

УДК 519.876.5:655

А. К. Парамонов¹¹ ХНУРЭ, г. Харьков, Украина, paramonov.a.k@bk.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ КЛИЕНТ-СЕРВЕРНЫХ ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В статье предложен подход к решению задачи моделирования процессов в клиент-серверной полиграфической системе. Сформулированы допустимые области применения клиент-серверной архитектуры для построения современных полиграфических систем. Были рассмотрены три основные организационные структуры полиграфических систем, для которых произведено моделирование работы предприятий различных размеров, проанализировано влияние пропускной способности каналов связи и типа организационной структуры на производительность полиграфической системы.

ПОЛИГРАФИЧЕСКАЯ СИСТЕМА, КЛИЕНТ-СЕРВЕРНАЯ АРХИТЕКТУРА, ОБРАБОТКА ДАННЫХ, ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ РАСПРЕДЕЛЁННОСТЬ

Введение

Тенденция к постоянному увеличению количества предоставляемых полиграфическими предприятиями услуг и номенклатуры производимой ими продукции влечет за собой необходимость организации полиграфической системой (ПС) предприятия самостоятельного варианта технологического процесса для каждого типа продукции. С целью снижения времени выпуска различных видов продукции, а также повышения эффективности использования оборудования и сокращения простоев целесообразно существование в активном состоянии одновременно нескольких вариантов технологических процессов. При этом к ПС предъявляются высокие требования по производительности, гибкости и функциональным возможностям.

Развитие сети Интернет, которая позволяет обмениваться все большими объемами информации, а также высокая доступность телекоммуникационных услуг способствуют формированию концептуально новых типов ПС, основанных на сети Интернет и поддерживающих интернет-ориентированные технологические процессы, такие как Web-to-Print и другие [1].

Современные ПС имеют разветвленную сетевую структуру и основаны на разного рода системах обработки информации. При этом взаимодействие системы управления с печатным оборудованием осуществляется согласно протоколам Сети. В отличие от полиграфических предприятий с классической структурой, где все производственные участки находятся в одном или рядом расположенных помещениях, современные ПС допускают значительную территориальную удалённость своих подразделений [2].

Перечисленные выше факторы приводят к тому, что существующие модели не в полной мере соответствуют современным ПС.

В связи с изменением технических характеристик сетей, а также способов предоставления телекоммуникационных услуг появилась необходимость развития моделей и методов оптимизации ПС. Это связано с требованием корректного математического описания реальных объектов с одной стороны и требованием экономического характера с другой.

1. Цель и задачи исследования

Эффективность работы современных полиграфических компаний во многом зависит от организации компьютерной информационной системы (КИС). Для того чтобы определить, насколько информационная система соответствует требованиям ведения основных бизнес-процессов компании, необходимо провести анализ КИС.

Подавляющее большинство ПС строятся на основе клиент-серверной архитектуры [3, 4]. Для анализа и моделирования компьютерных информационных систем класса «клиент – сервер» существует много подходов [5]. Большое распространение получили сети Петри и системы массового обслуживания.

Целью данной статьи является определение характеристик ПС, построенных на основе клиент-серверной архитектуры, которые бы соответствовали современным требованиям и организационной структуре полиграфических предприятий.

Известно, что при моделировании и анализе КИС нельзя ограничиться созданием одной модели. Это связано с тем, что информационные системы полиграфических предприятий имеют сложную конфигурацию взаимодействующих компонентов, учет и анализ характеристик которых в рамках одной модели весьма сложен и подчас нецелесообразен. В связи с этим, актуальной является задача построения нескольких дополняющих друг друга моделей работы КИС для её базовых компонентов.

При разработке сложных корпоративных КИС для задач, относящихся к большим потокам обрабатываемых данных и высоконагруженным системам, часто используются только лишь статистические данные для расчетов параметров нагрузки и вычислительных ресурсов. В данной работе применён комбинированный подход, при котором объём данных заказов для печати и характеристики связанные с человеческим фактором (время обработки оператором заказа, интервалы простоя между заказами и т. п.) представлены статистически, а процессы преобразования информационных потоков описаны функциональными зависимостями.

2. Варианты построения полиграфических систем

В зависимости от организационной структуры предприятия и использования сети Интернет в технологических процессах выделяют несколько типов современных ПС [3]. На их основе сформированы структуры моделей ПС, представленные на рисунке 1.

