

უსაფრთხოების პრობლემების ანტიკრიზისული ცენტრი  
სანკტ-პეტერბურგის აეროკოსმოსური ხელსაწყოთმშენებლობის  
სახელმწიფო უნივერსიტეტი

გ.გ. პლუხანოვის სახელობის რუსეთის ეკონომიკური უნივერსიტეტი,  
სამარის ინსტიტუტი (ფილიალი)

კ.გ. რაზუმოვსკის სახელობის მოსკოვის ტექნოლოგიებისა და მართვის  
სახელმწიფო უნივერსიტეტი (კაზაკთა უნივერსიტეტი), კვებისა და  
ბიზნესის სამარის კაზაკთა ინსტიტუტი

## ვირტუალიზაციის ტექნოლოგიების დარგის მიღწევები

საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენციის  
მასალების კრებული

*2015 წლის 21 სექტემბერი*

თბილისი  
უსაფრთხოების პრობლემების ანტიკრიზისული ცენტრი  
2015

**ANTICRISIS CENTER OF SECURITY PROBLEMS**

**SAINT-PETERSBURG STATE UNIVERSITY OF AEROSPACE  
INSTRUMENTATION**

**PLEKHANOV RUSSIAN UNIVERSITY OF ECONOMICS  
SAMARA INSTITUTE (BRANCH)**

**MOSCOW STATE UNIVERSITY OF TECHNOLOGIES AND  
MANAGEMENT K.G. RAZUMOVSKY  
SAMARA COSSACK INSTITUTE OF THE FOOD INDUSTRY AND  
BUSINESS**

## **ADVANCES IN VIRTUALIZATION TECHNOLOGIES**

**Proceedings of the  
International scientific and practical conference**

*September 21st, 2015*

**Tbilisi  
Anticrisis Center of Security Problems  
2015**

**UDC 330.47(076)**

**Reviewers:**

**O.N.Yampolsky,** Ph.D., CIO of OMZ-Special Steels (Kolpino, Saint-Petersburg, Russia);  
**M.S. Smirnova,** Ph.D associate professor of Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation (St/Petersburg, Russian Federation)

**Proceedings Editorial Board:**

**M.V. Chebykina**, Dr. Sci. (Samara Institute of the Plekhanov Russian University of Economics, Russian Federation); **V.A.Savchenko**, Dr. Sci. (Kirovograd National Technical University, Ukraine); **V.Meerova**, Ph.D., Prof. (Kirovograd National Technical University, Ukraine); **M.P. Sitkova**, Ph.D. (Orenburg Branch of the Academy of Labour and Social Relations, Russian Federation); **E.A. Frolova**, Ph.D. (Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Russian Federation).

Advances in virtualization technologies: Proceedings of the International scientific and practical conference (Tbilisi, Georgian, September, 2015)/. – Tbilisi: Anticrisis Center of Security Problems, 2015. – 66 p.

**ISBN 978-9941-0-8143-9**

Proceedings are collected by the outcomes of the International online scientific-practical conference, organized by the Information Technologies Center of the SI REU together with IT departments of domestic and foreign universities for Russian and foreign IT researches, experts in the field of computer science and engineering. It contains research papers by the winners in various nominations of the conference. The proceedings present the authors' research generalizations of the urgent problems of computer science and engineering, many of which found their way in international practice.

**UDC 330.47(076)**

**ISBN 978-9941-0-8143-9**

**© Group of authors**

## CONTENT

<b>Luykova N.P.</b> Approach to computing resources usage efficiency improvement in computer network on application of virtual machine technology.....	5
<b>Burnaeva K.A., Luykov M.E.</b> Reorganization of server park in computer network on application of virtual machine technology .....	11
<b>Michurin S. V., Chmykhin V.S.</b> Computing resources distribution assessment on application of virtual machine technology .....	16
<b>Smirnova M.S., Michurin S. V.</b> Primary reorganization of server park in computer network on application of virtual machine technology.....	23
<b>Korobejnikova E.V., Grigoryants I.A</b> Correctional reorganization of server park in computer network on application of virtual machine technology.....	32
<b>Gulevitskiy A. Yu., Devjaterikov D. A.</b> Computing resources distribution task on application of virtual machine technology .....	37
<b>Birova A.V</b> Quality assessment for server park reorganization on application of virtual machine technology .....	41
<b>Khorkov S.N.</b> Practical realization of routing with two Internet service providers .....	46
<b>Sharipov M.I.</b> Availability of two-layer local area network .....	50
<b>Sharipov M.I.</b> Reliability model for routing with single Internet service provider.....	55
<b>Isakova S.V.</b> Stages of formation and functioning of marketing information systems.....	60

**Luykova N.P.**

Samara, Russia  
Scientific and Production Centre of  
Information and Transport Systems

## **APPROACH TO COMPUTING RESOURCES USAGE EFFICIENCY IMPROVEMENT IN COMPUTER NETWORK ON APPLICATION OF VIRTUAL MACHINE TECHNOLOGY**

В современном мире существует большое множество организаций, имеющих корпоративную сеть, состоящую из множества конечных рабочих мест пользователей и некоторого серверного парка.

Серверный парк предоставляет широкий спектр сервисов: доступ в Интернет, корпоративная почта, антивирусная защита, файловые ресурсы, службы печати и многое другое.

Под серверным парком будем понимать множество физических компьютеров, связанных сетью передачи данных, и множество функционирующих на них логических серверов.

Под физическим компьютером будем понимать некоторую ЭВМ, состоящую из реально существующих компонент ее аппаратного обеспечения и предоставляющую некоторые вычислительные ресурсы. Под логическим сервером будем понимать серверную операционную систему со всеми работающими под ее управлением службами, причем в любой момент времени на одном физическом компьютере может функционировать только один логический сервер.

Изначально корпоративная сеть предприятия грамотно проектируется специалистами с учетом безопасности, надежности, и многофункциональности и руководство организаций крайне отрицательно относится к внесению значительных или даже небольших изменений в сеть, которая уже много лет исправно функционирует и удовлетворяет всем требованиям. Однако, тем не менее руководство всегда интересуют возможности снижения затрат на содержание сети и специалистов, обслуживающих ее, а также получения дополнительной прибыли с используемого технического оборудования. Для конечных рабочих мест характерно то, что, как правило, для них выделяются компьютеры, которые в той или иной степени уступают по техническим параметрам компьютерам, используемым в серверном парке. Кроме того, пользователи используют множество приложений, которые могут на 100% загружать процессор, “съедать” всю оперативную память, помимо этого, пользователи часто размещают на своих персональных компьютерах данные, не относящиеся к работе, которые могут занимать все дисковое пространство. Наконец, пользователи вправе считать и требовать, что все

ресурсы их рабочего компьютера принадлежат задачам и приложениям, используемыми ими. В таких условиях, практически отсутствует возможность и, главное, целесообразность повышения эффективности использования ресурсов на рабочих компьютерах. Использование серверов приложений, когда множество пользователей использует один мощный сетевой вычислительный ресурс для запуска своих приложений, частично решает проблему, но как, показывает практика, рабочие компьютеры все равно остаются достаточно сильно нагруженными. Наконец, по элементарным соображениям информационной безопасности недопустимо размещение каких-либо серверных функций или чужих приложений или данных на пользовательском компьютере. Что же касается, компьютеров серверного парка, то многолетняя практика эксплуатации серверных операционных систем и сетевых служб показала то, что на сегодняшний день большинство компьютеров серверного парка достаточно слабо загружены по ресурсам. Такая ситуация сложилась по следующей причине: рынок аппаратных решений развивается стремительно и производители оборудования очень быстро отказываются поддерживать старое оборудование, которое можно было бы эффективно использовать для размещения некоторых серверных служб. Так, например, один из важнейших элементов хорошо защищенной корпоративной сети – контроллер домена, по сегодняшним меркам крайне малотребователен к ресурсам: 4-5% среднесуточной загрузки процессора класса *Pentium*, сетевой трафик – несколько десятков или сотен килобайт данных, которые передаются не постоянно, а однократно через определенные периоды (от 10 минут до 1 часа или даже реже), памяти требуется не более 96 МБ, дискового пространства требуется порядка 1-1.2 Гб. В тоже время, по соображениям безопасности, на контроллере домена крайне не рекомендуется размещать какие-либо иные серверные службы (файловые ресурсы, WEB-серверы и т.д.), то есть одному лишь контроллеру со столь низкими требованиями необходим целый компьютер. Конечно, можно было бы подобрать адекватную конфигурацию компьютера для такого малотребовательного сервера, однако, тот же жесткий диск емкостью 1-2 Гб на сегодняшний день найти достаточно сложно, а новые диски такой емкости не производятся уже давно. Использовать старые диски 10-летней давности крайне неразумно и чревато: они могут выйти из строя в любой момент, а гарантии и техническая поддержка на них отсутствует. Наконец, любой разумный и ответственный человек вряд ли захочет связываться со столь рискованным и устаревшим оборудованием. В таких условиях, руководство фирмы вынуждено приобретать для сервера современные диски емкостью от 40 Гб и выше, модули памяти емкостью от 256 МБ, процессоры класса *Pentium IV* как минимум, прекрасно осознавая, что большая часть каждого из ресурсов сервера будет безнадежно простаивать.

Соответственно, необходимы какие-либо подходы к решению проблемы неэффективного использования ресурсов компьютеров серверного парка. Под эффективностью будем понимать отношение денежных средств, получаемых за счет решения серверным парком некоторого множества полезных задач к совокупной стоимости владения серверным парком. Под множеством полезных задач будем понимать множество задач, функций и сервисов, решение (выполнение, предоставление) которых либо приносят определенный доход, либо снижают определенные виды затрат. Совокупная стоимость владения включает в себя стоимость оборудования, стоимость программного обеспечения, стоимость первоначальной настройки, стоимость аренды помещений, затраты на потребляемую электроэнергию, оплата услуг обслуживающих серверный парк специалистов, затраты на ремонт и замену устаревших компонентов, и она напрямую зависит от объема эксплуатируемого оборудования. Очевидно, что эффективность использования ресурсов можно повысить, либо увеличив объем решаемых “полезных” задач, дающих доход или снижающих какие-либо затраты, либо уменьшив объем оборудования.

В рамках данной статьи представлены результаты анализа существующих подходов к решению проблемы неэффективного использования ресурсов компьютеров и разработка эффективного подхода к решению поставленной проблемы. Задача повышения эффективности использования ресурсов в каждом конкретном случае решается с учетом особенностей и специфики, присущей корпорации.

На сегодняшний день существуют пять основных подходов к решению поставленной задачи:

- 1) Использование ресурсов для дублирования функций логических серверов или решения дополнительных задач, приносящих прибыль.
- 2) Использование ресурсов для задач сторонних организаций.
- 3) Объединение служб и программного обеспечения разных логических серверов с целью снижения количества логических серверов.
- 4) Применение адекватных аппаратных решений.
- 5) Применение технологии виртуальных машин.

Основным недостатком первого подхода является недостаточная изоляция дополнительных приложений от основных, что порождает проблемы дополнительных уязвимостей с точки зрения информационной безопасности и совместимости приложений. Эти проблемы возникают потому, что в серверную операционную систему некоторого компьютера к существующим приложениям добавляются дополнительные приложения либо службы, дублирующие службы других серверов. Когда в пределах одной ОС оказывается множество работающих приложений, то вопросы безопасности ОС в целом и совместимости приложений неизбежны.

Подход, связанный с использованием вычислительных ресурсов для задач сторонних организаций, имеет те же недостатки, что и первый, и при этом более обостряется проблема информационной безопасности из-за повышения возможности несанкционированного доступа к данным и нарушения функционирования сервисов корпорации, предоставляющих ресурсы в аренду.

Подход, связанный с объединением сервисов, помимо появления проблем совместимости и информационной безопасности, также сказывается на логической структуре сетевой инфраструктуры, и это, как правило, влечет дополнительную работу по перенастройке рабочих мест пользователей. Это происходит потому, что сетевые имена присваиваются не к компьютерам, а операционным системам, функционирующим на них, и перемещение служб с одного компьютера на другой меняют привязку служб от одного сетевого имени сервера к другому.

Подход, связанный с подбором адекватных аппаратных решений, практически нереализуем в условиях современного рынка компьютерного оборудования, поскольку крайне трудно даже приближенно подбирать компоненты компьютеров с учетом требований логических серверов. Кроме того, при использовании старых компонент для логических серверов с невысокими требованиями может существенно снизиться надежность функционирования компьютеров. Технология виртуальных машин предоставляет новые возможности для построения нового или реорганизации существующего серверного парка. Технология виртуальных машин – это специальная технология, позволяющая с помощью специального программного обеспечения эмулировать виртуальные машины на базе аппаратного обеспечения физического компьютера и обеспечивать их параллельное (псевдопараллельное) функционирование. Виртуальная машина – это некоторая ЭВМ, полноценно эмулируемая некоторым специальным программным обеспечением и состоящая, как из полностью эмулируемых компонент, так и компонент, отображаемых на реально существующие компоненты некоторого физического компьютера. Виртуальная машина функционирует как процесс под управлением некоторой многозадачной операционной системы, называемой базовой ОС, на некотором физическом компьютере. Виртуальная машина предоставляет вычислительные ресурсы, которые в действительности являются частями ресурсов физического компьютера. Также как и на физическом компьютере на виртуальной машине в любой момент времени может функционировать только один логический сервер, но на физическом компьютере возможна параллельная (псевдопараллельная) работы нескольких виртуальных машин. Уровень изоляции виртуальных машин с точки зрения совместимости приложений и информационной безопасности ничуть не хуже, чем у отдельных физических компьютеров.

Соответственно, технология виртуальных машин может обеспечить функционирование нескольких изолированных логических серверов на одном компьютере и тем самым обходить проблемы безопасности, совместимости, изменения привязок сервисов к логическим серверам, а также избавляет от необходимости подбора адекватных аппаратных решений, поскольку размещение нескольких логических серверов позволяет существенно повысить эффективность использования ресурсов компьютера.

Таким образом, серверный парк со слабой загрузкой ресурсов может быть реорганизован, что в конечном счете должно привести к уменьшению объема используемого оборудования и затрат на его поддержку.

### **Библиографический список**

1. Рахман П.А., Шарипов М.И. Модель надежности двухузлового кластера приложений высокой готовности в системах управления предприятием // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. Т. 17. № 3. С. 85-102.

2. Рахман П.А., Шарипов М.И. Модели надежности каскадных дисковых массивов в системах управления предприятием // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. Т. 17. № 3.1. С. 155-168.

3. Рахман П.А. Модель надежности дисковых массивов RAID-5 с одинарной избыточностью // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 55-57.

4. Рахман П.А. Модель надежности дисковых массивов RAID-6 с двойной избыточностью // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 57-60.

5. Рахман П.А. Модель надежности каскадных дисковых массивов RAID-10 с чередованием и зеркалированием данных // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 60-63.

6. Рахман П.А. Модель надежности каскадных дисковых массивов RAID-01 с зеркалированием и чередованием данных // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 63-66.

7. Рахман П.А. Модель надежности дублированной системы обработки данных с независимыми узлами // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 66-68.

8. Рахман П.А. Модель надежности системы обработки данных с основным и резервным узлами // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 68-71.

9. Рахман П.А. Разработка методики повышения эффективности использования вычислительных ресурсов при применении технологии виртуальных машин: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Москва, 2005.

10. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Анализ коэффициента готовности двухуровневых магистральных сетей передачи данных // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 40-55.

11. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Модель надежности маршрутизации с двумя независимыми интернет-провайдерами // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 63-72.

12. Рахман П.А., Смирнова М.С. Марковские цепи гибели и размножения в моделях надежности технических систем // Reliability models in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 103-115.

13. Рахман П.А., Фролова Е.А. Специализированные модели системы хранения данных на базе избыточных дисковых массивов // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 77-86.

14. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Применение методов дискретной оптимизации для распределения серверных систем по компьютерам при применении технологий виртуализации // Innovations and research in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. St. Louis, Missouri, USA, 2015. С. 74-82.

15. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Применение комбинаторного анализа в булевом пространстве для оценки объема перебора при решении задач псевдодобулевой оптимизации // Innovations and research in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. St. Louis, Missouri, USA, 2015. С. 94-108.

