

УДК 004.519.217

Д.А. МАЕВСКИЙ

*Одесский национальный политехнический университет, Украина***ДИНАМИЧНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ**

Рассмотрены особенности информационных систем, претерпевающих изменения при изменениях их предметной области. Такие системы вынесены в отдельный класс - динамичных информационных систем. Выявлены негативные последствия изменений предметной области динамичных информационных систем и выполнена их классификация по уровню влияния таких негативных последствий на надежность. Показано, что при изменениях динамичных информационных систем возможно возникновение обратной связи, из-за которой количество дефектов в программном обеспечении системы может возрастать. Сделан вывод о возможности возникновения дефектов только из-за изменений предметной области, при отсутствии внешних целевых воздействий на динамичную систему.

Ключевые слова: информационные системы, предметная область, динамичные информационные системы, надежность программного обеспечения

Введение

В настоящее время наметилась четкая тенденция роста количества разнообразных информационных систем (ИС), используемых в повседневной деятельности человека. При этом расширяется набор функций, выполняемых ИС, что свидетельствует об увеличении охвата ими соответствующей предметной области (ПрО). Эта тенденция приводит к необходимости контроля и повышения надежности функционирования ИС, так как их отказы или неверная работа могут привести к тяжелым последствиям – техногенным авариям, катастрофам и гибели людей.

Ситуация усугубляется тем, что ПрО большинства ИС не остаются неизменными на этапе эксплуатации, а динамично меняются. Изменения ПрО приводят к необходимости соответствующих изменений ПрО, что негативно сказывается на надежности системы из-за повышенного риска внесения в систему новых дефектов и, одновременно, с невозможностью прервать работу ИС для ее отладки. В связи с этим актуальной является задача выявления негативных факторов, снижающих надежность ИС при изменениях ПрО и исследование степени такого снижения.

Понятие динамичной информационной системы

Назовем динамичной информационной системой (ДИС) такую ИС, ПрО которой претерпевает изменения в процессе эксплуатации.

ДИС обладает следующими свойствами, которые отличают их от других ИС:

– изменчивость. Например, согласно [1], ПрО учетных ИС изменяется в среднем один раз в десять

дней;

– широкая распространенность. Представителями класса ДИС являются учетные и банковские ИС, системы управления производственными процессами, транспортными потоками и так далее. По данным государственного комитета статистики сегодня в Украине учетные информационные системы используют более девятьсот тысяч предприятий и организаций;

– наложение во времени этапов жизненного цикла системы. Необходимость внесения систематических изменений в ПО ДИС во время их эксплуатации приводит к тому, что этапы проектирования, реализации и тестирования совпадают во времени с этапом сопровождения.

Перечисленные особенности ДИС приводят к возникновению негативных факторов, снижающих надежность систем во время эксплуатации. Рассмотрим подробно особенности возникновения и взаимных влияний этих факторов.

Взаимные влияния негативных факторов при эксплуатации ДИС

Для изучения возникновения и взаимовлияний негативных факторов, снижающих надежность ДИС, выдвинуты и обоснованы следующие гипотезы.

Гипотеза 1. Любое изменение ПрО ДИС порождает цепь обратной связи в процессе снижения ее надежности.

Гипотеза 2. Возникновение дефектов в ДИС возможно без внешних целевых влияний на ее ПО и базу данных (БД).

Гипотеза 1 предусматривает существование в процессе возникновения и исправления дефектов

цепи обратной связи. В случаях, когда эта связь является отрицательной, количество дефектов в ПО ДИС уменьшается со временем. Но при возникновении положительной обратной связи возможно стремительное нарастание количества дефектов, что приведет к быстрому полному выходу ДИС из строя.

Гипотезой 2 допускается наличие парадоксального на первый взгляд факта – дефекты в ПО ДИС могут возникать сами по себе, без внешних целевых воздействий человека. Однако само существование этого факта и является одной из основных причин возникновения рисков при эксплуатации ДИС.

Для обоснования выдвинутых гипотез и исследования возникновения и взаимовлияний негативных факторов при эксплуатации ДИС рассмотрим соответствующую модель (рис. 1).