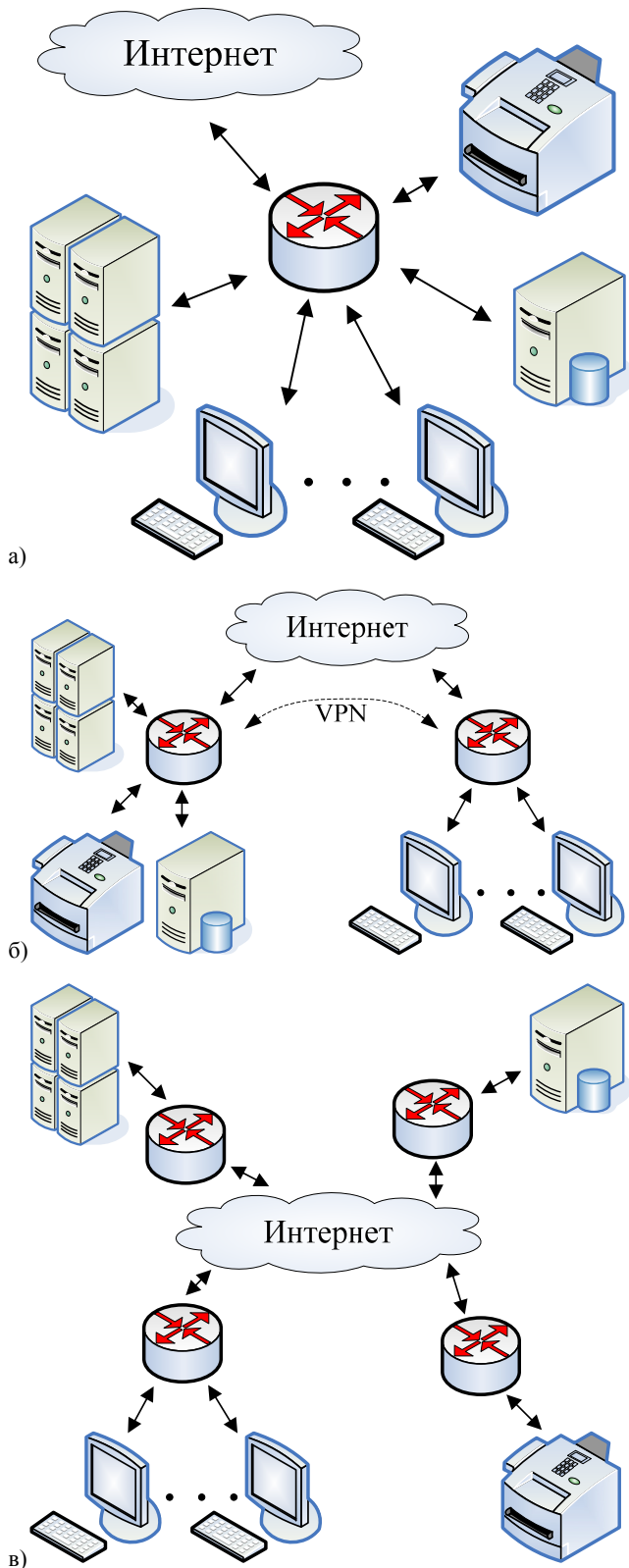


Рис. 1. Структурные модели полиграфических систем

На рисунке 1а показана классическая клиент-серверная ПС, в которой все производственные участки связаны локальной сетью. Управление ПС, обработка данных для вывода и печати осуществляется централизованно на специализированном сервере. Заказы и связанные с ними данные, равно как и промежуточные данные хранятся на отдельном сервере базы данных. В небольших полиграфических предприятиях для загрузки и хранения поступивших заказов часто используют FTP-сервер из-за простоты его реализации и использования.

Модель на рисунке 1б описывает полиграфическое предприятие, в котором отделы по работе с клиентами и приёму заказов отделены от основных производственных мощностей, на которых непосредственно делают печатные формы и происходит печать продукции. Данный принцип организации ПС достаточно распространён. Для удобства работы с клиентами офисы по приёму и оформлению заказов размещают в бизнес центрах города. В то же время производственные мощности, для которых требуются значительные площади, нерентабельно располагать в центральных частях города из-за высокой арендной платы. Их обычно переносят на окраины населённого пункта или в пригород. Таким образом, расстояние между частями ПС может составлять десятки километров. Так как ПС располагается территориально в пределах одного населённого пункта, то существует возможность связывать удалённые отделы с помощью более быстрой, чем Интернет, городской сетью или использовать выделенные каналы. Данная возможность значительно повышает производительность ПС по сравнению с системами на основе сети Интернет при сопоставимых затратах на каналы связи.

