

На правах рукописи



003457749

ГУРОВ ВАЛЕРИЙ ВАЛЕНТИНОВИЧ

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И СРЕДСТВ АНАЛИЗА
И ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ
СИСТЕМ УЧЕБНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Специальность 05.13.11 – математическое и программное обеспечение вычислительных машин,
комплексов и компьютерных сетей

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

12 ДЕК 2008

Москва - 2008

Работа выполнена в Московском инженерно-физическом институте (государственном университете)

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Чуканов Всеволод Озирисович

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, доцент Жуков Дмитрий Олегович
кандидат технических наук, с.н.с. Ярных Валерий Васильевич

Ведущая организация: ФГУП "Концерн "Системпром".

Защита состоится 24 декабря 2008 г. в 14 часов на заседании диссертационного совета Д 212.130.03 при Московском инженерно-физическом институте (государственном университете) по адресу: г. Москва, Каширское ш., д.31

Телефоны: 324-84-98, 323-96-25.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского инженерно-физического института (государственного университета)

Отзывы в двух экземплярах, заверенные печатью организации, просьба направлять по адресу: 115409 г. Москва, Каширское ш., 31, диссертационный совет МИФИ.

Автореферат разослан 19 ноября 2008 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Шумилов Ю.Ю.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы

Федеральная целевая программа "Развитие единой образовательной информационной среды" (ФЦП РЕОС), принятая в рамках реализации Федеральной целевой программы развития образования и Национальной доктрины образования, отмечает, что в условиях динамично меняющегося мира, глобальной взаимозависимости и конкуренции, необходимости широкого использования и постоянного развития и усложнения технологий фундаментальное значение имеет информатизация сферы образования.

Одной из главных задач, поставленных в ФЦП РЕОС, является применение новых информационных и телекоммуникационных технологий в учебном процессе, включая создание и использование современных электронных учебных материалов.

В ФЦП РЕОС особо подчёркивается, что "с учетом специфики отдельных вузов и большого числа специальностей значительное количество учебных электронных материалов для обучающихся должно готовиться силами самих высших учебных заведений". Это соответствует сложившемуся к настоящему моменту положению, когда ряд обучающих программ, особенно в технических вузах, разрабатывается сравнительно небольшим коллективом, в состав которого, как правило, входят студенты старших, а иногда и младших, курсов, под руководством аспиранта или преподавателя. Такие творческие группы в силу естественных причин подвержены частому обновлению. В то же время они представляют собой большую творческую силу, которая в состоянии при грамотной организации рабочего процесса, решить большой комплекс практических задач. Это предъявляет повышенные требования к качеству и, в том числе, надежности и защищенности разрабатываемого в таких условиях программного обеспечения.

Имеющиеся к настоящему времени научные работы в этой области рассматривают качество программных систем учебного назначения (ПСУН), в основном, с точки зрения потребительского качества, то есть реализации в них некоторой функциональности. В то же время, вопросы, касающиеся качества этого класса систем как программных продуктов, анализируются очень ограниченно и не учитывают всего комплекса имеющихся здесь проблем. Вместе с тем, ПСУН представляют собой особое направление в сфере информационных технологий, о чём свидетельствует выделение их в отдельный класс программной продукции согласно Общероссийскому классификатору продукции. Это требует при определении их качества учета совокупности показателей, наиболее существенных именно для этих средств.

Таким образом, актуальность работы определяется всё возрастающим количеством разработок ПСУН, в том числе силами самих учебных заведений, и необходимостью проведения комплексного анализа и обеспечения их качества как особого класса программных систем. Решение этих вопросов является актуальной научной задачей.

Цель исследования. Целью представленной работы является повышение качества программных систем учебного назначения путем разработки соответствующих методов, моделей и программных средств.

Для достижения данной цели необходимо решение следующих задач:

- анализ особенностей ПСУН как отдельного класса программных систем, предъявляемых к ним требований по качеству и определение характеристик качества, наиболее существенных для систем этого класса;
- исследование программных методов защиты ПСУН, разработка структуры ПСУН, обеспечивающей повышение их защищенности;
- разработка методов и средств анализа и обеспечения надежности ПСУН;
- разработка комплекса ПСУН для практического подтверждения эффективности разработанных методов и средств.

