



Потапов И.В., Баева М.А.

ВОПРОСЫ ТЕРМИНОЛОГИИ НАДЕЖНОСТИ В ОБЛАСТИ ПРОГРАММ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

В работе обсуждается задача выработки определения надежности программ. Эта задача рассматривается в контексте общей терминологической проблемы, появившейся в связи с необходимостью согласования терминологии, принятой в России, с используемой в международной практике. Перечислены несколько определений надежности программ, понимаемой как комплексное свойство. Рассмотрены некоторые свойства программ, которые могут характеризовать надежность. Предложена таблица применимости этих свойств для характеристики надежности различных видов программ.

Ключевые слова: надежность программных систем.

Введение

В настоящее время специалисты в области надежности стали уделять большое внимание вопросам терминологии. Это объясняется необходимостью обновления основного стандарта «Надежность в технике», определяющего терминологию в данной области, и необходимостью согласования основных используемых терминов с международными стандартами. О том, как проходит обсуждение этих вопросов, и о сопутствующих трудностях достаточно подробно рассказано в работах [1, 2].

Похожие трудности могут возникнуть у специалистов, изучающих вопросы надежности информационных систем (ИС). В особенности – их программной части. Здесь терминологические трудности подстерегают уже при использовании базовых понятий. Например, в стандартах ГОСТ 19781–90 «Обеспечение систем обработки информации программное. Термины и определения» и ГОСТ 28806–90 «Качество программных средств. Термины и определения», которые в принципе должны использоваться совместно и взаимно дополнять друг друга, по сути один и тот же термин называется по-разному: «Программное обеспечение» и «Программное средство». Любопытно, что в тексте ГОСТ 19781–90 по-английски этот термин не приводится, хотя в англоязычном названии стандарта применяется слово «software». Зато эти стандарты одинаково определяют термин «программа», что важно отметить, поскольку в данной работе речь пойдет именно о программах. Кроме того, отметим, что для данной работы подходит и термин «Программное средство», как он определен в ГОСТ 28806–90 (там же в приложении указано, что этот термин включает весь объем термина «Программное обеспечение»). Пожалуй, самым важным здесь является то, что программы и программные средства (ПС) могут пониматься читателями в широком смысле, включающем и другие, встречающиеся в литературе, термины: «программные системы», «программные комплексы» и т. п.

В стандартах, затрагивающих вопросы надежности программ и ПС, тоже существуют терминологические трудности. Укажем основные причины этого явления. Во-первых, существуют различные определения, касающиеся терминологии в области надежности ПС, в том числе переведенные, взятые из международных стандартов. Во-вторых,

при переводе этих определений и терминов возникают трудности учета имеющейся стандартизированной терминологии. В-третьих, действующий стандарт ГОСТ 27.002–89, определяющий основную терминологию в области надежности, ориентирован на технические устройства, а не на программы для них, т. е. не учитывает существенные отличия ПС. Данные причины терминологических трудностей дополняются стандартами, посвященными вопросам качества ПС, в которых тот же термин «надежность» рассматривается только как одно из свойств, обуславливающих качество. Далее в тексте работы об этом будет сказано более подробно. Добавим, что перечисленные трудности являются важной частью общей проблематики надежности ПС [3].

Из сказанного можно сделать вывод о необходимости тщательного всестороннего изучения вопросов терминологии в области надежности ПС, что вполне соответствует общей тенденции.

Постановка задачи

На основе сказанного выше возникает задача изучения существующего разнообразия терминов с целью выбора наиболее подходящих из них. Более развернуто постановка задачи формулируется следующим образом. Необходимо рассмотреть несколько известных определений надежности ПС и для наиболее важных свойств, составляющих надежность ПС, качественно оценить возможность их практического применения для широкого спектра программ. Иными словами, предлагается анализ существующей терминологии и поиск определений, которые хотя бы частично можно было бы использовать в качестве операциональных, понятие о которых сформулировано в [2]. Это довольно трудоемкая задача, поэтому здесь будет представлена только часть всей работы.

Для решения поставленной задачи выберем встречающиеся в научной литературе и стандартах определения, раскрывающие комплексное свойство надежности ПС. Затем оценим применимость некоторых формулировок для различных видов программ, перечисленных в Общероссийском классификаторе продукции (ОКП). По результатам проведенного анализа попробуем сделать некоторые осторожные выводы о возможности практического применения рассматриваемых терминов.

