

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

В статье разработаны математические модели определения качества функционирования элементов и подсистем информационно-телекоммуникационной системы. Приведен пример использования предложенных моделей для оценки качества функционирования элемента системы.

The mathematical models of performance estimation for elements and subsystems of information and telecommunications systems have been developed in the paper. An example of applying these models to performance estimation of an element of the system is given.

Введение

Современные АСУ предприятий, учреждений и корпораций нацеливаются, прежде всего, на повышение эффективности бизнес-процессов или процессов деятельности. Для этого в них активно внедряются различные информационные и коммуникационные технологии, а информационно-телекоммуникационная система (ИТС) выступает в качестве базиса ИТ-инфраструктуры АСУ. Современные ИТС представляют собой сложные гетерогенные структуры, в среде которых взаимодействуют разнообразные программные и аппаратные средства.

Для непрерывного предоставления доступа к распределенным ресурсам ИТС, эффективного распределения и закрепления ресурсов между бизнес-процессами или процессами деятельности, повышения доступности сетевых ресурсов и сервисов пользователям и процессам, поддержания высокой работоспособности и готовности ИТС разрабатываются и внедряются системы управления функционированием (СУФ) ИТС [1]. Для решения этих и других задач, а также обеспечения надежного и качественного функционирования ИТС СУФ выполняет мониторинг, анализ функционирования, управление компонентами ИТС и др. функции.

В настоящее время автоматизация функций СУФ в основном ограничивается мониторингом и анализом функционирования ИТС, в то время, как при решении задач управления ИТС зачастую полагаются на опыт и квалификацию администраторов, деятельность которых регламентируется инструкциями и другими руководящими документами. При этом управление сводится к настройкам операци-

онных систем и перезагрузке серверов и рабочих станций, изменению конфигурации активного сетевого оборудования и пр.

Существенного повышения эффективности управления можно достичь, разрабатывая и внедряя в СУФ модели и методы автоматического управления. Это дает возможность строить замкнутые системы управления ИТС с обратной связью, что не только повысит оперативность и качество управления, но и позволит минимизировать негативное влияние человеческого фактора.

В СУФ может быть организовано множество контуров управления. При этом решается широкий спектр задач управления, в частности, задачи управления, ориентированные на поддержание работоспособности ИТС, включающие в себя, например, поддержание качества функционирования элементов и подсистем ИТС, а также и ИТС в целом на заданном уровне, управление надежностью, управление устранением неисправностей и пр., управление оборудованием, управление доступом к ограниченным ресурсам [2–4] и множество других задач.

Для создания замкнутых контуров управления, необходимо получить формальные модели управления, проверить их адекватность и провести исследование, разработать алгоритмы и проверить их работоспособность, найти эффективные методы определения числовых показателей для оценки качества функционирования компонентов ИТС.

Компоненты ИТС можно представить в виде иерархической структуры, на верхнем уровне которой находятся функциональные и технологические подсистемы АСУ, на нижнем – аппаратные и программные элементы. Под-

системы включают в себя аппаратные и программные элементы, поэтому задача определения качества функционирования ИТС будет решаться в такой последовательности — определение качества функционирования элементов ИТС, подсистем, ИТС в целом. Элементы могут входить в состав различных подсистем. Например, на сервере могут выполняться различные серверные приложения, поддерживающие функционирование разных подсистем АСУ. В этом случае состояние аппаратного сервера будет учитываться при определении состояний всех функциональных или технологических подсистем АСУ, элементы распределенных приложений которых работают на данном сервере.

Элементы ИТС могут включать или не включать в себя другие элементы. В последнем случае состояние элемента определяется обработкой значений параметров, непосредственно полученных в результате мониторинга. Оценка качества функционирования подсистем или элементов, содержащих другие элементы, осуществляется путем анализа состояний включаемых элементов с учетом значений параметров функционирования, независимых от работы включаемых элементов, полученных в результате мониторинга рассматриваемых подсистем или элементов.

