

2. Official website of Ministry of Education of PRP: Available at: <http://www.moe.edu.cn/> (Accessed: 1.10.2018).

3. Study in China official website: Available at: <http://old.moe.gov.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/> (Accessed: 1.10.2018).

4. Asia-Pacific Regional Convention on the Recognition of Qualifications in Higher Education. Available at: <http://bit.ly/AO84Kr5> (Accessed: 1.10.2018).

ПРИВЛЕЧЕНИЕ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ В БЕЛАРУСЬ: ОПЫТ КИТАЯ

Борисик М.М., Шпилевский А.М.

Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы привлечения иностранных студентов для обучения в ВУЗах Беларуси и Китая. Представлены позиции преподавателя и студента из Беларуси, получивших опыт обучения в Китае. Затрагиваются важные различия в образовательных процессах двух стран, а так же текущие векторы их развития.

Ключевые слова: образование, технологии, Китай, Беларусь, преподавание, стипендии, международный обмен, взаимоотношения.

УДК 004.9 : 378.147

НАДЁЖНОСТЬ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Боровиков С.М., Дик С.С., Дик С.К., Ван Там ЛЭ

Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Аннотация. Рассматривается проблема надёжности прикладного программного обеспечения, используемого при сетевой форме реализации образовательных программ, приводятся некоторые рекомендации по повышению надёжности компьютерных обучающих программ.

Ключевые слова: электронное обучение, прикладные программы, надёжность.

Тема сетевого или электронного обучения является актуальной, так как в современном мире введение IT-технологий в образовательное пространство сказывается на состоянии системы образования. По мнению специалистов под электронным обучением понимают организацию образовательной деятельности с использованием хранящейся в электронных базах информации и используемой её при реализации образовательных программ с помощью информационно-телекоммуникационных сетей, позволяющих обеспечивать передачу по линиям взаимосвязи указанной информации и осуществлять взаимодействие обучающихся и преподавателей. Образование постепенными шагами уходит от обычного обучения к электронному. Интернет-образование на данный момент является одной из самых динамически развивающихся областей образования, о чем свидетельствуют международные и национальные программы [1].

Создание и реализация сетевых образовательных программ позволяют расширить возможности для получения уникальных профессиональных компетенций, объединить ресурсы участников сети, проводить обмен технологиями обучения, обеспечить академическую мобильность в рамках региона, республик или даже нескольких государств. Спектр учебно-методических материалов, необходимых для осуществления образовательного процесса в условиях реализации сетевых образовательных программ должен быть структурирован в электронном виде [2].

Однако создание и реализация сетевых образовательных программ наталкивается на определённые сложности. Кроме отсутствия нормативно-правовой базы для

совместной деятельности в образовании и проблем финансового характера, сетевая форма реализации образовательных программ имеет ряд других проблем, включая разный уровень развития информационной инфраструктуры и использования IT-технологий [2].

Среди важнейших проблем создания и реализации сетевых образовательных программ (электронного обучения) мало заметной пока является проблема обеспечения надёжности образовательного интерактивного программного обеспечения, в первую очередь прикладных программных средств, создаваемых учреждениями высшего образования для учебного процесса.

Согласно ГОСТ 28806-90 под надёжностью (en reliability) программного средства (ПС) понимают совокупность свойств, характеризующих способность ПС сохранять заданный уровень пригодности в заданных условиях в течение заданного интервала времени. Ограничения его уровня пригодности являются следствием дефектов, неумышленно внесённых в содержание ПС в процессе постановки и решения задачи его создания. Количество и характер отказов ПС, являющихся следствием этих дефектов, зависят от способа применения ПС и выбираемых вариантов его функционирования. Когда ПС становится сложным, ошибки просто неизбежны. В процессе тестирования невозможно найти и исправить все ошибки; более того, при исправлении ошибок иногда привносятся новые [3].

Известно, что в сложных системах, к которым относятся и сетевые образовательные системы, программное обеспечение может вносить больший вклад в ненадёжность, нежели технические средства (компьютеры), так как входные данные могут быть сложнее. Формат данных всё время меняется, в том числе и из-за возможных неправильных и даже ошибочных действий пользователя (студента) [4].

