

2.2.2 Данные об условиях функционирования	15
2.3 Сведения об организационных формах, режимах и параметрах эксплуатации АС	16
3 Методика расчета	17
3.1 Обоснование выбора методики расчета.....	17
3.2 Нормативно-технический документ, согласно которого проводят расчет	18
3.3 Краткое описание методики расчета.....	18
4 Расчет показателей надежности	20
4.1 Надежностные структуры компонентов АС	20
4.2 Необходимые вычисления	20
4.2.1 Коэффициент готовности	20
4.2.2 Кластер высокой готовности	20
4.2.3 Состав кластера высокой готовности.....	21
4.2.4 Принцип работы кластера.....	21
4.2.5 Сравнение надежности одиночного сервера и кластера путем расчетов.....	22
4.2.5.1 Расчет надежности одиночного сервера	24
4.2.5.2 Расчет надежности кластера	25
4.3 Результаты расчета.....	26
5 Анализ результатов расчета.....	27
5.1 Выводы о достаточности или недостаточности полученного уровня надежности АС по каждой оцениваемой функции (функциональной подсистеме) АС.....	27
5.2 Рекомендации по повышению надежности	27
6 Термины и определения	27

Ине.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине.№ дубл.	Подп. и дата

1 Введение

Согласно п. 3.1 ГОСТ 27.301-95 расчет надежности - процедура определения значений показателей надежности¹ объекта с использованием методов, основанных на их вычислении по справочным данным о надежности элементов объекта, по данным о надежности объектов-аналогов, данным о свойствах материалов² и другой информации, имеющейся к моменту расчета [из п. 3.1 ГОСТ 27.301-95]

1.1 Назначение расчета надежности системы

Расчет надежности предназначен для обеспечения необходимого уровня надежности АС ИС.

Согласно п. 4.2 ГОСТ 27.301-95 расчет надежности объекта на определенном этапе видов работ, соответствующем некоторой стадии его жизненного цикла, может иметь своими целями:

- обоснование количественных требований по надежности к объекту или его составным частям³;
- проверку выполнимости установленных требований и/или оценка вероятности достижения требуемого уровня надежности объекта в установленные сроки и при выделенных ресурсах, обоснование необходимых корректировок установленных требований;
- сравнительный анализ надежности вариантов схемно-конструктивного построения объекта и обоснование выбора рационального варианта;
- определение достигнутого (ожидаемого) уровня надежности объекта и/или его составных частей, в том числе расчетное определение показателей надежности или параметров распределения характеристик надежности составных частей объекта в качестве исходных данных для расчета надежности объекта в целом;
- обоснование и проверку эффективности предлагаемых (реализованных) мер по доработкам конструкции, технологии изготовления, системы технического обслуживания и ремонта⁴ объекта, направленных на повышение его надежности;
- решение различных оптимизационных задач, в которых показатели надежности выступают в роли целевых функций, управляемых параметров или граничных условий, в том числе таких, как оптимизация структуры объекта, распределение требований по надежности между показателями отдельных составляющих надежности (например безотказности⁵ и ремонтпригодности⁶), расчет комплектов ЗИП⁷, оптимизация систем технического обслуживания и ремонта, обоснование гарантийных сроков⁸ и назначенных сроков службы⁹ (ресурса¹⁰) объекта и др.;
- проверку соответствия ожидаемого (достигнутого) уровня надежности объекта установленным требованиям (контроль надежности¹¹), если прямое экспериментальное подтверждение их уровня надежности невозможно технически или нецелесообразно экономически.

Согласно п. 1.4 ГОСТ 24.701-86 уровень надежности АС ИС зависит от надежности и других свойств ее технического обеспечения¹² (комплекса технических средств), программного обеспечения¹³ и персонала, участвующего в ее функционировании.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

12345678.425530.034 Б1

Лист

5

- реализация на объектах автоматизации мер по защите программного обеспечения от заражения программными вирусами³¹;
- реализация на объектах автоматизации мер по защите программных и технических средств АС ИС от несанкционированного доступа³²;
- реализация на объектах автоматизации мер защиты от несанкционированных или некорректных действий (ошибок³³) пользователей.

1.2 Состав расчета надежности

Согласно п. 4.3.2 ГОСТ 27.301-95 расчет надежности на любом этапе видов работ, предусмотренном планом ПОН³⁴, включает:

- идентификацию объекта, подлежащего расчету;
- определение целей и задач расчета на данном этапе, номенклатуры и требуемых значений рассчитываемых показателей надежности;
- выбор метода(ов) расчета, адекватного(ых) особенностям объекта, целям расчета, наличию необходимой информации об объекте и исходных данных для расчета;
- составление расчетных моделей для каждого показателя надежности;
- получение и предварительную обработку исходных данных для расчета, вычисление значений показателей надежности объекта и, при необходимости, их сопоставление с требуемыми;
- оформление, представление и защиту результатов расчета.

