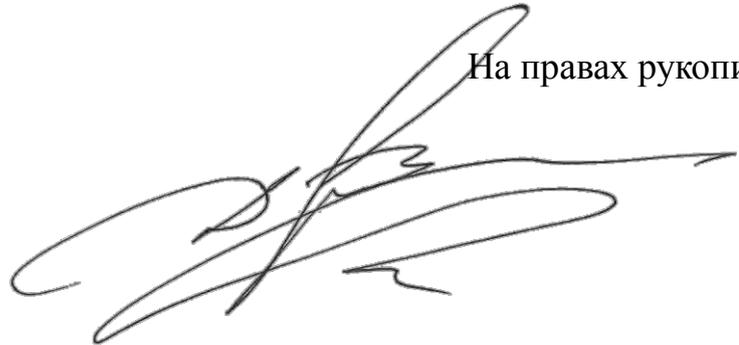


На правах рукописи



Мишин Денис Вячеславович

**МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ АДМИНИСТРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ
КОРПОРАТИВНОЙ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДОЙ АСУ**

Специальность: 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами (промышленность)

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Владимир 2013

Работа выполнена на кафедре информатики и защиты информации в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николай Григорьевича Столетовых» (ВлГУ).

Научный руководитель: **Монахов Михаил Юрьевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информатики и защиты информации ВлГУ, г. Владимир.

Официальные оппоненты: **Веселов Олег Вениаминович**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Мехатроника и электронные системы автомобилей» ВлГУ, г. Владимир;

Курьесев Константин Николаевич, кандидат технических наук, доцент, начальник управления подготовки кадров высшей квалификации Владимирского юридического института ФСИН России, г. Владимир.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный технологический университет «Станкин», г. Москва.

Защита состоится « 15 » мая 2013 г. в « 15 » часов 00 минут на заседании диссертационного совета Д.212.025.01 при Владимирском государственном университете имени Александра Григорьевича и Николай Григорьевича Столетовых по адресу: 600000, г. Владимир, ул. Горького, 87, ауд. 335-1.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ВлГУ.

Автореферат разослан «12» апреля 2013г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор технических наук, доцент



Давыдов Николай Николаевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Возрастающая структурная сложность и размерность интегрированных АСУ, повышение требований к качеству их функционирования делают проблему обеспечения функциональной устойчивости и производительности корпоративной распределенной информационно-вычислительной среды (КРИВС) АСУ актуальной и практически значимой. Эффективность решения проблемы в значительной степени определяется службой администрирования, обеспечивающей работоспособность КРИВС, ее производительность, безопасность, диагностику и восстановление.

Несмотря на интеграцию в АСУ современных аппаратно-программных средств администрирования и управления сетями, наличие стандартов ISO 7498-4 FCAPS, ITU-T X.700, TMN, процессы административного управления восстановлением работоспособности КРИВС автоматизированы лишь частично, отсутствуют эффективные модели и алгоритмы их функционирования в составе единой системы, что приводит к продолжительному снижению системной производительности, особенно в условиях множественных инцидентов (обнаруженных фактов неработоспособности элементов КРИВС).

Таким образом, исследования, направленные на создание моделей и алгоритмов восстановления работоспособности корпоративной распределенной информационно-вычислительной среды АСУ, актуальны и имеют теоретическое и практическое значение в решении проблемы обеспечения качества функционирования АСУ предприятий.

Цели и задачи

Объект исследования: корпоративная распределенная информационно-вычислительная среда АСУ предприятия.

Предмет исследования: методики, модели и алгоритмы административного управления восстановлением работоспособности корпоративной распределенной информационно - вычислительной среды АСУ предприятия.

Цель диссертационной работы: решение научно-технической задачи разработки новых моделей, методик и алгоритмов административного управления, направленных на снижение времени восстановления работоспособности корпоративной распределенной информационно-вычислительной среды АСУ в условиях множественных инцидентов.

В соответствии с целью, были поставлены и решены следующие задачи:

1. Анализ проблемы снижения производительности корпоративной АСУ в случае неработоспособности элементов КРИВС, выявление факторов, влияющих на время выполнения этапов цикла восстановления производительности КРИВС.
2. Разработка методики формирования рациональной очереди восстанавливаемых элементов КРИВС в условиях множественных инцидентов.
3. Разработка алгоритма назначения исполнителей на ремонтно-восстановительные работы и формирования для них заданий.

4. Синтез и программная реализация прототипа системы административного управления (САДУ) КРИВС.

Научная новизна

Научная новизна работы состоит в обобщении существующих и получении новых теоретических и практических результатов в области разработки и применения методов и алгоритмов управления корпоративной распределенной информационно-вычислительной средой АСУ предприятия и заключается в следующем:

1. Разработана методика формирования очереди из неисправных элементов КРИВС на восстановление, отличающаяся учетом типа инцидента и значимости элементов КРИВС для обеспечения производительности прикладных задач АСУ, и позволяющая в условиях множественных инцидентов снизить время восстановления производительности КРИВС.

2. Разработан алгоритм назначения ремонтно-восстановительных работ исполнителям – администраторам, обеспечивающий снижение среднего времени цикла восстановления производительности КРИВС за счет учета текущих компетенций администраторов по выполняемым ими работам.

3. Предложена структурная модель системы административного управления (инцидентами) КРИВС, отличающаяся введением в состав структуры блоков планирования и оптимизации ремонтно-восстановительных работ, что позволяет повысить эффективность и качество управления корпоративной распределенной информационно-вычислительной средой АСУ.

Практическая значимость работы

Практическая значимость диссертации заключается в следующем:

1. Разработанные база данных эталонов элементов КРИВС, комплект технической документации и программные модули подсистемы документированного обеспечения САДУ позволяют автоматизировать процессы контроля, планирования, координации и документирования ресурсов КРИВС.

2. Синтезированные имитационные модели САДУ позволяют количественно оценить и спрогнозировать поведение КРИВС в случаях устранения инцидентов разного типа администраторами с различными компетенциями.

3. Разработанные программные модули САДУ позволяют снизить среднее время приема заявки от пользователей, среднее время выполнения функции устранения инцидента, среднее время принятия решения о назначении исполнителя.

Методология и методы исследования

В ходе решения поставленных задач применялись следующие методы исследования: анализ структуры и процессов административного управления КРИВС, моделирование и синтез алгоритмов и процедур управления и обработки информации. Научные положения диссертационной работы теоретически обосновываются с помощью аппарата теории множеств, теории графов, теории вероятностей, математической статистики, имитационного моделирования. При проектировании программных модулей применялся объектно-ориентированный подход.

