вероятностного метода.

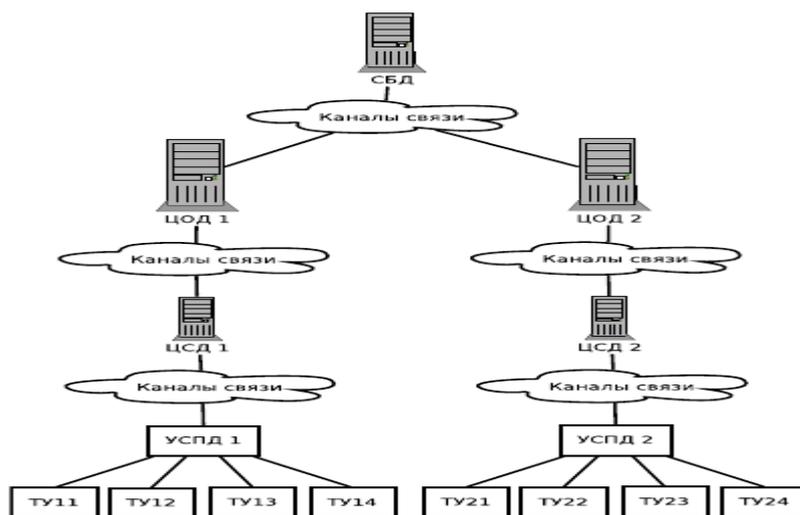


Рисунок 4. Структурная схема системы сбора и хранения хронологических данных с несколькими центрами обработки данных

Система состоит из следующего набора элементов:

- 1) 1 сервера базы данных (СБД);
- 2) 2 центров обработки данных (ЦОД);
- 3) 2 центров сбора данных (ЦСД);
- 4) 2 устройства сбора и передачи данных (УСПД);
- 5) 8 счетчиков (ТУ);
- 6) 6 модемов, осуществляющих связь между элементами.

При построении модели учитывались характеристики всех компонентов системы. Системы сбора и хранения хронологических данных с несколькими центрами обработки данных относятся к типу восстанавливаемых систем. В качестве закона распределения интенсивности отказов используется экспоненциальный закон. Среднее время восстановления одного элемента после отказа составляет 2 часа. Для распределенной системы сбора и хранения хронологических данных с несколькими центрами обработки данных (см. рисунок 5) параметрами логико-вероятностной модели, являются: число вершин $N=43$; число элементов $H=40$. Основным логическим критерием функционирования является выход фиктивной вершины y_{43} (номер 43). Согласно расчетам, полученным в программном

комплексе “Арбитр”, логические функции (Y_c) работоспособности систем сбора и хранения хронологических данных (см. рисунок 5) имеют 31 конъюнкции, вероятностная функция содержит 227 одночленов.