1.2.1 Идентификация объекта

Идентификация объекта проводилась по основным классификационным признакам (п. 3.3 ГОСТ 27.003-90).

Согласно п. 3.3 ГОСТ 27.003-90 основными признаками, по которым подразделяют изделия при задании требований по надежности, являются:

- определенность назначения изделия;
- число возможных (учитываемых) состояний изделий по работоспособности в процессе эксплуатации;
- режим применения (функционирования);
- возможные последствия отказов³⁵ и (или) достижения предельного состояния³⁶ при применении и (или) последствия отказов³⁷ при хранении и транспортировании;
- возможность восстановления³⁸ работоспособного состояния после отказа;
- характер основных процессов, определяющих переход изделия в предельное состояние;
- возможность и способ восстановления технического ресурса (срока службы³⁹);
- возможность и необходимость технического обслуживания;
- возможность и необходимость контроля перед применением;
- наличие в составе изделий средств вычислительной техники.

1.2.1.1 Определенность назначения изделия

По определенности назначения АС ИС представляет собой изделие конкретного назначения, имеющее один основной вариант применения по назначению - для работы на объектах ОАО «Заказчик».

Име.№ подл.	Подп. и дата	Взам.име.№	Име.№ дубл.	Подп. и дата						Лист
					12345678.425530.034 Б1					
					Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

Примечание - Для обслуживания и ремонта средств технического обеспечения АС ИС целесообразно применять фирменный метод ремонта⁴⁵ - привлекать (на договорной основе) специалистов сервисных центров компаний-производителей технических средств.

1.2.1.8 Возможность и необходимость технического обслуживания

По возможности и необходимости технического обслуживания в процессе эксплуатации АС ИС представляет собой обслуживаемое изделие⁴⁶. Для АС ИС предусмотрено проведение периодического технического обслуживания⁴⁷. Виды технического обслуживания приведены в таблице ниже.

Таблица 2 - Перечень видов и периодичность ТО

№ п/п	Виды технического обслуживания	Периодичность проведения	Кто проводит
1	ежедневный осмотр (ТО-1 или ЕТО)	ежедневно в течение рабочей смены	дежурный персонал датацентра
2	ежемесячный технический осмотр (ТО-2)	один раз в месяц	специалист датацентра
3	эксплуатационная проверка (ТО-3)	два раза в год	специалист датацентра
4	внеплановое обслуживание	при возникновении необходимости	специалист датацентра

1.2.1.9 Возможность и необходимость контроля перед применением

По возможности (необходимости) проведения контроля перед применением АС ИС относится к изделиям, неконтролируемым перед применением.

Для обеспечения высокой надежности функционирования АС ИС - как системы в целом, так и ее отдельных компонентов (подсистем, модулей), а также для предотвращения возникновения аварийных режимов - обслуживающим персоналом, техническими и программными средствами каждой из подсистем должны выполняться требования по диагностированию работы АС ИС.

Диагностика⁴⁸ осуществляется персоналом, обеспечивающими техническое обслуживание⁴⁹ и эксплуатацию средств АС ИС в соответствии с действующими в организации регламентами проведения планово-предупредительных профилактических и ремонтных работ (ППР), а также автоматически встроенными⁵⁰ средствами технического диагностирования⁵¹.

АС ИС включает в себя программные средства контроля состояния⁵² технических средств, диагностики и тестирования для обнаружения и локализации неисправностей⁵³ технических средств в штатном режиме функционирования (без нарушения работоспособности⁵⁴) с возможностью отображения состояния технических средств и обеспечивает:

- а) проверку работоспособности⁵⁵ и обнаружение отказов⁵⁶ технических средств;
- б) поиск неисправностей⁵⁷ с глубиной⁵⁸ до отдельного элемента или группы элементов замены;
- в) сигнализацию о возникновении отказа и результатах проверок работоспособности;
- г) автоматизированный (автоматический) контроль функционирования⁵⁹ технических и программных средств АС ИС на всех уровнях иерархии с фиксацией в журналах событий (контрольных журналах⁶⁰), включая:

- 1) средства контроля работоспособности⁶¹ каналов связи техническими средствами, иницирующими информационный обмен, регистрации «недоступных» устройств;

Инь.№ подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инь.№ дубл.	
Подп. и дата	

- 2) проверку поступающей информации на соответствие формату и диапазону допустимых значений;
- 3) мониторинг функционирования всех подсистем и сервисов;
- 4) оповещение оперативного и эксплуатационного персонала при обнаружении неполадок в журналах событий.