Современные тенденции к организации ПС отображает модель на рисунке 1в. Составные части таких систем обмениваются данными через Интернет, что позволяет управлять изготовлением заказов из любой точки мира. ПС на основе Интернет хорошо масштабируются и обладают большой гибкостью вплоть до того, что любой из производственных этапов может быть реализован различными фирмами. При данной структуре ПС технологический процесс конфигурируется так, чтобы обеспечить минимальную себестоимость при требуемом качестве продукции и снижение затрат на транспортировку готовой продукции к заказчику.

3. Информационные потоки в ПС

В ПС источниками данных являются оригиналы, передаваемые заказчиками. Для изготовления печатной продукции ПС должна обеспечить корректную их обработку согласно технологическому процессу. Каждая операция над данными выполняется на соответствующем оборудовании. Всем блокам входных данных в ПС назначается управляющая информация, которая описывает последовательность, характеристики

операций и предоставляет инструкции по обработке. Преобразование и передача данных между узлами ПК формирует информационные потоки.

Из-за сложности и итеративности процесса допечатной подготовки информационные потоки могут проходить через некоторые узлы ПК по несколько раз. Для изготовления каждого вида печатной продукции используется собственный маршрут информационного потока и набор необходимых операций, что усложняет модель ПК. Для анализа ПК использован унифицированный поток, который обобщает существующие информационные потоки. Данный подход повышает универсальность модели и одновременно снижает её сложность.

Для моделирования информационных потоков ПК использована модель с комбинированным статистическим и функциональным описанием процессов преобразования информации [6]. Данная модель была модифицирована и представлена в виде распределённого приложения. Спроектированная модель приложения описывает унифицированный поток, который соответствует возможным технологическим процессам и включает все этапы и узлы, необходимые для производства печатной продукции. Модель распределённого приложения обработки данных в клиент-серверных ПК представлена на рисунке 2, где 1 – загрузка данных для печати, 2 – подготовка заказа к выводу, 3 – сохранение скорректированных данных, 4 – подготовка данных к печати и отчёт о результатах обработки, 5 – отправка данных на печати, отчёт о состоянии устройства вывода.

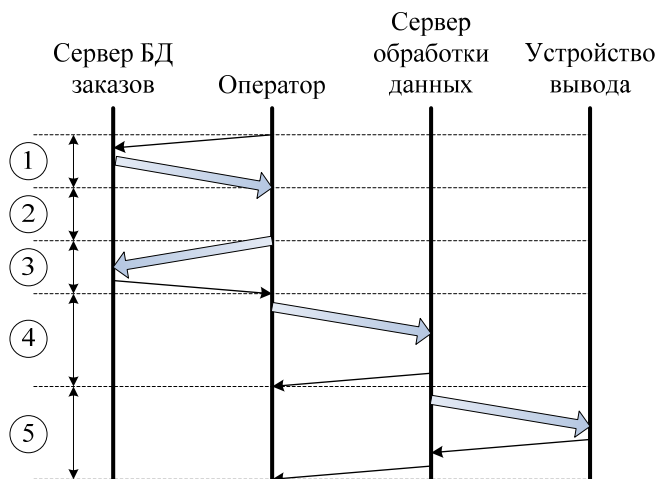


Рис. 2. Диаграмма обработки данных в ПК

Изначально все заказы поступают и хранятся в базе данных (БД) на специализированном сервере. Рабочая станция – узел, моделирующий работу оператора полиграфической компании. Оператор, используя настольную издательскую систему или клиентскую часть серверной издательской системы, загружает из БД заказ и связанные с ним данные, корректирует их, преобразует в требуемый формат и задаёт информацию по дальнейшей обработке. На это уходит обычно от 5 до 10 минут. Затем оператор сохраняет подготовленный заказ в БД и отправляет его на дальнейшую обработку.

К выполнению следующего заказа оператор приступает в среднем через 5 минут после отправки на вывод предыдущего заказа. Это связано с антропологическими особенностями переключения внимания и комфортными условиями работы операторов полиграфического предприятия.

