

УДК 519.6:519.8

Шевченко Н. Ю., Мартемьянова М. Ф.

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ ПОДХОДОВ К АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТЫ АРХИВА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Для выживания крупных промышленных предприятий в условиях высокой конкуренции создание новых систем автоматизации имеет большое значение. Это связано с улучшением коммуникабельности между подразделениями предприятия и, как следствие, повышением производительности, так как технологии обработки и хранения информации, передачи данных, в частности компьютерные сети, стремительно развиваются [1].

Актуальность создания полнофункционального клиент-серверного приложения для архива конструкторской документации состоит в том, что учет поступивших на хранение от структурных подразделений документов ведется в основном в бумажном виде [2]. Следствием этого является медленный поиск документов, длительность сроков подготовки и согласования документов, невозможность или трудоемкость получения сводных отчетов и журналов, сложность отслеживания движения документа на всех этапах его жизненного цикла и сложность организации доступа к документу, если с одним и теми же документом одновременно необходимо работать нескольким пользователям. Таким образом, традиционный документооборот оказывается неэффективным.

Целью данной статьи является формирование концепции полнофункционального клиент-серверного приложения для электронного архива крупного промышленного предприятия.

Технология передачи данных и архитектура клиент-сервер является оптимальным решением при построении небольших информационных систем, в которых требуется графический интерфейс с пользователем. RDA и DBS модели опираются на двухзвенную схему разделения функций. В RDA модели прикладные функции переданы программе клиенту, в DBS модели ответственность за их выполнение берет на себя ядро СУБД. В первом случае прикладной компонент сливается с компонентом представления, во втором – интегрируется в компонент доступа к информационным ресурсам. Так как функции, которые должна будет выполнять автоматизированная информационная система, не поддерживаются хранимыми процедурами (DBS-модель), то они будут реализованы непосредственно в прикладной программе, которая будет выполняться на компьютере-клиенте (RDA-модель).

Кроме того, работа архива предполагает обработку больших объемов хранимой информации, для чего целесообразно создать удобную и функциональную базу данных. В качестве сервера можно использовать свободную реляционную систему управления базами данных «MySQLserver 5.5».

Для проектирования базы данных предлагается использовать комбинацию двух методов проектирования: метод ER-диаграмм и метод диаграмм ФЗ. Метод ER-диаграмм является слабо формализованным, использует творческий потенциал и интуицию проектировщика, позволяет для одной ПО получить различные диаграммы. Объективного критерия оценки полученных диаграмм в самом методе нет. Однако этот метод является наглядным и доступным неспециалисту в области реляционных БД. Метод диаграмм ФЗ вполне формализованный, имеет четкие объективные критерии для построения эффективных диаграмм, однако он является сложным, ненаочным и малодоступными неспециалисту в области реляционных БД. Совместное их применение ускоряет процедуру проектирования и позволяет использовать четкие критерии оценки для информационных моделей ПО.

В результате проектирования ER-диаграммы и нормализаций получена следующая схема базы данных электронного архива (рис. 1).

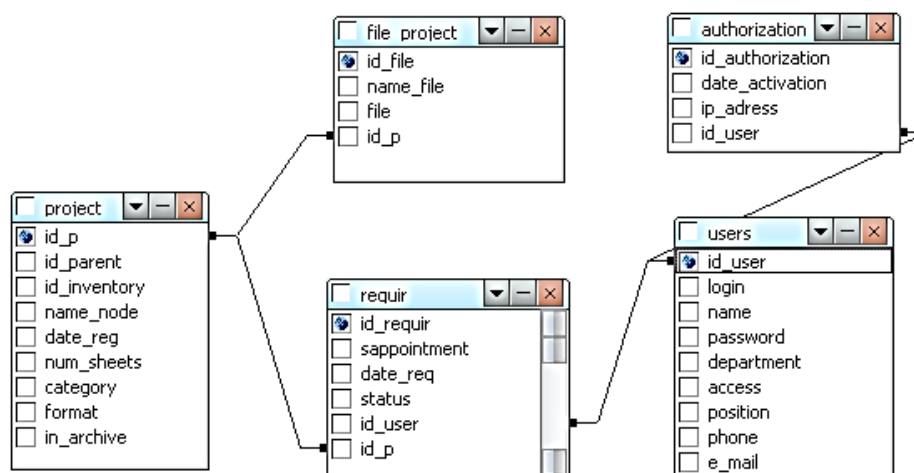


Рис. 1. Схема данных информационной системы архива

Однако работа архива должна быть эффективной не только с позиции автоматизации документооборота, но и оптимизации этого процесса, а именно организации оптимальной работы сотрудников архива.

