

чений задержек обслуживания (одного или нескольких) узлов в сетях разной конфигурации (многофазных; параллельных, произвольных) с разными режимами функционирования и степенью сбалансированности. В качестве анализируемых факторов рассматривались средние значения задержек, коэффициенты вариации значений задержек, законы распределения задержек.

Полученные результаты, включая выделенный подтип сетей, правила его визуализации, правила отображения сети в терминах языка GPSS составляют основу для создания системы автогенерации результативных имитационных моделей по их сетевым спецификациям. А оценки чувствительности сетевых характеристик позволяют оценивать требования к точности задания параметров сетей, устанавливать допустимые диапазоны изменения погрешностей узловых характеристик по отношению к системным.

#### **СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Советов, Б.Я. Моделирование систем / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – М.: Высш. шк., 2001. – 430 с.
2. Ивницкий, В.А. Теория сетей массового обслуживания / В.А. Ивницкий. – М.: Физико-математическая литература, 2004. – 772 с.
3. Рыжиков, Ю.И. Имитационное моделирование. Теория и технологии. – СПб.: Корона, 2004. – 320 с.
4. Кудрявцев, Е.М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем: учебник для ВУЗов. – Москва, 2004. – 320 с.

УДК 004.514.62

*Коваленко В.Ю.*

*Научный руководитель: к.т.н., доцент Костюк Д.А.*

### **СРЕДСТВА ИЗОЛЯЦИИ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОРТАТИВНЫХ СИСТЕМ НА БАЗЕ LINUX**

Использование мобильных встраиваемых систем (ВС) имеет значительные отличия от эксплуатации традиционных и стационарных систем: в первую очередь, для них характерны работа в «походных» условиях, т. е. отсутствие поддержки, возможности оперативного диагностирования и отладки приложений, восстановления системы (переустановка, изменение системных настроек); повышенные требования к устойчивости из-за критичности получаемых данных и недопустимость их потери. В связи с этим при разработке таких ВС необходимо придумать и реализовать методологию сохранения работоспособности системы в случае сбоев, ошибок (как внутренних, так и внешних).

Базисом для проведения исследований, представленных в данной работе, является мобильная платформа мониторинга паводковой ситуации [1], обладающая низкой вычислительной мощностью; поэтому рассмотренные далее способы повышения надежности были выбраны с учётом доступных ресурсов.

#### **1. Использование виртуализации в ВС**

Виртуализация – запуск приложения в изолированной среде, т. н. «песочнице» (от англ. sandbox), когда его действия жестко контролируются виртуальной машиной (VM). Приложение изолировано от других программ и взаимодействует с ними через специальные интерфейсы, а доступ к ресурсам (памяти, портам и т. д.) инкапсулируется и также находится под контролем.

Полноценная аппаратная или паравиртуализация неприемлема в данной задаче из-за объема потребляемых ресурсов. Поэтому было решено использовать метод изоляции

(контейнеров, jail), который позволяет значительно повысить производительность и скорость отклика системы [2].

Контейнеры представляют собой специальные изолированные области, как в оперативной памяти, так и на жёстком диске (который в нашем случае представлен в виде FLASH-накопителя) без возможности доступа к внешним, по отношению к ним, ресурсам и данным. Это справедливо и для такого критически важного параметра, как процессорное время. Существует несколько реализаций этой технологии, но наиболее уместной является lxc (linux containers), поскольку полностью отвечает предъявленным требованиям. При старте программа запускается внутри этого пространства, и её ошибки никак не влияют на работу других программ или самой системы.

Механизм контейнеров применен нами следующим образом: в качестве гипервизора выступает системная графическая оболочка, через меню которой происходит управление устройством. При выборе определённого пункта, который, по сути, является отдельной программой, запускается контейнер, в свою очередь запускающий программу. Взаимодействие между процессами реализовано через прикладную коммуникационную библиотеку и потому не нарушает изоляцию. Визуализация данных, т. е. отображение результата работы, выполняется системной оболочкой.