16. Galkina A.I., Bobkova E.Yu., Burnasheva E.A., Grishan A.I., Komarova M.V. The Current Trends Of Development Of The Experimental And Experimental Support Of An Education System (On Materials Ofernio) // Pedagogics. Psychology: Selected Papers of the International Scientific School "Paradigma" (Summer-2015, Varna, Bulgaria) Compiling coeditors Dr Dr.Sc., Prof. A.V.Berlov, Dr.h.c.mult., Ph.D. L.F. Chuprov, Dr.Sc., Prof. E.K. Yanakieva. Yelm, WA, USA, 2015. С. 33-43.

17. Галкина А.И., Бобкова Е.Ю., Бурнашева Е.А., Гришан И.А., Комарова М.В. О результатах интеллектуальной деятельности (рид) на основе широкого использования информационных и коммуникационных технологий (на примере материалов ОФЭРНИО ЗА 2014 год) // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. 2015. Т. 1. № 1 (68). С. 43.

Burnaeva K.A.<sup>1</sup>, Luykov M.E.<sup>2</sup>

Samara, Russia

<sup>1</sup>Samara Cossack Institute of the Food Industry and Business  
Moscow State University of Technologies and Management K.G. Razumovsky

<sup>2</sup> LLC "Innovative technologies"

## **REORGANIZATION OF SERVER PARK IN COMPUTER NETWORK ON APPLICATION OF VIRTUAL MACHINE TECHNOLOGY**

В современных условиях реорганизация серверного парка при внедрении технологии виртуальных машин – это далеко не только сбор предварительной информации, постановка задачи реорганизации и ее решение одним из известных методов, но и максимальный учет требований и пожеланий заказчика IT-услуг.

Под заказчиком мы будем понимать не только главу какой-либо коммерческой организации, но и, в общем случае, некоторых его IT-специалистов: системных администраторов, аналитиков, экспертов – на которых глава опирается в технических вопросах и которые, в конечном счете, будут оценивать качество выполненных работ и в дальнейшем иметь дело с реорганизованным серверным парком.

В любой коммерческой организации присутствует своя специфика, которую лучше всего может знать только заказчик, и только лишь тесно взаимодействуя с ним можно получить не только хорошее решение, но и решение, которое будет максимально отвечать интересам заказчика и оправдывать его ожидания.

Таким образом, мы вплотную подходим к тому, что необходимо предварительно оценить целесообразность проведения реорганизации серверного парка, а заказчик, взвесив все “за” и “против” примет окончательное решение о проведении работ по реорганизации.

Отсюда следует, что задача реорганизации должна разбиваться на два этапа (рис. 1).

Цель первого этапа – максимально обезопасить проектное решение от провала на втором этапе – этапе реализации проектного решения. На первом этапе не допускается внесение каких-либо изменений в серверный парк. Если на каком-либо шаге корректировка невозможна в силу неприемлемого снижения коммерческой выгоды – то поиск компромиссных решений либо отказ от проекта с возвратом серверного парка в исходное состояние – вероятность избежания такого исхода напрямую зависит от качества анализа на первом этапе.

Задача поиска оптимального распределения является достаточно трудоемкой, несмотря на то, что поиск ведется в дискретном булевом

пространстве: конкретная виртуальная машина может размещаться либо не размещаться на конкретном компьютере.



**Рис. 1.** Этапы реорганизации серверного парка

Однако именно дискретность и усложняет задачу, поскольку существующие точные методы оптимизации, такие как симплекс-метод, рассчитаны на поиск решений в непрерывном пространстве, а целочисленные модификации симплекс-метода имеют определенные сложности из-за погрешностей машинной арифметики, кроме того они предназначены для решения задач небольших размерностей, поскольку в определенных случаях не защищены от полного перебора целочисленных решений.

Соответственно, точное решение при решении задач оптимизации в булевом пространстве можно получить только полным перебором. При  $NS$  виртуальных машин и  $NH$  компьютеров объем полного перебора составляет  $(NH+1)^{NS}$ , очевидно, что при больших размерностях задачи, поиск решения за приемлемое время невозможен. Соответственно, в данной ситуации используются приближенные методы.

В первом приближении, самое простое – это последовательное размещение логических серверов по компьютерам, при рассмотрении каждого компьютера по очереди. При этом для каждого компьютера в

отдельности решается задача булевого линейного программирования для нахождения оптимального набора среди нераспределенных серверов.

Таким образом, задача разбивается на два уровня: локальный уровень – повышение эффективности использования ресурсов конкретного компьютера, и глобальный уровень – простое последовательное рассмотрение компьютеров без каких-либо критериев или приоритетов выбора компьютера.

Общий перебор при решении задачи распределения в худшем случае составляет  $NH*2^{NS}$ , в случае, если на локальном уровне подзадачи решаются полным перебором.

Однако при таком подходе совсем не проводится оптимизация на глобальном уровне – компьютеры рассматриваются в произвольном порядке и не учитывается то, что выбор каких-либо конкретных компьютеров мог бы быть более лучшим вариантом нежели чем выбор других. Поэтому здесь требуется некоторое компромиссное решение между полным перебором и простым последовательным размещением логических серверов на каждый компьютер до тех пор, пока все серверы не будут распределены. Соответственно, вместо простого последовательного рассмотрения компьютеров, можно на каждом шаге глобального уровня выбирать не произвольный, а наилучший по загрузке ресурсов компьютер.

На каждом шаге глобального уровня решаются подзадачи булевого линейного программирования для всех еще незадействованных компьютеров для размещения на них набора из оставшихся нераспределенными логических серверов, и выбирается наилучший компьютер.

Таким образом, если на локальном уровне подзадачи решаются полным перебором, то общий объем перебора при решении задачи распределения составит приблизительно  $NH*2^{NS+1}$ .

На локальном уровне подзадачи представляют собой задачу булевого линейного программирования (задачу условной псевдобулевой оптимизации), для которой точное решение можно получить только полным перебором. Для решения задач псевдобулевой оптимизации на сегодняшний день существуют как точные методы решения, так и приближенные методы.

### **Библиографический список**

1. Рахман П.А., Шарипов М.И. Модель надежности двухузлового кластера приложений высокой готовности в системах управления предприятием // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. Т. 17. № 3. С. 85-102.

2. Рахман П.А., Шарипов М.И. Модели надежности каскадных дисковых массивов в системах управления предприятием // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. Т. 17. № 3.1. С. 155-168.
3. Рахман П.А. Модель надежности дисковых массивов RAID-5 с одинарной избыточностью // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 55-57.
4. Рахман П.А. Модель надежности дисковых массивов RAID-6 с двойной избыточностью // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 57-60.
5. Рахман П.А. Модель надежности каскадных дисковых массивов RAID-10 с чередованием и зеркалированием данных // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 60-63.
6. Рахман П.А. Модель надежности каскадных дисковых массивов RAID-01 с зеркалированием и чередованием данных // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 63-66.
7. Рахман П.А. Модель надежности дублированной системы обработки данных с независимыми узлами // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 66-68.
8. Рахман П.А. Модель надежности системы обработки данных с основным и резервным узлами // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 68-71.
9. Рахман П.А. Разработка методики повышения эффективности использования вычислительных ресурсов при применении технологии виртуальных машин: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Москва, 2005.
10. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Анализ коэффициента готовности двухуровневых магистральных сетей передачи данных // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 40-55.
11. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Модель надежности маршрутизации с двумя независимыми интернет-провайдерами // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 63-72.
12. Рахман П.А., Смирнова М.С. Марковские цепи гибели и размножения в моделях надежности технических систем // Reliability models in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 103-115.
13. Рахман П.А., Фролова Е.А. Специализированные модели системы хранения данных на базе избыточных дисковых массивов // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 77-86.

14. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Применение методов дискретной оптимизации для распределения серверных систем по компьютерам при применении технологий виртуализации // Innovations and research in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. St. Louis, Missouri, USA, 2015. С. 74-82.

15. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Применение комбинаторного анализа в булевом пространстве для оценки объема перебора при решении задач псевдодобулевой оптимизации // Innovations and research in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. St. Louis, Missouri, USA, 2015. С. 94-108.

16. Galkina A.I., Bobkova E.Yu., Burnasheva E.A., Grishan A.I., Komarova M.V. Statistics of Productivity and Effectiveness of Experimental Support of the Educational System (For Scientists and Education Experts // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. Т. 6. № 3S3. С. 62-70.

17. Galkina A.I., Bobkova E.Yu., Burnasheva E.A., Grishan A.I., Komarova M.V. Statistics of Productivity and Effectiveness of Experimental Support of the Educational System (For Scientists and Education Experts // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. Т. 6. № 3S3. С. 62-70.

18. Галкина А.И., Сошникова Е.А., Бобкова Е.Ю., Гришан И.А. Статистика результативности и эффективности научного обеспечения системы образования // Информатизация образования и науки. 2014. № 4 (24). С. 177-190.

19. Галкина А.И., Бобкова Е.Ю., Бурнашева Е.А., Гришан И.А., Комарова М.В. О результатах интеллектуальной деятельности (рид) на основе широкого использования информационных и коммуникационных технологий (на примере материалов ОФЭРНИО ЗА 2014 год) // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. 2015. Т. 1. № 1 (68). С. 43

20. Кочетков С.В., Семенова Е.Г., Смирнова М.С., Фарафонов В.Г. Моделирование состояния инновационного производства // Вопросы радиоэлектроники. 2015. № 1 (1). С. 60-64.

## **COMPUTING RESOURCES DISTRIBUTION ASSESSMENT ON APPLICATION OF VIRTUAL MACHINE TECHNOLOGY**

В настоящее время при оптимизации корпоративных сетей с применением технологии виртуальных машин неизбежно возникает задача распределения виртуальных машин по физическим компьютерам.

Более того, после получения некоторого распределения, как на первом этапе, так и на втором этапе реорганизации серверного парка сети возникает необходимость в оценке полученного распределения. На первом этапе это необходимо для оценки целесообразности проведения работ по реорганизации серверного парка. На втором же этапе повторной поиск распределения производится только в том случае, если серверный парк после первичной реорганизации или очередных корректировок по каким-либо показателям не удовлетворяет требованиям заказчика. В таком случае ищутся причины проблем, выделяются узкие места, модифицируются требования логических серверов и исключения, ставится новая задача поиска распределения и полученное распределение используется для оценки целесообразности внесения очередных корректировок в реорганизованный серверный парк.

После решения задачи поиска распределения логических серверов по компьютерам возможны следующие варианты:

- Множество индексов оставшихся (незадействованных) физических компьютеров пусто, а множество индексов логических серверов, оставшихся нераспределенными, не пусто. В таком случае, имеет место быть нехватка ресурсов либо при заданных условиях, несмотря даже на достаточные суммарные ресурсы, эти ресурсы распределены среди физических компьютеров таким образом, что невозможно распределить все без исключения логические серверы. Если такой результат получен на первом этапе реорганизации, то принимается решение о нецелесообразности проведения реорганизации, либо заказчик может принять решение о привлечении дополнительного оборудования, после чего может быть поставлена новая задача поиска распределения. Если же такой результат был получен на втором этапе, то необходимо искать какие-либо компромиссы либо вернуть серверный парк в исходное состояние (при ответственном подходе к первому этапу реорганизации, вероятность такого исхода мала).
- Множество индексов оставшихся (незадействованных) физических компьютеров пусто и множество индексов логических серверов,

оставшихся нераспределенными, пусто. В таком случае логические серверы все распределены, однако, освободившихся физических компьютеров нет, соответственно, отсутствует какая-либо выгода от такого результата. Этот случай с точки зрения дальнейших действий на первом или втором этапах реорганизации не отличается от первого варианта распределения логических серверов на компьютеры.

- Множество индексов оставшихся (незадействованных) физических компьютеров не пусто и множество индексов логических серверов, оставшихся нераспределенными, не пусто. В таком случае, несмотря на имеющиеся свободные физические компьютеры, оставшиеся логические серверы не могут быть распределены на них. Этот случай с точки зрения дальнейших действий на первом или втором этапах реорганизации не отличается от первого варианта распределения логических серверов на физические компьютеры.
- Множество индексов оставшихся (незадействованных) физических компьютеров не пусто, а множество индексов логических серверов, оставшихся нераспределенными, пусто. Это самый удачный вариант – вариант, к которому мы и стремимся. В таком случае все логические серверы распределены и осталось некоторое множество освободившихся физических компьютеров.

Рассмотрим подробнее дальнейшие действия на первом и втором этапах реорганизации для последнего варианта распределения:

- Несмотря на очевидную выгоду в последнем варианте распределения, на первом этапе реорганизации при оценке целесообразности проведения реорганизации серверного парка следует застраховаться и сделать некоторые прогнозы относительно возможных проблем (неудовлетворительная работа каких-либо логических серверов после реорганизации), которые могут вызвать необходимость внесения корректировок в распределение, и среди освободившихся физических компьютеров оставить некоторый “запас”. Вопрос о том, сколько и какие именно физические компьютеры остаются про запас – решается достаточно несложно: для самых критичных по важности логических серверов завышаются требования по ресурсам (насколько именно – выбирает технический специалист, полагаясь на свой опыт – завышение, как правило, не более чем на 5-15%) и задача поиска оптимального распределения решается вторично. В результате поиска оптимального распределения по завышенным требованиям логических серверов, получаем некоторые модифицированные множества индексов оставшихся физических компьютеров и логических серверов. Эти множества, как и в случае поиска первичного распределения, могут иметь 4 ключевых вариантов и только в случае, если множество оставшихся логических серверов пусто, а множество оставшихся физических компьютеров – нет, мы можем говорить о каком-либо

запасе по физическим компьютерам. Для максимально осторожного и грамотного подхода к оценке целесообразности проведения реорганизации серверного парка, при оценке коммерческой выгоды заказчику необходимо предоставлять именно множество оставшихся физических компьютеров. В случае если после реорганизации запас окажется невостребованным или не полностью израсходованным, для заказчика всегда будет возможность получения дополнительной прибыли, что, несомненно, повысит степень его удовлетворенности выполненными работами. На первом этапе реорганизации именно на основе оценки выгоды по множеству оставшихся физических компьютеров, принимается решение о целесообразности проведения реорганизации серверного парка. В случае положительного решения – выполняется переход ко второму этапу реорганизации.

- На втором этапе в случае, если на очередной итерации алгоритма второго этапа множество оставшихся логических серверов пусто, а множество оставшихся физических компьютеров – нет, заказчик оценивает выгоду именно по множеству оставшихся физических компьютеров и принимает решение о целесообразности проведения дальнейших корректировок реорганизованного парка серверов.