Решение задач управления, нацеленных на обеспечение функционирования компонентов ИТС и ИТС в целом в соответствии с заданным регламентом или связанные с поддержанием производительности ИТС на заданном уровне, требуют знания состояния, производительности и других характеристик ее структурных компонентов. Поэтому статья посвящена разработке моделей и методов определения качества функционирования компонентов ИТС.

Анализ существующих методов оценки качества функционирования элементов и подсистем ИТС

Для эффективного управления ИТС необходимо располагать информацией о состоянии элементов и подсистем. Эта информация может быть получена в результате мониторинга и анализа функционирования. Мониторинг параметров функционирования обеспечивает сбор первичной информации о состоянии различных программных и аппаратных элементов ИТС. Эти данные являются основой для

дальнейшего анализа и определения значений целевых функций, показателей качества функционирования составных элементов и подсистем, надежности и пр. Мониторинг состояния может производиться с помощью встроенных в вычислительные системы средств диагностики, например, для операционной системы Windows это могут быть инструментарий управления Windows (Windows Management Instrumentation, WMI) или счетчики производительности (Performance Counters). Мониторинг также может осуществляться с помощью протоколов SNMP, CMIP и других средств, например, посредством использования агентских технологий [5].

Для оценки качества функционирования IP сетей разработаны стандартные метрики [6—7], стандартизованы и методы проведения испытаний для определения значений этих метрик. Работу IP сети можно оценить по малому количеству показателей, например, задержка передачи пакетов, частота ошибок в пакетах и пр., поэтому количество стандартных метрик сильно ограничено.

В [8] предложена система метрик для оценки работы провайдера сетевых услуг, организованная в форме дерева метрик. Там же рассмотрены вопросы корреляции метрик. Однако, рассмотрение ограничивается только метриками для различных сетевых технологий.

В масштабных ИТС используются не только коммуникационные технологии, но и широкий спектр информационных технологий, а на работу элементов оказывает влияние большое количество параметров, которые, несмотря на то, что их достаточно просто измерить, сложно обобщить в универсальной математической модели, пригодной для решения многочисленных задач управления. Поэтому целесообразно двигаться по пути создания множества простых моделей, отражающих отдельные аспекты функционирования элементов и подсистем ИТС и пригодных для решения отдельных или небольшого числа задач управления.

Целью данной статьи является рассмотрение методов анализа качества функционирования подсистем и структурных элементов ИТС и разработка математических моделей оценки качества функционирования элементов, подсистем и ИТС в целом.

Модели и алгоритмы анализа качества функционирования элементов и подсистем ИТС

Рассмотрим подход к определению качества функционирования элементов ИТС, который также является основой для определения качества функционирования подсистем ИТС и ИТС в целом.

Для оценки качества функционирования элемента необходимо проанализировать происходящие в нем процессы, определить параметры, характеризующие состояние и работу этих процессов, сопоставить значения множества параметров оценке качества функционирования элемента и формализовать характеристики, сводящую параметры, характеризующие важные аспекты функционирования элемента в единый показатель. В качестве такой характеристики предлагается использовать интегральный показатель качества функционирования (ИПКФ) элемента, принимающий значения в диапазоне $[0, 1]$.

Вычисление ИПКФ сложных (составных) элементов и подсистем производится на основе ИПКФ компонентов, из которых они состоят. Естественно, что ИПКФ сложного элемента выражается не только через ИПКФ составляющих его элементов, но зависит и от собственных параметров качества функционирования.

Параметры можно разделить на измеряемые, вычисляемые и конфигурационные. Значения измеряемых и конфигурационных параметров можно получить с помощью встроенных диагностических средств операционных систем, например, счетчиков производительности и WMI, посредством протоколов управления – SNMP, CMIP и пр. или используя разработанные диагностические средства (тестовое ПО), возвращающие численные или логические значения параметров, характеризующих отдельный аспект поведения элемента. Например, приложение, генерирующее серию тестовых запросов к СУБД и возвращающее суммарное или среднее время их обработки.