## 2. Работа в условиях нехватки ресурсов

Отдельным требованием к разработке программного обеспечения является экономия энергии (поскольку устройство мобильное) и нехватка ресурсов для параллельной работы нескольких «тяжёлых» приложений. Чтобы частично решить эти проблемы, нами использована технология персистентности – останов выполнения и сохранение программы на диск для дальнейшего восстановления при необходимости.



Рисунок 1 – Изоляция приложений (слева) и структура модулей системы (справа)

Суть использованного решения в том, что сохраняется определенный контейнер, а затем восстанавливается без потери результата. Реализация основана на подсистеме sturpid, которая в полной мере отвечает поставленным задачам.

Управление на уровне системного меню является прозрачным для пользователя (при смене активного приложения «старое» сохраняется, а новое восстанавливается автоматически). Этот процесс, однако, приводит к незначительной временной задержке при отображении, но, поскольку смена происходит не так часто, значительного влияния на удобство использования данный факт не оказывает, обеспечивая при этом существенные преимущества: «псевдопараллельный» режим работы (когда несколько программ работают не в параллельном режиме, но при этом процессы не завершаются, и не требуется выполнение дорогостоящих системных вызовов и повторной инициализации

процесса); снижение энергопотребления за счёт возможности уменьшения нагрузки на вычислительные мощности.

### **Выводы**

Т.о., для обеспечения повышенной надежности программного обеспечения встраиваемых систем на базе ОС GNU/Linux может быть применен следующий комплекс решений:

- адаптация системы контейнеров для использования в ВС на основе ARM;
- создание подсистемы, обеспечивающей персистентность приложений;
- использование специальной оболочки для автоматизации и настройки описанных выше функций.

### **СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Коваленко, В.Ю. Архитектура портативного терминала для системы мониторинга паводка на базе платформы GNU/Linux: сборник конкурсных научных работ студентов и магистрантов. – Брест: БрГТУ, 2011. – Ч. 1. – С. 69–71.

2. Коваленко, В.Ю. Обеспечение повышенной надежности и длительности работы программного обеспечения встраиваемых систем на базе ОС GNU/LINUX / В.Ю. Коваленко // Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций РТ-2012: материалы 8-й Международной молодежной НТК. – Севастополь, 2012. – С. 369.

УДК 004.051

*Кочурко В.А., Гречка А.В.*

*Научный руководитель: д.т.н., проф. Головкин В.А.*

## **ЗАДАЧА ОПТИМИЗАЦИИ РАСПИСАНИЯ РАБОТ МАШИННО-ТРАНСПОРТНОГО ПАРКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

В рамках данной работы рассматривается вопрос оптимизации расписания работ техники сельскохозяйственного предприятия. Данный вопрос актуален как один из методов уменьшения издержек и повышения экономической эффективности хозяйствования.

**Постановка задачи.** Предметная область представляет собой сельскохозяйственное предприятие, создающее календарный план работ для каждой единицы техники.

Техника делится на два типа: силовая техника (трактора, комбайны) и обрабатывающая (сеялки, диски и т.д.).

Каждая единица такого календарного плана – одна операция, выполняемая либо одной единицей техники (комбайном), либо агрегатом из двух единиц техники разного типа (например, трактор + сеялка).

Каждая единица техники имеет набор операций, которые она способна выполнять; соответственно на одну выполнение операции некоторого типа можно назначить только такую технику либо агрегат, который способен выполнять такую операцию.

Формирование всего календарного плана происходит на основе карты технологий, которая предварительно составляется на основе базовых (справочных) технологий с добавлением специфики каждого отдельного предприятия.

Технологией называется совокупность операций, производимых каждая в строго отведенном временном интервале (таковой интервал носит название агросрок – интервал, когда допустимо и необходимо проведение соответствующей операции), и дополнительных условий для этих операций – например, количество используемых расходных материалов типа семена или удобрения; типы и площади полей, к которым применяется каждая из операций технологии.