Допустим, что до какого-то времени ДИС полностью отвечала своей ПрО. Это означает, что до этого момента пользователь получал от ДИС результаты, полностью отвечающие ожидаемым. Из этого следует, что ПО такой ДИС не содержит дефектов, а ее надежность в это время является наиболее высокой. Описанная ситуация является конечной и желательной стадией тестирования любой обычной ИС, ПрО которой является постоянной и неизменной. Но ПрО ДИС, как отмечено ранее, постоянной не остается. Допустим, что в какой-то момент времени вследствие каких-то причин, требования ПрО изменились. Из модели на рис. 1 можно увидеть, что такое изменение является причиной возникновения несоответствия некоторых результатов работы ДИС требованиям этой изменившейся ПрО.

То есть, ПО такой ДИС начинает функционировать с ошибками – результаты, выдаваемые ДИС,

не являются верными с точки зрения новых требований ПрО. Неверные результаты работы ДИС всегда считаются следствием наличия дефектов в ПО. Однако, никакого вмешательства человека в ни в ПО, ни в БД ДИС не было! Из этого следует, что дефекты в ДИС могут возникать без вмешательства человека в ее ПО и БД, только за счет изменений соответствующей ПрО.

Соответственно можно утверждать, что надежность ДИС в этом случае уменьшилась – ведь теперь нельзя полностью полагаться на результаты ее работы. Степень уменьшения надежности зависит от степени происшедших изменений ПрО – чем большие изменения, тем больше неверных результатов, тем меньшей является надежность. Этот вывод является **обоснованием гипотезы 2** – возникновение дефектов в ДИС возможно без вмешательства человека в содержание и структуру ее ПО и БД.

Для исправления ситуации, с целью возобновления нормальной работоспособности ДИС, требуется вмешательство человека и внесение соответствующих изменений в ПО ДИС или в содержимое ее БД. То есть, требуется обновление ДИС. Выполнение таких обновлений неминуемо связано с возникновением простоев ДИС. Ведь для того, чтобы привести ПО или БД ДИС в соответствие новым требованиям, необходимо выполнить следующие действия:

- получить от разработчика ДИС пакет программ для выполнения обновлений;
- приостановить работу пользователей с ДИС до ее полного обновления. Ведь после обновлений ПО, для того, чтобы эти обновления вступили в силу, надо обновить ПО не только в файлах на накопителях, но и в оперативной памяти всех рабочих

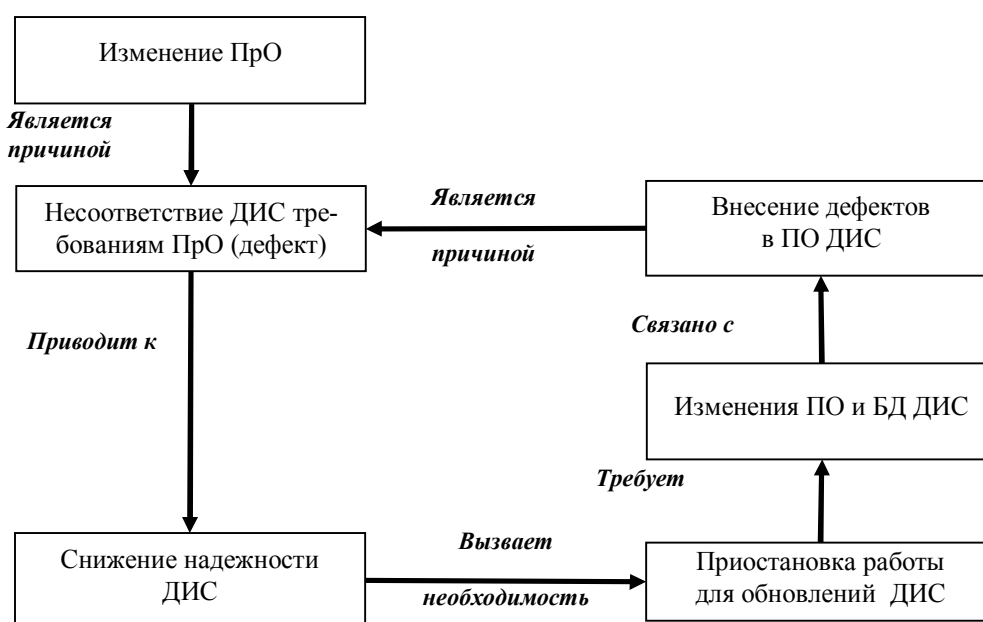


Рис. 1. Модель возникновения и взаимовлияний негативных факторов

компьютеров, которые работают с ДИС;

- выполнить обновление ПО ДИС с помощью полученного от разработчика пакета обновлений;
- при необходимости выполнить реструктуризацию БД ДИС;
- возобновить рабочие системные процессы всех пользователей ДИС.