**Особые случаи.** Как в первичном распределении, так и в последующих модифицированных и скорректированных вариантах распределения могут встретиться следующие ситуации:

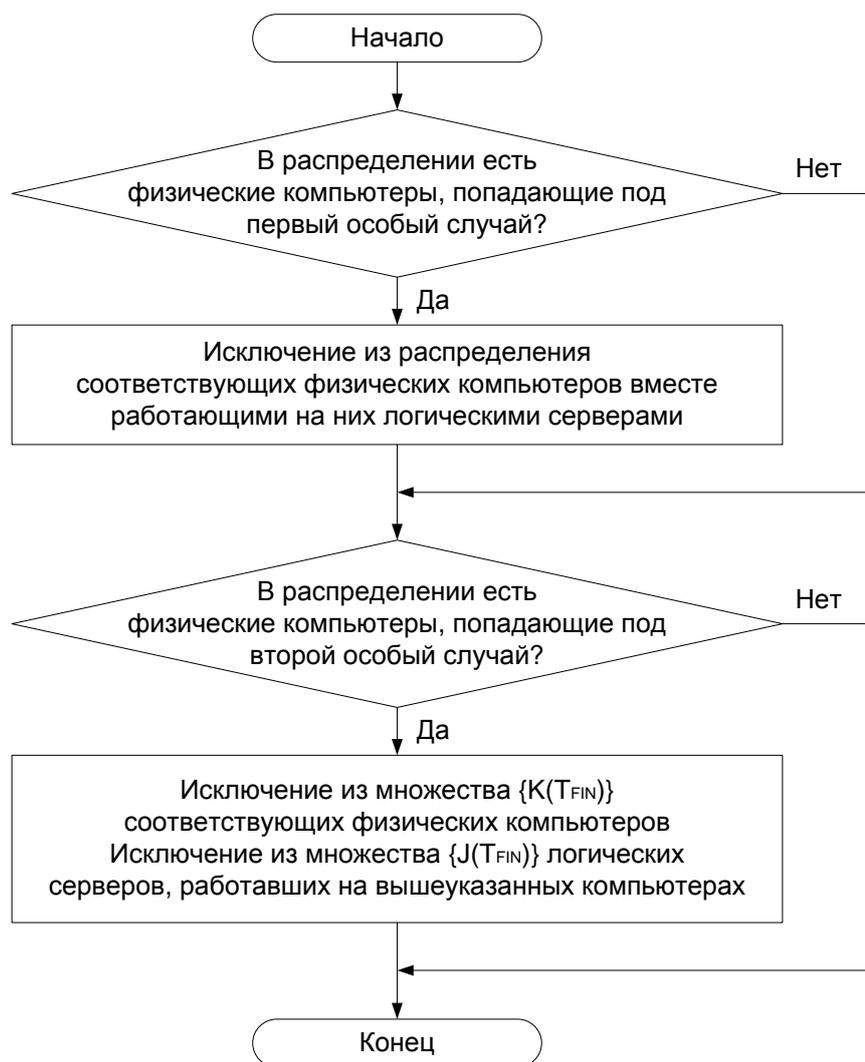
- 1) Согласно полученному распределению на каком-либо из физических компьютеров размещается один единственный логический сервер, причем тот же самый, который и функционировал на данном компьютере. В таком случае, очевидно, что нет смысла рассматривать этот компьютер и логический сервер – их необходимо исключить из распределения, чтобы в дальнейшем не выполнять лишнюю работу по переносу логического сервера на виртуальную платформу и размещению его на тот же самый компьютер без возможности размещения других виртуальных машин.
- 2) Нередко встречаются случаи, когда какой-либо из физических компьютеров остается незадействованным, а логический сервер, работавший на нем, никуда не размещается. Возникает особая ситуация: изначально логический сервер работал на компьютере, но в силу дополнительных требований базовой ОС, он не может быть размещен на виртуальной платформе на этом же компьютере, поскольку на нем недостаточно ресурсов для размещения базовой ОС вместе с соответствующей виртуальной машиной. Очевидно, что в такой ситуации подобный компьютер вместе с его логическим сервером необходимо исключить из распределения.

Соответственно, на обоих этапах реорганизации при получении оптимального распределения результат должен быть проверен на

вышеуказанные две особые ситуации, и при необходимости из него должны быть исключены “бесперспективные” с точки зрения реорганизации физические компьютеры вместе с работающими на них логическими серверами. В конечном счете, реорганизация должна проводиться для тех компьютеров, на которые размещаются как минимум два логических сервера.

С учетом всего вышесказанного в данном подразделе, можно детализировать блоки, связанные с оценкой результатов распределения.

- Блок первичной оценки распределения алгоритмов для обоих этапов реорганизации детализируется следующим образом (рис. 1).



**Рис. 1.** Схема алгоритма первичной оценки распределения

- Блок вторичной оценки: прогноз возможных корректировок, которые могут потребоваться после реорганизации серверного парка, и оценки остатка – количества незадействованных физических компьютеров и суммарной стоимости их ресурсов. Блок присутствует только в

алгоритме для первого этапа реорганизации и детализируется следующим образом (рис. 2).



**Рис. 2.** Схема алгоритма вторичной оценки распределения

Блок оценки выгоды проекта реорганизации по остатку физических компьютеров после вторичной оценки полученного распределения для первого этапа и целесообразности проведения очередной корректировки по остатку физических компьютеров после первичной оценки полученного распределения для второго этапа. Этот блок фактически выполняется заказчиком, и для нас в общем случае данный блок является “черным ящиком”, конкретная реализация которого определяется самим заказчиком. На вход мы подаем объем незадействованного оборудования, на выходе – некоторая коммерческая оценка, на основе которой заказчик принимает решение.

Таким образом, серверный парк со слабой загрузкой ресурсов может быть реорганизован, что в конечном счете должно привести к уменьшению объема используемого оборудования и затрат на его поддержку.

## Библиографический список

1. Рахман П.А., Шарипов М.И. Модель надежности двухузлового кластера приложений высокой готовности в системах управления предприятием // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. Т. 17. № 3. С. 85-102.
2. Рахман П.А., Шарипов М.И. Модели надежности каскадных дисковых массивов в системах управления предприятием // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. Т. 17. № 3.1. С. 155-168.
3. Рахман П.А. Модель надежности дисковых массивов RAID-5 с одинарной избыточностью // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 55-57.
4. Рахман П.А. Модель надежности дисковых массивов RAID-6 с двойной избыточностью // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 57-60.
5. Рахман П.А. Модель надежности каскадных дисковых массивов RAID-10 с чередованием и зеркалированием данных // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 60-63.
6. Рахман П.А. Модель надежности каскадных дисковых массивов RAID-01 с зеркалированием и чередованием данных // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 63-66.
7. Рахман П.А. Модель надежности дублированной системы обработки данных с независимыми узлами // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 66-68.
8. Рахман П.А. Модель надежности системы обработки данных с основным и резервным узлами // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 68-71.
9. Рахман П.А. Разработка методики повышения эффективности использования вычислительных ресурсов при применении технологии виртуальных машин: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Москва, 2005.
10. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Анализ коэффициента готовности двухуровневых магистральных сетей передачи данных // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 40-55.
11. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Модель надежности маршрутизации с двумя независимыми интернет-провайдерами // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 63-72.
12. Рахман П.А., Смирнова М.С. Марковские цепи гибели и размножения в моделях надежности технических систем // Reliability models in engineering and technical science-2015 Proceedings of the

International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 103-115.

13. Рахман П.А., Фролова Е.А. Специализированные модели системы хранения данных на базе избыточных дисковых массивов // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 77-86.

14. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Применение методов дискретной оптимизации для распределения серверных систем по компьютерам при применении технологий виртуализации // Innovations and research in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. St. Louis, Missouri, USA, 2015. С. 74-82.

15. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Применение комбинаторного анализа в булевом пространстве для оценки объема перебора при решении задач псевдобулевой оптимизации // Innovations and research in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. St. Louis, Missouri, USA, 2015. С. 94-108.

16. Тушавин В.А. Робастный подход к оценке комплексного показателя качества ит-услуг // Системы управления и информационные технологии. 2014. Т. 58. № 4. С. 92-95.

17. Кочетков С.В., Семенова Е.Г., Смирнова М.С., Фарафонов В.Г. Моделирование состояния инновационного производства // Вопросы радиоэлектроники. 2015. № 1 (1). С. 60-64.

18. Назаревич С.А. Методика оценки технического уровня новшества // Стандарты и качество. 2014. № 6 (924). С. 95

## **PRIMARY REORGANIZATION OF SERVER PARK IN COMPUTER NETWORK ON APPLICATION OF VIRTUAL MACHINE TECHNOLOGY**

В современных условиях при оптимизации серверного парка сети с применением технологии виртуальных машин неизбежно возникает задача реорганизации серверного парка сети, которые состоит из двух этапов: этап оценки целесообразности реорганизации и этапа фактической реорганизации серверного парка.

В случае положительного решения о целесообразности проведения реорганизации серверного парка на первом этапе реорганизации вступает в действие алгоритм для второго этапа реорганизации. Второй этап начинается с проведения работ по реорганизации серверного парка в соответствии с первичным распределением, полученного на первом этапе. В связи с этим возникает необходимость проведения ряда мероприятий:

- Планирование времени проведения работ и остановка функционирования логических серверов, задействованных в распределении.
- Подготовка дополнительных логических серверов, требуемых для дублирования функций логических серверов.
- Выполнение резервного копирования данных и конфигурации логических серверов для возможности восстановления серверного парка в исходное состояние в случае необходимости.
- Проведение ряда операций для подготовки логических серверов для переноса на виртуальную платформу. Сохранение данных жестких дисков логических серверов в виде файлов образов.
- Удаление на физических компьютерах, задействованных в распределении, всех данных. Установка и конфигурирование базовой операционной системы и специального программного обеспечения, реализующего технологию виртуальных машин.
- Подготовка и настройка конфигурации виртуальных машин в соответствии с первичным распределением. Копирование содержимого жестких дисков логических серверов на диски виртуальных машин.

Рассмотрим подробнее вышеперечисленные пункты работ:

**Планирование и остановка логических серверов.** По согласованию с заказчиком выбирается время проведения работ и к началу работ производится остановка логических серверов. Работы должны планироваться таким образом, чтобы они по возможности не нарушали бизнес-процессы заказчика, и не приводили к дополнительным затратам.

Разумеется, зачастую возможны случаи высокой загрузки логических серверов, когда допускается только кратковременная остановка серверов и, желательно, не более одного сервера за раз – этот случай мы рассмотрим в отдельном порядке.

**Подготовка дополнительных логических серверов.** Ранее было рассмотрено, что при первичном сборе информации для повышения надежности функционирования серверного парка выделяются критичные по важности логические серверы, для которых требуется серверы, дублирующие их функции. Соответственно, если в серверном парке для них уже были серверы-дублиеры, то в таком случае просто формировались ограничения-исключения для задачи распределения, чтобы предотвратить размещение логического сервера и серверов, дублирующих его функции, на одном физическом компьютере. Если же для какого-либо логического сервера серверы-дублиеры отсутствовали, то возникала необходимость в создании хотя бы одного дополнительного дублирующего сервера, и, соответственно, множество логических серверов расширялось, и в исходные условия задачи распределения добавлялись дополнительные ограничения-исключения.

Однако, очевидно, что к моменту первичной реорганизации дополнительные логические серверы еще не существуют, и их необходимо создать. Соответственно, поскольку изначально все физические компьютеры серверного парка находятся в работе, то от исполнителя работ потребуются один или более компьютеров, для развертывания на них временных базовых ОС, подготовки виртуальных машин и развертывания на них дополнительных логических серверов. Мы не будем подробно останавливаться на том, как именно конфигурируются дополнительные логические серверы и синхронизируются с теми, чьи функции они должны дублировать, поскольку в каждом конкретном случае она решается по-своему. Если необходимо создать дополнительный контроллер домена – это одна процедура, если дополнительный файловый сервер, хранящий зеркальную копию данных другого сервера – это другая. В частности для ОС MS Windows 2012 в литературе достаточно подробно описано то, как именно развертываются ОС и конфигурируются для дублирования тех или функций. Приведем кратко два примера:

- Если необходимо подготовить дополнительный контроллер домена, то достаточно развернуть ОС MS Windows 2012, присвоить ей уникальное сетевое имя, сетевой адрес и с помощью стандартной описанной в литературе процедуры назначить серверу роль дополнительного контроллера существующего домена. В этом случае сервер самостоятельно синхронизирует данные с основным контроллером.
- Если необходимо создать файловый сервер, данные файловых ресурсов которого должны синхронизироваться с данными ресурсов другого сервера, то в этом случае используется технология распределенного

хранения данных (Distributed File System) и служба файловой репликации (File Replication Services), которые также освещены в литературе. Соответственно, достаточно развернуть ОС MS Windows 2012, присвоить ей уникальное сетевое имя, сетевой адрес и создать необходимые файловые ресурсы и произвести настройки в конфигурации распределенного хранилища данных.

**Резервное копирование данных логических серверов.** Любой логический сервер (кроме дополнительно созданного сервера) изначально функционирует на некотором физическом компьютере и хранит свои данные и настройки на одном или нескольких жестких дисках. Соответственно, перед проведением каких-либо работ содержимое жестких дисков компьютеров необходимо сохранить в каком-нибудь виде для возможности полного восстановления исходного состояния логического сервера в случае необходимости.

На сегодняшний день используется технология резервного хранения данных жестких дисков в виде файлов образов, содержащих в себе полную информацию о разделах, логических дисках, файловых системах и всех данных. Для “свертывания” данных дисков в файлы-образы и “развертывания” данных дисков из файлов-образов существует множество дисковых утилит от различных производителей программного обеспечения, самые известные это – Symantec Norton Ghost и Power Quest Drive Image Pro. Утилиты достаточно просты в использовании и, кроме того, поставляются с достаточно подробным руководством для пользователя. Поэтому мы не будем останавливаться на описании и особенностях этих утилит.

Очевидно то, что для резервного хранения данных дисков логических серверов на время реорганизации серверного парка, требуются определенные дополнительные средства хранения данных (как правило, это жесткие диски). Соответственно, крайне желательно то, чтобы исполнитель работ располагал своими собственными средствами для резервного хранения данных, поскольку недопустимо рассчитывать на дополнительные средства заказчика, пусть даже и только на время работ по реорганизации.

**Подготовка для переноса на виртуальную платформу.** Как известно, большинство операционных систем в той или иной степени привязаны к оборудованию, на котором они были установлены и сконфигурированы. Причем такая привязка имеет место быть, как правило, не по причине защит от нелицензионного копирования программного обеспечения, а необходимости тесного взаимодействия ОС и оборудования на этапе ее загрузки. Соответственно, так называемая машинно-зависимая часть ОС, как минимум содержит в себе некоторые ключевые системные драйверы, предназначенные для взаимодействия с конкретной аппаратной платформой, с контроллерами дисков и т.п. По этой причине при переносе

системы на другую аппаратную платформу, при смене контроллеров дисков и самих дисков, как правило, для большинства ОС возникает ряд проблем:

- Невозможность загрузки ОС из-за различий в ядре аппаратной платформы – различия в особенности управления ресурсами материнской платы, организации мультипроцессорности и т.д. Большинство ОС при установке определяет тип материнской платы, тип процессоров и их количество и устанавливает для них специфичные драйверы, являющиеся компонентами машинно-зависимой части.
- Невозможность загрузки из-за различий контроллеров дисков. Большинство ОС при установке определяет тип контроллер дисков, конфигурацию дисков и устанавливает соответствующие специфичные драйверы устройств.
- Невозможность входа в рабочий сеанс пользователя системы. Данная проблема возникает, как правило, после смены системного диска. Большинство ОС жестким дискам и его разделам сопоставляет некоторые уникальные коды и хранит их в реестре, эти коды используются при назначении букв для разделов. При смене системного диска, система распознает этот диск как новый, генерирует для него и его разделов новые коды и заново выполняет процедуру назначения букв разделам. В таких случаях, нередко системному разделу присваивается буква, отличная от той, которая была ранее, а поскольку большая часть информации о местоположении программного обеспечения, персональных данных и настройках пользователей и т.п. хранится в виде путей, содержащих букву раздела, то после смены буквы раздела диска многие данные становятся недоступными. В частности, недоступность профилей пользователей делает невозможным вход в рабочий сеанс пользователя системы, что делает операционную систему непригодной для работы.

Вышеперечисленный список проблем отнюдь не является полным: он актуален в основном для семейства ОС MS Windows 2012. Соответственно, в других ОС проблем может быть меньше или наоборот больше. Так, например, ОС MS Windows 95/98 гораздо более “терпима” к замене материнской платы, нежели чем ОС MS Windows 2012: как правило, после переноса системного диска на другой компьютер ОС MS Windows 95/98 без проблем загружается и работает.

В рамках данной нет возможности рассмотреть большое множество ОС в сочетании с множеством аппаратных платформ и различных дисковых конфигураций при различных контроллерах дисков. Однако, в рамках исследований, проводившихся при эксплуатации серверных систем, было применено руководство по переносу ОС MS Windows 2012 с физического компьютера на виртуальную машину, которое уже несколько

лет используется на практике. Время для развертывания “с нуля” ОС, ее настройки и установки всего необходимого программного обеспечения в сложных случаях может занимать до нескольких дней или даже больше, перенос же системы занимает обычно не более 2-3 часов. В разработанном руководстве подробно рассмотрены ОС MS Windows 2012 и ее особенности с точки зрения привязок к оборудованию, подробно описаны вышеуказанные три ключевые проблемы, возникающие при переносе, и способы их обхода, приведен порядок действий “шаг за шагом” при переносе системы с физического компьютера на виртуальную машину. Однако, очевидно то, что в случае других ОС, возможно, потребуются дополнительные исследования – это остается за рамками данной работы. Таким образом, используя те или иные технологии переноса, специфичные для каждой ОС, можно подготовить логические серверы к переносу. Для этого логические серверы запускаются, после этого в них вносятся необходимые подготовительные корректировки, после чего серверы останавливаются, и выполняется сохранение системного диска в виде файла образа для последующего развертывания на виртуальной платформе.