1.2.1.10 Наличие в составе изделий средств вычислительной техники

В связи с наличием в составе АС ИС средств вычислительной техники (электронно-вычислительных машин⁶²) и других устройств вычислительной техники АС ИС относится к изделиям с отказами сбойного характера (сбоями⁶³).

1.2.2 Определение целей и задач расчета на данном этапе, номенклатуры и требуемых значений рассчитываемых показателей надежности

Цели и задачи расчета на данном этапе - перечисления б), г) и ж) подраздела Назначение расчета надежности системы (стр. 5) настоящего документа. Номенклатура и требуемые значения рассчитываемых показателей надежности - см. подраздел Перечень оцениваемых показателей надежности (стр. 12).

1.2.3 Выбор метода расчета

См. Методика расчета (стр. 17).

1.2.4 Получение и предварительная обработка исходных данных для расчета

См. Исходные данные (стр. 15).

1.2.5 Вычисление значений показателей надежности объекта и их сопоставление с требуемыми

См. Расчет показателей надежности (стр. 20).

1.3 Перечень оцениваемых показателей надежности

Согласно п. 2.1 ГОСТ 24.701-86 в качестве показателей надежности АС ИС используют показатели, характеризующие:

- надежность реализации функций АС ИС;
- опасность возникновения в АС ИС аварийных ситуаций⁶⁴.

1.4 Состав учитываемых при расчете факторов

Согласно п. 1.5 ГОСТ 24.701-86 уровень надежности АС ИС зависит от перечисленных ниже основных факторов:

- состава и уровня надежности используемых технических средств, их взаимосвязи в структуре надежности комплекса технических средств (КТС);
- состава и уровня надежности используемых программных средств, их содержания (возможностей) и взаимосвязи в структуре программного обеспечения (ПО);
- уровня квалификации персонала, организации работы и уровня надежности персонала⁶⁵;
- рациональности распределения задач, решаемых АС ИС, между КТС, ПО и персоналом;

Ине.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

12345678.425530.034 Б1

Лист

12

- режимов, параметров и организационных форм технической эксплуатации КТС;
- степени использования различных видов резервирования⁶⁶ (структурного, информационного, временного, алгоритмического, функционального);
- степени использования методов и средств технической диагностики;
- реальных условий функционирования⁶⁷ АС ИС.

1.5 Принятые допущения и ограничения

Свойства информационного⁶⁸, математического⁶⁹, лингвистического⁷⁰, метрологического, организационного⁷¹ и иных видов обеспечений влияют на надежность АС ИС косвенно, через функционирование технических и программных средств и персонала, поэтому при решении вопросов, связанных с надежностью АС ИС, отдельно не учитываются.

В качестве показателей надежности программного обеспечения⁷² АС ИС следует использовать интенсивность перезапусков (перезагрузок) и их длительность. Оценка значений интенсивности и длительности перезапусков (перезагрузок) программного обеспечения следует производить по результатам наблюдения за работой АС ИС в ходе опытной эксплуатации⁷³.

Для повышения надежности рекомендуется резервирование отдельных компонент АС ИС и использование избыточной информации.

Техническим заданием и проектными решениями на АС ИС предусмотрены жесткие требования к численности, квалификации и порядку подготовки персонала. В этой связи фактор, влияющий на уровень надежности - перечисление в) - возможно исключить из расчета.

Фактор, влияющий на уровень надежности - перечисление г) - возможно исключить из расчета ввиду высокой степени автоматизации и функциональной полноты АС ИС, см. 12345678.425530.034 П2 (Пояснительная записка).

Фактор, влияющий на уровень надежности - перечисление д) - возможно исключить из расчета ввиду достаточных требований к режимам, параметрам и организационным формам технической эксплуатации КТС АС ИС, предъявляемых в техническом задании.

Факторы, влияющие на уровень надежности - перечисления е), ж) и з) - возможно исключить из расчета ввиду множества применяемых в АС ИС средств и методов диагностики и резервирования всех видов обеспечения, а также каналов связи, каналообразующего оборудования и электропитания технических средств.

АС ИС включает перечисленные ниже резервированные технические средства:

- резервированные каналы связи и каналообразующее оборудование;
- резервированные источники питания;
- резервированные жесткие диски серверов;
- бесперебойное питание технических средств.

Резервирование обеспечивает надежность АС ИС в аварийных ситуациях:

- при неработоспособном состоянии технических средств;
- при неработоспособном состоянии каналов связи;
- при неработоспособном состоянии каналообразующей аппаратуры;
- при кратковременных перерывах электропитания (не более 0,5 часа) и отклонениях напряжения от номинального не более $\pm 20\%$ в цепях питания ТС;

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. име. №	Име. № дубл.	Подп. и дата	12345678.425530.034 Б1	Лист

- при отключениях электропитания (на период более 0,5 часа).