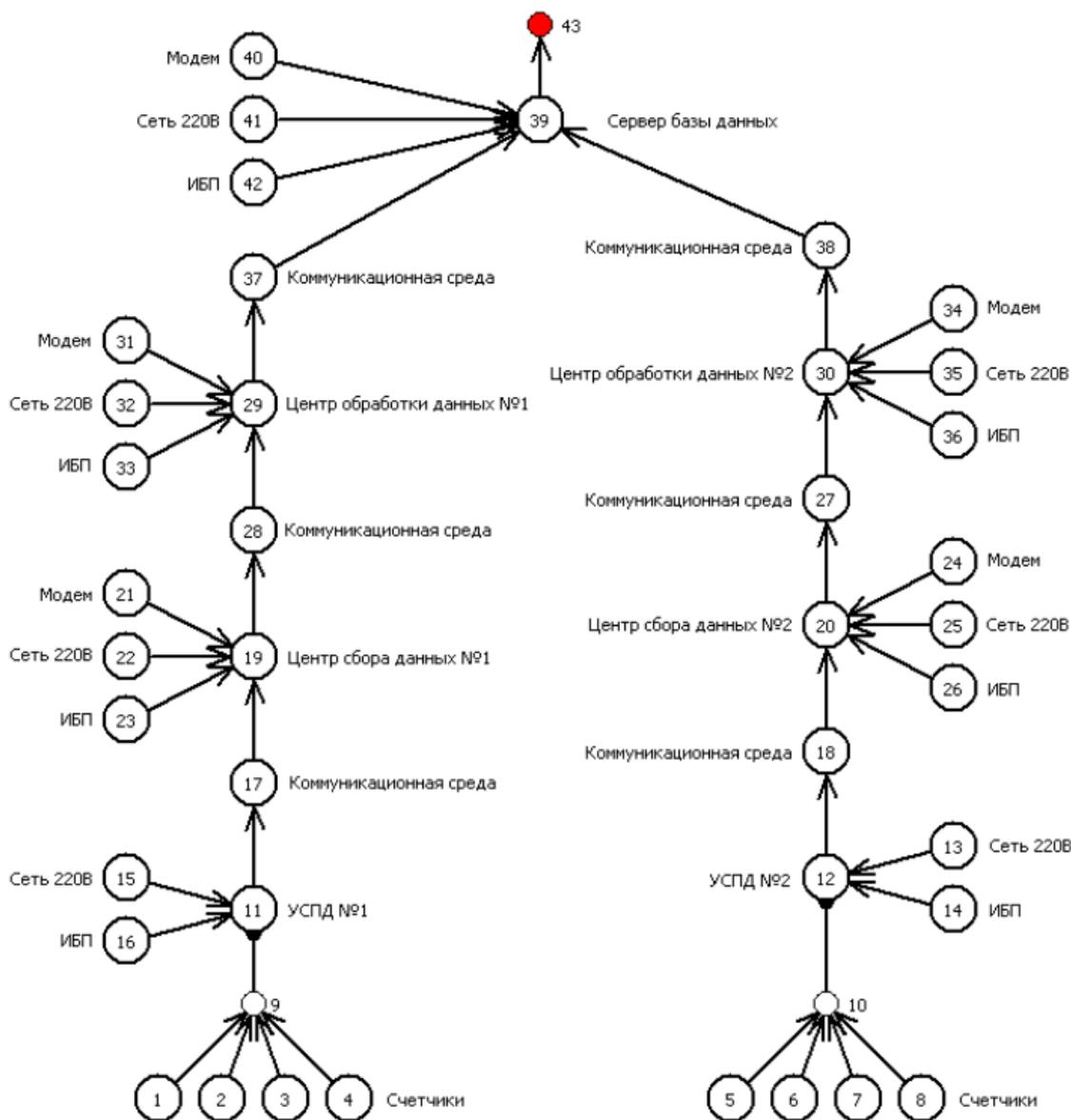


Рисунок 5. Логико-вероятностная модель системы сбора и хранения хронологических данных с несколькими центрами обработки данных

Данные по надёжности и наработки на отказ элементов системы приняты на основе информации производителей соответствующего оборудования. При расчёте надёжности были получены следующие данные наработки на отказ распределенной системы сбора и хранения хронологических данных с несколькими центрами обработки данных: 8, 246 лет.

Значения статических вероятностей реализации исхода бинарных событий рассчитаны в программном комплексе “Арбитр”.

В результате расчетов с применением программного комплекса “Арбитр” были получены следующие надежность характеристики распределенной системы сбора и хранения хронологических данных с несколькими центрами обработки данных: коэффициент готовности 0,89483; средняя наработка на отказ 72235 часов (8,246 год); среднее время восстановления системы 2 часа. На рисунке 6 представлена диаграмма вкладов элементов системы.



Рисунок 6. Диаграмма вкладов системы сбора и хранения хронологических данных с несколькими центрами обработки данных

Для анализа системы в целях увеличения ее надежности наибольший интерес представляет характеристика положительного вклада элемента, предоставляющая информацию о наиболее значимых элементах исследуемой системы. Из рисунка 6 видно, что для распределенной информационной системы сбора и хранения хронологических данных с несколькими центрами обработки данных наиболее значимым является работоспособность сервера базы данных.

Таким образом, в ходе анализа графика вкладов системы сбора и хранения хронологических данных с несколькими центрами обработки данных, изображенного на рисунке 6, было выявлено, что наиболее

эффективным способом повышения показателей надежности системы является дублирование сервера базы данных.

3. Надежность системы сбора и хранения хронологических данных с дублированием хранилища данных

Для повышения характеристик надежности распределенных систем сбора и хранения хронологических данных с несколькими центрами обработки применяется дублирование хранилища данных. На рисунке 7 представлена графическая логико-вероятностная модель системы сбора и хранения хронологических данных с дублированием элемента сервера базы данных.