Надёжность ПС определяется качеством отладки программы, глубиной её тестирования. При отладке ПС происходит локализация и устранение синтаксических ошибок, в процессе же тестирования проверяется работоспособность программы, не содержащей этих ошибок. С помощью тестирования должно быть выявлено как можно больше смысловых ошибок с учётом возможного формата изменения исходных данных. Тестирование требует значительного времени, и даже после его завершения некоторые ошибки в ПС остаются необнаруженными.

Среди специалистов по программированию в качестве единицы измерения объёма ПС, относительно хорошо устанавливающей соотношение с числом возможных ошибок, используют количество строк кода (в англоязычном варианте: Lines Of Code – LOC) [3]. LOC – это метрика ПС, используемая для измерения его объёма с помощью подсчёта количества строк в тексте исходного кода. Количество ошибок на тысячу строк кода (KLOC) изменяется для каждой конкретной программы. Достоверное значение варьируется от 5 до 50 ошибок на 1000 строк кода [5].

В ПС, которые прошли тестирование только на предмет работоспособности функциональных возможностей, что справедливо для большей части коммерческого программного обеспечения, в том числе компьютерных обучающих программ, присутствует намного больше ошибок: около 50 ошибок на 1000 строк кода (рисунок).

Что касается системного программного обеспечения, то оно проходит очень качественную верификацию и тестирование. Ошибки (дефекты) ПС, которые исчезают или видоизменяются при попытке их выявления, устраняются путём перезапуска ПС. К моменту поставки системных ПС клиенту в них может содержаться не более 0,04...0,15 ошибок на 1000 строк кода программы. По результатам эксплуатационных данных средняя наработка на проявление ошибки (наработка на отказ) для Windows XP составила 547 часов, а интенсивность отказов $0,0018 \text{ час}^{-1}$ при объёме ядра программного средства 5 млн строк (5 000 KLOC) [5].

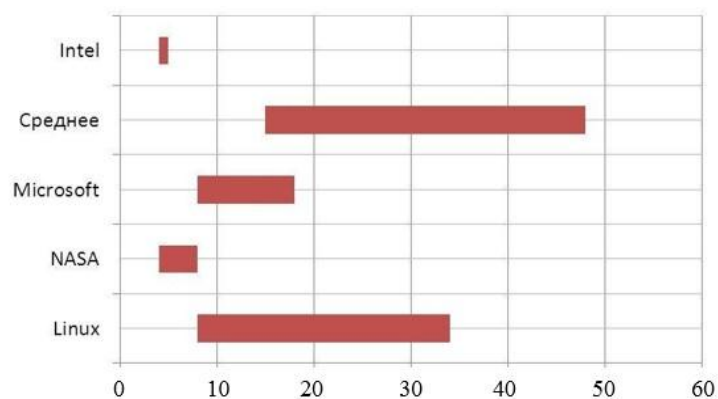


Рисунок – Среднее число ошибок на 1000 строк кода для прикладных программных средств, прошедших тестирование

В прикладных программах, которые разрабатываются учебными заведениями, даже при качественном тестировании (с точки зрения разработчиков программ) в них содержится примерно 30...50 ошибок на 1 000 строк кода программы. Прогнозное значение ожидаемой интенсивности проявления ошибок λ (интенсивности отказов ПС) после завершения процедуры тестирования и исправления выявленных ошибок, т.е. значение λ , соответствующее начальному этапу эксплуатации ПС можно оценить по выражению [6]

$$\lambda_{\text{эксп}} = N_{\text{п.тест}} \cdot C, 1/\text{ч}, \quad (1)$$

где $\lambda_{\text{эксп}}$ – интенсивность проявления ошибок (интенсивность отказов), соответствующая начальному этапу эксплуатации ПС; $N_{\text{п.тест}}$ – прогнозное число ошибок, оставшихся в ПС после проведения тестирования; C – коэффициент пропорциональности (связности), зависящий от длительности процедуры тестирования, опыта и квалификации тестировщиков ПС.

Примерные значения коэффициента пропорциональности C , полученные с учётом работы [6], приведены в таблице.

Таблица – Значения коэффициента C выражения (1)

Время тестирования, человеко-дней	50	100	150	200
Значение C , 1/ч	0,00125	0,000625	0,000417	0,000313

Значения C , приведённые в таблице, соответствуют случаю тестирования программ специалистами с опытом работы не менее 10 лет при условии, что в течение рабочего дня для прогона ПС (исполнения на компьютере) в среднем используется 15 процентов времени (по данным объединённого института проблем информатики НАН Беларуси).