Параметры могут быть численными и логическими. Пример численного параметра – объем свободного пространства на жестком диске, логического – параметр, фиксирующий наличие определенного приложения в памяти сервера. В целях унификации логические параметры приводятся к численным по следую-

щему принципу – логическому значению «истина» присваивается числовое значение 1, а значению «ложь» – 0.

Конфигурационные параметры обычно остаются неизменными во время работы элемента. Новые значения они приобретают в случае переконфигурации элемента, например, после установки дополнительной планки ОЗУ увеличивается объем оперативной памяти. Конфигурационные параметры используются при определении значений вычисляемых параметров, а самостоятельного влияния на качество функционирования элемента не оказывают. Например, размер оперативной памяти сервера используется для определения доли свободной оперативной памяти сервера в процессе его функционирования.

Значения вычисляемых параметров определяются аналитически на основании значений одного или нескольких других параметров. Вычисляемые параметры являются простыми, когда их значение вычисляется на основании значений одного параметра и сложными, когда они вычисляются на основе значений нескольких параметров. Значения вычисляемых параметров могут быть получены в результате выполнения простых (нормирование, вычисление среднего) и достаточно сложных математических операций (например, корреляция значений нескольких параметров).

К простым вычисляемым параметрам относятся:

среднее значение параметра за период T_i . Период для каждого параметра устанавливается индивидуально в зависимости от его свойств во временной области и может изменяться администратором СУФ;

- нормированное значение параметра – приведение значений параметра к диапазону $[0, 1]$;
- среднее нормированное значение параметра за период T_i .

Нормированные значения параметров удобны при применении библиотеки унифицированных функциональных зависимостей для определения оценочного коэффициента и коэффициента критичности параметра, о чем речь пойдет ниже.

Для большинства параметров использование мгновенного значения при анализе состояния не имеет смысла. Так, например, мгновенное значение параметра «загружен-

ность процессора» не несет достоверной информации о реальной загруженности процессора. Этот параметр в момент загрузки приложения в память принимает максимальное значение, а пики в загруженности процессора — нормальное явление, не являющееся сигналом о проблемах с производительностью вычислительной системы. В таких случаях для вычисления ИПКФ целесообразно использовать среднее за период значение.

Измерение значений для вычислений параметров производятся через фиксированный интервал времени, который задается индивидуально для каждого параметра и может изменяться администратором СУФ ИТС. Для упрощения работы планировщика СУФ интервалы опроса параметров могут группироваться и выбираться из фиксированного ряда. Кроме того, планировщик производит сбор значений параметров таким образом, чтобы равномерно распределить нагрузку на каналы связи.

Для каждого элемента ИТС необходимо определить множество $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ параметров, которые оказывают существенное влияние на качество его функционирования. Формирование множества P производится на основе анализа функционального назначения элемента, условий его функционирования, статистических данных о функционировании элементов и других факторов. Решение этой проблемы выходит за рамки данного рассмотрения.

Задачу определения E — численного значения ИПКФ можно свести к определению функциональной зависимости:

$$E = f(P). \quad (1)$$

Текущее значение ИПКФ предлагается определять следующим образом:

$$E(t) = \frac{[\sum_{i=1}^n k_i \cdot m_i(p_i(t), t)] \cdot \prod_{i=1}^n s_i(p_i(t), t)}{\sum_{i=1}^n k_i}, \quad (2)$$

где $p_i(t)$ — значение i -го параметра в момент времени t , k_i — весовой коэффициент i -го параметра, $m_i(p_i(t), t)$ — оценочная функция i -го параметра, $s_i(p_i(t), t)$ — функция критичности i -го параметра.