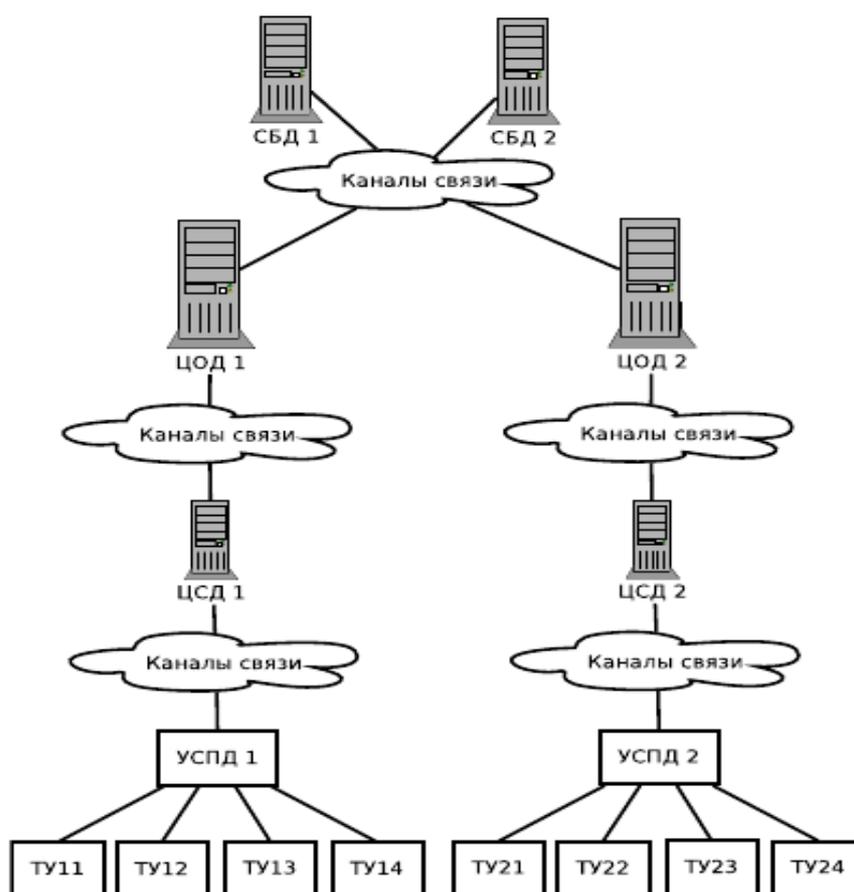


Рисунок 7. Структурная схема системы сбора и хранения данных с дублированием элемента базы данных

На рисунке 7 использовались обозначения, используемые на рисунке 5, дополнительно были введены следующие обозначения: СБД1-СБД2 – дублирующие сервера базы данных. Система состоит из следующего набора элементов:

- 1) 2 сервера базы данных (СБД);
- 2) 2 центра обработки данных (ЦОД);
- 3) 2 устройства сбора и передачи данных (УСПД);
- 4) 2 центра сбора данных (ЦСД);

- 5) 8 счетчиков (ТУ);
- б) 6 модемов, осуществляющих связь между элементами.

Графическая логико-вероятностная модель распределенной информационной система сбора и хранения хронологических данных с несколькими центрами обработки данных с дублированием сервера базы данных представлена на рисунке 8.