Объектом исследования являются программные **системы** учебного назначения.

Предмет исследования – методы и средства анализа и синтеза программных систем учебного назначения, позволяющие обеспечить необходимое качество ПСУН.

Методы исследования. При решении поставленных задач использовались теория марковских процессов, теория вероятностей, методы математической статистики, методы имитационного моделирования, теория графов.

Научная новизна результатов работы заключается в следующем:

- определены показатели качества ПСУН;
- выбран и обоснован критерий защищенности системы, учитывающий вероятность достижения цели злоумышленником на каждом шаге проникновения и вероятность обнаружения его действий;
- разработана модель уязвимостей ПСУН;
- разработаны аналитическая и имитационная модели надежности компьютерных обучающих программ, позволяющие получить основные показатели надёжности с учетом вероятности безотказной работы программного комплекса при случайной длительности выполнения задачи;
- впервые создана единая методика анализа и обеспечения качества ПСУН;
- предложена и обоснована концепция обучения студентов использованию программных методов защиты программных систем.

Практическая значимость результатов работы заключается в следующем:

- разработаны набор алгоритмов и комплекс программных средств, поддерживающие все этапы использования методики анализа и обеспечения качества ПСУН;
- разработаны и внедрены комплексы компьютерных обучающих программ по 4-м техническим дисциплинам общим объемом 47 электронных уроков;
- разработана система компьютерного тестирования, обеспечивающая повышение (до 20 %) дискриминативности тестов при сохранении валидности;
- разработано около 1500 тестовых заданий по различным техническим дисциплинам; полнотематические задания с множественными вариантами ответов разработаны с учетом определенного в работе соотношения количества правильных ответов и дистракторов, обеспечивающего максимальную дискриминативность задания.

На защиту выносятся:

- показатели качества ПСУН;
- критерий защищенности ПСУН;
- модель уязвимостей ПСУН, позволяющая определить пути наиболее вероятного несанкционированного проникновения в систему и пути наименее вероятного обнаружения нападения, что позволит предпринять меры либо для эффективного выявления атаки, либо для максимального затруднения действий злоумышленников на этих путях;
- аналитическая и имитационная модели оценки работы ПСУН, обеспечивающие анализ полноты отладки программного обеспечения, принимаемого к использованию в учебном процессе;
- методика обеспечения качества разрабатываемых ПСУН,
- концепция обучения студентов использованию программных методов защиты программных систем.

Достоверность основных положений диссертации подтверждается корректностью математического аппарата и теоретических выкладок, а также совпадением теоретических результатов с экспериментальными.

Апробация работы. Основные результаты работы докладывались и обсуждались на 23-х международных, всероссийских и региональных конференциях, семинарах и научных сессиях: Научных сессиях МИФИ в период 1998-2008 г.г. (11 сессий), Восьмой международной конференции "Открытое образование в России XXI века" (Москва, 2000 г.), 5-й Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов "Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании (НИТ-2000)" (Рязань, 2000 г.),

IX Международном научно-техническом семинаре, посвященном 70-летию МАИ и 70-летию МЭИ "Современные технологии в задачах управления, автоматике и обработки информации" (Алушта, 2000 г.), IV Международной научно-технической конференции "Новые информационные технологии и системы" (Пенза, 2000 г.), Региональных научно-методических конференциях "Дистанционное обучение и новые технологии в образовании" (Владимир, 2001, 2002 г.г.), 3-й и 4-й Международных научно-технических конференциях "Компьютерное моделирование-2002, -2003" (Санкт-Петербург, 2002, 2003 г.г.), VI-й Международной научно-технической конференции "Новые информационные технологии и системы" (Пенза, 2004 г), Международном симпозиуме "Образование через науку", посвященном 175-летию МГТУ им. Н.Э.Баумана (Москва, 2005 г.), Первой Международной научно-практической конференции "Современные информационные технологии и ИТ-образование" (Москва, 2005 г.), XVI Международном научно-техническом семинаре "Современные технологии в задачах управления, автоматике и обработки информации" (Алушта, 2007 г.).