Прежде, чем перейти непосредственно к выполнению сформулированного выше задания, необходимо разобраться в том, что из себя представляют ПС, рассматриваемые как объект применения традиционной методологии анализа надежности систем, предполагающей изучение надежности системы в целом в зависимости от надежности ее компонент. Надо понять, что является компонентом ПС. Это поможет выбрать правильное направление в решении поставленной задачи.

В литературе традиционно рассматривают программные системы или программные комплексы, состоящие из программных модулей, программ и подпрограмм. Если объектом изучения принять не комплекс, а отдельно взя-

тую программу, то она может рассматриваться, например, как объединение подпрограмм или других функционально полных блоков. Но программные модули и подпрограммы сами по себе тоже являются программами: вышеупомянутый стандарт ГОСТ 19781–90 начинает определения терминов «программный модуль» и «подпрограмма» словом «программа». Значит, рассмотрение этих компонентов не меняет взгляд на вопрос надежности ПС.

Предлагается рассматривать ПС как наборы реализуемых ими функций по управлению информационными системами. Тогда элементом программы будет отдельная функция, управляющая хранением, переработкой, выдачей информации и другой работой, осуществляемой ИС. При этом можно ранжировать функции по их важности, что может оказаться полезно для изучения целого ряда смежных вопросов (например, для оценки рисков). Рассмотрение отдельных программных функций или информационных услуг может дать преимущество в определении показателей надежности ИС и программ. Как будет показано далее, этот подход гармонирует с международными стандартами и обобщенной концепцией надежности в сфере компьютерных наук.

Анализ терминологии

Рассмотрим несколько определений основных терминов, приводимых в различных источниках, и проанализируем их применимость к ПС.

Начнем с основного в данном вопросе стандарта ГОСТ 27.002–89 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения» [4]. Согласно этому стандарту, надежность определяется как «свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования». Там же в [4] отмечено, что в зависимости от назначения объекта и условий его применения надежность может включать сочетания свойств безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости. Это важное примечание, которое пригодится в дальнейшем. Сразу отметим, что для широкого спектра ПС, по-видимому, не важны свойства сохраняемости и долговечности, как они определены в [4]. Возможно, понятие долговечности (вместе с понятием о предельном состоянии) может применяться для сложных программных систем реального времени. О самом определении надежности можно сказать, что оно «параметрическое», т. е. для его применения требуется перечислить параметры и установить пределы их изменения. Для программ это весьма трудоемкая задача, но в принципе выполнимая. Пожалуй, главным неудобством этого определения надежности является указание на необходимость «сохранять во времени», поскольку это свойственно, может быть, только программным системам реального времени [5]. В дальнейшем будут приведены еще несколько определений, в которых в том или ином виде говорится о временных

интервалах функционирования. Предположительно, это может быть связано с тем, что надежность технических систем часто понимают в первую очередь как *reliability*, а с этим словом связывают показатель «вероятность безотказной работы на некотором определенном интервале времени». Однако для программ этот показатель не всегда удобен в применении.

В стандарте ГОСТ 28195–89 «Оценка качества программных средств. Общие положения» [6] нет определенных терминов, но есть описание показателей качества, показатели надежности ПС, отражающие «способность ПС в конкретных областях применения выполнять заданные функции в соответствии с программными документами в условиях возникновения отклонений в среде функционирования, вызванных сбоями технических средств, ошибками во входных данных, ошибками обслуживания и другими дестабилизирующими воздействиями». Здесь не учитывается, что программные документы, как и сами программы, могут содержать ошибки. Кроме того, перечисленные отклонения относятся, пожалуй, не к самим ПС, а к внешней среде. Зато в стандарте ГОСТ 28806–90 «Качество программных средств. Термины и определения» [7], в соответствии с названием дано определение надежности ПС: «Совокупность свойств, характеризующая способность программного средства сохранять заданный уровень пригодности в заданных условиях в течение заданного интервала времени». Снова можно видеть указания на «заданные временные интервалы», смысл которых для функционирования ПС сомнителен. Об этом достаточно сказано в литературе по надежности ПС. Удивительно, но в этом же стандарте [7] сразу после определения надежности ПС дано примечание, в котором сказано, что «количество и характер отказов программного средства ... не зависят от времени». Уровень пригодности, о котором идет речь в данном определении надежности, в свою очередь, определяется как «степень удовлетворения потребностей, представленная посредством конкретного набора значений характеристик качества программного средства». Пожалуй, наиболее интересным здесь является слово «потребности». О чьих потребностях идет речь? Предположим, что о потребностях пользователей. Далее в приложениях приводятся подхарактеристики надежности ПС, к которым относятся завершенность, отказоустойчивость и восстанавливаемость ПС. Отказоустойчивость и восстанавливаемость определяются через возможность поддерживать или восстанавливать все тот же «уровень пригодности», а в определении завершенности появляется не определенное в тексте словосочетание «частота отказов». Одним словом, эти термины вызывают дополнительные вопросы.