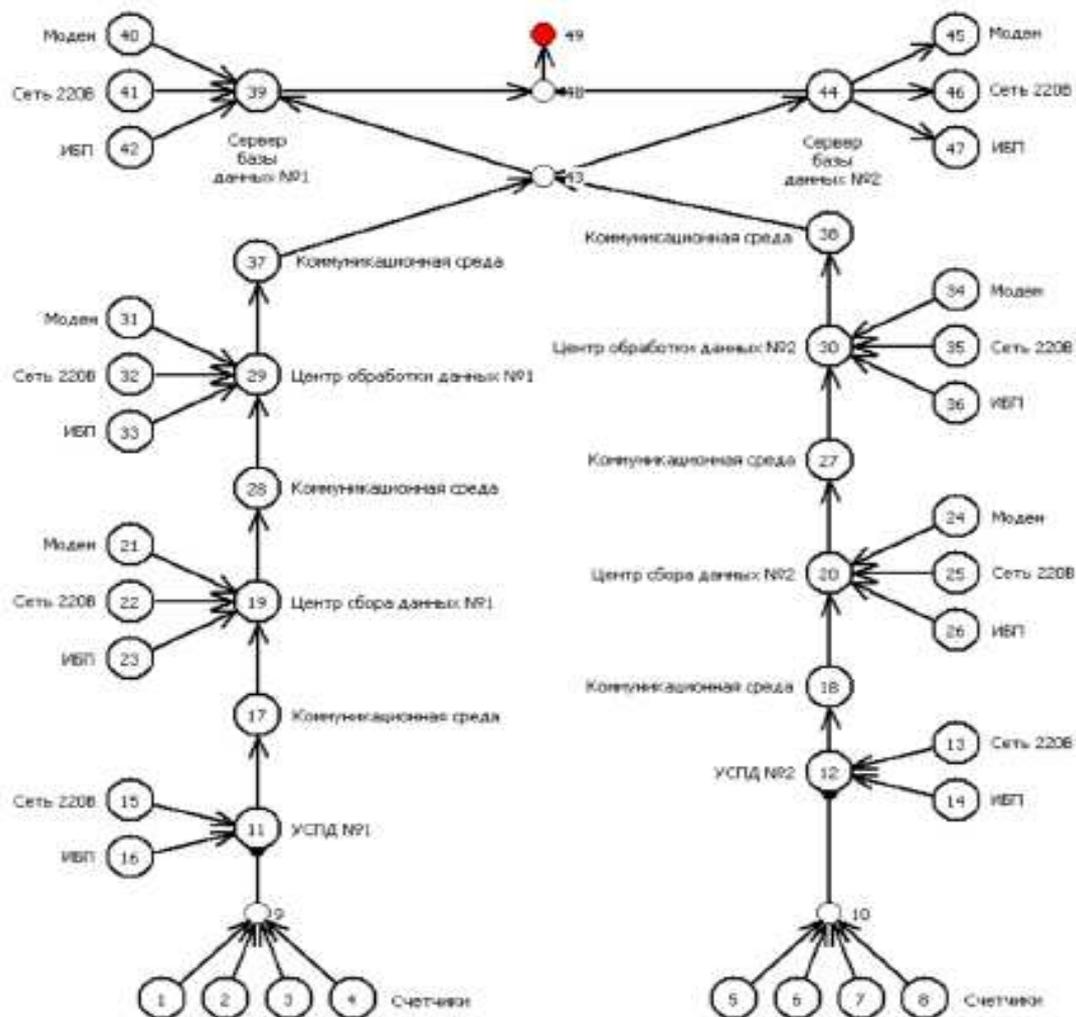


Рисунок 8. Логико-вероятностная модель системы сбора и хранения хронологических данных с дублированием элемента базы данных

Расчет показателей надежности системы проводится на основе общего логико-вероятностного метода. Для распределенной системы сбора и хранения хронологических данных с несколькими центрами сбора данных с дублированием базы данных (рисунок 8) параметрами логико-вероятностной модели являются: число вершин $N=49$; число элементов

$H = 44$.

Основным логическим критерием функционирования является выход фиктивной вершины y_{49} (номер 49)

Согласно расчетам, полученным в программном комплексе “Арбитр”, логическая функция (Y_c) работоспособности системы сбора и хранения хронологических данных (рисунок 8) имеет 59 конъюнкции, вероятностная функция содержит 451 одночлен. Данные по надёжности и наработки на отказ элементов системы приняты на основе информации производителей соответствующего оборудования.

В результате расчетов с применением программного комплекса “Арбитр” были получены следующие надёжностные характеристики простой системы сбора и хранения данных: коэффициент готовности 0,98419; средняя наработка на отказ 81044 часов (9,252 год); среднее время восстановления системы 2 часа.

На рисунке 9 представлена диаграмма вкладов элементов системы. Положительный эффект от введения дублирующего элемента базы данных представлен в таблице 1. Таким образом, в ходе проведения мероприятий по улучшению характеристик распределенной системы сбора и хранения хронологических данных с несколькими центрами обработки данных (рисунок 4) были улучшены коэффициент готовности и средняя наработка на отказ системы путем дублирования сервера базы данных.



Рисунок 9. Диаграмма вкладов системы сбора и хранения хронологических данных с дублированием сервера базы данных

Таблица 1 – Расчёт положительного эффекта от применения дублирования сервера базы данных

Наименование	Простая система	Скорректированная система	Изменение, %
Коэффициент готовности	0,89483	0,98419	+9,98625%
Средняя наработка на отказ (час)	72235	81044	+12%

4. Методика улучшения показателей надежности

Методика повышения надежности информационных систем сбора и хранения хронологических данных состоит из следующих шагов:

- 1) построение логико-вероятностной модели на основе структурной схемы системы сбора и хранения хронологических данных;
- 2) расчет и анализ показателей надежности, выявление наиболее значимых элементов системы сбора и хранения данных;
- 3) разработка скорректированной структурной схемы системы сбора и хранения хронологических данных с дублированием наиболее значимых компонентов системы (либо заменой на аналогичные, но с лучшими показателями надежности);

- 4) сравнение характеристик надежности скорректированной и первоначальной модели системы, дополнительная корректировка структурной схемы системы при необходимости.