Значения ИПКФ, вычисленные по (2) принимают значения из промежутка $[0, 1]$. При этом максимальное значение, равное единице, соответствует безукоризненному функционированию элемента ИТС, а минимальное, равное нулю, может означать, что элемент не работоспособен.

Ключевыми понятиями в выражении (2) являются оценочная функция и функция критичности. Суть их состоит в следующем.

Из множества P выделяется подмножество критичных параметров, значения которых, принадлежащие некоторому диапазону, свидетельствуют о наличии серьезных проблем в элементе, которые могут существенно повлиять на его работу, вплоть до полного прекращения элементом выполнения своих функций. Такого рода параметры являются своеобразными показателями качества функционирования системы. Примером такого параметра может служить, количество свободного места на разделе жесткого диска рабочей станции, работающей под управлением Windows XP, на котором хранится файл подкачки. При недостаточном объеме памяти на этом разделе система может аварийно завершить работу, если она не сможет выделить необходимую память процессам по их запросу. В таких случаях СУФ выдает сигнал администраторам о необходимости устранения проблемы путем освобождения дискового пространства, наращивания оперативной памяти или увеличения объема дискового пространства раздела. Для таких параметров, которые влияют на значение показателя качества функционирования элемента в целом, функция критичности s_i принимает значения из диапазона $[0, 1]$. Для некритичных параметров s_i устанавливается равной единице.

Другой пример критичного параметра — наличие в памяти рабочей станции или сервера программных компонентов распределенного приложения. Естественно, что если приложение не запущено на сервере, то приложение полностью не работает, а если компоненты распределенного приложения не запущены на рабочей станции, то она не выполняет возложенных на нее приложением функций.

В функцию критичности $s_i(p_i(t), t)$ i -го параметра введена зависимость от времени, что позволяет компенсировать реакцию СУФ на негативное воздействие, например, проводимых в ИТС регламентных работ. На серверах

и рабочих станциях по расписанию могут запускаться антивирусные пакеты, производится резервное копирование и другие регламентные работы. Эти работы изменяют режим функционирования элемента ИТС. Кроме того, некоторые элементы ИТС могут не работать на протяжении заведомо известных интервалов времени, например, рабочие станции ночью и в выходные дни. Учет этих событий в функции критичности позволяет блокировать в СУФ выдачу аварийных сигналов.

Параметры множества P являются не критичными, если при их изменении во всем диапазоне возможных значений не происходит значительного изменения качества функционирования элемента ИТС. В формуле определения ИПКФ не критичные параметры учитываются как взвешенная сумма значений их оценочных функций. Каждый из таких параметров определяет качество функционирования элемента в определенном аспекте. Оценочная функция $m_i \in [0, 1]$ не критичного параметра зависит от текущего значения параметра и времени. Зависимость от времени введена из тех же соображений, что и для критичных параметров.

Значимость i -го параметра определяется весовым коэффициентом k_i . Для некоторых критичных параметров $k_i \equiv 0$, а расчет m_i не производится.

Оценочную функцию и функцию критичности i -го параметра можно задавать аналитически или в виде таблиц. Формы этих зависимостей для большинства параметров будут схожими, поэтому для использования библиотек стандартных функций с некоторым количеством настраиваемых атрибутов необходимо использовать нормированные значения параметров.

ИПКФ элемента используется для определения ИПКФ элементов вышерасположенного уровня иерархии, поэтому он также нормируется делением на сумму $\sum k_i$ для приведения его значений в диапазон $[0, 1]$.

Для вычисления ИПКФ подсистем и ИТС в целом строится дерево зависимости элементов и параметров. Листьями самого нижнего уровня являются исключительно параметры, а верхних уровней – элементы и параметры или подсистемы и параметры. Каждый параметр измеряется или вычисляется через определен-

ный интервал времени. Вычисления производятся независимо и используют текущие значения параметров и ИПКФ элементов нижнего уровня. Модель предполагает наличие событий, которые приводят к аperiodическому пересчету значений параметров дерева. Такие события инициируются при достижении значения отдельного параметра или ИПКФ порогового уровня.