Следует четко различать то, что на предыдущем шаге первичной реорганизации серверного парка выполняется резервное копирование логического сервера в его исходном состоянии, а на данном шаге выполняется копирование логического сервера в модифицированном (для возможности успешного переноса) состоянии. Соответственно, на данном шаге также могут потребоваться дополнительные дисковые ресурсы.

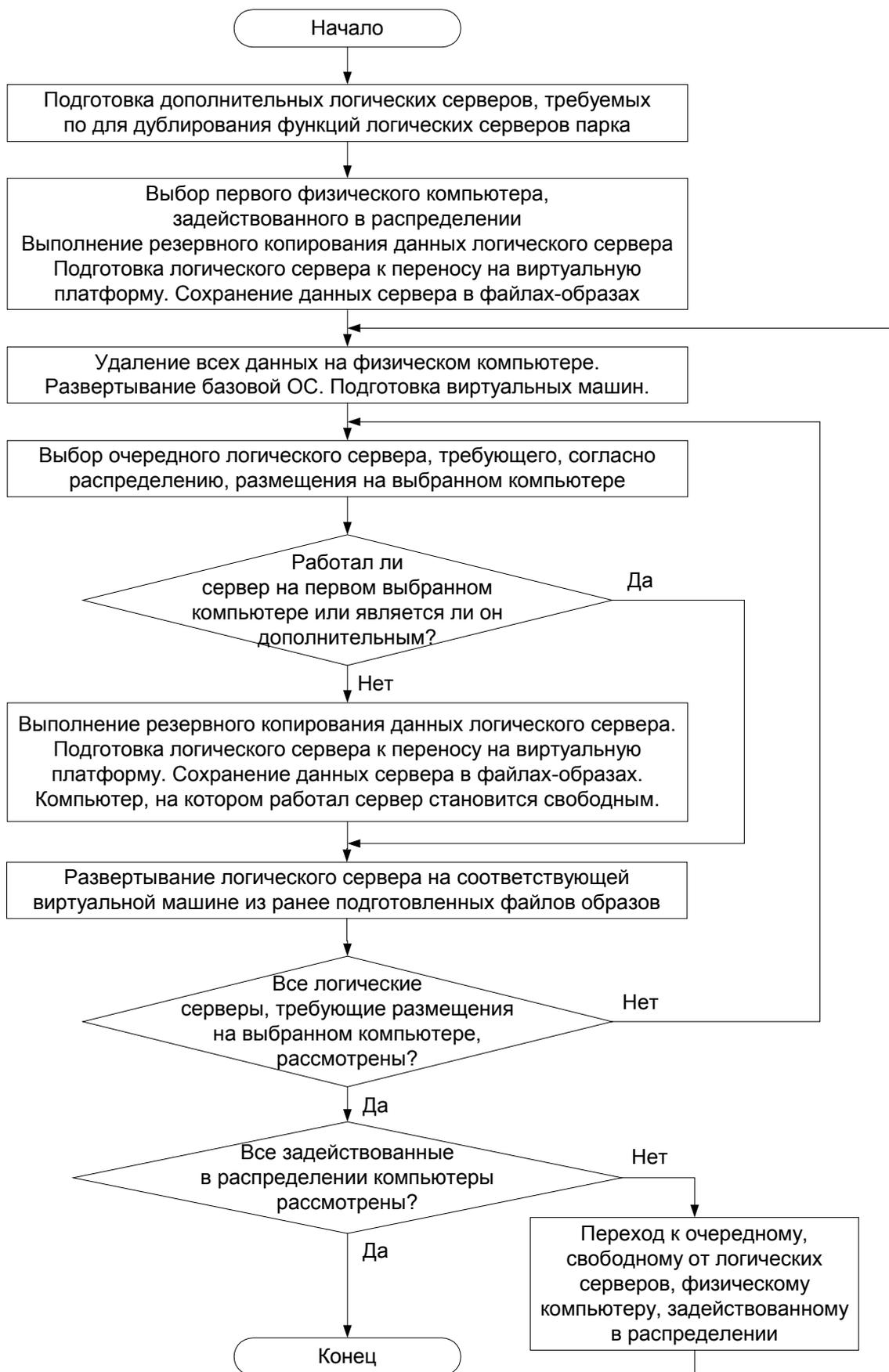
**Настройка базовой ОС на физических компьютерах.** Для того, чтобы размещать виртуальные машины, необходим базовый физический компьютер с установленной базовой ОС и специальным программным обеспечением. Для этого первоначально требуется то, чтобы на физическом компьютере были удалены все данные для того, чтобы проводить настройку на “чистой” машине. Поскольку на физических компьютерах, задействованных в распределении, изначально функционируют логические серверы, которые также задействованы в этом распределении, то еще на третьем шаге первичной реорганизации серверного парка выполняется резервное копирование данных всех логических серверов. Кроме того, на четвертом шаге выполняется резервное копирование данных логических серверов, подготовленных для переноса. Следовательно, на данном шаге можно удалить все данные всех физических компьютеров, задействованных в распределении. После этого на них устанавливается базовая ОС и специальное программное обеспечение. Мы не будем останавливаться на описании установки и настройки, потому что такие вопросы достаточно подробно освещаются в документации к программному обеспечению.

**Развертывание виртуальных машин на физических компьютерах.** После того, как все физические компьютеры подготовлены для размещения на них виртуальных машин, для каждого задействованного в распределении физического компьютера при помощи утилит специального программного обеспечения, реализующего технологию виртуальных машин, в базовой ОС создаются виртуальные машины в соответствии с распределением:

- К базовому компьютеру подключается носитель с файлами-образами логических серверов, подготовленных к переносу и предназначенных для размещения на данном физическом компьютере.
- Создаются новые виртуальные машины, для которых, согласно требованиям соответствующего логического сервера, в конфигурации указывается необходимая емкость для оперативной памяти, необходимое количество виртуальных дисковых устройств и их емкости. Обязательно наличие в конфигурации дисководов для гибких дисков либо привода CD-ROM для возможности первоначальной настройки виртуальной машины и развертывания логического сервера.
- В каждой виртуальной машине по очереди выполняется первичная загрузка с дискеты или компакт-диска, содержащие необходимые дисковые утилиты, производится разбиение на разделы виртуальных жестких дисков логического сервера. После этого с подключенного к виртуальной машине дополнительного виртуального диска, использующего физический диск с файлами-образами логических серверов, при помощи дисковых утилит производится развертывание разделов дисков логических серверов на соответствующие разделы виртуальных жестких дисков.
- После развертывания данных логических серверов на виртуальные диски, виртуальные машины необходимо выключить и отключить в конфигурации виртуальный жесткий диск, хранящий файлы-образы.
- Запустить виртуальные машины, загрузить системы и произвести окончательные настройки на логических серверах: настройка видеоадаптера, стека сетевых протоколов и т.п.

В качестве примера подробного описания вышеуказанной процедуры “шаг за шагом” с множеством графических иллюстраций можно воспользоваться разделом “Порядок действий при переносе системы на виртуальную платформу” руководства по переносу ОС MS Windows 2012 с физического компьютера на виртуальную машину. Поэтому здесь мы не будем подробно останавливаться на этом. Порядок подготовки и настройки виртуальных машин подробно описано в фирменной документации разработчиков специального программного обеспечения, реализующего технологию виртуальных машин.

На рисунке 1 представлен алгоритм первичной реорганизации серверного парка.



**Рис. 1.** Схема алгоритма первичной реорганизации

Таким образом, выполнив шаг за шагом первичную реорганизацию серверного парка, мы внедряем первичный вариант распределения. Однако, как упоминалось ранее, часто возможна такая ситуация, что заказчиком не допускается одновременное отключение множества функционирующих серверов. В таком случае реорганизацию выполняют постепенно: заранее подготавливают дополнительные логические серверы, останавливают первый логический сервер, сохраняют его резервную копию, готовят к переносу, сохраняют их данные в виде файлов-образов, и таким образом получают первый базовый компьютер, доступный для развертывания базовой ОС. Далее логические серверы, которые должны быть размещены на этом компьютере, по очереди останавливают, сохраняют их резервные копии, готовят к переносу, сохраняют их данные в виде файлов-образов, после чего они уже не должны запускаться. Далее они переносятся на виртуальную платформу и запускаются на базовом компьютере. Соответственно, после этого один или несколько физических компьютеров становятся свободными, и они могут быть использованы для дальнейшего размещения логических серверов в соответствии с распределением.

### **Библиографический список**

1. Рахман П.А., Шарипов М.И. Модель надежности двухузлового кластера приложений высокой готовности в системах управления предприятием // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. Т. 17. № 3. С. 85-102.

2. Рахман П.А., Шарипов М.И. Модели надежности каскадных дисковых массивов в системах управления предприятием // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. Т. 17. № 3.1. С. 155-168.

3. Рахман П.А. Модель надежности дисковых массивов RAID-5 с одинарной избыточностью // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 55-57.

4. Рахман П.А. Модель надежности дисковых массивов RAID-6 с двойной избыточностью // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 57-60.

5. Рахман П.А. Модель надежности каскадных дисковых массивов RAID-10 с чередованием и зеркалированием данных // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 60-63.

6. Рахман П.А. Модель надежности каскадных дисковых массивов RAID-01 с зеркалированием и чередованием данных // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 63-66.

7. Рахман П.А. Модель надежности дублированной системы обработки данных с независимыми узлами // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 66-68.

8. Рахман П.А. Модель надежности системы обработки данных с основным и резервным узлами // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 68-71.

9. Рахман П.А. Разработка методики повышения эффективности использования вычислительных ресурсов при применении технологии виртуальных машин: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Москва, 2005.

10. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Анализ коэффициента готовности двухуровневых магистральных сетей передачи данных // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 40-55.

11. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Модель надежности маршрутизации с двумя независимыми интернет-провайдерами // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 63-72.

12. Рахман П.А., Смирнова М.С. Марковские цепи гибели и размножения в моделях надежности технических систем // Reliability models in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 103-115.

13. Рахман П.А., Фролова Е.А. Специализированные модели системы хранения данных на базе избыточных дисковых массивов // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 77-86.

14. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Применение методов дискретной оптимизации для распределения серверных систем по компьютерам при применении технологий виртуализации // Innovations and research in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. St. Louis, Missouri, USA, 2015. С. 74-82.

15. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Применение комбинаторного анализа в булевом пространстве для оценки объема перебора при решении задач псевдобулевой оптимизации // Innovations and research in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. St. Louis, Missouri, USA, 2015. С. 94-108.

16. Кочетков С.В., Семенова Е.Г., Смирнова М.С., Фарафонов В.Г. Моделирование состояния инновационного производства // Вопросы радиоэлектроники. 2015. № 1 (1). С. 60-64.

## **CORRECTIONAL REORGANIZATION OF SERVER PARK IN COMPUTER NETWORK ON APPLICATION OF VIRTUAL MACHINE TECHNOLOGY**

В современных условиях при реорганизации серверного парка сети с применением технологии виртуальных машин возможны случаи ухудшения качества функционирования, и возникает задача исследования причин ухудшения с последующей корректировочной реорганизацией серверного парка.

После выявления проблемных сервисов, являющихся причиной неудовлетворительной работы серверного парка, поиска причин проблем, выявления причин и корректировки исходных условий задачи распределения и повторного ее решения, и в случае если конечная выгода с учетом скорректированного решения остается приемлемой для заказчика, то возникает необходимость внедрения нового варианта распределения. На первый взгляд может показаться то, что объем работ по внедрению скорректированного распределения сопоставим с объемом работ первичной реорганизации. На практике же, как правило, требуется вовлечения одного или нескольких дополнительных из списка ранее незадействованных компьютеров для размещения на них логических серверов, которые в силу новых условий и ограничений не могут быть размещены на задействованных в первичном варианте распределения компьютерах. Возможен так же и тот случай, когда в новом варианте распределения задействованные компьютеры остаются те же самые, и требуются лишь некоторая “перетасовка” логических серверов работающих на них. Так или иначе, мы будем исходить из того, что после первичной или очередной корректировочной реорганизации оставалось достаточное количество (выгодное для заказчика по его оценке) незадействованных компьютеров и в новом скорректированном распределении также остается достаточное количество незадействованных компьютеров, привлекательное с коммерческой точки зрения для заказчика.

Соответственно, мы можем представить алгоритм корректировочной реорганизации серверного парка (рис. 1).

Следует отметить то, что возможна ситуация когда в новом варианте распределения какие-либо ранее задействованные компьютеры могут оказаться невостребованными, в таком случае после того, как все

логические серверы будут перемещены с них на другие компьютеры они станут свободными (незадействованными).

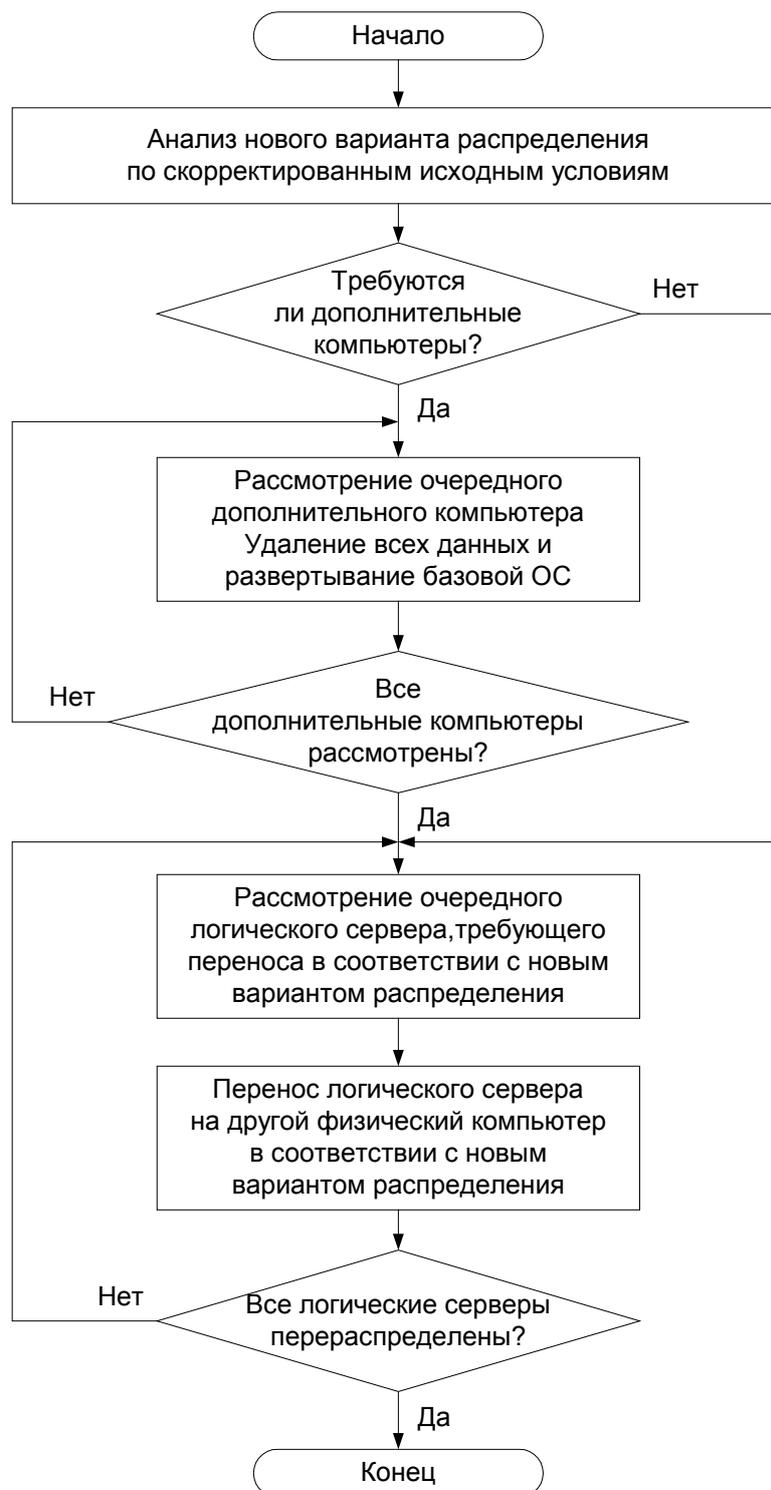


Рис. 1. Схема алгоритма корректировочной реорганизации

Кроме того, при перераспределении логических серверов возможна следующая ситуация: на конечном компьютере, куда должен быть какой-либо логический сервер недостаточно дискового пространства, которое станет достаточным, только тогда, когда, в свою очередь, с этого компьютера согласно новому варианту распределения некоторые логические серверы будут перемещены на другие компьютеры. В таких случаях, очевидно, потребуются дополнительные дисковые носители, их предоставляет исполнитель работ.