Как уже упоминалось выше, в клиент-серверных ПК практически все операции по подготовке заказов к выводу выполняются на специализированном сервере, который на диаграмме называется сервером обработки данных. Приемлемое время обработки одного заказа около двух минут [7]. В модели используется фиксированное время обработки заказа сервером независимо от количества и типа входных данных. Это позволяет определить необходимую среднюю и максимальную производительность сервера обработки данных аналитически из модели [6]:

$$V_{arg} = 97.8633 / t, \quad V_{max} = 2.7838 \cdot 10^3 / t,$$

где t – время обработки одного заказа. Для двухминутной обработки одного заказа получаем производительность сервера соответственно 0,8155 Мбайт/с и 23,1979 Мбайт/с.

На последнем этапе данные с сервера отправляются на устройство вывода. В зависимости от используемого технологического процесса это может быть оборудование по производству печатных форм, устройство СТР и т. п. Полученные данные устройство вывода ставит в очередь заданий и отправляет серверу обработки данных отчёт о текущем состоянии и успешности операции. После этого сервер обработки данных уведомляет оператора о текущем состоянии выполнения заказа.

4. Результаты эксперимента

В настоящее время в секторе локальных сетей доминирует технология Ethernet, поэтому моделирование работы ПК осуществлено на основе сети Ethernet, при этом данные между узлами модели передаются по протоколу ТСР. Имитационное моделирование ПК произведено для каналов связи с различной пропускной способностью. Размер полиграфического предприятия определяется количеством операторов в сети. Для удобства сравнения результатов моделирования ПК с различной структурой операторы группируются в подсеть и анализируется общий трафик всех операторов в канале, соединяющем эту подсеть с остальной частью ПК. Такая структура соответствует реальным полиграфическим предприятиям, в которых обычно все операторы располагаются в пределах одного офиса.

Загрузка каналов связи и производительность обработки данных в локальной ПК (рис. 1а) анализировалась для сетей типа Fast Ethernet и Gigabit Ethernet.

В реальных полиграфических предприятиях перед отправкой на печать подготовленные данные в виде оригинал-макета должны пройти согласование с заказчиком. В процессе согласования подготовка и

корректировка исходных данных может выполняться несколько раз до полного удовлетворения требованиям заказчика. Данные операции связаны с интенсивным взаимодействием операторов с сервером БД заказов, поэтому скорость и время доступа к БД существенно влияет на производительность ПС. Для первого варианта моделирование осуществлено для базовой структуры системы с удалёнными операторами (рис. 1б), а для второго варианта – для структуры, в которой сервер БД заказов размещён в одной локальной подсети с операторами.

Локальные сети офиса с операторами и производственными мощностями построены по технологии Gigabit Ethernet. Для обоих вариантов структуры ПС офис и производственные мощности соединены между собой каналом Fast Ethernet с пропускной способностью 100 Мб/с. Влияние внешней сети учитывалось в виде дополнительных задержек передачи пакетов данных. Величина задержки задавалась как экспоненциально распределённая случайная величина со средним значением 5 мс, что соответствует задержке между объектами, расположенным в пределах одного населённого пункта.

Результаты моделирования показали, что структура с удалёнными операторами и сервером БД заказов позволяет достичь большей производительности ПС, чем структура с удалёнными операторами при прочих равных условиях.

Производительность интернет-ориентированной ПС (рис. 1в) в значительной степени определяется характеристиками внешней сети передачи данных, такими как задержка передачи пакетов и вероятность потери пакетов данных [8]. В модели все узлы соединены с сетью Интернет каналами Fast Ethernet, имеющими пропускную способность 100 Мб/с и характеристики европейской части Интернета [9].

Моделирование ПС осуществлено при максимальной загрузке. Получены результаты по использованию каналов связи, задержке при передаче данных, производительности серверов, а также времени выполнения заказа на допечатном этапе производства. Сравнительные графики представлены на рисунках 4 – 7. На рисунке 3 приведены условные обозначения, используемые на графиках.

