РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ

КАЧЕСТВО СЛУЖЕБНОЙ ИНФОРМАЦИИ

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ БЕЗОШИБОЧНОСТИ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ СХЕМАМ ПЕРЕРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Издание официальное

ГОССТАНДАРТ РОССИИ
Москва

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ Московским научно-исследовательским центром (МНИЦ) Государственного комитета Российской Федерации по связи и информатизации и Московским государственным университетом путей сообщения

ВНЕСЕНЫ Техническим комитетом по стандартизации «Информационные технологии» (ТК 22)

2 ПРИНЯТЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 12 мая 1998 г. № 185

3 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ

© ИПК Издательство стандартов, 1998

Настоящие рекомендации не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены в качестве официального издания без разрешения Госстандарта России

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ

КАЧЕСТВО СЛУЖЕБНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Методика оценки безошибочности по технологическим схемам переработки информации

Дата введения 1999—01—01

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы оценки безошибочности служебной информации (данных) возникают на стадиях разработки, создания, функционирования информационных систем (ИС) различного назначения. В зависимости от рассматриваемой стадии изменяется объем сведений, используемых для оценки безошибочности. Метод оценки не зависит от стадии, на которой оценка осуществляется.

Методика содержит рекомендации по оценке безошибочности служебной информации и распространяется на дискретные технологические процессы переработки служебной информации, в которых можно выделить отдельные последовательно выполняемые технологические операции.

Термины, применяемые в настоящих рекомендациях, — по ГОСТ Р 51170. Условные обозначения элементов технологических процессов переработки данных — по ГОСТ Р 51168. Графические модели технологических процессов переработки данных — по ГОСТ Р 51167.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Под данными понимают служебную информацию, представленную в виде, пригодном для обработки автоматическими средствами при возможном участии человека.

1.2 Под безошибочностью данных понимают их свойство не иметь скрытых случайных ошибок. В качестве показателя безошибочности используется вероятность Q наличия хотя бы одной ошибки в данных определенного объема, для которого эта ошибка искажает содержание данных.

1.3 При оценке безошибочности данные рассматривают как продукт технологического процесса переработки данных (ТППД). В этом случае ТППД рассматривают как совокупность операций обработки, контроля и исправления ошибок, выполняемых с целью обеспечения пользователя ИС данными, удовлетворяющими требованиям директивных документов к их безошибочности.

1.4 Операции объединены в технологические схемы переработки данных (ТСПД) в соответствии с организацией их выполнения.

1.5 Для формализованного описания ТППД используются информационные цепи (ИЦ), в которых состояниям данных (событиям) соответствуют кружки, операциям обработки — сплошные стрелки; операциям контроля — треугольники; операциям исправления ошибок — штрих-пунктирные стрелки.

1.6 В задачах обеспечения безошибочности различают комплексный контроль, при выполнении которого могут быть обнаружены ошибки, внесенные в данные на всех предшествующих контролю этапах ТППД; локальный контроль, при котором возможно обнаружить ошибки, внесенные лишь на отдельных операциях или группах операций ТППД.

2 СОСТАВЛЕНИЕ И РАЗМЕТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ ЦЕПИ

2.1 Для составления информационной цепи, соответствующей технологическому процессу переработки данных в ИС, необходимо выполнить требования пунктов 2.2—2.10.

Издание официальное

2.2 Используя описание процесса переработки данных, определяют выполняемые в соответствии с ТППД операции обработки данных.

2.3 Составляют сетевой граф (СГ), включающий операции обработки данных.

2.4 Используя описание процесса переработки данных, определяют на СГ операции обработки, после выполнения которых производится контроль данных.

2.5 Составляют первоначальный вариант информационной цепи. Для этого в СГ после событий, соответствующих завершению операций обработки, выделенных в 2.4, включают элементы, соответствующие операциям контроля.

2.6 Для каждой операции контроля, выполняемой после операции, выделенной в 2.4, определяют совокупность действий, осуществляемых в случае обнаружения ошибок в данных.

2.7 Для каждой операции многократного контроля определяют на ИЦ операцию, начиная с которой необходимо производить повторную переработку данных в случае обнаружения ошибок. Обозначают на ИЦ начальные события операций, к которым осуществляется возврат.