С целью анализа работы архива, как в форме бумажного документооборота, так и в виде электронного архива целесообразно определить оптимальные параметры загрузки работников.

Деятельность работников архива, при выполнении заявок поступивших от сотрудников структурных подразделений на предоставление определенного чертежа в работу или в репрокомплекс можно охарактеризовать как систему массового обслуживания (СМО).

Каждая СМО состоит из определенного числа обслуживающих единиц (сотрудников, устройств, пунктов, станций), которые называются каналами обслуживания. Каналами могут быть линии связи, рабочие точки, вычислительные машины, продавцы и др. По числу каналов СМО подразделяют на одноканальные и многоканальные.

Заявки поступают в СМО обычно не регулярно, а случайно, образуя так называемый случайный поток заявок (требований). Обслуживание заявок также продолжается какое-то случайное время. Случайный характер потока заявок и времени обслуживания приводит к тому, что СМО оказывается загруженной неравномерно: в какие-то периоды времени скапливается очень большое количество заявок (они либо становятся в очередь, либо покидают СМО не обслуженными), в другие же периоды СМО работает с недогрузкой или простаивает.

Таким образом, учитывая, что работу архива можно представить в виде СМО, для анализа его функционирования целесообразно использовать методы имитационного моделирования.

Для выработки рекомендаций по рациональному использованию времени работников архива на обслуживание требований, организации их работы и регулированию потока заявок, уменьшению потерь времени, ресурсов на обслуживание и простоев необходимо построить экономико-математическую модель (ЭММ) системы массового обслуживания для обеспечения высокой эффективности функционирования подразделений предприятия.

В архивном отделе предприятия выполняется обслуживание заявок, которые поступают от структурных подразделений. В архив поступает в среднем λ заявок в час (поток заявок можно считать пуассоновским). Обслуживание одной заявки занимает в среднем \bar{x} минут (время обслуживания можно считать экспоненциальной случайной величиной). В архиве работают m сотрудников. Заработная плата сотрудника архива составляет Z_{arp} денежных единиц в день.

В то время, когда сотрудники структурных подразделений ждут выполнения требования, они не могут выполнять свою работу, которая связана с конструкторской документацией. Простой сотрудников в течение часа приносит предприятию убытки в размере $C_{пр}$ денежных единиц.

На основе экономико-математической модели необходимо определить:

- характеристики работы архива конструкторской документации предприятия как СМО;
- потери предприятия в течение рабочей смены (8 часов), связанные с обслуживанием требований, включая затраты на содержание сотрудников архива и убытки от простоя;
- вероятность того, что обслуживание заявки начнется сразу же после ее поступления (без ожидания в очереди);
- целесообразность уменьшения или увеличения количества сотрудников архива.

Под параметрами СМО будем понимать величины, описывающие поток заявок СМО и каналы обслуживания [3].

Основным параметром потока заявок является его интенсивность (λ) – среднее количество заявок, поступающих в СМО в единицу времени.

Основные параметры каналов обслуживания – количество каналов (m). Интенсивность обслуживания заявок рассчитывается по формуле (1) [3]:

$$\mu = \frac{1}{\bar{x}}, \quad (1)$$

где \bar{x} среднее время обслуживания заявки в канале.

При расчете характеристик СМО используется величина, называемая нагрузкой на СМО, вычисляемая по формуле (2) [3]:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu m}, \quad (2)$$

где λ – интенсивность потока заявок;

m – количество каналов;

μ – интенсивность обслуживания заявок.

Под характеристиками СМО будем понимать величины, по которым можно оценивать эффективность работы СМО и выбирать лучший из нескольких вариантов СМО:

P_0 – вероятность простоя СМО. Эта величина показывает, какую часть от общего времени работы СМО все ее каналы свободны, т. е. простаивают из-за отсутствия заявок;

$P_{отк}$ – вероятность отказа. Эта величина показывает, какая доля всех поступающих заявок не обслуживается системой из-за занятости ее каналов или большого количества заявок в очереди. Для СМО без ограничений на очередь $P_{отк} = 0$;