Положения, выносимые на защиту:

1. Методика формирования рациональной очереди на восстановление элементов КРИВС в условиях множественных инцидентов.
2. Алгоритм назначения исполнителей на ремонтно-восстановительные работы и формирования для них заданий (диспетчеризация административного управления).
3. Структурная модель системы административного управления (САДУ) КРИВС.
4. Результаты экспериментальных исследований САДУ КРИВС.

Реализация и внедрение результатов диссертационной работы

Полученные результаты исследования внедрены на ОАО «Завод «Автоприбор», в Администрации Владимирской области, на ООО «Западно - Малобалыкское» (ХМАО, Нефтеюганский район), а также использованы при разработке учебных курсов специальностей 090104 "Комплексная защита объектов информатизации", 230202 "Информационные технологии в образовании", 230400 "Информационные системы и технологии" и направления 090900 «Информационная безопасность».

Степень достоверности и апробация работы

Материалы диссертационной работы докладывались и обсуждались на Всероссийских и Международных научных и научно-практических конференциях, симпозиумах и семинарах: XXIX и XXX Всероссийской научно-технической конференции «Проблемы эффективности и безопасности функционирования сложных технических и информационных систем» (г. Серпухов, 2010, 2011), Девятом международном симпозиуме «Интеллектуальные системы, INTELS 2010» (г. Владимир, 2010), XXIII Международной научной конференции «Математические методы в технике и технологиях - ММТТ-23» (г. Смоленск, 2010), 16-й Международной научно-технической конференции «Проблемы передачи и обработки информации в сетях и системах телекоммуникаций» (г. Рязань, 2010), XII Санкт-Петербургской международной конференции «Региональная информатика (РИ-2010)» (г. Санкт-Петербург, 2010), III Международной научно-практической конференции «Современные информационные технологии в образовательном процессе и научных исследованиях» (г. Шуя, 2010), XVII Международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии ИСТ-2011» (г. Н.Новгород, 2011), 9-ой международной научно-технической конференции «Перспективные технологии в средствах передачи информации» (г. Владимир, 2011), пятой всероссийской научно-практической конференции по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика ИММОД-2011» (г. Санкт-Петербург, 2011), X Российской научно-технической конференции «Новые информационные технологии в системах связи и управления» (г. Калуга, 2011), научно-практической конференции «Математика и математическое моделирование» (г. Саранск, 2011), Всероссийской с международным участием молодежной научно-практической конференции "Молодежная математическая наука-2012"

(г. Саранск, 2012), XIX Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (Україна, г. Харків, 2011), XI міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми інформатики і моделювання» (Україна, Харків-Ялта, 2011).

В процессе исследования было опубликовано 20 работ, из них 4 в изданиях из перечня ВАК. Получены 5 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников из 141 наименования, приложений и содержит 130 страниц основного текста, иллюстрированного 31 рисунком, содержит 16 таблиц.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении описываются объект и предмет исследования диссертационной работы, формулируется цель и задачи исследования, обосновывается актуальность, научная новизна работы и практическая значимость результатов.

В главе 1 рассматривается проблема обеспечения качества функционирования корпоративной АСУ. Показано, что критерием эффективности административного управления является производительность КРИВС, а в случаях неработоспособности элементов, и, соответственно, снижения производи-

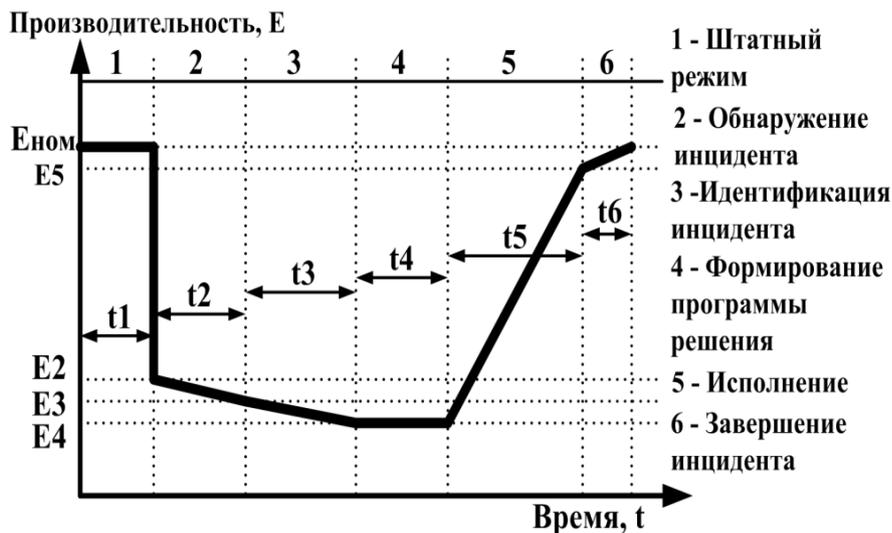


Рис.1 - Цикл административного управління КРИВС

режим. КРИВС функционирует в штатном режиме с производительностью $E_{ном}$. Этап сопровождается контролем значений параметров элементов КРИВС и процессами периодического обслуживания (не приводящими к значительному снижению $E_{ном}$), осуществляемыми администраторами с использованием систем управления элементами сети. Этап заканчивается при возникновении инцидента. При этом производительность может достигнуть нуля (неработоспособность АСУ), или некоторого значения E_2 , в зависимости от типа и мощности поражающего фактора $0 \leq E_2 < E_{ном}$.

Этап 2. Обнаружение инцидента. Происходит поиск неисправных элементов КРИВС, сбор информации об инциденте и его последствиях. В течение

производительности, - время ее восстановления. В главе выделены и классифицированы основные типы инцидентов, возникающих в КРИВС.

Технологический цикл административного управления КРИВС (Рис.1) включает шесть этапов:

Этап 1. Штатный

ние этапа производительность может продолжать снижаться вследствие вторичных отказов, $0 \leq E_3 \leq E_2$.

Этап 3. Идентификация инцидента. Производится идентификация и анализ возможных решений инцидента. Выбирается подходящее решение. Производительность КРИВС может продолжать снижаться, $0 \leq E_4 \leq E_3$.