2.8 Для каждой операции многократного контроля соединяют выход логического элемента контроля дугой возврата с событием, выделенным в 2.7. Если при обнаружении ошибок производится повторный контроль всего объема данных, то дуги возврата ставятся слева от кружков. Если повторный контроль производится лишь для данных, в которых обнаружены и исправлены ошибки, то дуги возврата ставятся справа от кружков.

2.9 По результатам выполнения 2.6—2.8 фиксируют на каждой дуге возврата операцию исправления ошибок, если она имеется. Если исправление ошибок перед повторной обработкой не проводится, то на дуге возврата фиксируется фиктивная операция.

2.10 Выделяют и обозначают в ИЦ операции однократного и локального контроля.

2.11 Проводят разметку ИЦ, построенную по 2.1—2.10. Для этого выполняют требования пунктов 2.12—2.19.

2.12 В кружках, соответствующих событиям ИЦ, проставляют номера i в порядке возрастания слева направо.

2.13 Для каждой операции контроля устанавливают тип ТСПД, в состав которой входит данная операция контроля. Технологические схемы переработки данных перечислены в приложении А.

2.14 Выделяют определенный объем данных (символ, реквизит, документ и т. п.), для которого проводят оценку. При этом учитывают, что для выделенного объема должно быть справедливо условие: наличие хотя бы одной ошибки недопустимо, так как искажает содержание сведений.

2.15 Над каждой операцией обработки (i, j), расположенной между событиями i и j, проставляют значения вероятности q_{ij} внесения ошибки при выполнении данной операции (следует различать этот показатель и вероятность Q, определенную в 1.2).

2.16 Над каждой операцией контроля (i, j), находящейся между событиями i и j, проставляют значения вероятности β_{ij} пропуска ошибок при контроле.

2.17 Над каждой операцией контроля (i, j) проставляют значение числа k_{ij} циклов контроля.

2.18 Над каждой операцией исправления ошибок, соответствующей операции контроля (i, j), проставляют значение вероятности $q_{и\,ij}$ внесения ошибки при выполнении операции исправления.

2.19 Над начальным событием ИЦ проставляют значение $Q_н$ вероятности наличия хотя бы одной ошибки в исходных данных определенного объема.

3 ОЦЕНКА БЕЗОШИБОЧНОСТИ ДАННЫХ

3.1 Для оценки безошибочности данных на выходе ТППД выполняют требования пунктов 3.2—3.14.

3.2 В ИЦ выделяют те ТСПД, которые содержат операции локального контроля. Для каждой ТСПД с локальным контролем приравнивают к нулю значение вероятности наличия ошибки на ее входе.

3.3 Каждой ТСПД с локальным контролем сопоставляют значение вероятности $Q_д$ из таблицы Б.1 приложения Б.

3.4 Заменяя каждую ТСПД с локальным контролем эквивалентной операцией обработки, строят ИЦ, эквивалентную исходной. В кружках, соответствующих событиям эквивалентной ИЦ, проставляют номера i в порядке возрастания слева направо.

3.5 В ИЦ, построенной по 3.4, над каждой операцией, эквивалентной ТСПД с локальным контролем, проставляют значение вероятности внесения ошибок $q_{экв} = Q_д$.

3.6 На ИЦ, построенной по 3.4, выделяют все особые точки (ОТ), т. е. события, являющиеся началом выполнения операции контроля.

3.7 Определяют на ИЦ первую по порядку возрастания номеров событий от начала процесса особую точку. При повторных выполнениях особую точку определяют от предыдущей ОТ.

3.8 Определяют число операций обработки l, выполняемых от начального события до ОТ, определенной по 3.7. При повторных выполнениях число l определяют от предыдущего события ОТ с номером v—1 до ОТ, определенной по 3.7.

3.9 Вычисляют значение вероятности наличия ошибки в данных Q_{v+l}, соответствующих ОТ, определенной по 3.7, используя формулу, справедливую при значениях всех вероятностей внесения и наличия ошибок в данных значительно меньших единицы:

$$Q_{v+l} \approx Q_v + \sum_{j=0}^{l-1} q_{v+j,\ v+j+1},$$

где Q_v — вероятность наличия хотя бы одной ошибки в данных, соответствующих событию v. Если требование настоящего пункта выполняется первый раз, то $Q_v = Q_н$. Значение $Q_н$ определено в 2.19;

$q_{v+j,\ v+j+1}$ — вероятность внесения ошибки при выполнении операции $(v+j,\ v+j+1)$ между событиями $v+j$ и $v+j+1$. Значения $q_{v+j,\ v+j+1}$ определены в 2.15.