$P_{обсл}$ – вероятность обслуживания. Эта величина показывает, какая доля всех поступающих заявок обслуживается системой. Очевидно, что $P_{обсл} = 1 - P_{отк}$. Для СМО без отказов $P_{обсл} = 1$;

U – коэффициент загрузки СМО. Эта величина показывает, какую часть от общего времени своей работы СМО выполняет обслуживание заявок;

\bar{q} – среднее число заявок в очереди (средняя длина очереди);

\bar{S} – среднее число заявок на обслуживании (в каналах), или среднее число занятых каналов;

\bar{k} – среднее число заявок в СМО, т.е. на обслуживании и в очереди;

\bar{w} – среднее время пребывания заявки в очереди (среднее время ожидания обслуживания);

\bar{t} – среднее время пребывания заявки в СМО, т. е. в очереди и на обслуживании;

γ – пропускная способность (среднее количество заявок, обслуживаемых в единицу времени).

Для расчета характеристик таких СМО применяются показатель вероятности простоя по формуле (3) [3]:

$$P_0 = \left[\sum_{i=0}^{m-1} \frac{(m\rho)^i}{i!} + \frac{(m\rho)^m}{m!(1-\rho)} \right]^{-1}, \quad (3)$$

где m – количество каналов (т. е. количество заявок, которые могут обслуживаться в СМО одновременно);

ρ – нагрузка на СМО.

Средняя длина очереди вычисляется по формуле (4) [3]:

$$\bar{q} = \frac{\rho^{m+1}}{m \cdot m! (1-\rho)^2} P_0, \quad (4)$$

где P_0 – вероятность простоя.

Вероятности пребывания в СМО j заявок определяется по формулам (5) и (6) [3]:

$$P_j = \frac{(m\rho)^j}{j!} P_0, \quad j = 1, \dots, m, \quad (5)$$

$$P_j = \frac{(m\rho)^j}{m^{j-m} m!} P_0, \quad j > m, \quad (6)$$

где j – количество заявок.

Формула (5) позволяет найти вероятности состояний СМО, при которых очередь отсутствует (количество заявок, обслуживаемых в СМО, не превышает количества каналов).

Приведем некоторые соотношения, которые могут применяться для расчета характеристик любой разомкнутой СМО. Коэффициент загрузки вычисляется по формуле (7) [3]:

$$U = \rho(1 - P_{\text{отк}}), \quad (7)$$

где $P_{\text{отк}}$ – вероятность отказа.

Среднее число заявок на обслуживании (среднее число занятых каналов) вычисляется по формуле (8) [3]:

$$\bar{S} = mU, \quad (8)$$

где U – коэффициент загрузки.

Среднее число заявок в СМО вычисляется по формуле (9) [3]:

$$\bar{k} = \bar{q} + \bar{S}, \quad (9)$$

где \bar{q} – средняя длина очереди;

\bar{S} – среднее число заявок на обслуживании.

Пропускная способность СМО вычисляется по формуле (10) [3]:

$$\gamma = \lambda(1 - P_{\text{отк}}). \quad (10)$$

Среднее время пребывания заявки в очереди (формула Литтла) вычисляется по формуле (11) [3]:

$$\bar{w} = \frac{\bar{q}}{\gamma}, \quad (11)$$

где γ – пропускная способность СМО.

Среднее время пребывания заявки в СМО вычисляется по формуле (12) [3]:

$$\bar{t} = \bar{w} + \bar{x}, \tag{12}$$

где \bar{w} – среднее время пребывания заявки в очереди.

Под экономическими характеристиками будем понимать затраты на обслуживание заявок. Затраты состоят из зарплаты работников и потерь из-за простоя. Затраты, связанные с эксплуатацией СМО в течение времени T вычисляется по формуле (13) [3]:

$$Z_{\text{эксп}} = (\bar{S}C_{\text{раб}} + (m - \bar{S})C_{\text{пр}})T, \tag{13}$$

где m – количество каналов в СМО;

\bar{S} – среднее число заявок на обслуживании (в каналах), или среднее число занятых каналов;

$C_{\text{раб}}$ – затраты, связанные с работой одного канала в течение единицы времени;

$C_{\text{пр}}$ – затраты, связанные с простоем одного канала в течение единицы времени.

На основе приведенных характеристик СМО будут получены данные, по которым можно будет дать рекомендации по рациональному использованию времени работников архива на обслуживание заявок, организации их работы для обеспечения высокой эффективности функционирования отделов предприятия.