Пример дерева зависимостей параметров и элементов приведен на рис. 1. Количество штрихов в соответствующем обозначении указывает на уровень, на котором находится компонент в иерархии. Для упрощения обозначений количество компонентов условно обозначено через n , которое в общем случае имеет разное значение для различных уровней. На каждом уровне раскрыт только один компонент.

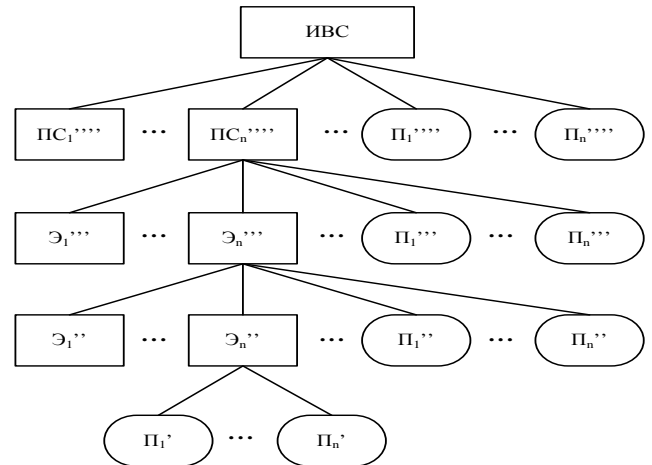


Рис. 1. Дерево зависимостей параметров и элементов. ПС – подсистема, Э – элемент, П – параметр

Главным достоинством такого подхода является его гибкость и возможность использования в ИТС различного назначения. При этом на каждом уровне входными данными для определения ИПКФ компонентов являются ИПКФ компонентов смежного нижнего уровня и значения оригинальных параметров. Причем параметры могут иметь различный смысл и тип, а также быть получены различными способами – это могут быть результаты тестирования или моделирования, данные, полученные в результате прогнозирования, статистического анализа, вычислений на основе нечетких моделей, моделей искусственного интеллекта и т. д. Это позволяет использовать предлагаемый подход для анализа качества функционирования сложных, иерархических, гетерогенных ИТС.

Обобщим выражение (2) для определения ИПКФ составного элемента или подсистемы с учетом того, что для определения ИПКФ в этом случае необходимо учитывать не только ИПКФ составных частей, но и значения оригинальных параметров.

Пусть, на функционирование l -го элемента оказывает влияние состояние k элементов (подэлементов) и значения m параметров. Тогда выражение для определения ИПКФ $E^{(l)}$ составного l -го элемента будет иметь вид:

$$E^{(l)} = \left[\frac{\sum_{i=1}^k K_i^{(l)} \cdot M_i^{(l)}(E_i^{(l)}(t), t) + \sum_{i=1}^m k_i^{(l)} \cdot m_i^{(l)}(p_i^{(l)}(t), t)}{\sum_{i=1}^k K_i^{(l)} + \sum_{i=1}^m k_i^{(l)}} \right] \times \prod_{i=1}^k S_i^{(l)}(E_i^{(l)}(t), t) \cdot \prod_{i=1}^m s_i^{(l)}(p_i^{(l)}(t), t), \quad (3)$$

где $p_i^{(l)}(t)$ – значение i -го параметра l -го элемента в момент времени t , $k_i^{(l)}$ – весовой коэффициент для i -го параметра, $m_i^{(l)}(p_i(t), t)$ – оценочная функция i -го параметра, $s_i^{(l)}(p_i(t), t)$ – функция критичности i -го параметра, $E_i^{(l)}(t)$ – значение интегрального показателя качества функционирования i -го подэлемента в момент времени t , $K_i^{(l)}$ – весовой коэффициент i -го подэлемента, $M_i^{(l)}(p_i(t), t)$ – оценочная функция i -го подэлемента, $S_i^{(l)}(p_i(t), t)$ – функция критичности i -го подэлемента.