При возникновении аварийных ситуаций в АС ИС обеспечивается:

- а) целостность и корректность информации;
- б) выполнение процедуры восстановления требуемого объема информации по всем уровням иерархии АС ИС после восстановления электропитания.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата					Лист
					12345678.425530.034 Б1				
					Изм	Лист	№ докум.	Подп.	

2 Исходные данные

Согласно п. 4.6.2 ГОСТ 27.301-95 источниками исходных данных для расчета надежности объекта могут быть:

- стандарты и технические условия на составные части объекта, применяемые в нем комплектующие элементы⁷⁴ межотраслевого применения, вещества и материалы⁷⁵;
- справочники по надежности элементов, свойствам веществ и материалов, нормативам продолжительности (трудоемкости, стоимости) типовых операций ТО и ремонта и другие информационные материалы;
- статистические данные (банки данных) о надежности объектов-аналогов, входящих в их состав элементов, свойствах применяемых в них веществ и материалов, о параметрах операций ТО и ремонта, собранные в процессе их разработки, изготовления, испытаний и эксплуатации;
- результаты прочностных, электрических, тепловых и иных расчетов объекта и его составных частей, включая расчеты показателей надежности составных частей объекта.

2.1 Данные о надежности (паспортные и справочные) элементов АС, учитываемые при расчете надежности системы

Данные о надежности (справочные) элементов АС ИС, учитываемые при расчете надежности, приведены в подразделе Расчет надежности одиночного сервера (стр. 24).

2.1.1 Группы компонент

Согласно 12345678.425530.034 П2 в АС ИС входят перечисленные ниже группы компонент:

- объекты и структурные подразделения ОАО «Заказчик»;
- объекты дата-центров;
- планируемые сервисы ИС;
- технологические процессы, связанные с указанными сервисами, реализуемые на объектах и в подразделениях ОАО «Заказчик».

2.2 Данные о режимах и условиях функционирования элементов АС

2.2.1 Данные о режимах функционирования

Элементы АС ИС обеспечивают свое функционирование в перечисленных ниже режимах:

- штатном режиме;
- режиме повышенной готовности;
- критическом режиме.

2.2.2 Данные об условиях функционирования

Элементы АС ИС функционируют в климатических условиях 4 категории по ГОСТ 15150-69 (в помещениях (объемах) с искусственно регулируемыеми

Ине.№ дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине.№ подл.	Изм/Лист

климатическими условиями, например в закрытых отапливаемых и охлаждаемых и вентилируемых производственных и других, в том числе хорошо вентилируемых подземных помещениях (отсутствие воздействия прямого солнечного излучения⁷⁶, атмосферных осадков⁷⁷, ветра⁷⁸, песка и пыли⁷⁹ наружного воздуха; отсутствие или существенное уменьшение воздействия рассеянного солнечного излучения и конденсации влаги)), исключение составляют каналы связи с удаленными объектами. Характеристики окружающей среды:

- 1) температура окружающего воздуха в пределах 20 ± 10 °С;
- 2) относительная влажность окружающего воздуха в пределах 70 ± 15 %;
- 3) атмосферное давление⁸⁰ в пределах 84-107 КПа.

2.3 Сведения об организационных формах, режимах и параметрах эксплуатации АС

Согласно п. 1.3 ГОСТ 27.003-90 типовая модель эксплуатации изделий должна содержать последовательность этапов (видов, режимов):

- эксплуатации (хранения⁸¹, транспортирования⁸², развертывания, ожидания применения по назначению⁸³, применения по назначению, технического обслуживания и плановых ремонтов⁸⁴) с указанием их продолжительности⁸⁵;
- характеристику принятой системы технического обслуживания и ремонта⁸⁶, обеспечения запасными частями⁸⁷, инструментом и эксплуатационными материалами;
- уровни внешних воздействующих факторов⁸⁸ и нагрузок для каждого этапа (вида, режима) эксплуатации;
- численность и квалификацию обслуживающего и ремонтного персонала.

Детальные сведения о типовой модели эксплуатации АС ИС изложены в соответствующих разделах документов:

- 12345678.425530.034 П2 (Пояснительная записка);
- 12345678.425530.034 П9 (Описание комплекса технических средств);
- 12345678.425530.034 ПВ (Описание организационной структуры).

Инв. № подл.	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	12345678.425530.034 Б1	Лист
														16	

3 Методика расчета

Согласно п. 4.5.1 ГОСТ 27.301-95 методы расчета надежности подразделяют:

- по составу рассчитываемых показателей надежности (ПН);
- по основным принципам расчета.