Этап 4. Формирование программы решения инцидента. Происходит формирование последовательности ремонтно-восстановительных работ - функций административного управления (ФА) на основе программы решения. Исполняемые ФА рассматриваются как элементарные управляющие воздействия с целью изменения состояний элементов КРИВС, например, настройка конфигурационного параметра программы, замена аппаратного модуля АРМ, добавление учетной записи в АД и т.д. Выбирается исполнитель для выполнения функции. По завершении программы происходит переход к этапу 6.

Этап 5. Исполнение функции административного управления. Происходит выполнение ФА администратором. Формируется отчет о выполнении. В случае отказа ФА, происходит возврат к этапу 3, иначе к этапу 4.

Этап 6. Завершение инцидента. Производится контроль состояний элементов КРИВС. Освобождаются ресурсы администрирования. По завершении решения инцидента происходит возврат к этапу 1, реализуя цикл процесса восстановления. Эффективность должна достигнуть $E_{ном}$.

Модель системы административного управления (САДУ) КРИВС

Элементы КРИВС. Множество элементов КРИВС $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$. Каждый $s \in S$ - совокупность структурно-функциональных компонент (СФК) – неделимых администрируемых единиц, их множество $K = \{k_1, k_2, \dots, k_m\}$. Каждая СФК может находиться в одном из двух состояний (исправно/неисправно), определяющих соответствие ее заданному (эталонному) значению.

Функции административного управления КРИВС $F = \{f_1, f_2, \dots, f_g\}$ - элементарные управляющие воздействия администраторов с целью получения или изменения состояний СФК элементов КРИВС.

Администраторы КРИВС. Исполнительная подсистема представлена множеством администраторов КРИВС $A = \{a_1, a_2, \dots, a_r\}$. Администратор может находиться в одном из двух состояний: он не занят выполнением ФА (свободен), или занят. Кроме того, администратор может исполнять любую ФА с определенным значением времени исполнения.

Целевой задачей административного управления является обеспечение такого состояния КРИВС, при котором все ее элементы находятся в состоянии «исправен», и номинальная производительность восстанавливается за минимально возможное время. Время цикла восстановления КРИВС: $T_{ц} = T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6$, где T_2 - время обнаружения инцидента, T_3 - время идентификации инцидента, T_4 - время формирования программы решения, T_5 - время выполнения программы решения инцидента; T_6 - время завершения инцидента. Снижение времени цикла восстановления в диссертации обеспечивается:

- разработкой и практической реализацией методики формирования программы решения инцидента, обеспечивающей рациональную очередность элементов на восстановление, ведущей к снижению T_4 и T_5 ;

- разработкой и практической реализацией методики назначения исполнителей на восстановительные работы и формирования для них заданий, ведущей к снижению T_5 .

В главе 2 разрабатывается методика формирования очереди на восстановление элементов КРИВС в условиях множественных инцидентов.

При формировании очередей на устранение инцидентов предполагается, что на этапах обнаружения и идентификации инцидентов цикла восстановления выявлено подмножество $S' \subseteq S$ неисправных элементов и типы связанных с ними инцидентов. Формирование очереди выполняется на основе типа инцидента и показателя значимости $R(s)$ неисправного элемента $s \in S'$. Устанавливаются следующие ранги для основных типов инцидентов: 1 – «Повреждение элемента»; 2 – «Сбой элемента»; 3 – «Отказ элемента»; 4 – «Авария КРИВС». Инциденты с большим значением ранга типа имеют больший приоритет на устранение.

Методика формирования очереди на восстановление элементов

Этап 1. Формируются очереди по каждому типу инцидентов, сначала решаются инциденты из очередей с большими рангами типа, затем с меньшими.

Этап 2. Формируется очередь на восстановление внутри типов инцидентов на основании показателя значимости элемента КРИВС, с неисправностью которого связан инцидент. Элементы с большим показателем значимости становятся в очереди раньше элементов с меньшим показателем значимости. Данный подход позволяет восстанавливать те элементы, устранение неисправностей которых обеспечивает наибольший прирост производительности КРИВС.

Для расчета $R(s)$ представим модель КРИВС графом $\Gamma = \langle G, I, S \rangle$, где: $G = \langle S, L \rangle$ – его структура, L – множество каналов связи между элементами;

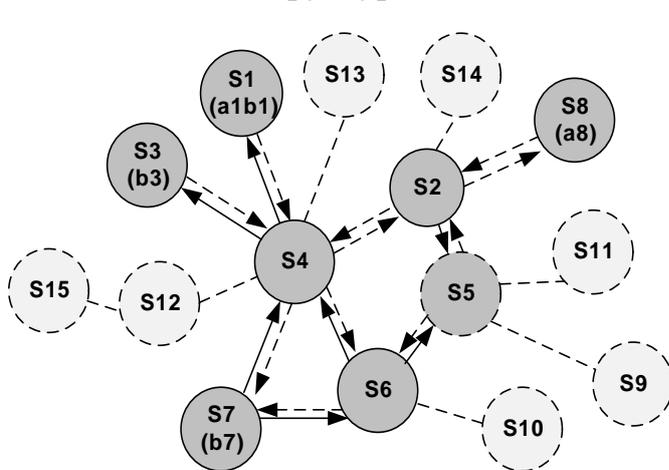


Рис.2 - ориентированный граф ИП

$I = \{i_1, i_2, \dots, i_m\}$ – множество информационных процессов (ИП), возникающих в КРИВС при обеспечении прикладных задач АСУ.

Представим ИП кортежем $i_k = \langle H_k, D_k, B_k, W_k \rangle$, где H_k – его ранг; $D_k = \{d_{1k}^k, \dots, d_{xk}^k\} \subseteq S$ – множество элементов-отправителей i_k ; $B_k = \{b_{1k}^k, \dots, b_{ek}^k\} \subseteq S$ – множество элементов получателей i_k ; $W_k = \{w_{1k}^k, \dots, w_{qk}^k, \dots, w_{pk}^k\}$ – множество альтернативных путей реализа-

ции i_k , $w_q^k \in W_k$ – путь от d_j^k к b_j^k .

Показателем значимости элемента s_r для i_k будем называть выражение вида:

$$R_k(s_r) = \gamma_k(s_r) \cdot H_k,$$

где $\gamma_k(s_r)$ – коэффициент «относительного участия» s_r в реализации i_k , определяемый числом его появлений на W_k .