В качестве примера рассмотрим возможный набор параметров, функций и коэффициентов для определения качества функционирования такого распространенного элемента ИТС, как рабочая станция.

Здесь рабочая станция рассматривается как простой элемент и качество ее функционирования определяется только на основе значений параметров. Рабочая станция является совокупностью взаимодействующих аппаратных и программных элементов, а функционирование программных средств влияет на значения многих аппаратных параметров. Однако, для простоты изложения ограничимся рассмотрением только аппаратных параметров, анализ

значений которых позволяет определить, насколько аппаратное обеспечение справляется с нагрузкой, создаваемой совокупностью выполняемых системных и прикладных программ.

В первую очередь, необходимо выбрать множество параметров и определить для каждого из них интервал времени Δt_i , через который проводятся измерения мгновенных значений, определить k_i , вид функциональной зависимости оценочной функции и функции критичности.

Интервалы и форма зависимостей определяются, исходя из сущности параметра и его влияния на функционирование системы.

Для определения ИПКФ необходимо отобрать наиболее важные параметры элемента, причем количество параметров должно быть не очень большим, чтобы не затруднять расчет ИПКФ и не малым, чтобы полностью учесть специфику работы элемента в ИТС.

В качестве набора параметров предлагается использовать следующие:

- средняя загруженность процессора за период, p_1 – доля времени, в течение которой процессор выполняет программный код системы или приложений;
- использование памяти, p_2 – относительное количество свободной физической памяти в системе;
- использование дискового пространства, p_3 – относительное количество свободного места на физическом диске;
- загруженность диска, p_4 – относительное количество времени, которое жесткий диск занят обработкой запросов ввода/вывода.

Для определения ИПКФ можно выбрать и другой набор параметров, исходя из специфической роли рабочей станции в ИТС. Выбор конкретного множества параметров является достаточно сложной задачей, и ее решение выходит за рамки данной статьи. Данный выбор параметров основан на наиболее существенных параметрах, характеризующих работу важнейших компонентов рабочей станции: процессора, памяти и жесткого диска, и является универсальным.

Выбираются значения Δt_i и T_i . В рассматриваемом случае эти значения одинаковы для всех параметров. В целях упрощения изложения, весовые коэффициенты k_i каждого параметра принимаются равными 1.

Средняя загрузка процессора за период T_1 . Этот параметр является простым вычислимым параметром. Для его расчета используется параметр «мгновенное значение загрузки процессора» p'_1 , измеряемый на протяжении периода T_1 с интервалом Δt_1 . Значение параметра рассчитывается по формуле:

$$p_1(t) = \frac{1}{N_1} \sum_{i=0}^{N_1-1} p'_1(\Delta - i) \cdot t_1, \quad (4)$$

где $N_1 = \frac{T_1}{\Delta t_1}$.

Значения параметра лежат в диапазоне $[0,1]$.

Данный параметр считается некритичным, поскольку рабочая станция может выполнять возложенные на нее функции даже при полной загрузке процессора в течение длительных временных интервалов, поэтому $s_1=1$, а форма функции критичности приведена на рис. 2б.

При выборе оценочной функции (рис. 2а) учитывается, что чем больше значение параметра, тем хуже функционирует рабочая станция.

Для того, чтобы не усложнять пример, в статье не учитываются временные зависимости оценочной функции и функции критичности, а используются простейшие кусочно-линейные функции.