Согласно п. 4.5.2 ГОСТ 27.301-95 по составу рассчитываемых показателей различают методы расчета:

- безотказности,
- ремонтпригодности,
- долговечности⁸⁹,
- сохраняемости⁹⁰,
- комплексных показателей надежности⁹¹ (методы расчета коэффициентов готовности⁹², коэффициента технического использования⁹³, коэффициента сохранения эффективности⁹⁴ и др.).

Согласно п. 4.8.3 ГОСТ 27.301-95 методика расчета надежности конкретного объекта должна содержать:

- информацию об объекте, обеспечивающую его идентификацию для расчета надежности;
- номенклатуру рассчитываемых ПН и их требуемые значения;
- модели для расчета каждого ПН, принятые при их построении допущения и предположения, соответствующие алгоритмы вычисления ПН и применяемые программные средства, оценки погрешностей и чувствительности выбранных (построенных) моделей;
- исходные данные для расчета и источники их получения;
- методики оценки параметров нагруженности объекта и его составных частей или непосредственно оценки указанных параметров со ссылками на соответствующие результаты и методики прочностных, тепловых, электрических и иных расчетов объекта.

На основании перечисленных выше требований применяется:

- методика по составу рассчитываемых показателей надежности;
- метод комплексных показателей надежности⁹⁵.

Методика расчета содержит:

- информацию об объекте, обеспечивающую его идентификацию для расчета надежности, см. Идентификация объекта (стр. 7);
- номенклатуру рассчитываемых ПН и их требуемые значения, см. Перечень оцениваемых показателей надежности (стр. 12);
- исходные данные для расчета и источники их получения, см. Исходные данные (стр. 15).

3.1 Обоснование выбора методики расчета

Согласно п. 4.7.1 ГОСТ 27.301-95 адекватность выбранного метода расчета и построенных расчетных моделей целям и задачам расчета надежности объекта характеризуют:

- полнотой использования в расчете всей доступной информации об объекте, условиях его эксплуатации, системе ТО и ремонта, характеристиках

Ине.№ дубл.	Подп. и дата
Ине.№ дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине.№ подл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	12345678.425530.034 Б1	Лист
						17

надежности составных частей, свойствах применяемых в объекте веществ и материалов;

- обоснованностью принятых при построении моделей допущений и предположений, см. Принятые допущения и ограничения (стр. 13), их влиянием на точность и достоверность оценок ПН;
- степенью соответствия уровня сложности и точности расчетных моделей надежности объекта доступной точности исходных данных для расчета.

На основании перечисленных выше требований выбранную методику расчета следует считать обоснованной (адекватной).

3.2 Нормативно-технический документ, согласно которого проводят расчет

Нормативно-технический документ, согласно которого проводится расчет - ГОСТ 27.301-95 Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения.

3.3 Краткое описание методики расчета

Основными рассчитываемыми характеристиками надежности являются средняя наработка до отказа T_0 и коэффициент готовности K_r . Расчет средней наработки до отказа проводится для последовательно соединенных составных частей.

АС ИС ремонтпригодна и поэтому оценивается коэффициентом готовности. В связи с установленным критерием отказа для достижения высокой надежности следует организовать ремонт АС ИС с минимальным временем восстановления T_B .

Интенсивность отказа элемента определяется по формуле

$$\lambda = \frac{1}{T_0}$$

Показатель коэффициента готовности элемента (отношение времени исправной работы компонента или системы к общему времени работы компонента или системы) определяется по формуле

$$K_r = \frac{T_0}{T_B + T_0}$$

Показатель средней наработки на отказ при заданных K_r и T_B будет

$$T_0 = \frac{K_r \cdot T_B}{1 - K_r}$$

Интенсивность отказов одинаковых элементов рассчитывается по формуле

$$\lambda_n = n \cdot \lambda_i$$

Интенсивность отказов системы как суммы интенсивностей отказов всех элементов рассчитывается по формуле

$$\lambda_{\text{АИИС}} = \sum_{i=1}^n \lambda_i$$

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	12345678.425530.034 Б1	Лист
						18

4 Расчет показателей надежности

4.1 Надежные структуры компонентов АС

В качестве показателей надежности АС ИС рекомендуется выбирать среднюю наработку на отказ⁹⁶ T_o и среднее время восстановления⁹⁷ T_v .

Вероятностно-временные характеристики, при которых сохраняется целевое назначение АС ИС, зависят от объема и востребованности предоставляемых ей функциональных возможностей. Следует уделить большое внимание постоянной работе с пользователями и партнерами, организации обратной связи, улучшению качества и увеличению количества сервисов.

Полный срок службы⁹⁸ АС ИС - не менее 20 лет.

