

## СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫСОКОЙ ДОСТУПНОСТИ КЛАСТЕРНЫХ СЕРВИСОВ

Жук П.Б.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Бобов М.Н. – доктор технических наук, профессор

В данной работе приведено определение высокой доступности кластерных сервисов, основные критерии высокой доступности и рассмотрены способы достижения высокой доступности в кластерных сервисах.

Высокая доступность – это характеристика системы, отражающая ее длительную бесперебойную работ близкую к 100% работоспособности в течение всего времени работы системы.

Критерием высокой доступности является время простоя. Время простоя - это период времени, когда система недоступна для использования или не отвечает.

Доступность может быть измерена как процент времени, в течение которого сервис доступен:

$$x = ((n - y) * 100) / n,$$

где  $n$  - общее количество времени работы системы,  $y$  - общее количество времени, в течение которых сервис был недоступен.

Добавление большего количества компонентов в систему не приводит к большей стабильности и обеспечивает высокую доступность: это может привести к обратному, так как большее количество компонентов увеличивает вероятность отказов.

Существует два подразделения мероприятий для обеспечения высокой доступности сервиса: конфигурация кластера в целом и конфигурация отдельного узла.

Мероприятия по конфигурации кластера для обеспечения высокой доступности включают в себя методики по балансировке нагрузки между узлами и резервирование:

- Active/active – нагрузка распределяется между двумя узлами для обеспечения их большей отказоустойчивости. По своей сути является кластером из двух узлов.
- Active/passive – каждый узел имеет полное резервирование. Резерв включается в работу только тогда, когда отказывает соответствующий основной узел. Резерв может быть горячим или холодным в зависимости от необходимой конфигурации.
- $N + 1$  – на группу узлов в кластере  $N$  приходится один резервный узел, который заменяет место отказавшего узла.
- $N + M$  – является логическим продолжением метода  $N + 1$ , только количество резервных узлов равно  $M > 1$ .
- $N - k - 1$  – позволяет резервному узлу включаться в работу временно, пока отказавший узел не будет восстановлен, после чего исходная нагрузка возвращается на основной узел для сохранения исходного уровня доступности системы.
- $N - k - N$  – это сочетание active / active и  $N + M$  кластеров. В  $N - k - N$  кластере соединения от отказавших узлов перераспределяются между остальными активными узлами. Тем самым устраняется необходимость отдельного резервного узла, но при этом все узлы кластера должны обладать некоторой избыточной мощностью сверх минимально необходимой.

Мероприятия по конфигурации отдельного узла кластера для обеспечения высокой доступности включают:

- Резервирование и репликацию дисков: отказ части внутренних дисков не приводит к сбоям системы.
- Резервирование внешних сетевых соединений: повреждения кабеля, отказ коммутатора или сетевого интерфейса не приводят к полному отключению от сети.
- Резервирование внутренних соединений сети хранения данных (SAN): повреждения кабеля, сбой коммутатора или сетевого интерфейса не приведут к потере соединения серверов с хранилищем (это нарушило бы неразделяемую архитектуру).
- Избыточные схемы электропитания различного оборудования, как правило, защищённого источниками бесперебойного питания, и резервируемые блоки питания.

1. Research on High Availability Architecture of Cloud Platform / Lai Xinming, Wang Haitao, Zhao Jing, Zhang Fan, Zhao Chao and Wu Gang // <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1345/2/022044>
2. *Blueprints for High Availability* / E. Marcus, H. Stern // Wiley Publishing, Inc., 2003. – P. 9-17
3. High Availability with Clusters of Web Services / Julio Fernández Vilas, José Pazos Arias, Ana Fernández Vilas // [https://www.researchgate.net/publication/221240361\\_High\\_Availability\\_with\\_Clusters\\_of\\_Web\\_Services](https://www.researchgate.net/publication/221240361_High_Availability_with_Clusters_of_Web_Services), 2004.