Реализация результатов работы

Работа проводилась в рамках выполнения научно-исследовательских работ с организациями НИЦЭВТ, ЗАО "КОНСИСТ-ОПЕРАТОР СВЯЗИ" Концерна "РОСЭНЕРГОАТОМ" по темам 89-3-242, 64-88/к12, 86-3-012-576,87-3-012-209, Договоров о научно-техническом сотрудничестве с Северо-Кавказским государственным университетом, Брянской государственной инженерно-технологической академией, ГОУ СПО Строительный колледж №1 (г. Москва), а также по гранту № 06-07-89100 Российского фонда фундаментальных исследований.

Разработанные в диссертации модели и программные комплексы внедрены и используются в ряде учебных и промышленных организаций, что подтверждено соответствующими Актами.

Разработанные комплексы компьютерных обучающих программ внедрены в учебный процесс факультета Кибернетики и факультета Очно-заочного (вечернего) обучения, Экономико-аналитического института, Института финансовой и экономической безопасности и Института Инновационного менеджмента Московского инженерно-физического института (государственного университета), Северо-Кавказского государственного технического университета, Брянской государственной инженерно-технологической академии, ГОУ СПО Строительный колледж №1 (г. Москва).

Система компьютерного тестирования, разработанная при выполнении диссертационной работы, внедрена на факультете Кибернетики, факультете Очно-заочного (вечернего) обучения, в Институте финансовой и экономической безопасности и в Институте Инновационного менеджмента Московского инженерно-физического института (государственного университета), а также в ОАО "Мобильные ТелеСистемы" (в офисе "Садовая-Каретная 20").

Тестовые задания, созданные по разработанным автором принципам, внедрены в учебный процесс на различных факультетах и в институтах Московского инженерно-физического института (государственного университета), а также в Интернет-университете информационных технологий.

Разработанные в диссертационной работе аналитическая и имитационная модели оценки надежности программного обеспечения использовались для оценки надежности системного и прикладного программного обеспечения, установленного в Кризисном центре концерна "РОС-ЭНЕРГОАТОМ".

Публикации. Результаты диссертации опубликованы в 63-х печатных работах, а также в 7-ми отчетах по НИР. В журналах, входящих в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук, опубликованы 3 работы. 16 работ опубликовано без соавторов. Результаты, изложенные в остальных работах, получены при определяющем личном участии автора.

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников из 374 наименований и трех приложений. Общий объем работы без списка источников и приложений составляет 160 стр. и включает 41 рисунок и 20 таблиц. Объем диссертационной работы с учетом списка использованных источников и приложений составляет 213 стр.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, определены цели и задачи исследований, представлены основные положения, выносимые на защиту.

Глава 1 диссертации посвящена анализу методов и средств обеспечения качества ПСУН. В ней анализируются нормативные документы по обеспечению качества программных систем. Проводится выбор показателей качества ПСУН. Анализируются методы и средства оценки надежности программных средств этого класса. Проводится анализ атак на программные системы и программных методов защиты программных систем. Приведён анализ методов и средств компьютерного тестирования.

Из проведенного анализа разработанных стандартов в области информационных технологий по обучению следует, что они определяют, в основном, вопросы структуры ПСУН с точки зрения организационного взаимодействия их составных частей и совместимости на уровне метаанных. В то же время вопросы, связанные с их качеством, остаются до настоящего времени вне поля нормативного регулирования. ПСУН согласно Общероссийскому классификатору

продукции относятся к "прочим программным средства", выбор показателей качества для которых осуществляется в зависимости от их назначения с учетом требований областей применения. Вследствие этого при оценке качества ПСУН необходимо, с одной стороны, руководствоваться общими требованиями к качеству программной продукции, а, с другой стороны, учитывать специфику класса ПСУН, выделяя из общих показателей качества те, которые наиболее существенны для данного применения.