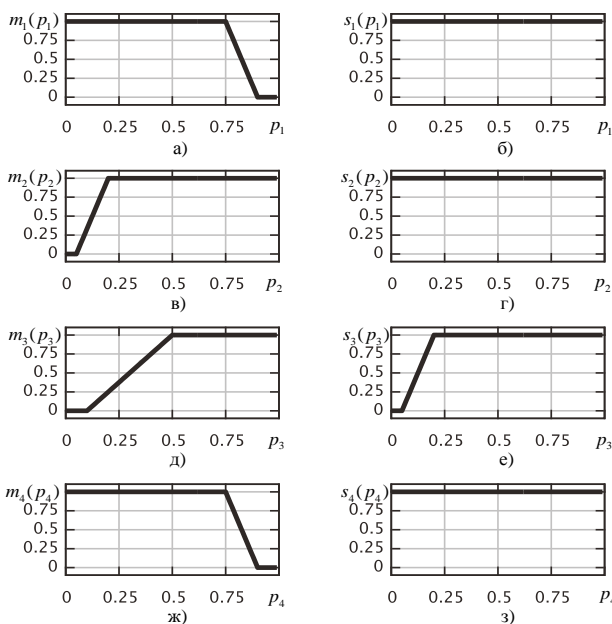


Рис. 2. Оценочные функции и функции критичности для параметров p_1-p_4

Использование памяти. Данный параметр является вычислимым и сложным, а его значение определяется по формуле:

$$p_2(t) = \frac{M(t)}{M}, \quad (5)$$

где $M(t)$ – свободный объем физической памяти в текущий момент времени в байтах, M – объем физической памяти рабочей станции в байтах.

Значения параметра лежат в диапазоне $[0, 1]$. Данный параметр является некритичным: $s_2=1$, а вид зависимости приведен на рис. 2г.

На рис. 2в приведена форма оценочной функции.

Использование дискового пространства. Параметр является сложным и вычисляется по формуле:

$$p_3(t) = \frac{D(t)}{D}, \quad (6)$$

где $D(t)$ – свободный объем дисковой памяти в текущий момент времени в байтах, D – объем физического диска в байтах.

Данный параметр является критичным. Форма функции критичности приведена на рис. 2д, а на рис. 2е представлена выбранная форма оценочной функции.

Загруженность диска за период T_4 . Этот параметр является простым вычислимым параметром. Для его расчета используется параметр «мгновенное значение загрузки диска» p'_4 (область значений параметра $[0, 1]$), измеряемый на протяжении периода T_4 с интервалом Δt_4 . Значение параметра рассчитывается по формуле:

$$p_4(t) = \frac{1}{N_4} \sum_{i=0}^{N_4-1} p'_4(\Delta - i) \cdot t_4, \quad (7)$$

где $N_4 = \frac{T_4}{\Delta t_4}$.

Значения параметра лежат в диапазоне $[0, 1]$.

Данный параметр является некритичным: $s_4=1$. Форма функции критичности для этого параметра приведена на рис. 2з.

При выборе оценочной функции учитывается, что чем больше значение параметра, тем хуже функционирует рабочая станция, форма оценочной функции параметра приведена на рис. 2ж. Предложенная модель использована для исследования функционирования реальной рабочей станции. При моделировании значения весовых коэффициентов k_1, k_2, k_3, k_4 были взяты равными 1; продолжительность моделирования – 120 мин.; интервал Δt_i для всех параметров выбран одинаковый и равный

1 мин.; значения параметров p_1 и p_4 усреднялись по последним 10 значениям ($T_i=10$ мин.); в качестве оценочных функций и функций критичности использованы зависимости, приведенные на рисунке 2а – 2з; вычисление ИПКФ производилось каждую минуту.

Результаты моделирования приведены на рис. 3. На рис. 3а – 3г показано изменение значений параметров p_1 , p_2 , p_3 , p_4 во времени, а на рис. 3д – изменение значения ИПКФ.

Снижение ИПКФ в диапазоне 80 – 100 мин. обусловлено увеличением загруженности процессора и дисковой подсистемы, вызванное запуском приложения, потребляющего значительные ресурсы.

Выводы

В статье предложено оценивать работу элементов и подсистем ИТС по интегральному показателю качества функционирования. Предложены выражения для определения ИПКФ простого и составного элементов. Получаемые в результате применения моделей численные оценки упрощают построение замкнутых систем управления ИТС и позволяют автоматизировать процесс управления сложными гетерогенными системами.