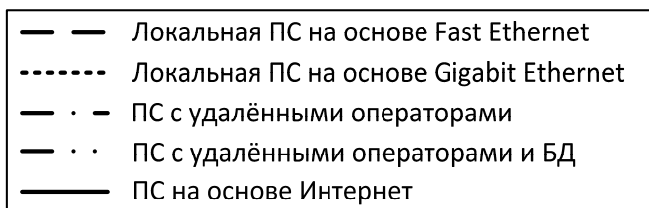


Рис.3. Условные обозначения

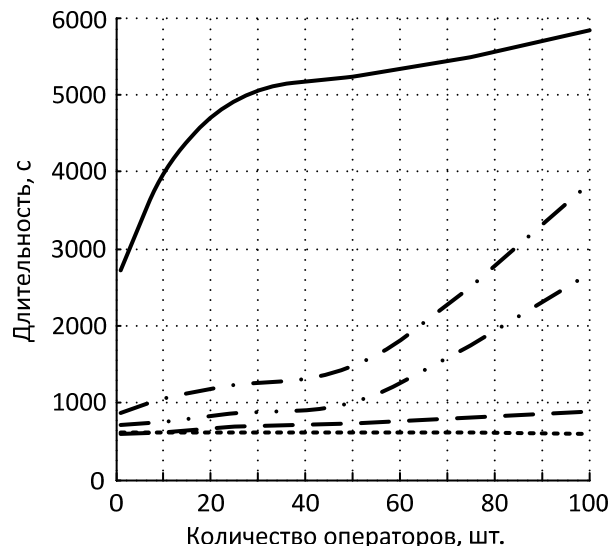


Рис.4. Среднее время обработки заказа

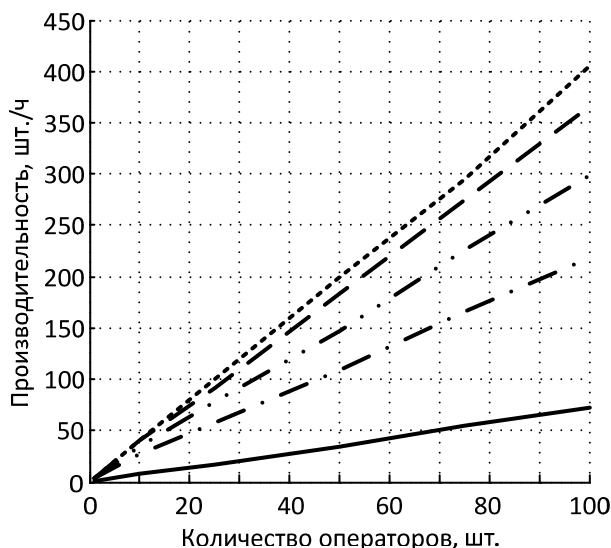


Рис.5. Скорость приёма заказов

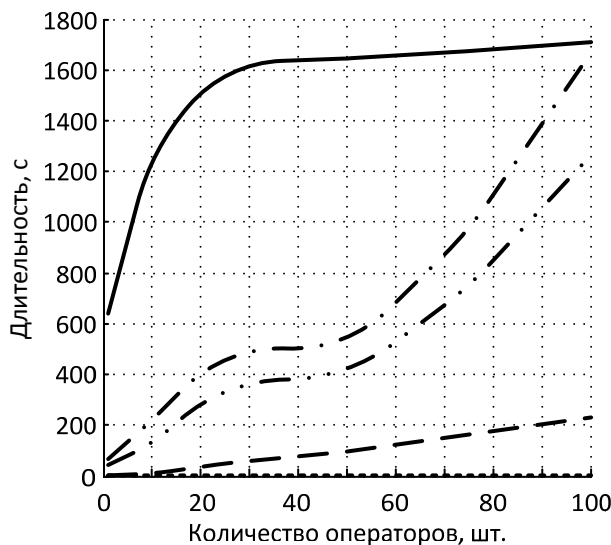


Рис.6. Сетевые задержки обработки заказов

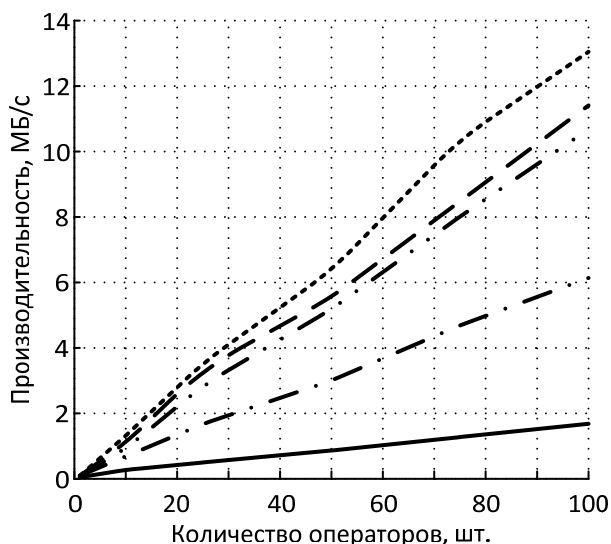


Рис. 7. Необходимая производительность базы данных

Выводы

На основе проведенного исследования определена оптимальная структура сети передачи данных на этапе её эскизного проектирования, а также сформулированы функциональные требования, предъявляемые к её программному обеспечению. Построена математическая модель сети передачи данных ПС, учитывающая специфику современных издательских систем. Данная модель позволяет определить производительность сети и оценить экономическую эффективность ПС, учесть зависимости технических и финансовых параметров.

Показано, что централизованные клиент-серверные ПС наиболее эффективны, когда все производственные участки расположены в пределах одной локальной сети или же некоторые участки подключены к системе через высокоскоростной Интернет канал. При территориальной удалённости частей ПС её производительность в значительной степени определяется эффективностью организации сетевой инфраструктуры. И эта зависимость возрастает с увеличением размеров предприятия (количества сотрудников и масштаба производства).

Для построения ПС крупных предприятий с большим количеством филиалов и производственных мощностей, расположенных в разных городах или даже странах, перспективным является использование территориально распределённых вычислений с применением методов декомпозиции и обработки данных непосредственно по месту их возникновения или хранения. Это существенно уменьшит объём передаваемых данных и устранит необходимость хранить все данные в одном месте.

Список литературы: 1. Раттан, К. Кросс-медийные системы в полиграфии и издательском деле. Выбор стратегии / К. Раттан; пер. с англ. Н. Романова – М.: ЦАПТ, 2007. – 197 с. 2. Герхман, Ч. Рабочий поток / Ч. Герхман; пер. с англ. Е.Н. Зверева, А.Н. Коваленко; под ред. А.