Таким образом, диаграмма концептуального моделирования вариантов использования электронного архива будет иметь следующий вид (рис. 2).

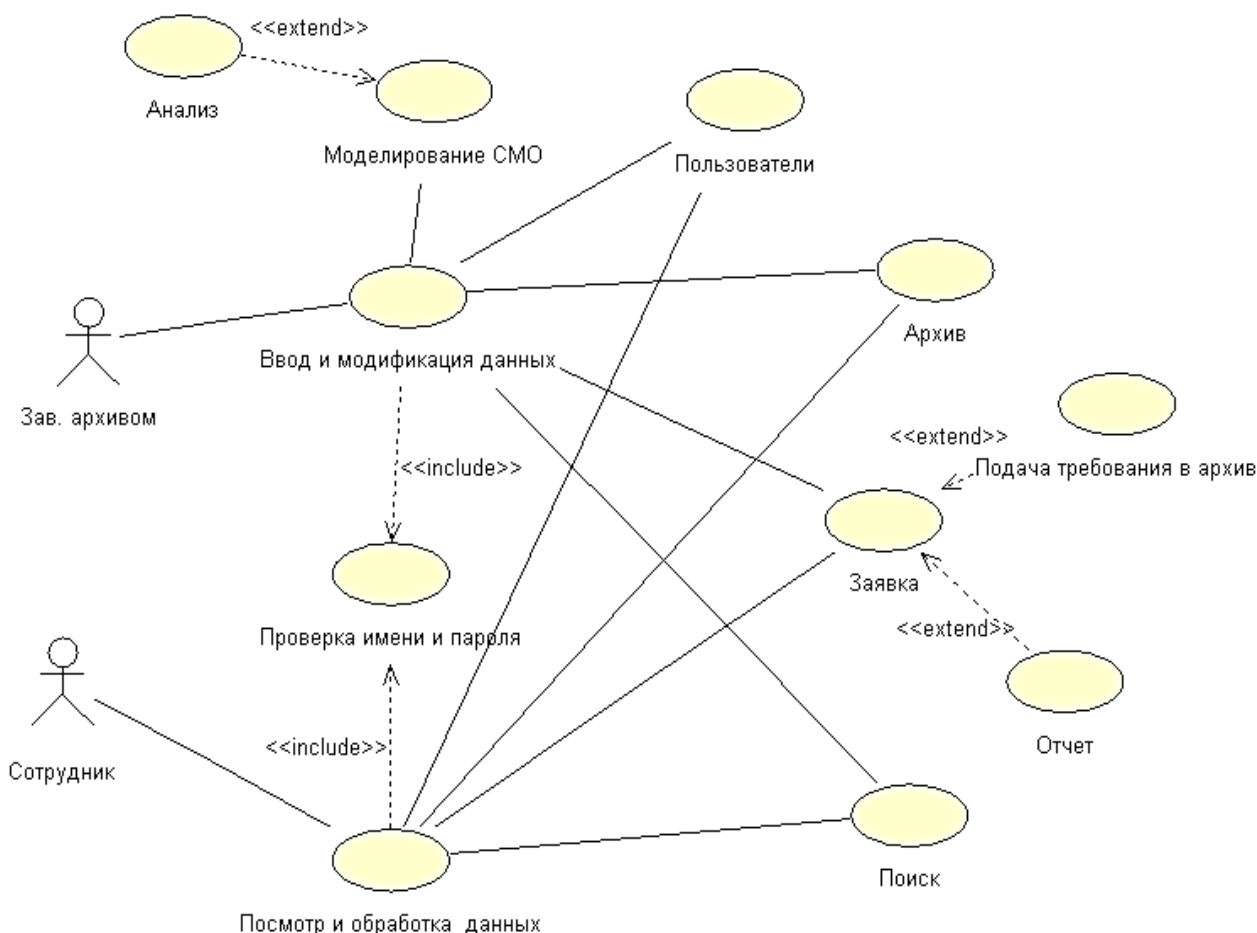


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования системы

Диаграмма вариантов использования описывает функциональное назначение системы или, то, что система будет делать в процессе своего функционирования. Эта диаграмма является исходным концептуальным представлением или концептуальной моделью системы в процессе ее проектирования и разработки [4].

Разрабатываемый по представленной технологии программный продукт ориентирован на всех сотрудников предприятия работающих с конструкторской документацией. На рис. 3–4 представлены варианты работы автоматизированной информационной системы.