Оценим ожидаемую надёжность прикладной компьютерной программы CROSS (мониторинг ситуации на перекрёстке пр. Независимости и ул. П.Бровки), используемой на кафедре проектирования информационно-компьютерных систем БГУИР для специальности «Электронные системы безопасности», вызвавшей интерес на выставках, проводимых в БГУИР. Объём программы составляет примерно 15 тысяч строк программного кода. Время тестирования соответствовало укрупнённым нормам затрат труда на разработку программного обеспечения и составляло 100 человеко-дней. С использованием работы [6] по выражению (1) получено: $\lambda_{\text{эксп}} = 0,31 \text{ ч}^{-1}$, что соответствует наработке на проявление ошибки $T_0 \approx 3,2 \text{ ч}$.

С учётом коэффициента $K_{\text{исп}}$ – интерактивного использования программы CROSS при выполнении лабораторной работы ($K_{\text{исп}} = 0,2$) при продолжительности экспериментальной части работы 45 минут вероятность проявления ошибки при использовании программы на учебном занятии составляет примерно 0,95.

Программные средства, используемые при реализации сетевого электронного обучения, могут иметь заметно больший объём, нежели в рассмотренном примере (до 100 и более тысяч строк кода) и, как следствие, ниже уровень надёжности, поскольку время на тестирование подобных учебных программных средств ограничено и регламентируется нормами.

Как показывает практика, даже при относительно длительном тестировании в программах остаётся примерно 5...50 ошибок, приходящихся на одну тысячу строк кода [5]. Поэтому проблема обеспечения надёжности прикладного программного обеспечения, используемого в сетевом электронном обучении, в том числе и в дистанционных формах обучения в вузах, в ближайшее время может стать достаточно актуальной и разработчиками прикладных программных средств должны предприниматься меры по повышению надёжности компьютерных программ. Среди этих мер хотелось бы отметить следующие:

- выбор для написания прикладных учебных программ алгоритмов, для которых проявление ошибок (хотя бы определённого их вида) не приводило бы к полному отказу программного средства, а лишь незначительно (в пределах допустимого) снижало их эффективность;

- разработка понятного, в том числе и для обучающихся в других странах, пользовательского интерфейса, что уменьшит вероятность неправильных и/или ошибочных действий студента и, следовательно, появления вводимых данных, вызывающих проявление ошибки, которая при правильном использовании компьютерной программы никогда себя не проявит;

- выполнение качественного тестирования с обязательным проведением детерминированного тестирования [5], поскольку трасса выполнения учебной компьютерной программы имеет конкретные логические маршруты, надо постараться проверить как можно больше ветвей этих маршрутов.

Список литературы

1. Поначугин, А. В. Сетевое обучение: «за» и «против» / А. В. Поначугин, О. С. Ворошилова // Молодой учёный. – 2016. – №8. – С. 148–152.

2. Сетевая реализация образовательных программ. [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа : http://education.sfedu.ru/docstation/com_docstation/27/setevaya_realizatsiya_obraz.programm.pdf

3. Программное обеспечение – источник всех проблем. [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <http://www.williamspublishing.com/PDF/5-8459-0785-3/part1.pdf>

4. Технология программирования. Надёжность программного обеспечения. [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа : http://www.tehprog.ru/index.php_page=lecture13.html

5. Чуканов, В. О. Надёжность программного обеспечения и аппаратных средств систем передачи данных атомных электростанций : учеб. пособие / В. О. Чуканов. – М. : МИФИ, 2008. – 168 с.

6. Боровиков, С.М. Прогнозирование ожидаемой надёжности прикладных программных средств с использованием статистических моделей их безотказности / С.М. Боровиков, С.С. Дик // BIG DATA and Advanced Analytics: сб. материалов IV Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, Республика Беларусь, 3–4 мая 2018 года). – Минск : БГУИР, 2018. – С. 348–354.

RELIABILITY OF APPLIED SOFTWARE FOR E-LEARNING

Borovikov S.M., Dick S.S., Dick S.K., Van Tam LE

Educational establishment "Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics"

Abstract. The problem of reliability of the application software used in the network form of the implementation of educational programs is considered, some recommendations are given to improve the reliability of computer training programs.

Keywords: e-learning, application programs, reliability.