Н. Коваленко. – М.: МГУП, 2004. – 256 с. 3. Хоффман-Вальбек, Т. JDF – Рабочий поток: учеб. пособие: пер. с нем. / Т. Хоффман-Вальбек, С. Ригель. – М.: Акад. медиаиндустрии, 2012. – 260 с. 4. Парамонов, А. К. Сетевая архитектура полиграфических систем // Сборник научных статей по итогам Пятой Международной научно-практической конференции «Информатика, математическое моделирование, экономика» Том 1. – Смоленск: Смоленский филиал Российского университета кооперации, 2015. – С. 302-305. 5. Шелухин, О. И. Моделирование информационных систем. / О. И. Шелухин – М.: Радиотехника, 2005. – 368 с. 6. Авраменко, В. П. Математическая модель преобразования данных в полиграфической системе / В. П. Авраменко, А. К. Парамонов // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 4/4 (64). – С.4-7. 7. Кулиниченко, М. П. Исследование факторов, влияющих на время растривания / М. П. Кулиниченко, Г. И. Турчинова, И. Б. Чеботарева // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 2/2 (62). – С.4-7. 8. Kay R. Pragmatic Network Latency Engineering Fundamental Facts and Analysis // CPacket Networks. – 2009. 9. Details for Europe /// Internet Traffic Report. – Режим доступа: <http://www.internettrafficreport.com/europe.htm> – 11.04.2016.

Поступила в редакцию 23.04.2016

УДК 519.876.5:655

Моделивання клієнт-серверних поліграфічних систем. / А. К. Парамонов // Біоніка інтелекту: наук.-техн. журнал. – 2016. – № 1 (86). – С. 47-51.

У статті виділено кілька типів поліграфічних систем, які відрізняються структурою мережі передачі даних. Описується спосіб моделювання таких систем з урахуванням впливу віддаленості їх складових частин. В результаті імітаційного моделювання було встановлено, що використання централізованої клієнт-серверної архітектури призводить до значного зниження продуктивності територіально розподілених поліграфічних систем.

Л. 7. Бібліогр. : 9 назв.

UDK 519.876.5:655

Modeling client-server printing systems / A.K. Paramonov // Bionica Intellecta: Sci. Mag. – 2016. – № 1(86). – P. 47-51.

The article defines several types of printing systems differ in the data network structure. It describes how to model such systems, taking into account the impact of the remoteness of their component parts. As a result of simulation, it was found that the use of a centralized client-server architecture leads to significant performance degradation of geographically distributed printing systems.

Fig. 7. Ref.: 9 items.