Для расчета $\gamma_k(s_r)$ представим множество ИП связным неориентированным графом $G(S, L)$, где $i_k \in I$ – ориентированный подграф G_k искомого графа G (Рис.2). Найдем $N_k = D_k \times B_k$ – множество альтернативных сочетаний $\{d_j^k, b_j^k\}$ для i_k . Для $|N_k|$ таких пар определим все пути взаимодействия $W_k = \{w_{1l}^k, \dots, w_{pj}^k\}$ в виде последовательностей (перечисления) узлов S . За $|W_k|$ – обозначим количество найденных путей. Множество путей, проходящих через s_r , обозначим W_k^r , $W_k^r \subset W_k$, $|W_k^r|$ – количество таких путей. Определим $\gamma_k(s_r)$ числом появлений $|W_k^r|$ на множестве W_k : $\gamma_k(s_r) = \frac{|W_k^r|}{|W_k|}$.

Тогда $R_k(s_r) = (|W_k^r|/|W_k|) \cdot H_k$. Выполнив расчет $R(s_r)$ по всему множеству I , получим вектор $\{R_1(s_r), R_2(s_r), \dots, R_m(s_r)\}$, где $m=|I|$. Применяя Евклидову метрику в пространстве \mathbf{R}^m получим:

$$R(s_r) = \sqrt{R_1^2(s_r) + \dots + R_m^2(s_r)} = \sqrt{\sum_{v=1}^m R_v^2(s_r)}.$$

Имитационное моделирование процессов восстановления производительности в КРИВС с использованием описанной методики формирования очередей элементов на восстановление с учетом их значимости для ИП позволяет в случае множественных инцидентов снизить время цикла восстановления до 25% по сравнению с обычным «диспетчерским» подходом.

В главе 3 разрабатывается алгоритм назначения исполнителей на ремонтно-восстановительные работы и формирования для них заданий.

Модель назначения ФА исполнителям представим двудольным графом $G'=(A', F'; Y)$, где $A'=\{a'_1, a'_2, \dots, a'_n\} \subseteq A$ – подмножество доступных администраторов, $F'=\{f'_1, f'_2, \dots, f'_m\}$, $F' \subseteq F$ – подмножество ФА, требующих решения в рамках текущего этапа цикла административного управления, $Y=\{y_{ij}\}$ – множество ребер, связывающих вершины множества A' с вершинами множества F' , $i = \overline{1, |A'|}$, $j = \overline{1, |F'|}$, $i > 0, j > 0$.

Будем считать, что каждый администратор может выполнять любую ФА. Это соответствует тому, что каждая вершина $a' \in A'$ связана со всеми вершинами $f' \in F'$, коэффициент инцидентности $\beta^{a'}$ каждой вершины $a' \in A'$ в таком случае будет равен мощности подмножества ФА, $\beta^{a'} = |F'|$. Аналогично, каждая ФА может быть выполнена любым из администраторов. Это соответствует тому, что каждая вершина $f' \in F'$ связана со всеми вершинами $a' \in A'$, коэффициент инцидентности $\beta^{f'}$ каждой вершины $f' \in F'$ будет равен мощности подмножества доступных администраторов КРИВС, $\beta^{f'} = |A'|$. Таким образом, двудольный граф $G'=(A', F'; Y)$ является полным, $\forall a_i' \in A' \ \& \ f_j' \in F' \ \exists y_{ij} \in Y \mid \{a_i', f_j'\}$.

$f_j, y_{ij} \in G'$.

При решении задачи назначения ФА по исполнителям необходимо из множества возможных $\beta = \sum_{j=1}^{|F'|} \beta_j^{f_j}$ выбрать такие паросочетания из $F' \times A'$, которые наилучшим образом удовлетворяют критерию эффективности:

$T = \sum_{i=1}^{|A'|} \sum_{j=1}^{|F'|} t_{ij}^* \rightarrow \min$. Здесь t_{ij}^* – прогнозируемое время выполнения f_j администратором a_i :

$t_{ij}^* = \bar{t}_{ij} + \bar{t}_{ij} \cdot e^{-\frac{1}{\Delta d_{ij}}} (1 - K_{ij})$,
где: \bar{t}_{ij} – среднее время выполнения f_j администратором a_i ; K_{ij} – показатель компетенции администратора a_i по выполнению f_j - вероятность выполнения функции за время, не превышающее нормативное $K_{ij} = p(t_{ij} \leq \tilde{t}_j)$, \tilde{t}_j - норма времени исполнения f_j ; Δd_{ij} – интервал между моментом времени последнего выполнения функции f_j администратором a_i и моментом времени текущего назначения f_j администратору a_i .

Алгоритм назначения администраторов на исполнение ФА (рис.3)

Особенность задачи назначения F' на A' заключается в том, что за один цикл администрирования будет исполняться некоторое подмножество F'' , $F'' \subseteq F'$, соответствующее $|A'|$. Подмножество F'' будет формироваться в зависимости от условий, определяемых $|F'|$:

- $|F'| \leq |A'| \Rightarrow F'' = F'$. Восста-

новление производительности может быть достигнуто за один цикл этапа исполнения ФА;

- $|F'| > |A'|$. Восстановление производительности может быть достигнуто за более чем один цикл исполнения ФА.