3.10 Если значение l, определенное по 3.8, равно 1, переходят к выполнению требований 3.13; если $l > 1$, то к выполнению требований 3.11.

3.11 Необходимо заменить совокупность операций обработки от входа в ТСПД до операции контроля эквивалентной операцией, для которой значение вероятности q внесения ошибки определяют по формуле

$$q \approx \frac{Q_{v+l} - Q_\xi}{1 - Q_\xi},$$

где Q_ξ — вероятность наличия хотя бы одной ошибки в данных определенного объема на входе ТСПД;

Q_{v+l} — вероятность наличия хотя бы одной ошибки в данных определенного объема на входе операции контроля.

Значения Q_ξ и Q_{v+l} получены по 3.9 или при разметке ИЦ.

3.12 Строят ИЦ, эквивалентную исходной, в которой операции обработки от входа в ТСПД (событие ξ) до операции контроля (событие $v+l$) заменены эквивалентной операцией обработки со значением вероятности q, определенным по 3.11.

3.13 Значение вероятности Q_{v+l+1} наличия ошибки на выходе ТСПД определяют по приложению Б.

3.14 Требования 3.7—3.13 выполняют до тех пор, пока не будет получено значение показателя для конечного (выходного) события ИЦ $Q_{вых}$.

Оценку безошибочности данных считают выполненной.

4 АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЦЕНКИ

4.1 Сравнивают полученное по 3.14 значение показателя $Q_{вых}$ безошибочности данных на выходе ИЦ с предельно допустимым значением $Q_{доп}$.

4.2 Если $Q_{вых} \le Q_{доп}$, значит исследуемый вариант ТППД удовлетворяет предъявляемым к нему требованиям по безошибочности. Если $Q_{вых} > Q_{доп}$, то необходимы мероприятия по повышению безошибочности данных.

5 ПРИМЕР ОЦЕНКИ БЕЗОШИБОЧНОСТИ ДАННЫХ

Требуется оценить безошибочность данных, используемых при решении задач на ЭВМ. Процесс переработки данных состоит из ряда операций. Вначале заполняют исходные документы, затем проверяют и исправляют ошибки. Вводят данные в ЭВМ с клавиатуры дисплея. При этом проводят визуальный контроль правильности введенных данных и при необходимости исправляют ошибки. Введенные в ЭВМ данные подвергают программному контролю, который заключается в проверке принадлежности реквизитов принятому множеству. При обнаружении ошибки на экран дисплея выдается соответствующее сообщение. Данные корректируются с клавиатуры дисплея. Повторно производят визуальный и программный контроль данных. Введенные в ЭВМ данные используют для решения задачи.

Решение. Согласно 2.1 составляют информационную цепь, соответствующую описанному выше ТППД. Для этого выполняют требования пунктов 2.2—2.10.

Выполнение требований 2.2, 2.3

В ТППД выделяют две операции обработки: заполнение исходных документов; ввод данных в ЭВМ с клавиатуры дисплея. На рисунке 1 изображен СГ, включающий эти операции.

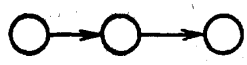


Рисунок 1

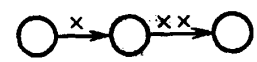


Рисунок 2

Выполнение требований 2.4

На рисунке 2 изображен СГ с выделенными знаком «×» операциями обработки, после выполнения которых проводят контроль данных. Число знаков «×» равно количеству выполненных подряд операций контроля после выделенной этим знаком операции обработки. В данном СГ число циклов контроля не учитывается. Для условий приведенного примера это визуальный контроль исходных документов после первой операции обработки и по экрану дисплея, а также программный контроль после второй операции обработки.

Выполнение требований 2.5

Включая в СГ логические элементы контроля — ромбы, получим первоначальный вариант информационной цепи, указанный на рисунке 3.