Дальнейшим направлением исследований является реализация средств анализа функционирования компонентов ИТС, использующих предложенные модели, разработка моделей определения числовых показателей, характеризующих надежность элементов и подсистем,

а также разработка моделей целевых функций и исследования в области построения контуров управления сложными гетерогенными ИТС.

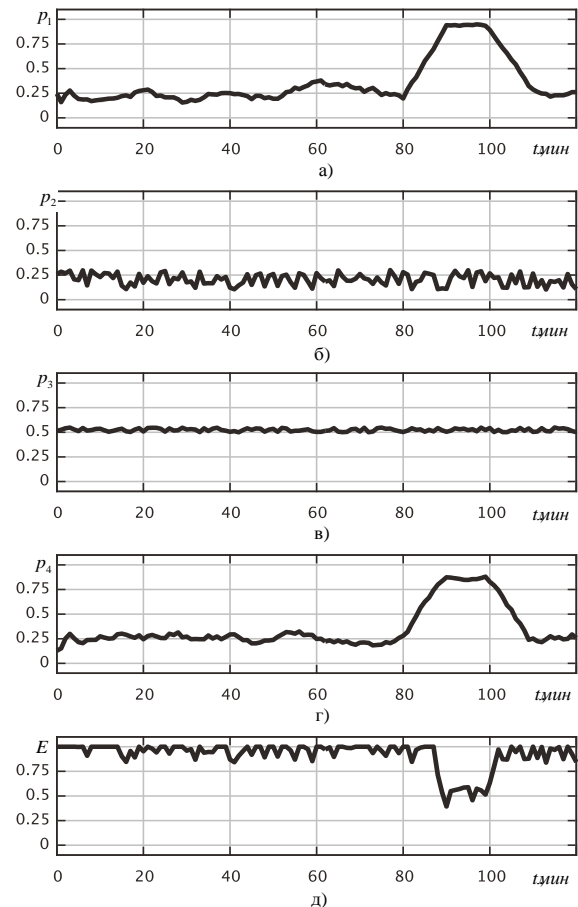


Рис. 3. Результаты моделирования рабочей станции

Список литературы

1. Теленик С.Ф., Ролік О.І., Букасов М.М., Соколовський Р.Л. Система управління інформаційно-телекомунікаційною системою корпоративної АСУ// Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка. –2006. – № 45. – С. 112–126.
2. Ролік А.И. Модель управления перераспределением ресурсов информационно-телекоммуникационной системы при изменении значимости бизнес-процессов// Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. ХГТУ, 2007. –№2 (20). – С. 73–82.
3. Теленик С.Ф., Ролік О.І., Букасов М.М. Моделі управління розподілом обмежених ресурсів в інформаційно-телекомунікаційній мережі АСУ// Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка. – 2006. – № 44. – С. 234–239.
4. Теленик С.Ф., Ролік О.І., Букасов М.М., Терещенко П.І. Управління доступом до обмежених ресурсів інформаційно-телекомунікаційної мережі АСУ військового призначення// Сб. наук. праць ЦНДІ Збройних Сил України. – 2006. – №3 (37). – С. 33–43.
5. Ролік А.И., Соколовский Р.Л. Распределение мобильных компонентов системы управления информационно-телекоммуникационной системой// Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка. –2007. – № 47. – С. 113–124.
6. Paxson V., Almes G., Mahdavi J., Mathis M. Framework for IP performance metrics. RFC2330. May, 1998.
7. Mahdavi J., Paxson V. IPPM Metrics for Measuring Connectivity. RFC2678. September, 1999.
8. Boutaba R., Xiao J., Aib I. CyberPlanner: A Comprehensive Toolkit For Network Service Providers. NOMS 2008 – 11th IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium, vol. 11, no. 1, pp. 379–386.