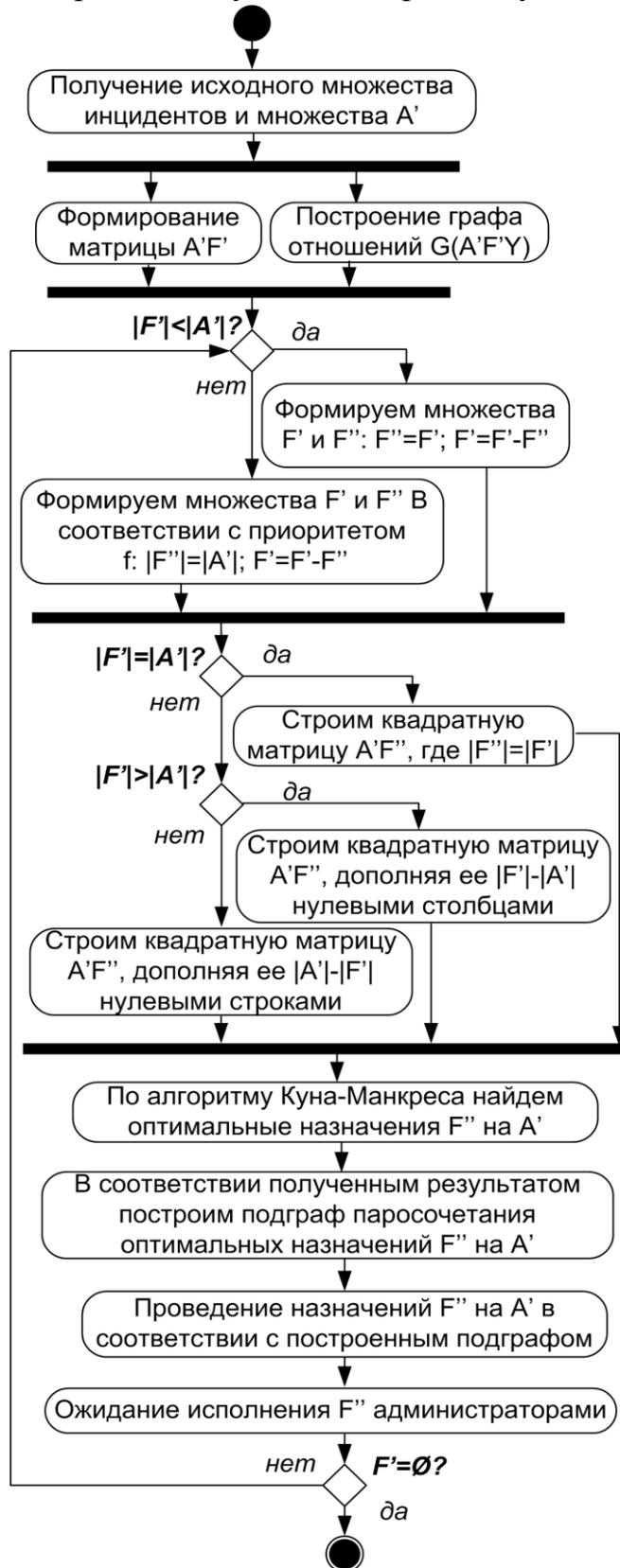


Рис. 3 – алгоритм назначения администраторов

Формирование $F'' \subseteq F'$ для каждого цикла происходит на основе значения приоритетов F' . Функции с большим приоритетом, распределяются на более ранние циклы, что обеспечивает первоочередное восстановление элементов с наивысшим показателем значимости для производительности КРИВС.

Сформируем матрицу прогнозируемого времени выполнения функции: если $|F''|=|A'|$, построим квадратную матрицу $A'F''$ размером $|A'|=|F''|$; если $|F''|<|A'|$, построим квадратную матрицу $A'F''$ размером $|A'|$, дополняя ее нулевыми столбцами.

Поиск максимального паросочетания с минимальными показателями прогнозируемого времени в двудольном графе G' представляет собой классическую алгоритмическую задачу о назначениях как частный случай транспортной задачи. Применяя алгоритм Куна-Манкреса к исходной матрице $A'F''$ получаем решение по назначению требующих решения ФА по доступным администраторам минимальным суммарным прогнозируемым временем восстановления производительности КРИВС.

В главе 4 приводится структура САДУ, алгоритмы ее функционирования. В среде имитационного моделирования AnyLogic строится модель САДУ КРИВС, анализируются результаты имитационных экспериментов. Приводится описание программных модулей САДУ. Анализируются результаты исследования времени восстановления производительности КРИВС, показывающие эффективность основных теоретических построений. Приводятся результаты внедрения подсистем САДУ в КРИВС предприятий.

Структурная модель САДУ (инцидентами)

САДУ структурно представим состоящей из управляющей и исполнительной подсистем (рис.4). Объект управления – множество S элементов КРИВС, каждый элемент представлен совокупностью СФК ($k[p]$).

Управляющая подсистема представлена четырьмя блоками:

- блок выработки управляющих воздействий (БВУВ). Задачами БВУВ являются: выбор и инициализация администраторов (Адм) на выполнение ремонтно-восстановительных работ на СФК элементов; мониторинг состояний множе-

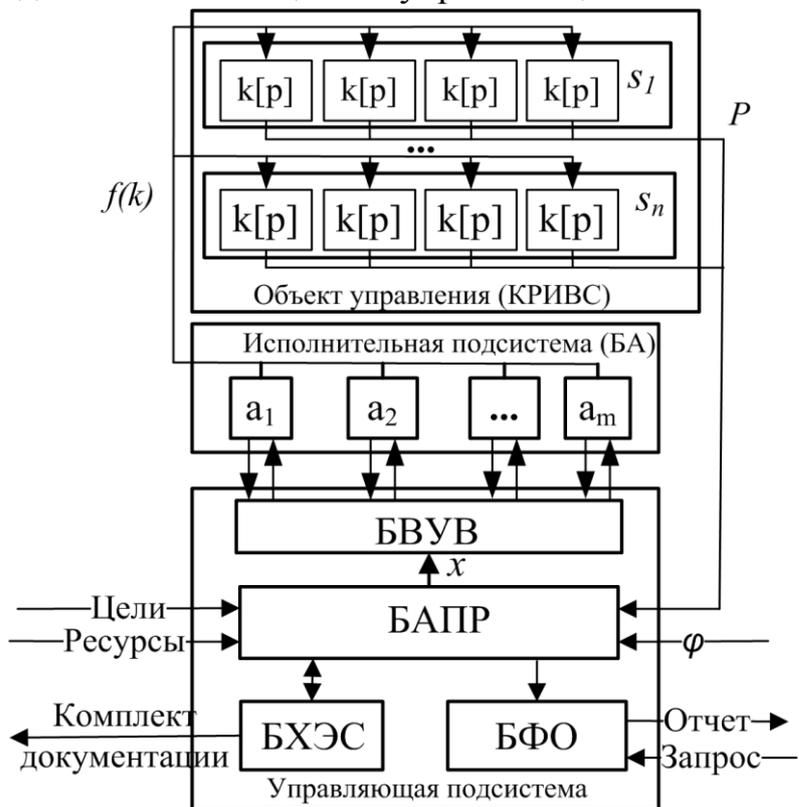


Рис.4 - структура САДУ

ства Адм. Входными данными БВУВ является множество требующих выполнения функций администрирования (ФА) над СФК элементов КРИВС, а также текущие состояния Адм. Выходными данными является назначение Адм на выполнение определенных работ;

- блок анализа и принятия решения (БАПР). Задачами БАПР являются: сравнение текущего состояния элементов КРИВС с эталонами; формирование и изменение эталона; идентификация инцидентов; формирование программы решения инцидентов. В блоке хранится информация о множестве ФА (F), SF -матрица, база идентификационных признаков инцидентов, база типовых программ решения инцидентов, таблица приоритетов элементов. Входными данными БАПР являются: цели – содержат требования корпоративной АСУ, предъявляемые КРИВС, поступают в БАПР извне (руководство); ресурсы - содержат все доступные на данный момент физические и технические ресурсы; множество идентификационных признаков инцидентов (φ); множество текущих состояний СФК; множество эталонных состояний элементов КРИВС. Выходными данными является множество требующих выполнения ФА, аргументами которых являются неисправные СФК;