В продолжение рассмотрим стандарт ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126–93 «Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению» [8]. Этот стандарт под надежностью понимает «набор атрибутов, относящихся к способности программного обеспечения сохранять свой уровень качества функционирования при установленных

условиях за установленный период времени». Здесь возникают все те же вопросы о «периоде времени», особенно с учетом примечания, в котором указано, что программы не «стареют». Зато в этом примечании есть указание с отсылкой к другому стандарту о том, что приведенное определение надежности расширено до «сохранения своего уровня качества функционирования» вместо «выполнения требуемой функции». Возможно, это важно для вопросов качества. В приложении к стандарту [8] предложены показатели надежности, во многом аналогичные вышеупомянутым показателям из стандарта [7]: восстанавливаемость, устойчивость к ошибке и стабильность.

Теперь посмотрим, как это понятие определяется в других международных стандартах. Начнем с IEEE Std 610.12–1990 – словаря терминов в области программирования [9], в котором надежность (*reliability*) определяется как «The ability of a system or component to perform its required functions under stated conditions for a specified period of time». Это можно понимать как «способность системы или элемента выполнять требуемые функции в заданных условиях в точно определенном интервале времени». В отличие от четкого русскоязычного определения по ГОСТ 27.002–89, в этом и ряде других терминов, переведенных с английского, имеется некоторая (возможно, только кажущаяся) двусмысленность в отношении того, к чему именно относятся «заданные условия»: то ли речь идет об условиях функционирования элемента или системы, то ли о параметрах выполняемых ими функций. Возможно, это связано с привычкой к параметрическому определению надежности.

Выше уже рассматривался международный стандарт [8] из области качества ПС. У этого стандарта есть и более поздняя редакция, состоящая из нескольких частей, которую рассмотрим далее. В [10] надежность в переводе на русский язык определяется как «способность ПС сохранять заданный уровень функционирования при эксплуатации в заданных условиях». Сразу видно, что в отличие от приведенного выше определения из [8], здесь нет упоминания о «периоде времени». Возможно, это словосочетание было добавлено при подготовке [8] для согласования с базовым понятием из ГОСТ 27.002–89 или IEEE Std 610.12–1990 (это только предположение).

Перечисленные определения надежности ПС – далеко не полный перечень возможных вариантов. В литературе можно встретить и другие формулировки. Среди них наибольшего внимания заслуживает определение, сформулированное на основе современного взгляда. Отметим определение, которое дано в работе [11]: «функциональная надежность – совокупность свойств, которые определяют способность программного обеспечения с приемлемым уровнем безошибочности правильно преобразовывать исходные данные в результаты при данных условиях, сохраняя выходные результаты в допустимых пределах». Там же в [11] перечислены и основные атрибуты функциональной надежности, среди которых выделены «безошибочность» и «правильность». Дополнительно отметим, что к атрибутам функциональной надежности программ

в [11] относится еще и «безотказность», определение которой отличается от «безошибочности». Смысл в том, что безотказность трактуется как способность программ не вызывать функциональные отказы информационной системы, а безошибочность – как способность программ «функционировать без ошибок». Это в принципе логично, поскольку можно полагать, что отказывает не программа, а система обработки информации, работой которой эта программа управляет.