С технологической точки зрения корректировочная реорганизация серверного парка не отличается от первичной реорганизации. Тем не менее, объем работ в корректировочной реорганизации значительно меньше: не требуется резервное копирование данных логических серверов, подготовки к переносу на виртуальную платформу и сохранение подготовленных систем в виде файлов образов, поскольку все это было выполнено при первичной реорганизации. В случае если количество задействованных физических компьютеров становится больше (дополнительные компьютеры берутся из списка ранее незадействованных компьютеров рассматриваемого серверного парка), то на дополнительных компьютерах можно сразу удалять все данные и разворачивать базовую операционную систему, поскольку все операции по резервному копированию данных были выполнены при первичной реорганизации. После того как все дополнительные компьютеры подготовлены, выполняется перераспределение логических серверов в соответствии с новым вариантом распределения – на практике это сводится к простому копированию файлов-образов логических серверов с одного компьютера на другой, более того логические серверы не требуют никакой предварительной подготовки.

### **Библиографический список**

1. Рахман П.А., Шарипов М.И. Модель надежности двухузлового кластера приложений высокой готовности в системах управления предприятием // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. Т. 17. № 3. С. 85-102.

2. Рахман П.А., Шарипов М.И. Модели надежности каскадных дисковых массивов в системах управления предприятием // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. Т. 17. № 3.1. С. 155-168.

3. Рахман П.А. Модель надежности дисковых массивов RAID-5 с одинарной избыточностью // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 55-57.

4. Рахман П.А. Модель надежности дисковых массивов RAID-6 с двойной избыточностью // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 57-60.

5. Рахман П.А. Модель надежности каскадных дисковых массивов RAID-10 с чередованием и зеркалированием данных // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 60-63.
6. Рахман П.А. Модель надежности каскадных дисковых массивов RAID-01 с зеркалированием и чередованием данных // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 63-66.
7. Рахман П.А. Модель надежности дублированной системы обработки данных с независимыми узлами // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 66-68.
8. Рахман П.А. Модель надежности системы обработки данных с основным и резервным узлами // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 68-71.
9. Рахман П.А. Разработка методики повышения эффективности использования вычислительных ресурсов при применении технологии виртуальных машин: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Москва, 2005.
10. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Анализ коэффициента готовности двухуровневых магистральных сетей передачи данных // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 40-55.
11. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Модель надежности маршрутизации с двумя независимыми интернет-провайдерами // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 63-72.
12. Рахман П.А., Смирнова М.С. Марковские цепи гибели и размножения в моделях надежности технических систем // Reliability models in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 103-115.
13. Рахман П.А., Фролова Е.А. Специализированные модели системы хранения данных на базе избыточных дисковых массивов // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 77-86.
14. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Применение методов дискретной оптимизации для распределения серверных систем по компьютерам при применении технологий виртуализации // Innovations and research in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. St. Louis, Missouri, USA, 2015. С. 74-82.
15. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Применение комбинаторного анализа в булевом пространстве для оценки объема перебора при решении задач псевдодулевой оптимизации // Innovations and research in engineering and

technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. St. Louis, Missouri, USA, 2015. С. 94-108.

16. Тушавин В.А. Робастный подход к оценке комплексного показателя качества ИТ-услуг // Системы управления и информационные технологии. 2014. Т. 58. № 4. С. 92-95.

17. Кочетков С.В., Семенова Е.Г., Смирнова М.С., Фарафонов В.Г. Моделирование состояния инновационного производства // Вопросы радиоэлектроники. 2015. № 1 (1). С. 60-64.

18. Назаревич С.А. Методика оценки технического уровня новшества // Стандарты и качество. 2014. № 6 (924). С. 95

## **COMPUTING RESOURCES DISTRIBUTION TASK ON APPLICATION OF VIRTUAL MACHINE TECHNOLOGY**

На сегодняшний день технология виртуальных машин является одним из наиболее эффективных подходов к повышению загрузки вычислительных ресурсов корпоративной сети предприятия. Технология виртуальных машин позволяет на физическом компьютере под управлением некоторой, так называемой базовой операционной системы, обеспечивать работу виртуальных машин, на которых также как и на обычных реальных компьютерах могут функционировать логические серверы. Логический сервер – серверная операционная система со всеми работающими под ее управлением службами. При этом эта технология обеспечивает функционирование нескольких изолированных логических серверов на одном компьютере, обходя проблемы совместимости программного обеспечения, работающего на различных серверах.

Таким образом, при использовании технологии виртуальных машин серверный парк со слабой загрузкой ресурсов можно реорганизовать – перенести логические серверы на виртуальные платформы и распределить их на компьютеры в соответствии с некоторым вариантом распределения, что в конечном счете должно привести к уменьшению объема используемого оборудования и затрат на его поддержку. Однако, при применении технологии виртуальных машин неясно, каким образом перераспределять и объединять логические серверы среди компьютеров.

При этом необходимо оценивать требования логических серверов, технические характеристики компьютеров, после чего каким-то образом размещать логические серверы на компьютеры, чтобы добиться хорошей загрузки ресурсов используемого оборудования. Однако, эта проблема вполне решаема с помощью создания математической модели задачи поиска оптимального распределения логических серверов на физические компьютеры и поиска метода ее решения.

Для расчета распределения логических серверов по компьютерам была применена модель задачи поиска оптимального распределения логических серверов на компьютеры, и метод ее решения.

Рассмотрим решение данной задачи на конкретном примере.

Исходные данные для некоторого серверного парка

Число компьютеров  $NH = 15$ , число логических серверов  $NS = 15$ , число типов ресурсов  $NC = 3$ . Число дополнительных ограничений  $NX = 3$ . Базовые уровни ресурсов компьютеров, требования логических серверов и базовых ОС, а также ограничения-исключения приведены в таблицах 1-4.

Изначально в серверном парке на каждом компьютере работает один логический сервер. Цель задачи: требуется найти распределение серверов по компьютерам при применении технологии виртуальных машин, и оценить, сколько компьютеров может быть освобождено.

Таблица 1

Базовые уровни ресурсов компьютеров

	<b>H1</b>	<b>H2</b>	<b>H3</b>	<b>H4</b>	<b>H5</b>	<b>H6</b>	<b>H7</b>	<b>H8</b>
<b>Память, МВ</b>	512	256	256	512	1024	1024	384	640
<b>Диск, МВ</b>	20000	40000	30000	120000	120000	120000	60000	40000
<b>Процессор, МТОПС</b>	5200	5200	4500	4800	4300	3700	2200	2333
	<b>H9</b>	<b>H10</b>	<b>H11</b>	<b>H12</b>	<b>H13</b>	<b>H14</b>	<b>H15</b>	
<b>Память, МВ</b>	512	512	384	384	768	640	512	
<b>Диск, МВ</b>	80000	40000	25000	40000	50000	80000	120000	
<b>Процессор, МТОПС</b>	900	1200	2300	2300	3800	3800	4200	

Таблица 2

Требования логических серверов

	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>S6</b>	<b>S7</b>	<b>S8</b>
<b>Память, МВ</b>	100	120	150	200	350	600	220	200
<b>Диск, МВ</b>	9000	4500	2500	45000	32000	66000	20000	12000
<b>Процессор, МТОПС</b>	300	500	600	200	300	400	120	330
	<b>S9</b>	<b>S10</b>	<b>S11</b>	<b>S12</b>	<b>S13</b>	<b>S14</b>	<b>S15</b>	
<b>Память, МВ</b>	125	220	120	200	270	340	120	
<b>Диск, МВ</b>	35000	20000	10000	12000	22000	45000	90000	
<b>Процессор, МТОПС</b>	220	440	233	666	122	744	222	

Таблица 3

Требования базовой ОС

	<b>Базовая ОС</b>		<b>Маска</b>
<b>Память, МВ</b>	96		<b>Память, МВ</b>
<b>Диск, МВ</b>	2000		<b>Диск, МВ</b>
<b>Процессор, МТОПС</b>	10		<b>Процессор, МТОПС</b>

Таблица 4

Матрица дополнительных ограничений-исключений

	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>S6</b>	<b>S7</b>	<b>S8</b>	<b>S9</b>	<b>S10</b>	<b>S11</b>	<b>S12</b>	<b>S13</b>	<b>S14</b>	<b>S15</b>
<b>1</b>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
<b>2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
<b>3</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

**Решение.** В результате решения задачи с использованием специального математического метода на базе методов дискретной оптимизации, получаем следующее распределение логических серверов и загрузку ресурсов (таблица 5).

Таблица 5

Матрица распределения логических серверов по компьютерам

Матрица распределения				Матрица загрузки ресурсов		
				Память	Диск	Процессор
<b>H1</b>				0	0	0
<b>H2</b>				0	0	0
<b>H3</b>				0	0	0
<b>H4</b>	S10	S15		81,73%	93,22%	13,82%
<b>H5</b>	S2	S4	S6	99,14%	97,88%	25,64%
<b>H6</b>	S5	S7	S14	98,06%	82,20%	31,54%
<b>H7</b>				0	0	0
<b>H8</b>				0	0	0
<b>H9</b>				0	0	0
<b>H10</b>				0	0	0
<b>H11</b>	S1	S11		76,39%	82,61%	23,28%
<b>H12</b>	S3	S9		95,49%	98,68%	35,81%
<b>H13</b>	S8	S12	S13	99,70%	95,83%	29,50%
<b>H14</b>				0	0	0
<b>H15</b>				0	0	0

Из матрицы распределения видно, что задействовано 6 компьютеров: H<sub>4</sub>, H<sub>5</sub>, H<sub>6</sub>, H<sub>11</sub>, H<sub>12</sub>, H<sub>13</sub>, остальные 9 компьютеров освобождаются: H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>, H<sub>7</sub>, H<sub>8</sub>, H<sub>9</sub>, H<sub>10</sub>, H<sub>14</sub>, H<sub>15</sub>.

### Библиографический список

1. Рахман П.А., Шарипов М.И. Модель надежности двухузлового кластера приложений высокой готовности в системах управления предприятием // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. Т. 17. № 3. С. 85-102.
2. Рахман П.А., Шарипов М.И. Модели надежности каскадных дисковых массивов в системах управления предприятием // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. Т. 17. № 3.1. С. 155-168.
3. Рахман П.А. Модель надежности дисковых массивов RAID-5 с одинарной избыточностью // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 55-57.
4. Рахман П.А. Модель надежности дисковых массивов RAID-6 с двойной избыточностью // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 57-60.
5. Рахман П.А. Модель надежности каскадных дисковых массивов RAID-10 с чередованием и зеркалированием данных // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 60-63.

6. Рахман П.А. Модель надежности каскадных дисковых массивов RAID-01 с зеркалированием и чередованием данных // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 63-66.
7. Рахман П.А. Модель надежности дублированной системы обработки данных с независимыми узлами // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 66-68.
8. Рахман П.А. Модель надежности системы обработки данных с основным и резервным узлами // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 68-71.
9. Рахман П.А. Разработка методики повышения эффективности использования вычислительных ресурсов при применении технологии виртуальных машин: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Москва, 2005.
10. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Анализ коэффициента готовности двухуровневых магистральных сетей передачи данных // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 40-55.
11. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Модель надежности маршрутизации с двумя независимыми интернет-провайдерами // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 63-72.
12. Рахман П.А., Смирнова М.С. Марковские цепи гибели и размножения в моделях надежности технических систем // Reliability models in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 103-115.
13. Рахман П.А., Фролова Е.А. Специализированные модели системы хранения данных на базе избыточных дисковых массивов // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 77-86.
14. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Применение методов дискретной оптимизации для распределения серверных систем по компьютерам при применении технологий виртуализации // Innovations and research in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. St. Louis, Missouri, USA, 2015. С. 74-82.
15. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Применение комбинаторного анализа в булевом пространстве для оценки объема перебора при решении задач псевдобулевой оптимизации // Innovations and research in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. St. Louis, Missouri, USA, 2015. С. 94-108.
16. Назаревич С.А. Методика оценки технического уровня новшества // Стандарты и качество. 2014. № 6 (924). С. 95

## **QUALITY ASSESSMENT FOR SERVER PARK REORGANIZATION ON APPLICATION OF VIRTUAL MACHINE TECHNOLOGY**

В настоящее время технология виртуальных машин является одним из эффективных подходов к повышению загрузки вычислительных ресурсов сети предприятия. Технология виртуальных машин позволяет на физическом компьютере под управлением некоторой, так называемой базовой операционной системы, обеспечивать работу виртуальных машин, на которых также как и на обычных реальных компьютерах могут функционировать логические серверы. Логический сервер – серверная операционная система со всеми работающими под ее управлением службами. При этом эта технология обеспечивает функционирование нескольких изолированных логических серверов на одном компьютере, обходя проблемы совместимости программного обеспечения, работающего на различных серверах.

Для внедрения технологии виртуальных машин применяется двухэтапный алгоритм реорганизации серверного парка сети. На первом этапе осуществляется сбор информации, расчет распределения логических серверов по компьютерам и оценка целесообразности реорганизации.

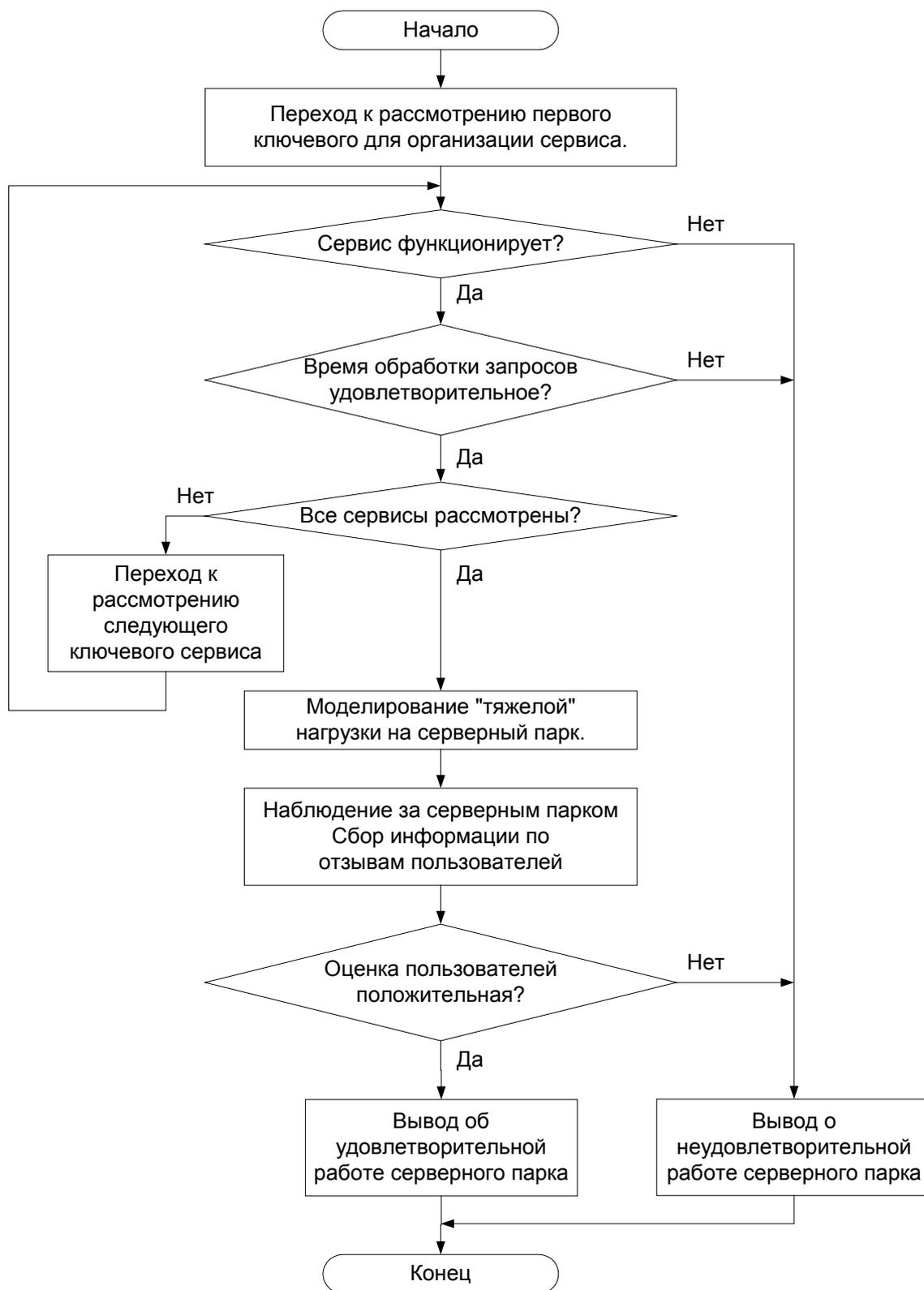
На втором этапе осуществляется фактическая реорганизация серверного парка сети предприятия. После завершения работ по первичной реорганизации либо после внесения очередных корректировок возникает необходимость в оценке качества функционирования серверного парка.