Понятие качества программного обеспечения регламентируется различными нормативными документами, однако оно постоянно уточняется. Качество ПО оценивается рядом характеристик, включающих в себя набор подхарактеристик с общим количеством более 20. Набор и определение подхарактеристик являются лишь рекомендуемыми для каждой характеристики качества.

Ввиду множественности факторов, разнонаправленно влияющих на качество ПС, наиболее перспективным при выборе показателей качества представляется метод экспертных оценок. Анализ результатов экспертных опросов важности различных показателей качества программ учебного назначения показал, что с точки зрения разработчиков большим весом (от 30 до 46%) обладают суммарные показатели надежности и защищенности программ. Вес этих факторов в последнее время неуклонно возрастает. Исходя из этого, принято решение в максимальной степени учитывать именно эти показатели при разработке методов и средств обеспечения качества ПСУН.

Количественными показателями надёжности, наиболее адекватно отражающими качество ПСУН, являются вероятность безотказной работы и оценка по продолжительности преобразования входного набора данных в выходной. При этом они могут быть сведены в единый показатель на основе уточнения понятия отказа.

Существует большое количество моделей надёжности ПО, каждая из которых анализирует свои характеристики программы и направлена на определение показателей, существенных для конкретного применения. Наиболее точные результаты по оценке надёжности разработываемых ПСУН могут быть получены на основе моделей, учитывающих статистику отказов за период тестирования и отладки, информацию о структуре программного комплекса, а также время решения задачи. Разработка таких моделей надёжности является актуальной научной задачей.

Одним из важнейших показателей качества программных систем является их защищенность. ПСУН должны рассматриваться, с одной стороны, как объекты нападения со стороны злоумышленников, а с другой – как средства, знакомящие обучаемых профильных специальностей с потенциальными угрозами и методами защиты от них. Для решения первой из этих задач должен быть проведён анализ возможных путей проникновения злоумышленников в систему,

программных средств и механизмов обнаружения таких проникновений. Для эффективного использования таких средств необходима научно обоснованная методика обеспечения их защищенности. На основе этой методики требуется разработать структуру наиболее распространенных типов ПСУН.

Вторая задача может быть решена созданием специальных обучающих комплексов по программным методам защиты программных систем.

В главе 2 проводится оценка защищенности ПСУН на основе предлагаемого дерева атак и предлагаемого критерия защищенности системы и разработка их структуры, отвечающей требованиям максимальной защищенности.

Методика такой оценки включает следующие этапы:

а) разработка дерева атак на ПСУН на основе информации о потенциальных атаках злоумышленников на систему. Структура дерева атак на ПСУН, включающие компьютерные обучающие программы и систему тестирования, представлена на рис. 1:

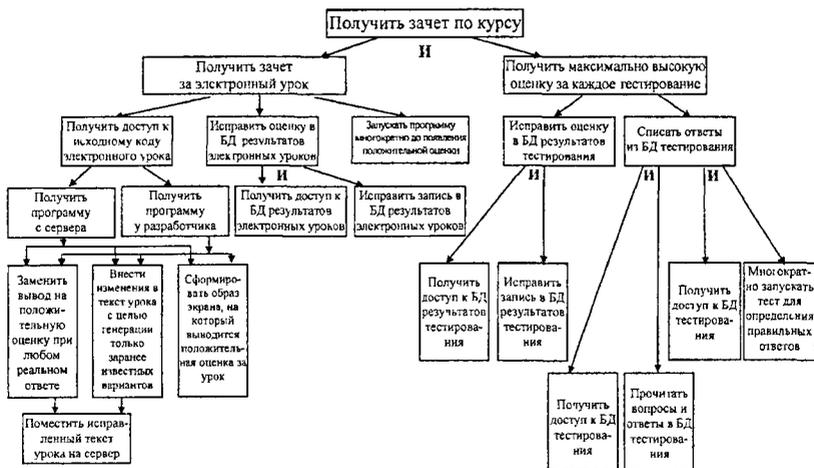


Рис. 1. Дерево атак на программные средства учебного назначения

б) построение графа атак на систему в виде ориентированного дерева с взвешенными вершинами. Граф строится на основе разработанного дерева атак, исходя из реальных режимов и особенностей использования ПСУН. Вес j -й вершины на i -м пути (коэффициент защищенности вершины) определим как величину, равную отношению вероятности выполнения злоумышленником действия, характеризующего эту вершину (P_j), к вероятности того, что это действие будет обнаружено ($P_{j\text{обн}}$):