- блок формирования отчетов (БФО). Задачей БФО является представление в виде документированного отчета сведений о текущем, прошедшем и прогнозируемом состоянии КРИВС по запросу или в случае многократных ошибок, генерируемых БАПР. Входными данными БФО являются сведения о состоянии САДУ и КРИВС, получаемые от БАПР, а также запросы на формирование отчета. Выходными данными являются запрошенные сведения о функционировании САДУ или состоянии КРИВС в виде документированного отчета;

- блок хранения эталонных состояний (БХЭС). Задача БХЭС – хранение профилей СФК элементов КРИВС и актуализация комплекта технической документации на КРИВС. БХЭС включает базу данных, содержащую значения эталонных состояний (характеристик) элементов КРИВС. Комплект технической документации включает информационно-графическую, организационно-правовую документацию. По запросу БАПР, БХЭС передает множество эталонов требуемых элементов КРИВС. Изменение эталона, хранящегося в БХЭС, происходит по соответствующему запросу БАПР.

Исполнительная подсистема САДУ представлена блоком администраторов (БА), объединяющим m Адм (a_1, \dots, a_m). Задачей БА является предоставление актуальных сведений БВУВ о занятости и параметрах каждого Адм. Входными данными является множество инициирующих воздействий БВУВ на исполнение функций Адм, содержащих сведения о требуемой функции, элементе КРИВС и его неисправном СФК.

Имитационная модель САДУ

Для исследования характеристик процессов восстановления производительности КРИВС средствами САДУ была поставлена серия имитационных экспериментов. Эксперименты производилось в среде имитационного моделирования AnyLogic. Моделируемый фрагмент КРИВС включал 840 рабочих

станций, 10 сетевых принтеров, 20 корпоративных серверов, 123 коммутатора, 7 маршрутизаторов (всего 1000 элементов). В основе модели САДУ лежит дискретно-событийное моделирование, при котором функционирование системы представляется как хронологическая последовательность событий. Структура модели представлена компонентами из набора библиотеки СеМО. Программный код, обеспечивающий функционирование разработанной модели, написан на языке Java.

Результаты моделирования показали, что выигрыш в приросте производительности при применении разработанной методики в формировании очереди ремонтно-восстановительных работ зависит от количества одновременно решаемых инцидентов и в среднем составляет 15%. Применение разработанного алгоритма и модели администратора при назначении исполнителей по работам позволили сократить время цикла восстановления производительности КРИВС на 16%.

Программное обеспечение административного управления

Подсистема документированного обеспечения (ПДО) как средство автоматизации функций предусмотренных БХЭС и БФО САДУ КРИВС, представлена базой данных эталонов КРИВС, комплектом технической документации и программными модулями, позволяющими автоматизировать процессы контроля, планирования, координации и документирования ресурсов КРИВС. Созданы типовые документы, составляющие комплект технической документации КРИВС. Процессы БХЭС предусматривают организацию упорядоченного хранения эталонов и текущих параметров элементов КРИВС – базу данных. Автоматизация и визуализация процессов организована с использованием ГИС MapInfo, что позволяет просматривать, добавлять и модифицировать пространственные объекты и связанную с ними информацию, выполнять картоориентированные запросы к данным. База данных ПДО реализована в среде IBM LotusNotes. Обработка массивов данных осуществляется в рамках реализованного в среде Lotus Domino Designer приложения. Элементы рассмотренной подсистемы были внедрены в ОАО «Завод «Автоприбор», ООО «Западно-Малобалыкское» (ХМАО).

Применение подсистемы позволило снизить время выполнения функций администраторами предприятий до 20% за счет сокращения времени на поиск информации об элементах КРИВС и принятия решений по управлению КРИВС.

Программный комплекс расчета значимости элементов КРИВС предназначен для автоматизации процессов блока БАПР. Серверный модуль – РНР программа, реализующая основные алгоритмы построения структуры КРИВС, расчет значимости ее элементов, реализует интерфейс с БД (СУБД MySQL). Клиентский модуль – приложение (HTML5, CSS, JavaScript), реализующее интерактивный пользовательский интерфейс для работы с многослойной картой КРИВС.

Программный комплекс мониторинга состояния элементов КРИВС CSNM v.1.0 предназначен для автоматизации процессов блока БАПР. База

данных CSNM v.1.0 реализована средством СУБД MS SQLServer 2010. Каждый параметр элемента КРИВС выделяется в отдельный классификатор. С помощью хранимых процедур и триггеров производится анализ, преобразование, хранение и актуализация данных об элементах. Программный комплекс CSNM v.1.0 применим в крупных сетях АСУ предприятий.

Опытная эксплуатация CSNM v.1.0 проводилась в сегменте КРИВС цеха подготовки и перекачки нефти предприятия ООО «Западно-Малобалыкское». В течение первого месяца функционирования CSNM v.1.0 среднее время обнаружения и идентификации инцидентов уменьшилось на 25%. При использовании CSNM v.1.0 было выявлено более 10 фактов нарушения политики безопасности предприятия.

АРМ диспетчера административного управления DTNAMv.1.0 позволяет автоматизировать процессы предусмотренные блоками БВУВ, БА и БАПР модели САДУ. Архитектура DTNAMv.0.1 предполагает три основные группы пользователей: пользователи АСУ, администраторы КРИВС, диспетчер САДУ. В рамках тестирования, DTNAMv.0.1 был развернут в сегменте КРИВС ОАО «Завод «Автоприбор». Период тестовой эксплуатации составлял 1 месяц, в процессе которого проводились замеры времени приема заявок на устранение инцидентов от пользователей АСУ, времени выполнения функций устранения инцидентов, времени принятия решения о назначении исполнителя диспетчером. Показатели фиксировались средствами DTNAMv.0.1. Усредненные показатели за период эксплуатации комплекса и аналогичные показатели за период предшествующий внедрению представлены в таблице 1 (показатели за период, предшествующий периоду тестовой эксплуатации DTNAMv.0.1, были получены из базы данных функционирующей на предприятии системы поддержки пользователей).