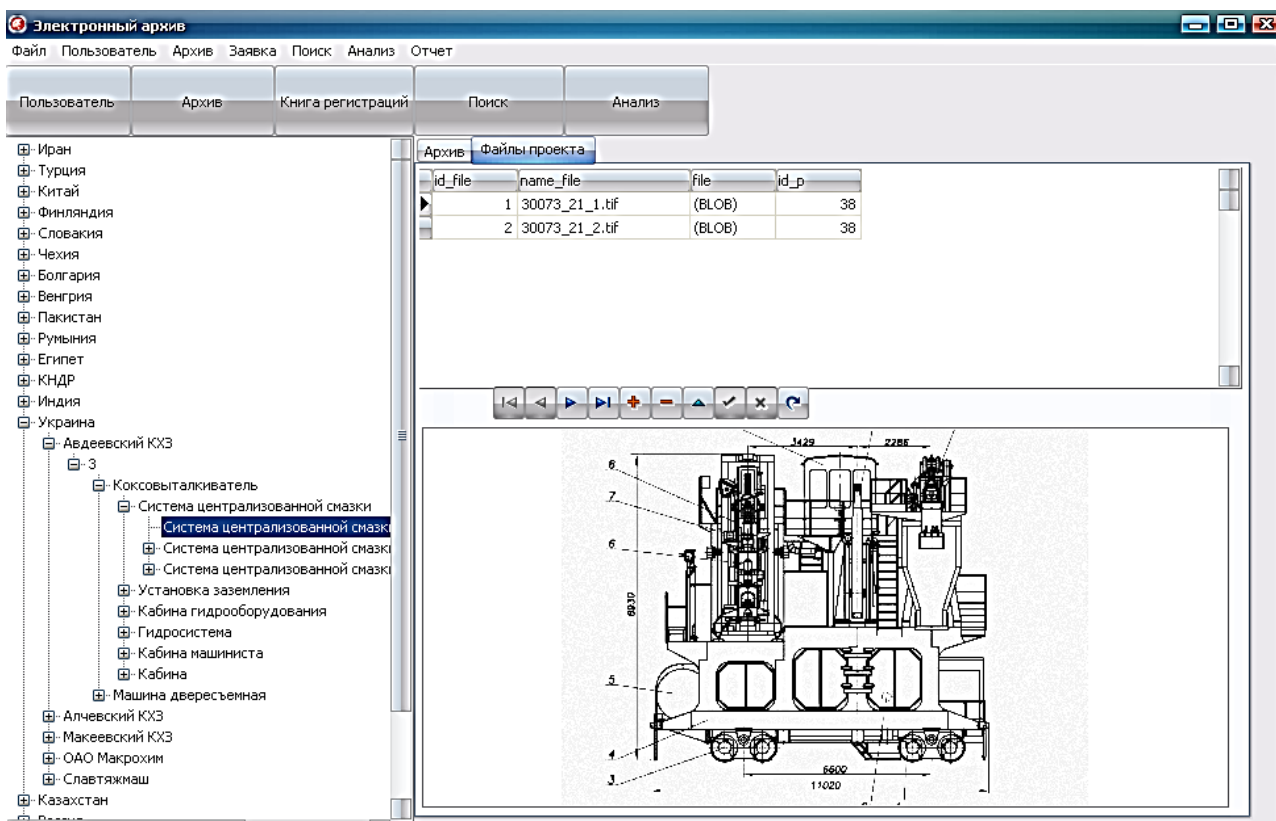


Рис. 3. Вкладка «Файлы проекта»