Здесь снова возникает важный вопрос о том, надо ли рассматривать надежность программ как самостоятельных компонент информационных систем, в которых они исполняются. В работе, посвященной изложению базовых идей в области общей теории надежности [12], международный коллектив специалистов комплексно рассматривает надежность вычислительных систем. Они дают очень обобщенное определение надежности (*dependability*, а не *reliability*) как «способность системы предоставлять обслуживание, которому можно доверять» (в оригинале «... ability to deliver service that can justifiably be trusted»). В качестве альтернативного определения надежности дано правило, позволяющее выяснить, можно ли доверять предоставляемому обслуживанию, которое можно понять как «способность системы избегать отказов, которые слишком часты или слишком серьезны, и перебоев в работе, которые имеют длительность, большую, чем это приемлемо для пользователей» (в оригинале «the ability of a system to avoid failures that are more frequent or more severe, and outage durations that are longer, than is acceptable to the user(s)»). В принципе все это можно применять и при рассмотрении надежности ПС. Среди свойств общей надежности ИС, рассматриваемых в [12], можно выделить восстанавливаемость (*maintainability*) – способность к модифицированию и восстановлению работоспособности (*ability to undergo repairs and modifications*) и безотказность (*reliability*) – непрерывность правильного предоставления услуг («*continuity of correct service*»). Эти свойства уже рассматривались выше, но трактовались несколько иначе.

Таблица свойств надежности ПС

Рассмотрим далее, какие свойства могут наиболее точно и полно описывать надежность ПС различного назначения. В строках табл. 1 приведены свойства, составляющие понятие надежности в соответствии с вышеперечисленными определениями. В столбцах – несколько программных средств и информационных продуктов вычислительной техники в соответствии с классификацией по ОКП. На пересечении строки и столбца ставится отметка о возможности включения данного свойства при изучении надежности рассматриваемого ПС: «+» – данное свойство удобно рассматривать как один из компонентов надежности соответствующего вида ПС, «-» – данное свойство не удобно рассматривать как один из компонентов надежности соответствующего вида ПС, «+/-» – для данного свойства затруднительно дать оценку его применимости к характеристике надежности рассматриваемого вида ПС.

Перечислим свойства и рассматриваемые виды ПС с расшифровкой кодов ОКП, приведенные в табл. 1.

Начнем с перечисления свойств. Рассматриваются *свойство безотказности* (в табл. 1 приведено с пометкой «Г») в трактовке ГОСТ 27.002–89 [4] и *свойства восстанавливаемости, устойчивости к ошибке и стабильности* в трактовке ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126–93 [8]. Далее, воспользовавшись определениями из [11], *свойство безошибочности* – способность ПС функционировать без ошибок, *свойство безотказности* – способность ПС не вызывать функциональные отказы ИС, *свойство пригодности к восстановлению* – способность программы к устранению программной ошибки и к перезапуску для повторного выполнения и восстановления данных в случае функционального отказа, *свойство защищенности* – способность ПС предотвращать несанкционированный доступ к программам и данным, и *свойство контролируемости* – свойство, характеризующее полноту и эффективность обнаружения ошибок в промежуточных и выходных результатах. Дополнительно рассмотрим несколько свойств из работы [12], хотя они сформулированы довольно обобщенно и от-

Таблица 1

Наименование свойства	Программные средства									
	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)	10)
Безотказность (Г)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Восстанавливаемость	+	+	+/-	+	+	+	+	+	+	+
Устойчивость к ошибке	+	+	-	+/-	-	+	+/-	+	+	-
Стабильность	+	-	-	-	+/-	+	+/-	+/-	-	-
Безошибочность	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Безотказность	+	-	-	-	+	+	+	+/-	-	-
Пригодность к восстановлению	+	+	-	-	+/-	+	+	+/-	+/-	-
Восстанавливаемость (ALR)	+	+	-	-	+/-	+	+	+/-	+/-	-
Безотказность (ALR)	+	+/-	-	+/-	+	+	+	+	-	-
Защищенность	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+
Контролируемость	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-
Безопасность	+	+/-	-	-	+/-	+	+	+/-	+/-	-
Конфиденциальность	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+

носятся скорее к ИС в целом, чем к программам: *свойство восстанавливаемости* (в табл. 1 приведено с пометкой «ALR») – способность к модифицированию и восстановлению работоспособности, *свойство безотказности* (в табл. 1 приведено с пометкой «ALR») – непрерывность правильного обслуживания, *свойство безопасности* – отсутствие катастрофических последствий для пользователей и внешних систем и *свойство конфиденциальности* – отсутствие несанкционированных раскрытий информации.