На сегодняшний день существует большое множество программных продуктов с различными требованиями к аппаратным средствам и особенностями в реализации и, разумеется, невозможно заранее предусмотреть абсолютно все возможные проблемные ситуации, которые могут возникнуть после реорганизации. Реальные проблемы будут проявляться после завершения работ по реорганизации, причем, вполне вероятно то, что найдутся такие проблемы, которые проявятся только через некоторое время. Соответственно, полноценная оценка качества функционирования в общем случае это не только рутинный, но и достаточно длительный процесс. Так или иначе, в данной ситуации и исполнителю и заказчику приходится искать компромисс между качеством оценки и требуемым временем для ее проведения, и в каждом конкретном случае оговариваются свои конкретные условия и сроки.

Что касается основных параметров, по которым можно судить о качестве функционирования, то, как правило, у исполнителя нет возможности вдаваться глубоко в особенности каждого программного продукта. Как правило, достаточно хотя бы выполнить следующий минимальный набор действий:

- В первом приближении выявить те ключевые для организации сервисы, которые после реорганизации по тем или иным причинам перестали функционировать вообще. На практике, такая ситуация крайне маловероятна, и может появиться только в том случае, если на первом этапе реорганизации были допущены грубые ошибки при первичном сборе информации по серверному парку.
- Выявить те сервисы, которые стали обрабатывать запросы с неудовлетворительным временем обслуживания (рост времени отклика до неприемлемого уровня). Такая ситуация вполне возможна, поскольку ключевой сервис может зависеть от множества конкретных сервисов конкретных логических серверов. Поскольку на физическом компьютере после реорганизации размещается уже не один логический сервер, а множество, то если какой-либо сервис какого-либо сервера периодически либо при некоторых обстоятельствах создает большую нагрузку на процессор компьютера, то, очевидно, что время отклика других сервисов других логических серверов в такие моменты окажется большим нежели, чем до реорганизации. Это, в свою очередь, приведет к росту времени обслуживания по конечному ключевому сервису. Однако, следует упомянуть то, что во введении было оговорено то, что методике нет смысла применять в случае, если на время отклика сервисов накладываются жесткие ограничения или какие-либо ресурсы постоянно используются с полной загрузкой (в данном случае процессор). Тем не менее, в алгоритме для первого этапа реорганизации присутствует блок оценки “ухудшенной” выгоды путем завышения требований логических серверов на случай возможных корректировок.
- По возможности следует в течение некоторого времени эксплуатировать серверный парк в режиме наблюдения для того, чтобы иметь возможность получения дополнительной оценки качества функционирования на основе отзывов пользователей организации заказчика. В данном случае полезно при участии пользователей и заказчика смоделировать некоторую “тяжелую” ситуацию, (например, отчетный период или что-то иное) когда на серверный парк создается максимальная нагрузка (максимально возможная на практике для данной конкретной организации).

С учетом всего вышесказанного, как один из вариантов детализации блока выявления негативных последствий после реорганизации серверного парка для второго этапа реорганизации можно привести алгоритм (рис. 1).



**Рис. 1.** Алгоритм по оценке качества функционирования серверного парка.

Таким образом, серверный парк со слабой загрузкой ресурсов может быть реорганизован, что в конечном счете должно привести к уменьшению объема используемого оборудования и затрат на его поддержку.

## Библиографический список

1. Рахман П.А., Шарипов М.И. Модель надежности двухузлового кластера приложений высокой готовности в системах управления предприятием // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. Т. 17. № 3. С. 85-102.
2. Рахман П.А., Шарипов М.И. Модели надежности каскадных дисковых массивов в системах управления предприятием // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. Т. 17. № 3.1. С. 155-168.
3. Рахман П.А. Модель надежности дисковых массивов RAID-5 с одинарной избыточностью // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 55-57.
4. Рахман П.А. Модель надежности дисковых массивов RAID-6 с двойной избыточностью // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 57-60.
5. Рахман П.А. Модель надежности каскадных дисковых массивов RAID-10 с чередованием и зеркалированием данных // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 60-63.
6. Рахман П.А. Модель надежности каскадных дисковых массивов RAID-01 с зеркалированием и чередованием данных // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 63-66.
7. Рахман П.А. Модель надежности дублированной системы обработки данных с независимыми узлами // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 66-68.
8. Рахман П.А. Модель надежности системы обработки данных с основным и резервным узлами // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 68-71.
9. Рахман П.А. Разработка методики повышения эффективности использования вычислительных ресурсов при применении технологии виртуальных машин: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Москва, 2005.
10. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Анализ коэффициента готовности двухуровневых магистральных сетей передачи данных // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 40-55.
11. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Модель надежности маршрутизации с двумя независимыми интернет-провайдерами // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 63-72.
12. Рахман П.А., Смирнова М.С. Марковские цепи гибели и размножения в моделях надежности технических систем // Reliability models in engineering and technical science-2015 Proceedings of the

International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 103-115.

13. Рахман П.А., Фролова Е.А. Специализированные модели системы хранения данных на базе избыточных дисковых массивов // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 77-86.

14. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Применение методов дискретной оптимизации для распределения серверных систем по компьютерам при применении технологий виртуализации // Innovations and research in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. St. Louis, Missouri, USA, 2015. С. 74-82.

15. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Применение комбинаторного анализа в булевом пространстве для оценки объема перебора при решении задач псевдобулевой оптимизации // Innovations and research in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. St. Louis, Missouri, USA, 2015. С. 94-108.

16. Кочетков С.В., Семенова Е.Г., Смирнова М.С., Фарафонов В.Г. Моделирование состояния инновационного производства // Вопросы радиоэлектроники. 2015. № 1 (1). С. 60-64.

## **PRACTICAL REALIZATION OF ROUTING WITH TWO INTERNET SERVICE PROVIDERS**

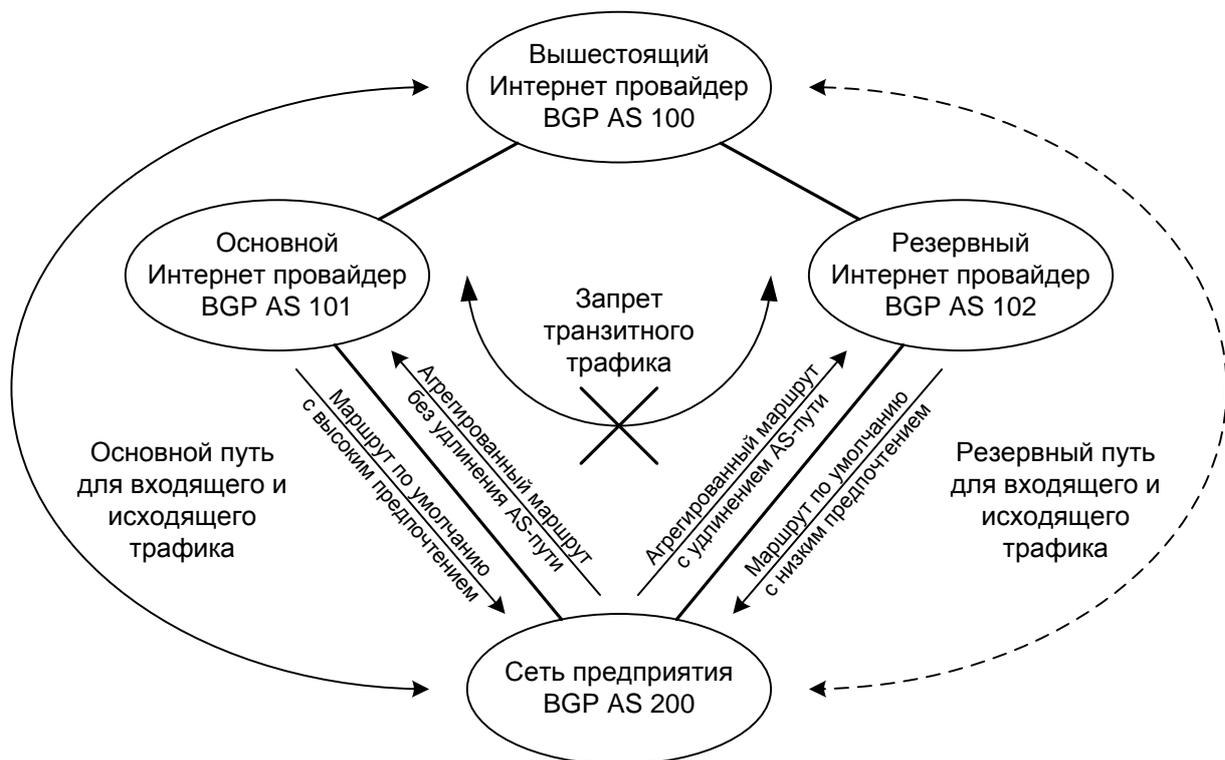
В современном мире основным протоколом маршрутизации в глобальной сети Интернет является протокол пограничного шлюза BGP (border gateway protocol), позволяющий реализовывать самые гибкие и сложные схемы маршрутизации между провайдерами, а также провайдерами и конечными потребителями ресурсов Интернет. С точки зрения протокола сети провайдеров и конечных потребителей рассматриваются как автономные системы AS (autonomous system), закрепленные за одним или несколькими юридическими лицами, и реализующие свою самостоятельную политику маршрутизации. Политики реализуются при помощи множества правил фильтрации входящей и исходящей маршрутной информации, выстраивания оптимальных путей для входящего и исходящего трафика и других механизмов протокола BGP. Также следует отметить, что конкретный производитель сетевого оборудования и программного обеспечения предоставляет свой пользовательский интерфейс и набор функциональных возможностей для конфигурирования протокола BGP, и они описываются в специальной литературе.

В рамках статьи мы на конкретном примере (рис. 1) кратко рассмотрим особенности реализации маршрутизации с двумя провайдерами по схеме основной/резервный провайдер с приоритетом для основного, при использовании протокола маршрутизации BGP.

При маршрутизации с двумя провайдерами предприятие, являющееся конечным потребителем, для маршрутизации по протоколу BGP должен иметь собственный зарегистрированный номер AS, с которым связаны соответствующие зарегистрированные реальные IP-сети предприятия, выданные одним из провайдеров.

В целях экономии объемов маршрутной информации обоим провайдерам крайне желательно передавать один агрегированный (суммарный) BGP-маршрут, отражающий все IP-сети предприятия. Аналогично, поскольку в каждый конкретный момент времени предприятие использует только один из провайдеров, то сети предприятия нет смысла получать все BGP-маршруты (их более полумиллиона) Интернета, и достаточно получать один единственный маршрут по умолчанию от каждого из провайдеров.

Поскольку предприятие является конечным потребителем и не выполняет функций провайдера, то должен быть запрещен транзит BGP-маршрутов и транзитный трафик.



**Рис. 1.** Схема маршрутизации с двумя провайдерами

Для обеспечения корректной схемы отказоустойчивой BGP-маршрутизации с одним основным и с другим резервным провайдером, крайне важно добиваться совпадения путей входящего и исходящего трафика, как при работе с основным, так и при работе с резервным провайдером. Одним из известных методов влияния на исходящий путь является задание различных уровней предпочтения в сети предприятия (local preference) для BGP-маршрутов, получаемых от провайдеров. Для маршрута, получаемого от основного провайдера, следует задать более высокий уровень предпочтения.

Что же касается, метода влияния на входящий путь, то здесь можно применить технологию удлинения AS-пути для агрегированного BGP-маршрута предприятия, передаваемого резервному провайдеру, и тем самым вынудить других провайдеров Интернет выбирать более короткий путь до сети предприятия, лежащий через основного провайдера. Таким образом, обеспечивается отказоустойчивая маршрутизация по схеме основной/резервный провайдер при использовании протокола BGP.

## Библиографический список

1. Рахман П.А., Шарипов М.И. Модель надежности двухузлового кластера приложений высокой готовности в системах управления предприятием // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. Т. 17. № 3. С. 85-102.
2. Рахман П.А., Шарипов М.И. Модели надежности каскадных дисковых массивов в системах управления предприятием // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. Т. 17. № 3.1. С. 155-168.
3. Рахман П.А. Модель надежности дисковых массивов RAID-5 с одинарной избыточностью // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 55-57.
4. Рахман П.А. Модель надежности дисковых массивов RAID-6 с двойной избыточностью // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 57-60.
5. Рахман П.А. Модель надежности каскадных дисковых массивов RAID-10 с чередованием и зеркалированием данных // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 60-63.
6. Рахман П.А. Модель надежности каскадных дисковых массивов RAID-01 с зеркалированием и чередованием данных // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 63-66.
7. Рахман П.А. Модель надежности дублированной системы обработки данных с независимыми узлами // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 66-68.
8. Рахман П.А. Модель надежности системы обработки данных с основным и резервным узлами // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 68-71.
9. Рахман П.А. Разработка методики повышения эффективности использования вычислительных ресурсов при применении технологии виртуальных машин: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Москва, 2005.
10. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Анализ коэффициента готовности двухуровневых магистральных сетей передачи данных // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 40-55.
11. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Модель надежности маршрутизации с двумя независимыми интернет-провайдерами // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 63-72.
12. Рахман П.А., Смирнова М.С. Марковские цепи гибели и размножения в моделях надежности технических систем // Reliability models in engineering and technical science-2015 Proceedings of the

International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 103-115.

13. Рахман П.А., Фролова Е.А. Специализированные модели системы хранения данных на базе избыточных дисковых массивов // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 77-86.

14. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Применение методов дискретной оптимизации для распределения серверных систем по компьютерам при применении технологий виртуализации // Innovations and research in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. St. Louis, Missouri, USA, 2015. С. 74-82.

15. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Применение комбинаторного анализа в булевом пространстве для оценки объема перебора при решении задач псевдодулевой оптимизации // Innovations and research in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. St. Louis, Missouri, USA, 2015. С. 94-108.

16. Galkina A.I., Bobkova E.Yu., Burnasheva E.A., Grishan A.I., Komarova M.V. Statistics of Productivity and Effectiveness of Experimental Support of the Educational System (For Scientists and Education Experts // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. Т. 6. № 3S3. С. 62-70.

17. Galkina A.I., Bobkova E.Yu., Burnasheva E.A., Grishan A.I., Komarova M.V. Statistics of Productivity and Effectiveness of Experimental Support of the Educational System (For Scientists and Education Experts // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. Т. 6. № 3S3. С. 62-70.

18. Галкина А.И., Сошникова Е.А., Бобкова Е.Ю., Гришан И.А. Статистика результативности и эффективности научного обеспечения системы образования // Информатизация образования и науки. 2014. № 4 (24). С. 177-190.

19. Галкина А.И., Бобкова Е.Ю., Бурнашева Е.А., Гришан И.А., Комарова М.В. О результатах интеллектуальной деятельности (рид) на основе широкого использования информационных и коммуникационных технологий (на примере материалов ОФЭРНИО ЗА 2014 год) // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. 2015. Т. 1. № 1 (68). С. 43

20. Кочетков С.В., Семенова Е.Г., Смирнова М.С., Фарафонов В.Г. Моделирование состояния инновационного производства // Вопросы радиоэлектроники. 2015. № 1 (1). С. 60-64.