$$A_j = \frac{P_j}{P_{j\text{обн}}} \quad (1).$$

Для определения наиболее опасных с точки зрения несанкционированного доступа путей проникновения злоумышленников в систему введем критерий защищенности системы. Определим его следующим образом:

$$F = \max_{i \in N} \frac{P_i}{P_{i, \text{обн}}} \quad (2)$$

где P_i – вероятность достижения цели злоумышленником на i -м пути, $P_{i, \text{обн}}$ – вероятность того, что его действия будут обнаружены на i -м пути; N – количество всех путей, ведущих к цели.

в) выполнение расчета ориентированного взвешенного графа для определения критических путей проникновения злоумышленников в систему;

г) формирование мер, обеспечивающих повышение защищенности вершин, входящих в критические пути. Такие меры должны закладываться на стадии проектирования структуры и определения функциональных возможностей разрабатываемых программных систем учебного назначения и учитывать специфику работы каждых из них.

На основании анализа дерева атак с учетом предложенного критерия защищенности программных средств и учета особенностей их реализации при обучении по техническим дисциплинам была разработана структура компьютерных обучающих программ и системы компьютерного тестирования.

Компьютерные обучающие программы минимизируют возможные негативные последствия несанкционированного доступа за счет следующих решений:

- отказа от использования базы данных тренировочных и контрольных тестовых заданий за счет их автоматической генерации в ходе выполнения обучающей программы;
- использования программных средств блокировки повторного запуска электронного урока в режиме контрольного выполнения;
- наличия в комплексе компьютерных обучающих программ блока, постоянно регистрирующего действия пользователя;

Разработанная структура системы компьютерного тестирования имеет повышенную защищенность от несанкционированного доступа за счет повышения защищенности вершин на критических путях несанкционированного доступа. Проведённый анализ показал, что наиболее уязвимыми в системе тестирования являются база данных тестирования и база данных результатов тестирования. Повышение защищенности вершин на критических путях обеспечивается следующими способами:

- для базы данных тестовых заданий:
 - широким использованием тестовых заданий с вычисляемым ответом, которые не содержат в явной форме ответов в БД и, в то же время, обеспечивают возможность автоматизированной проверки;

- перемешиванием ответов при представлении тестового задания тестируемому;
- для БД результатов тестирования помимо общих методов защиты баз данных
 - использованием организационных мер: периодическая смена паролей, регулярная загрузка и выгрузка тестовых заданий из базы данных; создание резервной копии базы данных, создание твердой копии результатов после проведения каждого тестирования; средства, необходимые для выполнения этих действий, должны быть заложены в структуру системы тестирования на этапе ее создания;
 - усложнением логического представления информации в базе данных протокола тестирования за счет предложенного в диссертации способа оценки результата наиболее распространенной формы тестового задания – политомического задания с несколькими правильными ответами. Для этого может быть использована предлагаемая в работе особая форма подсчета количества баллов:

$$B = \sum_{i=1}^M \left(\frac{l_i}{r_i} - \frac{k_i}{s_i - r_i} \right) \quad (3),$$

где B – количество баллов, выставляемых за задания данного типа в тесте, M – количество заданий данного типа в в тесте, s_i – общее количество вариантов ответа на i -е тестовое задание, r_i – общее количество правильных ответов в i -м задании, l_i – количество отмеченных правильных ответов, k_i – количество неправильных ответов, отмеченных как правильные.

В работе также определено количество дистракторов, обеспечивающее максимальное значение дискриминативности тестового задания такого типа.