4.2 Необходимые вычисления

4.2.1 Коэффициент готовности

Готовность отражает способность системы непрерывно (без простоя) выполнять свои функции и характеризуется коэффициентом готовности⁹⁹ (K_r). Коэффициент готовности определяется по формуле

$$K_r = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR}),$$

где

- MTBF (Mean Time Between Failure) - среднее время наработки до отказа¹⁰⁰ (T_o);
- MTTR (Mean Time To Repair) - среднее время восстановления¹⁰¹ (T_v).

4.2.2 Кластер высокой готовности

Кластер высокой готовности (High-availability Cluster, далее - кластер) - это разновидность кластерной системы, предназначенная для обеспечения непрерывной работы критически важных приложений или служб. Применение кластера высокой готовности позволяет предотвратить как неплановые простои, вызываемые отказами¹⁰² технических средств и сбоями¹⁰³ программного обеспечения, так и плановые простои, необходимые для обновления программного обеспечения или проведения технического обслуживания¹⁰⁴.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						Лист
					12345678.425530.034 Б1					
					Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

Принципиальная схема кластера высокой готовности приведена на рисунке ниже.

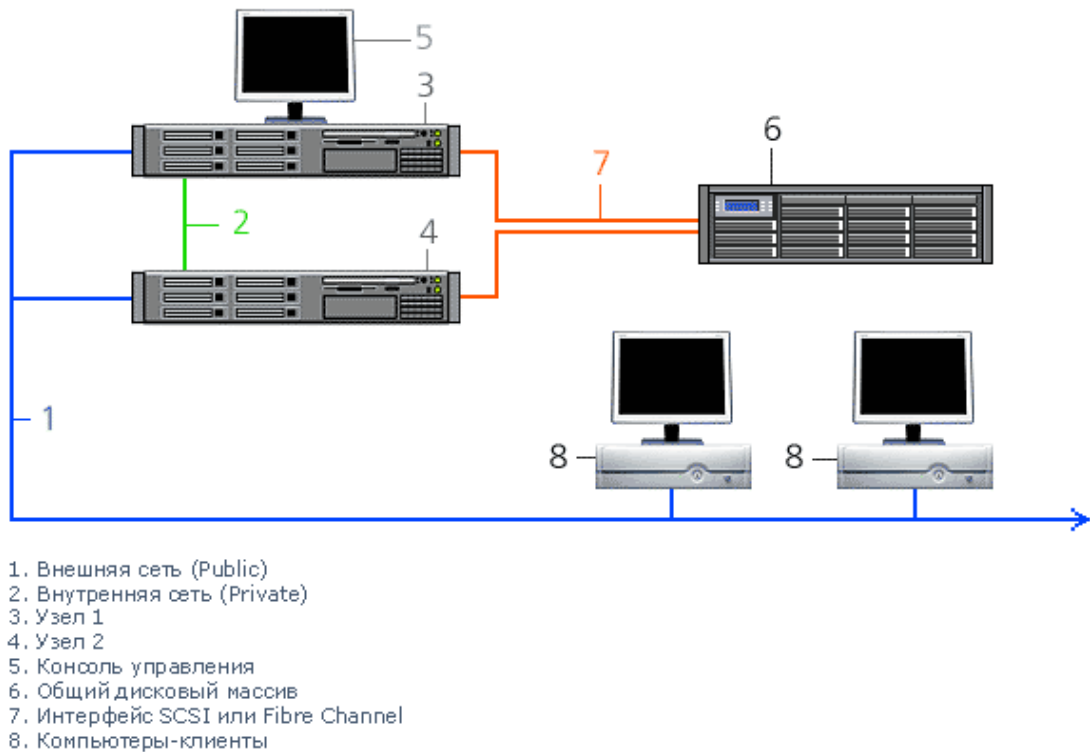


Рисунок 2 - Принципиальная схема кластера высокой готовности

4.2.3 Состав кластера высокой готовности

Кластер состоит из двух узлов (серверов), подключенных к общему дисковому массиву. Все основные компоненты дискового массива - блок питания, дисковые накопители, контроллер ввода/вывода - имеют резервирование с возможностью горячей замены (или постоянное резервирование¹⁰⁵). Узлы кластера соединены между собой внутренней сетью для обмена информацией о своем текущем состоянии. Электропитание кластера осуществляется от двух независимых источников. Подключение каждого узла к внешней локальной сети¹⁰⁶ также дублируется.

Таким образом, все подсистемы кластера имеют резервирование, поэтому при отказе любого элемента кластер в целом останется в работоспособном состоянии. Более того, замена отказавшего элемента возможна без остановки кластера.