## AVAILABILITY OF TWO-LAYER LOCAL AREA NETWORK

В настоящее время наблюдается бурное развитие информационных технологий и их внедрение в самые различные сферы деятельности человека. Сети передачи данных стали неотъемлемой частью жизни людей, без которой практически немислим информационный обмен. В такой ситуации анализ технических характеристик существующих сетей передачи данных и проектирование новых сетей с учетом заданных характеристик остается одной из актуальных задач в области информационных технологий.

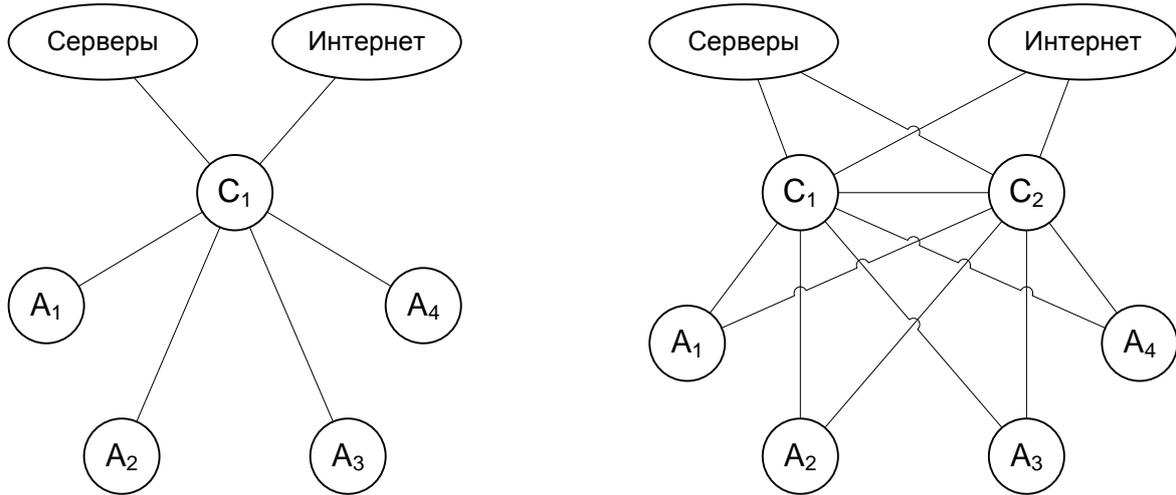
Помимо таких технических характеристик компьютерных сетей, как: производительность, время задержки, безопасность, масштабируемость, крайне важными характеристиками являются комплексные показатели надежности: коэффициент готовности и среднее время недоступности.

От показателей надежности напрямую зависит доступность информационных сервисов для пользователей. Кроме того, от надежности сети косвенно также зависят производительность и латентность сети, поскольку возникновение сбоев и отказов в сети ведет к необходимости повторной передачи блоков данных, а это в итоге ведет к увеличению задержек при передаче и уменьшению объемов передаваемых данных в единицу времени. Наконец, от надежности сети также косвенно зависит безопасность функционирования систем управления какими-либо объектами, в которых несвоевременная реакция (из-за отказов и сбоев в сети передачи данных) системы управления на какие-либо критические изменения в объекте управления могут привести к серьезным последствиям. В такой ситуации анализ показателей надежности сетей передачи данных является особенно актуальной проблемой.

**Модель надежности двухуровневой сети.** Сеть содержит  $r \geq 1$  коммутаторов ядра (Core) и  $k \geq 1$  коммутаторов доступа (Access). Серверы локальной сети и Интернет доступны через каждый коммутатор ядра. Коммутаторы ядра связаны между собой каждый с каждым. Коммутаторы доступа между собой не связаны, но они связаны с каждым коммутатором ядра.

Отказ любого коммутатора доступа, также как и нарушение связи любого коммутатора доступа с серверами или сетью Интернет, считается отказом всей сети целом. Коммутаторы ядра имеют интенсивность отказов  $\lambda_C$  и восстановления  $\mu_C$ , коммутаторы доступа имеют интенсивность отказов  $\lambda_A$  и восстановления  $\mu_A$ .

В двухуровневой сети (примеры на рис. 1) можно выделить две независимые группы объектов – группа коммутаторов ядра и группа коммутаторов доступа.



**Рис. 1.** Двухуровневая локальная сеть с одним (слева) и с двумя (справа) коммутаторами ядра и с 4 коммутаторами уровня доступа.

Что касается группы коммутаторов ядра, то поскольку каждый из них связан с каждым из коммутаторов доступа и каждый связан с серверами и Интернет, то сеть считается работоспособной при первом условии, что хотя бы один коммутатор в группе коммутаторов ядра работоспособен. Вероятность этого равна сумме вероятностей от нулевого состояния до предпоследнего состояния в марковской модели надежности группы из  $r$  объектов:

$$P_{core}(t) = \sum_{i=0}^{r-1} P_i(t) = 1 - P_r(t) = 1 - \frac{\rho_C^r}{(1 + \rho_C)^r} (1 - e^{-\alpha_C t})^r;$$

$$\rho_C = \lambda_C / \mu_C; \quad \alpha_C = \lambda_C + \mu_C.$$

Поскольку отказ любого коммутатора доступа считается отказом всей сети в целом, то очевидно, сеть считается работоспособной при втором условии, что все  $k$  коммутаторов в группе коммутаторов доступа работоспособны. Вероятность этого равна вероятности нулевого состояния в марковской модели надежности группы из  $k$  объектов:

$$P_{access}(t) = P_0(t) = \frac{1}{(1 + \rho_A)^k} (1 + \rho_A e^{-\alpha_A t})^k;$$

$$\rho_A = \lambda_A / \mu_A; \quad \alpha_A = \lambda_A + \mu_A.$$

Объединим оба условия работоспособности сети, перемножив их вероятности, и получим окончательную формулу для вероятности работоспособности двухуровневой сети в целом:

$$P_{net}(t) = \left( 1 - \left( \frac{\rho_C}{1 + \rho_C} (1 - e^{-\alpha_C t}) \right)^r \right) \left( \frac{1 + \rho_A e^{-\alpha_A t}}{1 + \rho_A} \right)^k.$$

Тогда стационарный коэффициент готовности двухуровневой сети:

$$K_{net} = \lim_{t \rightarrow \infty} P_{net}(t) = \frac{(1 + \rho_C)^r - \rho_C^r}{(1 + \rho_C)^r (1 + \rho_A)^k}. \quad (1)$$

### Пример расчета коэффициента готовности двухуровневой сети.

Пусть имеется двухуровневая сеть из  $k = 6$  коммутаторов доступа и  $r = 1$  коммутатора ядра. С целью повышения отказоустойчивости сети был внедрен второй коммутатор ядра ( $r = 2$ ). Интенсивность отказов коммутатора ядра  $\lambda_C = 1/8760 \text{ ч}^{-1}$  (в среднем коммутатор отказывает раз в год), а интенсивность восстановления  $\mu_C = 1/24 \text{ ч}^{-1}$  (в среднем восстановление коммутатора занимает одни сутки). Интенсивность отказов коммутатора доступа  $\lambda_A = 1/8760 \text{ ч}^{-1}$  (в среднем коммутатор отказывает раз в год), а интенсивность восстановления  $\mu_A = 1 \text{ ч}^{-1}$  (в среднем восстановление коммутатора занимает один час). Необходимо оценить коэффициент готовности сети до и после ее модернизации.

Решение. Имеем  $\rho_C = \lambda_C / \mu_C = 1/365$  и  $\rho_A = \lambda_A / \mu_A = 1/8760$ . Тогда коэффициент готовности до модернизации сети ( $r = 1, k = 6$ ):

$$K_{net} = \frac{(1 + \rho_C)^1 - \rho_C^1}{(1 + \rho_C)^1 (1 + \rho_A)^6} = \frac{1}{(1 + 1/365)^1 (1 + 1/8760)^6} \approx 0,996585.$$

А после модернизации сети ( $r = 2, k = 6$ ):

$$K_{net} = \frac{(1 + \rho_C)^2 - \rho_C^2}{(1 + \rho_C)^2 (1 + \rho_A)^6} = \frac{1 + 2/365}{(1 + 1/365)^2 (1 + 1/8760)^6} \approx 0,999308.$$

На первый взгляд прирост коэффициента готовности сети незначителен, но если оценить среднее количество часов недоступности сети в год (8760 ч) по формуле  $8760(1 - K_{net})$ , то до модернизации имеем около 30 часов недоступности в год, а после – около 6 часов в год.

### Библиографический список

1. Рахман П.А., Шарипов М.И. Модель надежности двухузлового кластера приложений высокой готовности в системах управления предприятием // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. Т. 17. № 3. С. 85-102.
2. Рахман П.А., Шарипов М.И. Модели надежности каскадных дисковых массивов в системах управления предприятием // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. Т. 17. № 3.1. С. 155-168.
3. Рахман П.А. Модель надежности дисковых массивов RAID-5 с одинарной избыточностью // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 55-57.

4. Рахман П.А. Модель надежности дисковых массивов RAID-6 с двойной избыточностью // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 57-60.

5. Рахман П.А. Модель надежности каскадных дисковых массивов RAID-10 с чередованием и зеркалированием данных // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 60-63.

6. Рахман П.А. Модель надежности каскадных дисковых массивов RAID-01 с зеркалированием и чередованием данных // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 63-66.

7. Рахман П.А. Модель надежности дублированной системы обработки данных с независимыми узлами // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 66-68.

8. Рахман П.А. Модель надежности системы обработки данных с основным и резервным узлами // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 68-71.

9. Рахман П.А. Разработка методики повышения эффективности использования вычислительных ресурсов при применении технологии виртуальных машин: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Москва, 2005.

10. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Анализ коэффициента готовности двухуровневых магистральных сетей передачи данных // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 40-55.

11. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Модель надежности маршрутизации с двумя независимыми интернет-провайдерами // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 63-72.

12. Рахман П.А., Смирнова М.С. Марковские цепи гибели и размножения в моделях надежности технических систем // Reliability models in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 103-115.

13. Рахман П.А., Фролова Е.А. Специализированные модели системы хранения данных на базе избыточных дисковых массивов // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 77-86.

14. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Применение методов дискретной оптимизации для распределения серверных систем по компьютерам при применении технологий виртуализации // Innovations and research in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. St. Louis, Missouri, USA, 2015. С. 74-82.

15. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Применение комбинаторного анализа в булевом пространстве для оценки объема перебора при решении задач псевдодулевой оптимизации // Innovations and research in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. St. Louis, Missouri, USA, 2015. С. 94-108.

16. Тушавин В.А. Производственная система как интегрированная система менеджмента качества: роль информационных технологий // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2014. № 12. С. 54-59.

17. Тушавин В.А. Статистическая оценка входных параметров процессов технической поддержки и управления инцидентами // Техника и технология. 2011. № 4. С. 44-48.

18. Добряков А.А., Милова В.М., Семенова Е.Г. Особенности применения теории нечетких множеств в задачах управления сложными системами // Вопросы радиоэлектроники. 2010. Т. 1. № 2. С. 179-187.

19. Кочетков С.В., Семенова Е.Г., Смирнова М.С., Фарафонов В.Г. Моделирование состояния инновационного производства // Вопросы радиоэлектроники. 2015. № 1 (1). С. 60-64.

20. Назаревич С.А. Методика оценки технического уровня новшества // Стандарты и качество. 2014. № 6 (924). С. 95.

## **RELIABILITY MODEL FOR ROUTING WITH SINGLE INTERNET SERVICE PROVIDER**

В последние три десятилетия наблюдается бурное развитие информационных технологий и их внедрение в самые различные сферы деятельности человека, и сети передачи данных стали неотъемлемой частью жизни людей, без которой немислим информационный обмен. Особое место в современном мире занимает глобальная сеть Интернет, которая стала ключевой частью повседневной жизни людей и работы подавляющего большинства предприятий.

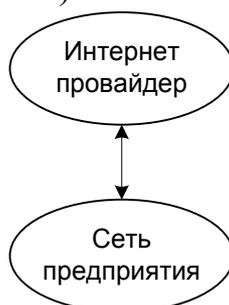
Помимо таких технических характеристик локальных сетей предприятия, как: производительность, латентность, масштабируемость, степень прозрачности для конечных пользователей, также крайне важными характеристиками являются комплексные показатели надежности, в частности, коэффициент готовности. От показателей надежности зависит доступность информационных ресурсов и сервисов для пользователей, а это косвенно также определяет безопасность и эффективность бизнес-процессов предприятия.

Особое место в такой ситуации занимает доступность ресурсов Интернет, и специалисты современных предприятий внедряют различные отказоустойчивые схемы маршрутизации сети с несколькими Интернет-провайдерами, в частности с двумя. В такой ситуации анализ коэффициента готовности (доступности) ресурсов Интернет для конкретного предприятия является достаточно актуальной задачей.

Следует отметить, что в отечественной литературе по теории надежности достаточно глубоко рассматриваются теоретические аспекты, однако, примеры и задачи, приводимые в них, как правило, очень далеки от технологий и средств, используемых в схемах отказоустойчивой маршрутизации в Интернет. В такой ситуации возникает глубокий научный и академический «пробел» между теоретическими моделями и современными информационными технологиями. В конечном итоге это приводит либо к фактическому игнорированию теоретических аспектов надежности современными специалистами по проектированию и эксплуатации локальных сетей предприятий, вынуждая их в основном полагаться на практический опыт и интуицию, либо к применению слишком упрощенных расчетных формул, дающих значительно завышенные значения коэффициента готовности.

В последние годы специалистами в области надежности сетей передачи данных был проведен ряд исследований в области надежности современных систем хранения, передачи и обработки данных. С учетом практического опыта внедрения отказоустойчивой маршрутизации в сетях предприятий была поставлена научная задача разработки математической модели и выведения аналитической формулы для расчета коэффициента готовности отказоустойчивой маршрутизации с двумя провайдерами. Особый упор был сделан на выведение аналитической формулы так, чтобы она легко могла применяться специалистами, не требуя специальных знаний в области математики, математического моделирования или математического программного обеспечения.

При маршрутизации с одним провайдером, доступность ресурсов Интернета для сети предприятия целиком зависит от работоспособности единственного провайдера (рис. 1).



**Рис. 1.** Маршрутизация с одним провайдером

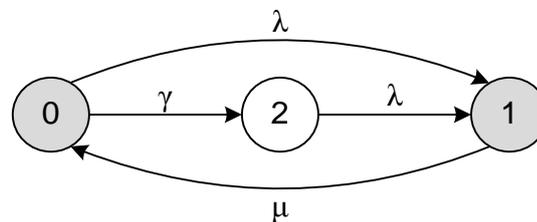
С точки зрения модели надежности провайдера упрощенно можно рассматривать как восстанавливаемый элемент: он может отказывать с некоторой интенсивностью  $\lambda$  и восстанавливаться с некоторой интенсивностью  $\mu$ . Однако, в такой модели не учитывается крайне важный момент – в реальных сетях передачи данных при отказах коммутационного оборудования или каналов связи переключение на другие, если таковые имеются, происходит не сразу, и требуется определенное время конвергенции протоколов и таблиц коммутации. Аналогично, при восстановлении коммутационного оборудования или каналов связи, также требуется время конвергенции, если они назначены в качестве основных (приоритетных) или являются единственными доступными.

Тогда с учетом вышесказанного введем понятие **активации** – процедуры перехода работоспособного провайдера из **пассивного** (незадействованного) состояния с точки зрения сети конкретного предприятия в **активное** (задействованное) состояние. Соответственно, также введем дополнительный параметр для модели надежности – **интенсивность активации** и будем его обозначать символом  $\gamma$ .

Следует особо отметить, что понятие «активный» недопустимо путать с понятием из теории надежности «нагруженный». К провайдеру

обычно подключено множество потребителей услуг Интернет, он может быть нагруженным в целом, но при этом пассивным с точки зрения сети конкретного предприятия. По этой же причине мы упрощенно будем считать, что интенсивность отказов работоспособного провайдера не зависит от того, является ли он активным или пассивным с точки зрения сети конкретного предприятия.