Предложенный способ оценки помимо повышения защищенности базы данных результатов тестирования улучшает и качество теста:

- обеспечивает максимальную дифференцирующую способность на политомических тестовых заданиях с множественными вариантами ответов за счет оптимального соотношения между количеством правильных ответов и количеством дистракторов;
- повышает до 20% дифференцирующую способность теста в целом при сохранении его валидности;
- обеспечивает лучшие показатели распределения оценок за тестирование, что позволяет более точно настраивать систему на градации выставления баллов по общепринятой шкале, а также проще реализовывать схему адаптивного тестирования.

Глава 3 посвящена разработке моделей, методов и средств анализа и обеспечения надежности ПСУН. В ней представлены аналитическая и имитационная модели оценки надёжности ПСУН на примере компьютерной обучающей программы. Исходя из особенностей процесса разработки ПСУН, предлагается методика обеспечения их надежности на различных этапах

жизненного цикла.

Программы, относящиеся к классу компьютерных обучающих программ, с точки зрения оценки их надежности имеют ряд особенностей. Вследствие интерактивной работы, время их выполнения носит случайный характер и изменяется в широких пределах. Они используются в режиме, когда установлено допустимое время преобразования данных – длительность занятия. Вследствие того, что большая часть таких систем разрабатывается непосредственно в вузах, имеются возможности встраивания в них инструментальных средств, необходимых разработчику, а также учета их структуры при разработке моделей. Это позволяет создать модели надежности, в максимальной степени учитывающие все эти факторы.

Вероятность безотказной работы комплекса при случайной длительности выполнения задачи составляет:

$$P = \int_0^{\infty} p(t)dG(t) = \int_0^{\infty} p(t)g(t)dt \quad (4),$$

где $G(t)$ – вероятность того, что длительность решения задачи не превысит величины t , $g(t)$ – плотность распределения $G(t)$, $p(t)$ – вероятность безотказной работы комплекса за время t .

В диссертации на основе исследования процесса разработки и эксплуатации компьютерных обучающих программ показано, что распределение $p(t)$ подчиняется экспоненциальному закону, а распределение $g(t)$ – нормальному. В этом случае выражение (4) преобразуется к виду:

$$P = \sum_{i=0}^n Pi \cdot e^{-\lambda t + \frac{\lambda^2 \sigma_i^2}{2}} \quad (5)$$

где t_i и σ_i – математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение времени выполнения модуля i программы соответственно, λ – интенсивность отказов программы на этапах тестирования и отладки, P_i – вероятность пребывания программы в состоянии i , то есть выполнения соответствующего программного модуля. Значения вероятностей P_i определяется решением системы уравнений Колмогорова для установившегося режима при нормирующем условии:

$\sum_{i=0}^n P_i = 1$. Значения вероятностей внутренних межмодульных переходов программы рассчитывается встраиваемыми в программу инструментальными средствами.

Построение аналитической модели оценки надежности программных средств имеет некоторые ограничения по области использования. Это связано со следующими факторами:

- при произвольных законах распределения случайных величин, определяющих искомую вероятность, выражение (4) может не иметь аналитического решения;
- вычисление этого выражения затрудняется при конечных пределах интеграла, то есть в случае необходимости определить вероятность решения задачи за определенное время;
- сложность аналитического решения уравнений Колмогорова, используемого для опреде-

ления вероятности пребывания программы в определенном состоянии, существенно возрастает при увеличении количества модулей, составляющих программу.

Эти ограничения снимаются методами и средствами имитационного моделирования, которые позволяют получить оценку вероятности безотказной работы программного комплекса на основе информации о структуре комплекса и данных, полученных на этапе его отладки и опытной эксплуатации.

Разработанная имитационная модель имеет следующую структуру (рис.2):

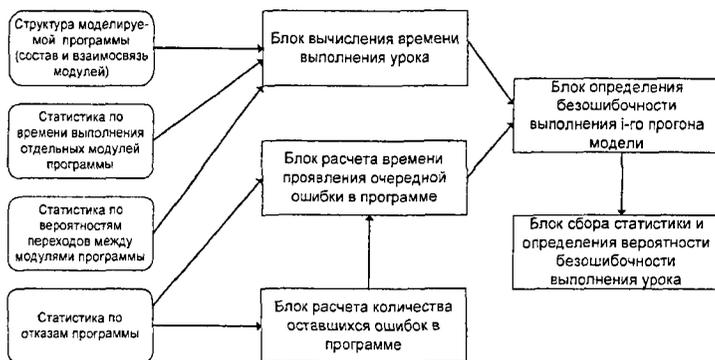


Рис.2. Структура имитационной модели

Расчеты надежных характеристик программы базируются на модели Шумапа, которая в диссертации дополнена блоком коррекции на каждом шаге вычислений и блоком определения начального приближения количества оставшихся ошибок в программе, выполненного на основе модели Миллса.