4.2.4 Принцип работы кластера

Приложение (служба), доступность которого обеспечивается кластером, устанавливается на обоих узлах. Для указанного приложения (службы) создается группа ресурсов¹⁰⁷, включающая IP-адрес и сетевое имя виртуального сервера, а также один или несколько логических дисков на общем дисковом массиве. Таким образом, приложение вместе со своей группой ресурсов не привязывается жестко к конкретному узлу, а, напротив, может быть запущено на любом из этих узлов (причем на каждом узле одновременно может работать несколько приложений). В свою очередь, клиенты указанного приложения (службы) будут «видеть» в сети не узлы кластера, а виртуальный сервер (сетевое имя и IP-адрес), на котором работает данное приложение.

Ине.№ дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Ине.№ подл.	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Зная вероятность отказа всех N компонентов (дублированных и недублированных) сервера, можно рассчитать вероятность отказа сервера в течение одного года

$$P_s = \sum P_i \text{ (при } i \text{ от 1 до } N)$$

Поскольку отказы сервера (отказы компонент) распределены во времени равномерно, то, зная вероятность отказа сервера в течение года, можно определить время его наработки на отказ (время, через которое сервер выйдет из строя с вероятностью 100%)

$$MTBF_s = 1/P_s$$

Коэффициент готовности вычисляется по формуле

$$K_s = MTBF_s / (MTBF_s + MTBF_{\text{с}})$$

4.2.5.1 Расчет надежности одиночного сервера

Пусть сервер состоит из компонентов, показанных на рисунке ниже.