Тогда с учетом всего сказанного можно рассмотреть следующую упрощенную модель (рис. 2) надежности маршрутизации с одним провайдером, используя марковскую модель с тремя состояниями: 0 – провайдер работоспособен и пассивен с точки зрения сети конкретного предприятия, 1 – неработоспособен, 2 – работоспособен и активен. Провайдер из работоспособного активного или пассивного состояния отказывается и переходит в неработоспособное состояние с интенсивностью  $\lambda$ , восстанавливается и переходит в работоспособное пассивное состояние с интенсивностью  $\mu$ , и, наконец, с интенсивностью  $\gamma$  переходит из пассивного работоспособного состояния в активное состояние, в котором пользователям сети конкретного предприятия фактически уже доступны ресурсы Интернет.



**Рис. 2.** Модель надежности маршрутизации с одним провайдером

Математическая модель (система уравнений Колмогорова–Чепмена):

$$\left\{ \begin{array}{l} P_0(0) = 1; \quad P_1(0) = 0; \quad P_2(0) = 0; \\ P_0(t) + P_1(t) + P_2(t) = 1; \\ \frac{dP_0(t)}{dt} = -(\lambda + \gamma)P_0(t) + \mu P_1(t); \\ \frac{dP_1(t)}{dt} = \lambda P_0(t) - \mu P_1(t) + \lambda P_2(t); \\ \frac{dP_2(t)}{dt} = \gamma P_0(t) - \lambda P_2(t). \end{array} \right.$$

Решая систему, получаем функции вероятностей для всех состояний:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_0(t) = \frac{\mu\lambda}{(\lambda + \mu)(\lambda + \gamma)} \left( 1 + \frac{\gamma}{\lambda} e^{-(\lambda + \gamma)t} \right) + \frac{\mu\lambda}{(\lambda + \mu)(\mu - \gamma)} \left( e^{-(\lambda + \mu)t} - \frac{\gamma}{\mu} e^{-(\lambda + \gamma)t} \right); \\ P_1(t) = \frac{\lambda(1 - e^{-(\lambda + \mu)t})}{(\lambda + \mu)}; \\ P_2(t) = \frac{\mu\gamma(1 - e^{-(\lambda + \gamma)t})}{(\lambda + \mu)(\lambda + \gamma)} - \frac{\lambda\gamma(e^{-(\lambda + \mu)t} - e^{-(\lambda + \gamma)t})}{(\lambda + \mu)(\mu - \gamma)}. \end{array} \right.$$

Соответственно, стационарный коэффициент готовности, с учетом того, что нас интересует работоспособное активное состояние:

$$K_{\text{net}} = P_2(\infty) = \frac{\mu\gamma}{(\lambda + \mu)(\lambda + \gamma)}. \quad (1)$$

*Предельный случай 1.* При  $\gamma = 0$  коэффициент готовности  $K_{ISP} = 0$ .

*Предельный случай 2.* При  $\gamma \rightarrow \infty$  коэффициент готовности

$$K_{\text{net}} = \frac{\mu}{(\lambda + \mu)}. \quad (2)$$

*Пример.* Предприятие подключено к единственному провайдеру. Интенсивность отказов  $\lambda = 1/1440$  (отказы в среднем раз в два месяца), интенсивность восстановления  $\mu = 1$  (восстановление в среднем в течение одного часа) и интенсивность активации  $\gamma = 20$  (активация в среднем в течение трех минут). Рассчитать коэффициент готовности.

*Решение.* По формуле 1 имеем  $K_{\text{net}} \approx 0,999271$ . Заметим, что если бы мы проигнорировали время, требуемое на активацию, приняв  $\gamma \rightarrow \infty$ , то по формуле 2 мы получили завышенное значение коэффициента готовности  $K_{\text{net}} \approx 0,999306$ .

### Библиографический список

1. Рахман П.А., Шарипов М.И. Модель надежности двухузлового кластера приложений высокой готовности в системах управления предприятием // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. Т. 17. № 3. С. 85-102.

2. Рахман П.А., Шарипов М.И. Модели надежности каскадных дисковых массивов в системах управления предприятием // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. Т. 17. № 3.1. С. 155-168.

3. Рахман П.А. Модель надежности дисковых массивов RAID-5 с одинарной избыточностью // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 55-57.

4. Рахман П.А. Модель надежности дисковых массивов RAID-6 с двойной избыточностью // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 57-60.

5. Рахман П.А. Модель надежности каскадных дисковых массивов RAID-10 с чередованием и зеркалированием данных // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 60-63.
6. Рахман П.А. Модель надежности каскадных дисковых массивов RAID-01 с зеркалированием и чередованием данных // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 63-66.
7. Рахман П.А. Модель надежности дублированной системы обработки данных с независимыми узлами // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 66-68.
8. Рахман П.А. Модель надежности системы обработки данных с основным и резервным узлами // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8-1. С. 68-71.
9. Рахман П.А. Разработка методики повышения эффективности использования вычислительных ресурсов при применении технологии виртуальных машин: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Москва, 2005.
10. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Анализ коэффициента готовности двухуровневых магистральных сетей передачи данных // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 40-55.
11. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Модель надежности маршрутизации с двумя независимыми интернет-провайдерами // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 63-72.
12. Рахман П.А., Смирнова М.С. Марковские цепи гибели и размножения в моделях надежности технических систем // Reliability models in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 103-115.
13. Рахман П.А., Фролова Е.А. Специализированные модели системы хранения данных на базе избыточных дисковых массивов // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 77-86.
14. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Применение методов дискретной оптимизации для распределения серверных систем по компьютерам при применении технологий виртуализации // Innovations and research in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. St. Louis, Missouri, USA, 2015. С. 74-82.
15. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Применение комбинаторного анализа в булевом пространстве для оценки объема перебора при решении задач псевдодобулевой оптимизации // Innovations and research in engineering and

technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. St. Louis, Missouri, USA, 2015. С. 94-108.

16. Galkina A.I., Bobkova E.Yu., Burnasheva E.A., Grishan A.I., Komarova M.V. Statistics of Productivity and Effectiveness of Experimental Support of the Educational System (For Scientists and Education Experts // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. Т. 6. № 3S3. С. 62-70.

17. Galkina A.I., Bobkova E.Yu., Burnasheva E.A., Grishan A.I., Komarova M.V. Statistics of Productivity and Effectiveness of Experimental Support of the Educational System (For Scientists and Education Experts // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. Т. 6. № 3S3. С. 62-70.

18. Галкина А.И., Сошникова Е.А., Бобкова Е.Ю., Гришан И.А. Статистика результативности и эффективности научного обеспечения системы образования // Информатизация образования и науки. 2014. № 4 (24). С. 177-190.

19. Галкина А.И., Бобкова Е.Ю., Бурнашева Е.А., Гришан И.А., Комарова М.В. О результатах интеллектуальной деятельности (рид) на основе широкого использования информационных и коммуникационных технологий (на примере материалов ОФЭРНИО ЗА 2014 год) // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. 2015. Т. 1. № 1 (68). С. 43

20. Тушавин В.А. Робастный подход к оценке комплексного показателя качества ит-услуг // Системы управления и информационные технологии. 2014. Т. 58. № 4. С. 92-95.

Isakova S.V.  
Samara, Russia

Samara Institute of the Plekhanov Russian University of Economics

## **STAGES OF FORMATION AND FUNCTIONING OF MARKETING INFORMATION SYSTEMS**

Функционирование маркетинговых информационных систем (МИС) предполагает объединение ресурсов и технологии для предоставления информации для принятия управленческих решений с заданными свойствами. Для достижения поставленной цели функционирования системы должны быть решены следующие задачи:

1. Определен круг пользователей информации.

2. Определены информационные потребности пользователей информации, т. е. тот круг проблем, для решения которых необходима информация.

3. Отобраны источники информации.

4. Определена структура баз данных и основные процессы ее функционирования.

5. Определен порядок предоставления информации.

Основные требования к маркетинговой информационной системе можно сформулировать следующим образом: связь с существующей учетной системой, анализ работы как с существующими (имеющимися в учетной системе), так и с потенциальными клиентами (еще не совершившими покупку); комплексное решение аналитических задач, которые возникают в службах маркетинга и продаж: анализ собственных продаж, организация, планирование и оценка эффективности работы с клиентами, оценка влияния непрямого воздействия на рынок (реклама, promotion акции); возможность разграничения прав доступа, как на уровне функций программы, так и на уровне отдельных клиентов и их групп; возможность произвольной группировки продуктов, клиентов, менеджеров и ведения аналитики продаж в различных разрезах.

Кроме того, маркетинговая информационная система должна позволять:

- быстро и рационально обрабатывать информацию; фильтровать и уплотнять информацию; направлять информацию в нужном объеме, в нужный пункт и в нужное время; четко определять источники информации и права пользователей на каждом уровне.

Проведенный анализ показал, что основные этапы эволюции развития маркетинговой информационной системы могут быть выявлены на основе выделения двух классификационных признаков: горизонт планирования деятельности маркетинговой информационной системы

(оперативный, стратегический); задачи, стоящие перед предприятием (традиционные).

Использование данных признаков позволяет выявить четыре основных

этапа эволюции становления и функционирования маркетинговых информационных систем. Рассмотрим данные этапы более подробно. Ранее] были выделены семь основных этапов проектирования компьютерной маркетинговой информационной системы: определение необходимых отчетов, необходимых для принятия решений менеджерами различных уровней. На этом этапе каждый из будущих пользователей формирует собственные информационные запросы к системе (какую информацию, в каком формате и с какой частотой он (она) хотели бы получить). Формы отчетов необходимо утвердить; выбор программной среды и формирование базовых отчетов в электронном виде; определение основных потоков входящей информации (что должно вводиться в программу) и алгоритмов их первичной обработки. На этом этапе определяется, какая исходная информация необходима для получения затребованных отчетов (все этапы, очевидно, будут носить итерационный характер. Например, может оказаться, что затребованная тем или иным менеджером информация просто не может быть получена. В этом случае необходимо пере формулирование запроса); определение необходимых источников информации и методов ее получения (например, маркетинговые исследования с отчетом в заданном формате, данные мониторинга цен конкурентов, фиксация обращений клиентов). В случае наличия запросов к учетной системе (внутреннюю маркетинговую информацию (объемы продаж, цены реализации, клиенты, менеджеры) лучше брать из учетной системы предприятия) необходимо продумать схему конвертации данных (из каких полей учетной системы брать данные и куда их заносить; как гибко реагировать на изменение учетной системы

или учетной политики). создание эскизных отчетов и согласование их с пользователями; окончательное формирование технического задания на разработку (доработку) программного обеспечения; утверждение технологий получения маркетинговой информации, определение сроков, бюджетов и ответственных за получение информации.

На первой стадии осуществляется предпроектное обследование и заканчивается она разработкой и утверждением технико-экономического обоснования и технического задания.

В процессе обследования изучается объект проектирования, выявляются присущие ему функционально-организационные и информационные особенности, технология управления объектом, внешние и-внутренние системные связи. Для этого проводятся работы по сбору материала и их анализу. Под сбором материала понимается получение и фиксация в документах обследования всех необходимых сведений для разработки проекта. Применяются разнообразные способы сбора материалов, которые позволяют снижать трудоемкость и повышать качество выполнения работ. Часто используются такие способы, как личное наблюдение, опрос исполнителей на рабочих местах, беседа, консультация, фотография рабочего дня для исполнителей и др.

Обследование ведется системно и ему подлежат: организационная структура объекта, штаты, функции исполнителей, содержание их работ, формы первичных и выходных документов, документооборот, порядок формирования показателей и их связи, условно-постоянная информация, классификаторы и коды, используемые технические средства и технология решения на них задач. Материалы обследования обрабатываются и анализируются для получения выводов о фактическом состоянии дел. Собранные данные группируются по различным направлениям, например, по месту возникновения информации и формам документов, объемам, срокам обработки, возможности хранения и многократного использования.

В технико-экономическое обоснование включаются документально оформленные исходные положения и обоснование цели создания или совершенствования информационной системы, ее характеристики, предложения по выделению соответствующих комплексов задач, рекомендации по выбору технических средств, перечень организационно-технических мероприятий по созданию системы, направления совершенствования хозяйственного механизма, выводы и предложения.

Техническое задание содержит: общие положения, характеризующие объект как систему; основные требования к системе; перечень используемых для разработки системы материалов; рекомендации по организации работ и составу исполнителей на каждой стадии разработки информационной системы; укрупненный расчет экономической эффективности и научно-технического уровня системы; основные положения по созданию информационного, технического и программно-технологического комплексов.

Проектная стадия связана с разработкой проектных решений по всем аспектам функционирования информационной системы, с созданием проектной документации - технического и рабочего проектов. При разработке технического проекта за основу берется техническое задание. В технический проект, как правило, входят: пояснительная записка; описание организационной структуры управления вновь создаваемой системы; решения по комплексу технических средств; описание постановок задач; описание организации информационного обеспечения; описание технологии решения функциональных задач; формулировка требований к программному обеспечению; расчет экономической эффективности информационной системы.

Большое значение имеет проектирование отдельных задач и их комплексов. Необходимость автоматизации отдельных функций, методы алгоритмизации, формализованное описание, состав и возможности

использования информационного, математического, программного и других видов обеспечения, квалификация проектировщиков и пользователей, занимающихся разработкой, - все это оказывает существенное влияние на методику и машинную технологию решения задач. Проектная документация по компьютерному решению функциональных задач включает следующие разделы: экономико-организационная сущность задачи (ее общая характеристика и взаимосвязь с другими функциональными задачами, периодичность решения, источники информации и ее потребители, факторы, которые должны обеспечить экономическую эффективность внедрения новых информационных технологий); структура и состав входной и выходной информации; формализованное описание входной и выходной информации; описание постоянной информации; алгоритм и программный продукт, реализующий решение задачи.

Рабочий проект разрабатывается в соответствии с утвержденным заказчиком техническим проектом. К началу рабочего проектирования на объекте в основном должны быть завершены работы по подготовке и эксплуатации комплекса технических средств, проведены организационно-технические мероприятия в подразделениях, принимающих участие в эксплуатации информационной системы, созданы необходимые условия для ее внедрения. На этапе рабочего проектирования производится детализация решений технического проекта. Структура рабочего проекта соответствует структуре технического проекта. Рабочий проект содержит инструкционные материалы: документацию по информационному обеспечению (классификаторы, формы документов и т.д.); рабочую документацию на технические и программные средства (руководство для программистов, операторов, описание контрольных примеров и т. д.); - технологические и должностные инструкции; -перечень мероприятий по подготовке объекта к внедрению; уточненный расчет экономической

эффективности внедрения информационной системы. Основными работами на данном этапе являются апробация проектных решений, их корректировка, выбор и комплектация пакетов прикладных программ и создание программных средств, составление необходимых инструкций, проведение организационно-технологических мероприятий по внедрению системы

### **Библиографический список**

1. Chebykina M.V., Bobkova E.Yu. The Set Of Anti-Recessionary Measures Of The Energy Policy Of Industrial Enterprises In The Resource-Saving Sphere // В мире научных открытий. 2014. № 9.1 (57). С. 542-551
2. Chebykina M.V., Shatalova T.N., Bobkova E.Yu., Zhirnova T.V. Simulation of market conditions and business technologies. Montreal, Canada: Accent graphics communications, 2015. 162 p.
3. Chertykovtsev V.K., Grigoryants I.A., Chebykina M.V., Shatalova T.N., Bobkova E.Yu. Principles and mechanisms of retail management in conditions of instability of the external environment: Monograph. – Yelm, WA, USA: Science Book Publishing House, 2015. – 160 p.
4. Shatalova T.N., Grigoryants I.A., Bobkova E.Yu. Educational technologies in marketing. Yelm, WA, USA: Science Book Publishing House LLC, 2014. 154 p.
5. Галкина А.И., Сошникова Е.А., Бобкова Е.Ю., Гришан И.А. Статистика результативности и эффективности научного обеспечения системы образования // Информатизация образования и науки. 2014. № 4 (24). С. 177-190.
6. Григорьянц И.А. Маркетинговое исследование категории «привлекательность» в обеспечении устойчивости вуза // Вестник Самарского муниципального института управления. 2011. № 1. С. 91-95