Из этого следует, что надежность ДИС автоматически уменьшается, так как уменьшается значение коэффициента ее готовности.

Но одними только рисками уменьшения коэффициента готовности дело не ограничивается. Ведь известно, что любые вмешательства человека в ПО приводят к рискам внесения в него новых вторичных дефектов [2]. Эти дефекты, в свою очередь, приводят к рискам получения результатов, которые не отвечают требованиям ПрО. То есть результатам, полученным от ДИС уже нельзя оправданно доверять, что и является следствием уменьшения надежности.

Уменьшение надежности за счет внесенных в ПО ДИС дефектов опять приводит к необходимости новых обновлений, что, в свою очередь, опять вызывает риски снижения надежности. Круг замыкается. Таким образом, можно сделать вывод, что в процессе изменений ДИС возникает обратная связь: каждое обновление за счет внесения вторичных дефектов приводит к необходимости новых обновлений. **Гипотеза 1 о существовании цепи обратной связи обоснована.**

Как известно из теории автоматического управления [3], в зависимости от типа обратной связи, процессы в системе могут или затухать или наоборот, расти. Затухание процессов наблюдается при отрицательной обратной связи, а рост – при положительной. Переносим выводы теории автоматического управления на процессы, которые происходят в ДИС, необходимо выполнить анализ изменения надежности ДИС при разных типах обратной связи.

В технических системах обратная связь считается отрицательной, если сигнал от нее приходит в противофазе с основным входным сигналом. В случае программной системы аналогом противофазного сигнала, который ослабляет основной, может выступать меньшее количество внесенных в ПО вторичных дефектов в сравнении с количеством исправленных. Это будет приводить к тому, что количество дефектов, остающихся в ПО, будет уменьшаться.

Положительная обратная связь в программных системах возникает в противоположном случае – в систему вносятся больше дефектов, чем исправляется. При этом общее количество дефектов в ПО будет неуклонно увеличиваться. В свою очередь, при исправлениях, это вызовет увеличение количества

внесенных вторичных дефектов. Надежность ДИС при этом будет уменьшаться, вплоть до полного прекращения выполнения системой своих функций.

Из проведенного анализа можно сделать вывод: надежность ПО ДИС будет увеличиваться только при условии, что при исправлении дефектов в ПО вносится вторичных дефектов меньше, чем исправляется. При этом ДИС неминуемо достигнет состояния, при котором она будет полностью отвечать своей ПрО, то есть дефектов в ней не будет.

Выполним анализ последствий влияния негативных факторов на основные показатели надежности ДИС.

Влияние негативных факторов на надежность ДИС

В процессе изменений ДИС возникают негативные факторы, снижающие показатели надежности. Понятие надежности, согласно ДСТУ 2860–94 определяется, как свойство системы выполнять заданные функции на протяжении определенного промежутка времени и, по отношению к ДИС, состоит из таких качеств как безотказность, готовность к использованию и обслуживаемость (рис. 2).

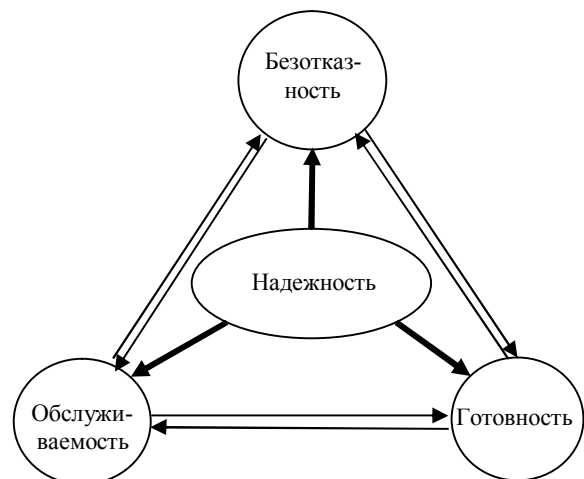


Рис. 2. Три составляющие надежности ДИС

Основными негативными факторами, снижающими надежность ДИС на этапе эксплуатации, являются изменения их ПО и БД. При изменениях ДИС могут изменяться:

- структура базы данных;
- структура программного обеспечения;
- состав программного обеспечения;
- состав базы данных.