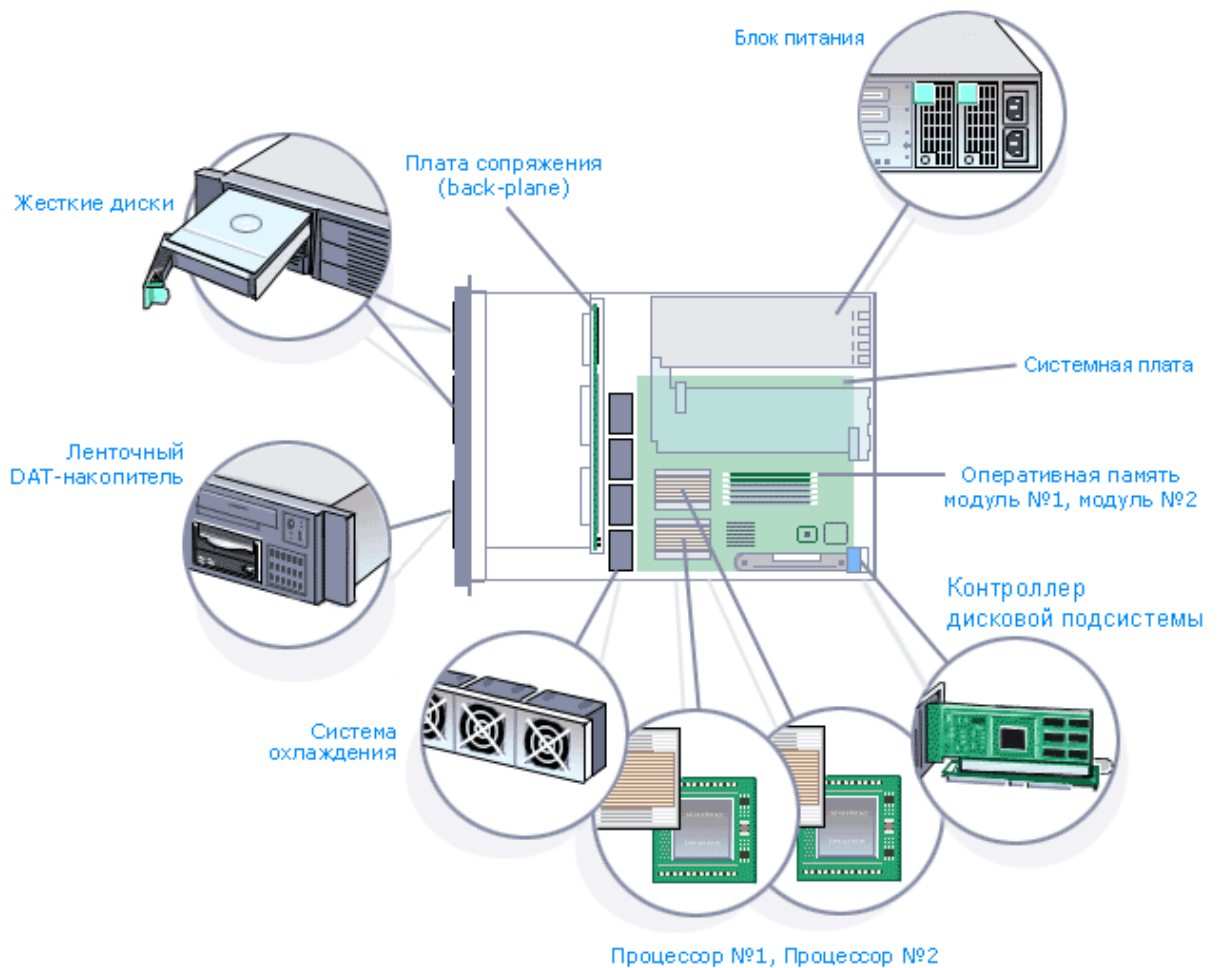


Рисунок 4 - Компоненты сервера

Ине.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Вероятность отказа массива в течение года:	$P_m = 0,00004$
Вероятность отказа одного из узлов в течение года:	$P_n = 0,106$
Вероятность отказа кластера в течение года:	$P = P_m + 2 \cdot P_n \cdot P_n / 365 = 0,0001$
Время наработки на отказ для кластера, лет	$MTBF = 1 / P = 9\ 739$
Время восстановления после отказа, ч	$MTTR = 24$
Коэффициент готовности кластера, %	$K_r = 99,99997$
Среднее время простоя в течение года (с):	$T = 8$

Таким образом, кластер высокой готовности обеспечивает гораздо более высокую устойчивую к возможному отказу технических средств, нежели одиночный сервер традиционной архитектуры, и полностью удовлетворяет требованиям технического задания по показателям надежности.

4.3 Результаты расчета

Интенсивность отказов в целом АС ИС представляет собой сумму интенсивностей отказов всех подсистем и составляет 10 (число кластеров) $\cdot 99,99997 \cdot 10^{-6} = 99,99997 \cdot 10^{-5}$. С учетом того, что к полному отказу АС ИС могут привести только отказы сетевой подсистемы, web-подсистемы и сервисов безопасности, см. Возможные последствия отказов и (или) достижения предельного состояния при применении (стр. 9), то интенсивность отказов будет в $3,3(3)$ раза меньше.

Расчетная средняя наработка на отказ в целом АС ИС обратно пропорциональна интенсивности отказов и составляет $1000,0003$ ч (или $3333,3343$ ч соответственно).

Коэффициент готовности АС ИС вычисляется с учетом максимального времени восстановления элемента (доставка и замена) - 24 ч и составляет $0,992851471$.

Расчетный показатель надежности необходимо подтверждать практическими данными и расчетами. Сбор данных и методика расчета определены в программе обеспечения надежности (ПОН).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	12345678.425530.034 Б1					Лист
										26
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

5 Анализ результатов расчета

5.1 Выводы о достаточности или недостаточности полученного уровня надежности АС по каждой оцениваемой функции (функциональной подсистеме) АС

Выводы:

- 1) уровни надежности подсистем соответствуют определенным техническим заданием требуемым значениям - требования ТЗ по надежности к элементам АС ИС соблюдаются, элементы выбраны с запасом надежности;
- 2) коэффициент готовности АС ИС составляет 0,992851471.

Таким образом, расчетные значения показателей надежности АС ИС в целом соответствуют требованиям технического задания. Вероятность безотказной работы для большинства функций АС ИС в данном случае определяется надежностью технических средств и временем их восстановления.

5.2 Рекомендации по повышению надежности

Значительное повышение надежности путем снижения времени восстановления возможно применением комплектов ЗИП, хранящихся в датацентре, - в данном случае исключается необходимость доставки технических средств взамен отказавших (неработоспособных).

Оценку показателей надежности необходимо проводить с ранних этапов разработки АС ИС, повторять и обновлять по мере отработки АС ИС или уточнения (изменения) исходных данных. Результаты оценок надежности следует использовать для проверки соответствия показателей надежности заданным требованиям.

6 Термины и определения

В настоящем документе термины и определения приводятся в виде концевых или обычных сносок, стандартные - с указанием первоисточника (пункта соответствующего ГОСТа или иного нормативно-технического документа).

¹ Количественная характеристика одного или нескольких свойств, составляющих надежность объекта [из п. 6.1 Таблицы 1 ГОСТ 27.002-89]

² Исходный предмет труда, потребляемый для изготовления или обеспечения эксплуатации изделия [из п. 1.2.41 Р 50-605-80-93]

³ Изделие, выполняющее определенные технические функции в составе другого изделия и не предназначенное для самостоятельного применения. Составная часть образца ВТ разрабатывается для данного образца по ТТЗ заказчика или ТЗ головного исполнителя и может изготавливаться как на предприятии-изготовителе образца ВТ, так и на другом предприятии [из п. 1.2.25 Р 50-605-80-93]

⁴ Совокупность взаимосвязанных средств, документации технического обслуживания и ремонта и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества изделий, входящих в эту систему [из п. 3 ГОСТ 18322-78]

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------