IDEF-0 диаграмма полученной методики повышения надежности системы сбора и хранения хронологических данных приведена на рисунке 10.

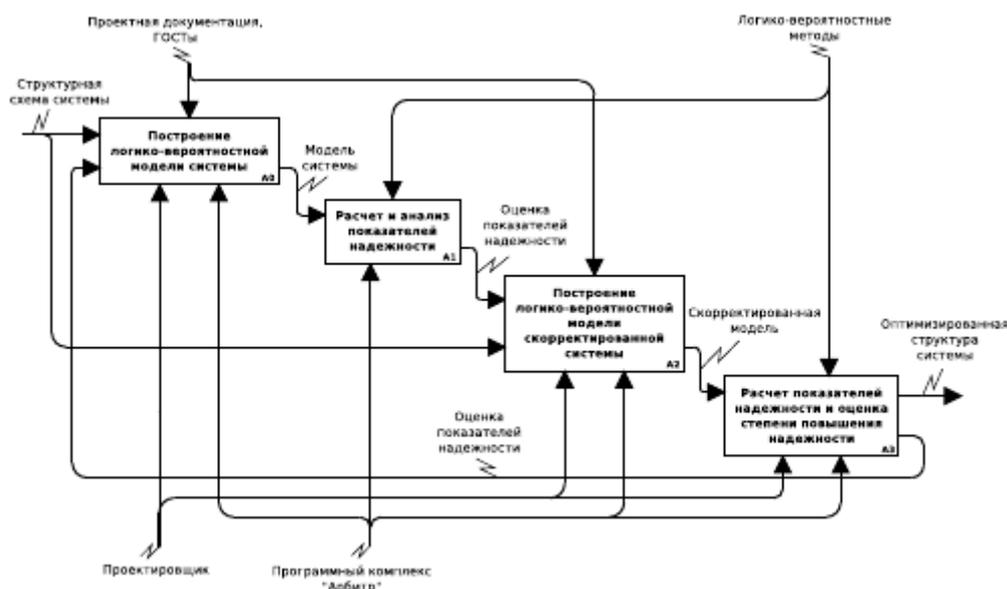


Рисунок 10. *IDEF-0* диаграмма методика повышения надежности информационных систем сбора и хранения хронологических данных

Заключение

В результате проделанной работы была исследована надежность систем сбора и мониторинга хронологической информации, предложена методика, позволяющая на основе общего логико-вероятностного метода определить наиболее важные элементы, увеличение надежности которых приведет к значительному увеличению надежности всей системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атрощенко В. А., Дьяченко Р. А., Багдасарян Р. Х., Решетняк М. Г. К вопросу оценки надежности системы мониторинга электроэнергетического комплекса коттеджного поселка// Электронный журнал «Современные проблемы науки и образования». 2013.
2. Можяев А. С., Громов В. Н. Теоретические основы общего логико-вероятностного метода автоматизированного моделирования систем. Спб.: ВИТУ, 2000.145 с.
3. Нозик А. А., Можяев А. С. Программный комплекс «АРБИТР» для моделирования, расчета надежности и безопасности систем // Информационный сборник: «Монтаж и наладка средств автоматизации и связи». 2007. № 2. С. 32–40.

References

1. Atroshhenko V. A., D'jachenko R. A., Bagdasarjan R. H., Reshetnjak M. G. K voprosu ocenki nadezhnosti sistemy monitoringa jelektrojenergeticheskogo kompleksa kottedzhnogo poselka// Jelektronnyj zhurnal «Sovremennye problemy nauki i obrazovanija». 2013.2. Mozhaev A. S., Gromov V. N. Teoreticheskie osnovy obshhego logiko-verojatnostnogo metoda avtomatizirovannogo modelirovanija sistem. Spb.: VITU, 2000.145 s.
3. Nozik A. A., Mozhaev A. S. Programmnyj kompleks «ARBISTR» dlja modelirovanija, rascheta nadezhnosti i bezopasnosti sistem // Informacionnyj sbornik: «Montazh i naladka sredstv avtomatizacii i svjazi». 2007. № 2. S. 32–40.