Изменения в этом списке расположены в порядке уменьшения объемов работ и негативных последствий, возникающих при этом. Действительно, самыми простыми и самыми быстрыми являются изменения состава БД – при этом меняется информация только одного или нескольких полей БД. Эту операцию может провести даже пользователь ДИС,

который не ознакомлен с принципами ее построения.

Вторым, по уровню сложности, является выполнение изменений состава ПО ДИС. При этом в ПО добавляются (ликвидируются) новые программные модули или просто изменяются уже существующие. Добавление или ликвидация программных модулей обычно сопровождается изменениями их структуры, а самой простой операцией этого уровня является замена текста существующего программного модуля.

На третьем уровне сложности находится изменение структуры ПО, которая возникает при изменении связей между модулями. Такое изменение может происходить для уже существующих модулей, при добавлении новых или ликвидации старых.

Наибольший объем работ выполняется при изменениях структуры БД. Изменения состава и структуры ПО ДИС занимают по сложности промежуточное место.

На основании сказанного можно ввести классификацию ДИС по уровню влияния негативных факторов, возникающих при их изменениях.

Выполним анализ влияния указанных негативных факторов на избранные показатели надежности ДИС – интенсивность отказов, коэффициент простоев и время обслуживания. Количественный анализ в этом случае невозможен, потому что не является возможным определение количественных значений упомянутых негативных факторов. Поэтому при выполнении анализа влияния возможных изменений ДИС на показатели надежности будем характеризовать на качественном уровне четырема уровнем:

«очень низкий», «низкий», «высокий», «очень высокий». Результаты анализа приведены в таблице 1, где приняты такие обозначения степени негативного влияния на показатели надежности: «- -» - очень низкий, «- +» - низкий, «+ -» - высокий, «+ +» - очень высокий.

Из таблицы 1 следует, что влияния изменений ДИС на показатели надежности тем больше, чем более высоким является уровень негативных последствий. Как видно из этой таблицы, на самом низком, пятнадцатом уровне находятся ИС, не испытывающие никаких изменений. В противоположность динамичным, такие ИС назовем статичными.

Изменения классов 12, 13 и 14 касаются только состава БД или ПО ДИС. Структура ДИС при этом остается неизменной, поэтому риски, возникающие при таких изменениях, могут считаться низкими.

Изменения классов 8, 9, 10, 11 и 12 касаются изменений структуры ПО ДИС. Состав ПО и БД системы при этом или остается неизменным или тоже изменяется. Такие изменения приводят к средним рискам.

Изменения классов 4, 5, 6, 7 и 8 касаются изменений структуры БД системы. При этом структура ПО изменений не претерпевает. Такие изменения приводят к возникновению рисков высокого уровня.

При изменениях классов 1, 2 и 3 возникают критические риски. Эти изменения касаются как структуры БД, так и структуры ПО ДИС. На самом высшем уровне рисков находятся такие изменения, которые затрагивают одновременно все четыре звена – структуру БД и ПО, а также состав БД и ПО.

Таблица 1

Классификация ДИС по уровню влияния негативных факторов на показатели надежности

Класс изменений	Изменение структуры		Изменение состава		Негативное влияние на показатели надежности			Негативные последствия
	БД	ПО	ПО	БД	$\lambda(t)$	$K_{п}$	T_o	
0	Да	Да	Да	Да	++	++	++	Разрушение системы
1	Да	Да	Да	Нет	++	+-	++	
2	Да	Да	Нет	Да	+-	++	++	Критические
3	Да	Да	Нет	Нет	+-	+-	++	
4	Да	Нет	Да	Да	+-	+-	+-	Высокие
5	Да	Нет	Да	Нет	+-	-+	+-	
6	Да	Нет	Нет	Да	-+	+-	+-	
7	Да	Нет	Нет	Нет	-+	+-	-+	
8	Нет	Да	Да	Да	+-	+-	-+	Средние
9	Нет	Да	Да	Нет	+-	-+	--	
10	Нет	Да	Нет	Да	+-	-+	-+	
11	Нет	Да	Нет	Нет	-+	--	--	Низкие
12	Нет	Нет	Да	Да	-+	--	-+	
13	Нет	Нет	Да	Нет	-+	--	--	
14	Нет	Нет	Нет	Да	--	--	-+	Статичные ИС
15	Нет	Нет	Нет	Нет	--	--	--	