Таблица 1– сравнение исследуемых показателей

Наименование показателя	Мин., макс. и средн. время (мин.)	
	До внедрения	В период внедрения
Время приема заявки на устранение инцидента от пользователей АСУ	6; 12; 8;	2; 10; 6;
Время выполнения функции устранения инцидента администратором	5; 90; 20;	5; 75; 15;
Время принятия решения о назначении исполнителя диспетчером;	10; 30; 15;	4; 20; 9;

Минимальное время приема заявки от пользователей снизилось на 41%, максимальное время на 16,5%, среднее время на 25%; максимальное время выполнения функции устранения инцидента администратором не изменилось, минимальное - снизилось на 16,5%, среднее - снизилось на 25%; Максимальное время принятия решения о назначении исполнителя диспетчером снизилось на 40%, минимальное - снизилось на 33%, среднее - снизилось на 40%. Отметим что, период тестовой эксплуатации не достаточно продолжителен, однако наблюдаемое снижение среднего времени по всем показателям

позволяет говорить об адекватности применяемых методики и алгоритмов.

В заключении перечисляются основные результаты диссертации:

1. Анализ функционирования АСУ современных предприятий позволяет констатировать длительные периоды снижения их работоспособности в условиях большого числа инцидентов с элементами корпоративной распределенной информационно-вычислительной среды. Связано это, как правило, с несовершенством существующих методов и средств административного управления. Существующие решения не позволяют автоматизировать все этапы цикла устранения инцидента, что отрицательно сказывается на общем времени восстановления КРИВС.

2. Выявлено, что наиболее существенным показателем эффективности административного управления является производительность КРИВС, а в условиях множественных инцидентов - время восстановления производительности КРИВС.

3. Предложена методика, позволяющая сформировать очередь на восстановление из множества всех неисправных элементов КРИВС. Особенностью предлагаемого решения является учет типов инцидентов и значимости неисправных элементов КРИВС для обеспечения производительности прикладных задач АСУ.

4. Разработан алгоритм назначения ремонтно-восстановительных работ исполнителям. В основе подхода лежит алгоритм Куна – Манкреса, к которому добавлены новые процедуры расчета весов ребер графа на основе параметров компетенций администраторов и ранжирования приоритетов функций администрирования.

5. Предложена структурная модель системы административного управления (инцидентами) КРИВС, отличающаяся введением в состав структуры блоков планирования и оптимизации ремонтно-восстановительных работ, что позволяет повысить эффективность административного управления в случае множественных инцидентов.

6. Разработана имитационная модель системы административного управления в программной среде AnyLogic. Результаты моделирования показали, что выигрыш в приросте производительности при применении разработанного подхода в формировании очереди ремонтно-восстановительных работ зависит от количества одновременно решаемых инцидентов и в среднем составляет 15%. Применение разработанного алгоритма и модели администратора при назначении исполнителей по работам позволяют сократить время цикла восстановления производительности КРИВС в среднем на 16%.

7. Разработано программное обеспечение системы административного управления (инцидентами), включающее модули: документированного обеспечения, расчета значимости элементов, мониторинга состояния элементов. Результаты опытной эксплуатации модулей системы на ряде предприятий показали: среднее время приема заявки от пользователей снижается до 26,5%; среднее время выполнения функции устранения инцидента снижается до 16,5%; среднее время принятия решения о назначении исполнителя снижает-

ся до 40%. Кроме того, уменьшается общее количество инцидентов.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в изданиях рекомендованных ВАК РФ

1. Мишин, Д.В. Система документированного обеспечения администрирования корпоративной сети передачи данных [Текст] / Д.В. Мишин, М.М. Монахова // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова. Научно-методический журнал. №1. – 2010; 80 с., С. 70-72. (соискатель – 75%)

2. Мишин, Д.В. Приоритеты функциональных элементов в задачах администрирования корпоративных сетей передачи данных [Текст] / Д.В. Мишин, М.Ю. Монахов // Проектирование и технология электронных средств. №4.- 2010; С.15-19; ISSN 2071-9809 (соискатель – 80%)

3. Мишин, Д.В. Об автоматизации процессов обеспечения функциональной устойчивости информационно-технологической инфраструктуры интегрированной АСУП [Текст] / Д.В. Мишин, М.Ю. Монахов // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2012. Т. 55.№ 8. С. 46-49 (соискатель – 60%)

4. Мишин, Д.В. Система администрирования корпоративной сети передачи данных АСУП [Текст] / Д.В. Мишин, М.М. Монахова, А.А. Петров // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2012. Т. 55.№ 8. С.50-52. (соискатель – 80%)

Учебные пособия с грифом УМО

5. Мишин, Д. В. Анализ защищенности распределенных информационных систем. Идентификация ресурсов корпоративной сети передачи данных: практикум / Д. В. Мишин, Ю. М. Монахов ; Владим. гос. ун-т имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. - Владимир : Изд-во ВлГУ, 2012. - 96 с. - ISBN 978-5-9984-0295-1 (соискатель – 75%)

Статьи в других научных изданиях

6. Mishin, D.V. About the optimization of the administration corporate area networks of the data transmission under scarce administrative resources / D.V. Mishin, M.M. Monakhova // Herald of the National Technical University "KhPI". Subject issue: Information Science and Modelling. - Kharkov: NTU "KhPI". - 2011. - №17. - 197 p; - P. 101-108. ISSN 2079-0031 (соискатель – 70%)

Опубликованные доклады зарубежных и международных НТК

7. Мишин, Д.В. Математическая модель приоритетов функциональных элементов корпоративных сетей передачи данных [Текст] / Д.В. Мишин, М.М. Монахова // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: Тези доповідей ХІХ міжнародної науково-практичної конференції, Ч.IV (01-03 червня 2011 р., Харків) / за ред. проф. ТОВАЖНЯНСЬКОГО Л.Л. - Харків, НТУ "ХПІ". - 376 с.; - С. 56-57. ISSN 2222-2944(соискатель – 60%)

8. Мишин, Д.В. Об автоматизированной системе администрирования ИТ-инфраструктурой АСУП [Текст] / Д.В. Мишин, М.М. Монахова // Проблеми інформатики і моделювання. Тезиси одинадцяті міжнародної науково-технічної конференції. - Харків-Ялта: НТУ "ХПІ", 2011. - 84 с., російською мовою; - С. 55. (соискатель – 60%)

9. Мишин, Д.В. Имитационное исследование алгоритмов оптимизации административных ресурсов КСПД [Текст] / Д.В. Мишин, М.М. Монахова // Проблеми інформатики і моделювання. Тезиси одинадцяті міжнародної науково-