Далее перечислим рассматриваемые ПС вместе с указанием кодов ОКП:

- 1) 50 1000 8 Системные программные средства;
- 2) 50 2000 0 Программные средства общего назначения;
- 3) 50 3000 3 Прикладные программные средства для научных исследований;
- 4) 50 4000 6 Прикладные программные средства для проектирования;
- 5) 50 5100 2 Программные средства для локальных микропроцессорных систем контроля, регулирования и управления технологическими процессами;
- 6) 50 5200 6 Программные средства для автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП); 50 5300 3 Программные средства для управления гибкими производственными системами (ГПС);
- 7) 50 5400 3 Программные средства для систем управления движущимися объектами;
- 8) 50 5500 0 Программные средства для автоматизированных рабочих мест;
- 9) 50 6000 1 Прикладные программные средства для решения организационно-экономических задач;
- 10) 50 8000 7 Программно – информационные продукты.

Выводы и задачи на будущее

Анализируя табл. 1, можно сделать вывод о том, что надежность ПС включает несколько комбинаций рассмотренных свойств, определяемых видами программ. Если же рассматривать весь набор ПС, то универсальными свойствами, наиболее объемно описывающими надежность, являются безошибочность и безотказность (это свойство может рассматриваться и в формулировке [12], и в понимании [4], если возможно сформулировать все требования и задать все параметры, как и предполагает этот стандарт). Дополнительно отметим важное для практики свойство восстанавливаемости. Это свойство особенно необходимо для ПС, предназначенных для решения задач управления. Из табл. 1 видно, что свойства пригодности к восстановлению и восстанавливаемости схожи по применимости, хотя и сформулированы по-разному.

Рассмотрение табл. 1 по столбцам позволяет сделать вывод о том, что ПС системного назначения, АСУ ТП и управления ГПС могут быть охарактеризованы всеми перечисленными атрибутами надежности. Это объясняется их сложностью и важностью для работы ИС и внешних систем.

Главная задача данной работы – найти подходящее множество свойств (или атрибутов) ПС, позволяющих определять, что понимается под надежностью программных компонентов ИС. Для этого были рассмотрены различные определения надежности и свойства, включаемые в формулировки определений этого термина. Была рассмотрена возможность применения того или иного атрибута при описании надежности различных ПС. Важно отметить, что при этом не были рассмотрены показатели, необходимые для количественного выражения данных свойств. Это задача для будущих работ. Она видится в контексте изучения надежности программной системы через надежность ее элементов – отдельных функций по приему, переработке, хранению и выдаче информации. Иными словами, основное внимание должно быть сосредоточено на способности ПС выполнять функции, для которых оно было разработано, поскольку способность программы выполнять требуемые функции определяет способность к функционированию системы в целом.

В качестве задач по обработке и дальнейшему построению представленной в данной работе таблицы соответствия надежности свойств различным ПС (табл. 1) можно предложить более детальное рассмотрение классификации, выявление универсальности атрибутов и др.

Литература

1. **Нетес В.А., Тарасьев Ю.И., Шпер В.Л.** Актуальные вопросы стандартизации терминологии в области надежности // Надежность. 2014. № 2 (49). С. 116–119.
2. **Нетес В.А., Тарасьев Ю.И., Шпер В.Л.** Как нам определить что такое «надежность» // Надежность. 2014. № 4 (51). С. 3–14.
3. **Потапов И.В.** Проблематика в области надежности программных систем // Надежность. 2015. № 1 (52). С. 53–57.
4. ГОСТ 27.002–89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.
5. **Липаев В.В.** Надежность программных средств. М.: СИНТЕГ, 1998. 232 с.
6. ГОСТ 28195–89. Оценка качества программных средств. Общие положения.
7. ГОСТ 28806–90. Качество программных средств. Термины и определения.
8. ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126–93. Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению.
9. IEEE Std 610.12–1990. IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology.
10. ISO/IEC FDIS 9126–1:2000. Information technology – Software product quality – Part 1: Quality model.
11. **Шубинский И.Б.** Функциональная надежность информационных систем. Методы анализа. М.: ООО «Журнал «Надежность», 2012. 296 с.
12. **Avizienis A., Laprie J.-C., Randell B.** Fundamental concepts of dependability. LAAS-CNRS, Technical Report N01145, Apr. 2001. P.21.