При этом под угрозу попадает сам факт существования ДИС как системы – количество изменений может быть таким, что дешевле будет создать новую систему, чем переделывать старую. Следует заметить, что к этому классу ДИС относится большинство существующих ИС. Никогда не претерпевают изменений очень незначительное количество ИС, к которым можно отнести, например, персональные ИС управление простыми и неизменными по своей природе технологическими процессами. Наибольшими по степени влияния негативных факторов являются учетные ДИС экономического направления. Изменения их ПрО часто приводят к необходимости добавления новых полей или даже отдельных таблиц в БД, что неизбежно влечет изменение состава и структуры ПО.

Выводы

Проведенные исследования устанавливают необходимость выделения отдельного класса ИС, ПрО которых претерпевает изменения на этапе эксплуатации. Введен новый классификационный признак – уровень негативных последствий при изменениях ПрО ДИС и по этому признаку выполнена их классификация. Это позволило усовершенствовать существующую систему классификации ИС и выделить по этому показателю пятнадцать уровней негативных последствий, снижающих показатели надежности.

Создана модель процесса возникновения и взаимовлияний негативных факторов, отображающая особенности процесса их возникновения и развития, а также причинно-следственные связи между ними.

На основании созданной модели обоснованы гипотезы о существовании цепи обратной связи в действии негативных факторов на этапе эксплуатации и возможности возникновения дефектов в ДИС при отсутствии внешних целевых влияний.

Показано, что цепь обратной связи выступает как дополнительный негативный фактор, способствующий снижению надежности ДИС на этапе эксплуатации.

Литература

1. Маєвський, Д.А. Адаптація функціонування облікових інформаційних систем до вимог нормативно – правових актів [Текст] / Д.А. Маєвський, О.Ю. Маєвська, В.М. Антощук // Сб. *Електромашиностроение и электрооборудование*. – 2009. – Вып. 72. – С. 153–160.
2. Харченко, В.С. Методы моделирования и оценки качества и надежности программного обеспечения [Текст]: учеб. пособие / В.С. Харченко, В.В. Скляр, О.М. Тарасюк. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2004. – 159 с.
3. Григоренко, А.М. Некоторые вопросы теории технической информации / А.М. Григоренко. – М.: ЮБЕКС, 1998. – 112 с.

Поступила в редакцию 4.09.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф., зав. каф. компьютерных систем и сетей В.С. Харченко, Национальный аэрокосмический университет им. М.С. Жуковского «ХАИ», Харьков

ДИНАМІЧНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ

Д.А. Маєвський

Розглянуто особливості інформаційних систем, які зазнають змін при змінах їх предметної області. Такі системи винесено до окремого класу - динамічних інформаційних систем. З'ясовано негативні наслідки змін предметної області динамічних інформаційних систем та проведено їх класифікацію за рівнем впливів цих негативних наслідків на надійність. Показано, що при змінах динамічних інформаційних систем можливе виникнення зворотного зв'язку, через який кількість дефектів в програмному забезпеченні системи може зростати. Зроблено висновок про можливість виникнення дефектів тільки через зміни предметної області, за відсутності зовнішніх цільових дій на динамічну систему.

Ключові слова: інформаційні системи, предметна область, динамічні інформаційні системи, надійність програмного забезпечення

DYNAMIC INFORMATION SYSTEMS AND THEIR CLASSIFICATION

D.A. Maevsky

There are considered the features of the information systems, suffering changes at the changes of their subject domain. Such systems are taken away in a separate class - dynamic information systems. The negative consequences of changes of subject domain of the dynamic information systems are deduced and their classification on the level of influences of such negative consequences on his reliability is executed. It is shown that at the changes of the dynamic information systems the origin of feed-back from that the amount of defects can increase in system software is possible. Drawn conclusion about possibility of origin of defects only from the changes of subject domain, in default of the external having a special purpose affecting dynamic system.

Keywords: information systems, subject domain, dynamic information systems, software reliability

Маєвський Дмитрій Андреевич – канд. техн. наук, доцент, заведуючий кафедрой теоретических основ и общей электротехники Одесского национального политехнического университета, г. Одесса, Украина, E-mail: toe-onpu@ukr.net.