технічної конференції. - Харків-Ялта: НТУ "ХПІ", 2011. - 84 с., російською мовою; - С. 56. (соискатель – 65%)

10. Мишин, Д.В. Модели и алгоритмы администрирования корпоративных сетей передачи данных [Текст] / Д.В. Мишин, М.М. Монахова // Труды XXIX Всероссийской научно-технической конференции. Проблемы эффективности и безопасности функционирования сложных технических и информационных систем. Часть IV, секция №4. - Серпуховский ВИ РВ. - 2010. - 304 с.; - С. 165-170. - ISBN 978-5-91954-003-8 (соискатель – 60%)

11. Мишин, Д.В. Модель автоматизированной системы администрирования корпоративной сети передачи данных [Текст] / Д.В. Мишин, М.М. Монахова // Интеллектуальные системы: Труды Девятого международного симпозиума / Под ред. К.А. Пупкова. - М.: РУСАКИ, 2010. - С. 268-271. - 773 с. - ISBN 978-5-93347-407-4 (соискатель – 70%)

12. Мишин, Д.В. Объектно-ориентированная модель информационной системы администрирования корпоративной сети передачи данных [Текст] / Д.В. Мишин, М.М. Монахова // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ-23: сб. трудов XXIII Междунар. науч. конф.: в 12 т. Т. 12. Секция 14, 15 / под общ. ред. В.С. Балакирева. Смоленск: РИО филиала ГОУВПО "МЭИ (ТУ)" в г. Смоленске, - 2010. - 204 с.; - С. 08-10. - ISBN 978-5-91412-091-8 (соискатель – 60%)

13. Мишин, Д.В. Алгоритмы распределенного администрирования корпоративных сетей передачи данных [Текст] / Д.В. Мишин, М.М. Монахова // Проблемы передачи и обработки информации в сетях и системах телекоммуникаций: Материалы 16-й Международной науч.-техн. конф. Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, - 2010. - 220 с.; - С. 131-134. - ISBN 5-7722-0209-X (соискатель – 70%)

14. Мишин, Д.В. Модель администратора корпоративной сети передачи данных [Текст] / Д.В. Мишин, М.М. Монахова // Региональная информатика (РИ-2010). XII Санкт-Петербургская международная конференция "Региональная информатика (РИ-2010)". Санкт-Петербург, 20-22 октября 2010 г.: Труды конференции \ СПОИ-СУ. - СПб, - 2010. - 407 с.; - С. 55-56. - ISBN 978-5-904031-99-2 (соискатель – 70%)

15. Мишин, Д.В. Алгоритм выбора администраторов корпоративной сети передачи данных [Текст] / Д.В. Мишин, М.М. Монахова // Информационные системы и технологии ИСТ-2011: Материалы XVII Международной научно-технической конференции (г. Н.Новгород, 22 апреля 2011 года) - Н. Новгород: Электронное издание. - 2011.; Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 28,0. Уч.-изд. л. 47,6. С. 147-148. - ISBN 978-5-9902087-2-8 (соискатель – 75%)

16. Мишин, Д.В. О модели администратора автоматизированной системы администрирования корпоративной сети передачи данных [Текст] / Д.В. Мишин, М.М. Монахова // Перспективные технологии в средствах передачи информации: Материалы 9-ой международной научно - технической конференции / Владим. гос. университет; редкол.: А.Г. Самойлов (и др). - Владимир: ВлГУ, т. 1. - 2011. - 272 с.; - С. 76-79. - ISBN 978-5-905527-02-9 (соискатель – 70%)

17. Мишин, Д.В. Исследование алгоритмов повышения функциональной живучести АСУП в среде имитационного моделирования AnyLogic [Текст] / Мишин Д.В., Монахова М.М. // Труды XXX Всероссийской научно-технической конференции. Проблемы эффективности и безопасности функционирования сложных технических и информационных систем. Часть IV, секция №6. - Серпуховский ВИ РВ. -

2011. - 376 с.; - С. 175-177. - ISBN 978-5-91954-029-8 (соискатель – 70%)

18. Мишин, Д.В. О применении среды моделирования AnyLogic в исследовании эффективности алгоритмов выбора администраторов корпоративной сети передачи данных [Текст] / Д.В. Мишин // Труды пятой всероссийской НТК по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности "Имитационное моделирование. Теория и практика" ИММОД-2011. Том 1, Секция 2 - Средства автоматизации и визуализации имитационного моделирования / ОАО "Центр технологии и судостроения", Санкт-Петербург, -2011. - 448 с.;-С.373-378. - ISBN 978-5-905526-02-2

19. Мишин, Д.В. Алгоритм ранжирования ресурсов информационной инфраструктуры АСУП при планировании восстановительных работ [Текст] / М.Ю. Монахов, Д.В. Мишин, М.М. Монахова // Труды X Российской научно-технической конференции "Новые информационные технологии в системах связи и управления", Калуга, 1-2 июня 2011г. - Калуга: Издательство ООО "Ноосфера", 2011. - 610 с.; С. 585-588 - ISBN 978-5-89552-322-3 (соискатель – 50%)

20. Mishin, D. Decision support system of dispatching the task to administrators of corporate area network [Текст] / D. Mishin, M. Monakhova // Молодежная математическая наука-2012. Сборник материалов всероссийской с международным участием молодежной научно-практической конференции "Молодежная математическая наука-2012": 26-27 апреля 2012 - Мордовский гос.пед.ин-т. - Саранск, 2012 - 278с., С. 8-14 - ISBN 978-58156-0461-2

Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ

21. Мишин Д.В. и др. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2012612368 от 5 марта 2012 г. «Программный комплекс для расчета значимости элементов корпоративной сети передачи данных».

22. Мишин Д.В. и др. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2012615428 от 18 июня 2012 г. «Имитатор клиента удаленного управления».

23. Мишин Д.В. и др. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2012612369 от 5 марта 2012 г. «Модуль прослушивания трафика в корпоративной сети»

24. Мишин Д.В. и др. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2012660376 от 9 октября 2012 г.; «Программный комплекс администрирования корпоративной сети передачи данных DTNAM v1.0»

25. Мишин Д.В. и др. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2012660377 от 9 октября 2012 г. «Автоматизированная система расчета статических характеристик инцидентов информационной безопасности КСПД АСУП»

Подписано в печать 08.04.13.

Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 1,16. Тираж 100 экз.

Заказ 80

Издательство

Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николай Григорьевича Столетовых
600000, Владимир, ул. Горького, 87.