Использование имитационной модели позволяет исследовать влияние на надежность ПСУН законов распределения случайных величин, характеризующих времена выполнения отдельных этапов обучающих программ, законов распределения времени появления ошибок в программе, а также выполнить оценку работоспособности программы на произвольном конечном интервале времени, например, длительности учебного занятия.

Глава 4 содержит описание программных средств и моделей, созданных на основе методов, предложенных в предыдущих главах.

Структура компьютерных обучающих программ, разработанная в главе 2 с учетом требований повышенной защищенности в условиях их применения при обучении по техническим дисциплинам была использована при создании 4-х комплексов компьютерных обучающих программ по следующим направлениям:

- Программные методы защиты программных систем,

- Организация ЭВМ,
- Микропроцессорные системы,
- Общая физика.

Общий объем разработанных программных комплексов составляет 47 электронных уроков.

На основе принципов, изложенных в главе 2, создана система компьютерного тестирования "ИСТОК".

При разработке обучающих программ и системы компьютерного тестирования использовались методики и модели, предложенные в главе 3, и встроенные инструментальные средства, состав которых был определен в главе 2.

Использование предложенных в диссертации методов и средств обеспечило разработанным программным комплексам высокую надежность и защищенность. Это подтверждается их длительным успешным использованием в учебном процессе ряда вузов (электронные уроки вводились в эксплуатацию, начиная с 1999 года, а система "Исток" – с 2005 года).

Разработанные аналитическая и имитационная модели надежности программных средств могут быть использованы при оценке надежности не только ПСУН, но и других программных комплексов. В работе показано их применение для оценки надежности программных средств системы передачи данных (СПД) Кризисного центра концерна "РОСЭНЕРГОАТОМ". Это позволило создать комплексную модель надежности программно-аппаратных средств СПД. Применение разработанных в диссертации моделей позволило повысить точность определения показателей надежности системы приблизительно на 10% по сравнению с общепринятыми моделями, учитывающими только надежность аппаратуры.

В заключении отражены основные результаты, полученные в данной диссертационной работе.

В приложениях приведена оценка параметров разработанной в диссертации системы тестирования, а также представлен состав разработанных комплексов компьютерных обучающих программ.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

В диссертации получены следующие основные результаты:

- 1) выбраны показатели, в наибольшей степени отражающие качество программных систем учебного назначения;
- 2) разработана методика оценки защищенности программных систем учебного назначения;
- 3) разработана структура компьютерных обучающих программ по техническим дис-

циплинам, минимизирующая возможные негативные последствия несанкционированного доступа, позволяющая помимо изучения материала по определённым темам формировать необходимые умения и навыки, обеспечивающая эквивалентные по сложности задания для тренировочного и контрольного режимов использования;

4) разработана структура системы компьютерного тестирования, имеющая повышенную защищённость от несанкционированного доступа, которая обеспечена путем анализа дерева атак и выявления критических путей и вершин в этом дереве;

5) обоснован состав инструментальных средств, которые должны входить в разрабатываемый комплекс для получения информации о процессе его функционирования с целью повышения его защищённости и определения показателей надёжности;

6) разработана аналитическая модель надёжности программных систем учебного назначения, которая позволяет учесть структуру программного комплекса, информацию о процессе его отладки и временные характеристики работы программных средств;

7) разработана имитационная модель надёжности программных систем учебного назначения, позволяющая оценить вероятность безошибочного завершения программы при случайном времени её работы;

8) разработана методика оценки надёжности программных систем учебного назначения с использованием разработанных моделей.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Основные результаты работы опубликованы в следующих изданиях:

1. Гуров В.В. Оценка надёжности программ учебного назначения методом имитационного моделирования. – Открытое образование, №5, 2007 г. – С.36-39.