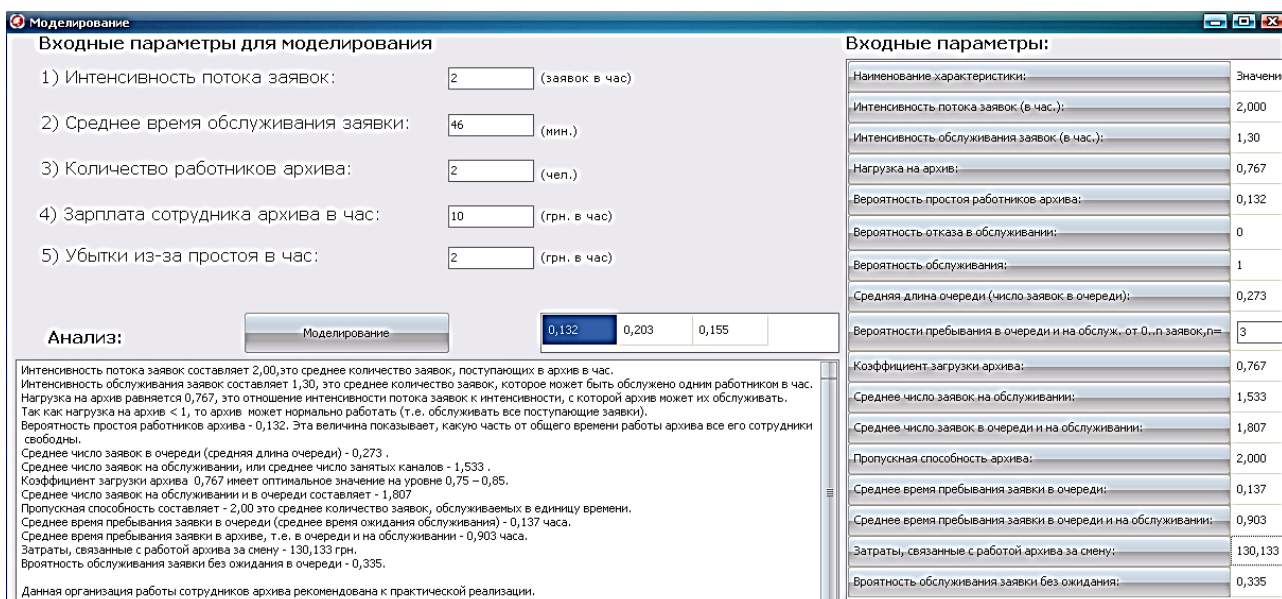


Рис. 4. Форма «Моделирование»

Анализируя результаты имитационного моделирования работы архива конструкторской документации предприятия, можно сделать следующие выводы:

- затраты предприятия в течение рабочей смены (8 часов), связанные с обслуживанием требований, включая затраты на содержание сотрудников архива и убытки от простоя составляют 130,13 грн;
- вероятность того, что обслуживание заявки начнется сразу же после ее поступления (без ожидания в очереди) составляет 0,355;
- вероятность простоя работников архива 0,132;
- коэффициент загрузки архива составляет 0,767.

Данная организация работы сотрудников архива может быть рекомендована к практической реализации.

ВЫВОДЫ

Разработанная система обладает следующими возможностями:

- содержания контактной информации о сотрудниках, разделения прав доступа, так же есть возможность проследить за историей активаций системы удаленными работниками;
- оперативного поиска необходимых чертежей благодаря дереву проектов, раскрывая ветки которого, можно легко найти всю информацию о проекте и о чертежах, относящихся к выбранному проекту, так же есть возможность визуального просмотра чертежей;
- отправки требования сотруднику архива на подготовку нужного документа, заявка заносится в базу данных системы и отправляется на электронный ящик отдела архива, текст письма генерируется автоматически;
- наблюдения за поступающими заявками в архив на выполнение определенных работ и формирования отчета об очереди требований, ожидающих выполнения;
- удаленного доступа к документу, если с одним и теми же документом одновременно необходимо работать нескольким пользователям;
- поиска информации о чертежах, по неполному совпадению вводимых наименований или инвентарному номеру, при помощи SQL запроса;
- моделирования процесса работы архива при помощи механизмов имитационного моделирования.

Использование предлагаемой информационной системы позволит не только автоматизировать документооборот архива крупного промышленного предприятия, но и обеспечить высокий уровень управления деятельностью данного подразделения предприятия за счет вероятностного определения загруженности работников архива.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сараев А. Д. Системный анализ и современные информационные технологии / А. Д. Сараев, О. А. Щербина // Труды Крымской академии наук. – Симферополь, 2006. – С. 47–59.
2. Савенко Р. Г. Ефективність інформаційних систем: навчальний посібник / Р. Г. Савенко, М. В. Лисенко. – Полтава : ПНТУ, 2007. – 166 с.
3. Строгалев В. П. Имитационное моделирование / В. П. Строгалев, И. О. Толкачева. – МГТУ им. Баумана, 2008. – С. 697–737.
4. Грейди Буч. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на C++ : учебное пособие / Буч Грейди. – М. : Издательство Бином, 2001. – 560 с.

Статья поступила в редакцию 19.09.2013 г.