2. Гуров В.В., Чуканов В.О. Оценка качества программных средств учебного назначения. – Качество. Инновации. Образование, №5(27), август 2007. - С.27-32.

3. Гуров В.В., Кузнецова П.В., Михайлов Д.М. Методы и средства изучения программных методов защиты программных систем. – Инженерная физика, 2007, №3. – С.63-67.

4. Гуров В.В., Чуканов В.О. Основы теории и организации ЭВМ. – М.: Интернет-университет информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006, 272 с.

5. Гуров В.В. Оценка безопасности программных средств учебного назначения. – Дистанционное и виртуальное обучение, №10, 2007 г. - С.35-46.

6. Гуров В.В. Методика оценки качества отладки программ малой и средней сложности. – Информационные технологии моделирования и управления. Научно-технический журнал. Выпуск 1(19) Воронеж. Изд.: Научная книга, 2005. – С.107-111.

7. Гуров В.В. Основы организации вычислительных машин. – М.: Изд. МИФИ, 2004,

164 с.

8. Гуров В.В. Компьютерные обучающие программы в учебном процессе технического вуза. – Современные проблемы информатизации в непромышленной сфере и экономике: Сб. трудов. Вып. 10/ Под ред. д.т.н., проф. О.Я.Кравца. – Воронеж, Изд. "Научная книга", 2005. – С.36-37.

9. Гуров В.В. Выбор показателей качества программных средств учебного назначения. – //Научная сессия МИФИ-2008. Сборник научных трудов. В 15 томах. Т.12. Информатика и процессы управления. Компьютерные системы и технологии. - М.: МИФИ, 2008. - С.159-160.

10. Гуров В.В. Исследование системы тестирования на основе усовершенствованной модели частичного оцепивания. – //Современные технологии и задачи управления, автоматизации и обработки информации: Труды XVI Международного научно-технического семинара. Сентябрь 2007 г., Алушта.: Изд. ТулГУ, г.Тула, 2007. – С.254-255.

11. Гуров В.В. Моделирование учебного процесса с учетом аппаратно-программной надежности используемых вычислительных средств. – //Компьютерное моделирование-2003: Труды Междунар. научн.-техн. конф. СПб.: "Нестор", 2003. – С.408-409.

12. Гуров В.В. Оценка надёжности программного обеспечения комплексов ответственного назначения. – //Научная сессия МИФИ-2008. Сборник научных трудов. В 15 томах. Т.12. Информатика и процессы управления. Компьютерные системы и технологии. – М.: МИФИ, 2008.– С.136-137.

13. Гуров В.В., Забродин Л.Д., Чуканов В.О. Организация процесса дистанционного образования на кафедре "Компьютерные системы и технологии" МИФИ. – //Новые информационные технологии и системы: Материалы IV Международной научно-технической конференции. – Пенза, ПГУ, 2000 г.

14. Гуров В.В., Иванов М.А. Структура лабораторного практикума по курсу "Защита информации". – Научная сессия МИФИ-2001. Сборник научных трудов. В 14 томах. Т.10. Телекоммуникации и новые информационные технологии в образовании. – М.: МИФИ, 2001. 180 с. С.118-119.

15. Гуров В.В., Иванов М.А., Миков Д.В., Саргин В.В., Чугунков И.В., Шумилин А.В. Защита информации в компьютерных системах и сетях. – Компьютерные системы и технологии: Лабораторный практикум /Под ред. д-ра техн. наук, проф. Л.Д.Забродина. – М.: Диалог-МИФИ, 2001, 336 с. – С.173-187.

Подписано в печать 17.11.2008 г.

Печать трафаретная

Заказ № 1202

Тираж: 100 экз.

Типография «11-й ФОРМАТ»

ИНН 7726330900

115230, Москва, Варшавское ш., 36

(499) 788-78-56

www.autoreferat.ru