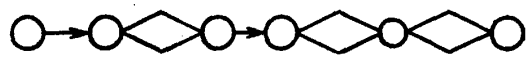


Рисунок 3

Выполнение требований 2.6, 2.7

Анализируя способы организации контроля данных, замечаем следующее. В рассматриваемом случае применяют визуальный контроль заполнения исходных документов, который, как правило, организуют как однократный контроль с исправлением обнаруженных ошибок. На этапе ввода данных в ЭВМ с клавиатуры дисплея осуществляется многократный контроль обнаруженных ошибок. Контроль и необходимое исправление проводят до тех пор, пока в данных обнаруживаются ошибки. После ввода в ЭВМ осуществляется программный контроль с выводом на экран дисплея обнаруженных ошибок. В системе используется логический контроль, который не позволяет определить истинные значения искаженных данных. В этом случае имеет место многократный контроль без исправления ошибок с повторной обработкой данных, в которых обнаружены ошибки. Число циклов контроля не ограничено.

На рисунке 4 представлена ИЦ с выделенным штриховкой начальным событием операции, в которую осуществляется возврат в случае многократного контроля: визуального — по экрану дисплея и программного — одно событие для двух операций контроля.

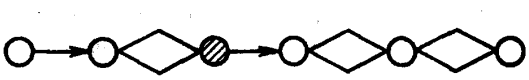


Рисунок 4



Рисунок 5

Выполнение требований 2.8

На рисунке 5 изображена ИЦ с дугами возврата, показывающими путь данных в случае обнаружения в них ошибки. Дуги возврата ставят справа от заштрихованного кружка, так как повторный контроль проводят лишь для тех данных, в которых обнаружены ошибки.

Выполнение требований 2.9

Исправление ошибок перед повторной обработкой не проводят, поэтому на дугах возврата фиксируются фиктивные операции, как указано на рисунке 6.

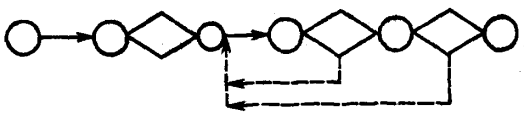


Рисунок 6

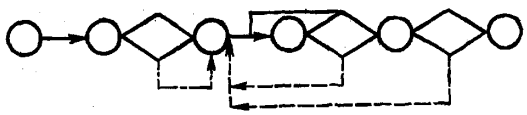


Рисунок 7

Выполнение требований 2.10

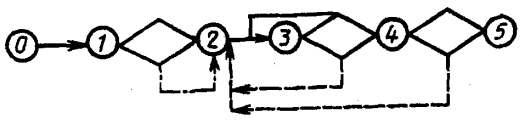
Построение ИЦ завершается выделением операций однократного и локального контроля. Однократным является контроль заполнения исходных документов, а локальным контролем является визуальный контроль по экрану дисплея, так как он позволяет выявить несоответствие введенных данных исходным документам, но как правило не позволяет обнаружить ошибки в самих документах. На рисунке 7 изображена ИЦ, соответствующая рассматриваемому ТППД.

Выполнение требований 2.11

Для разметки ИЦ выполняют требования пунктов 2.12—2.19.

Выполнение требований 2.12

Проставляют номера событий ИЦ в порядке возрастания слева направо в соответствии с рисунком 8.



0, 1 — заполнение исходных документов; *1, 2* — визуальный контроль исходных документов; *2, 3* — ввод данных в ЭВМ с клавиатуры дисплея; *3, 4* — визуальный (по экрану дисплея) контроль данных; *4, 5* — программный контроль данных

Рисунок 8

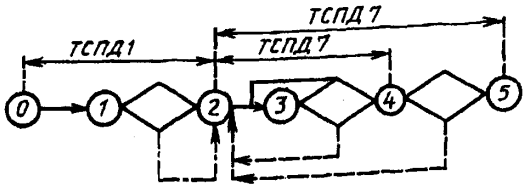


Рисунок 9

Примечание — Номера ТСПД — по приложению А

Выполнение требований 2.13

На рисунке 9 указаны порядковые номера типов ТСПД согласно приложению А.

Выполнение требований 2.14—2.19

На рисунке 10 приведена ИЦ, для каждой операции обработки и контроля которой указаны значения $q_{i\,j}$ и $\beta_{i\,j}$ вероятностей внесения и пропуска ошибки в одном символе, принятом за тот объем данных, для которого производят оценку.

Построение и размету ИЦ считают завершенной.

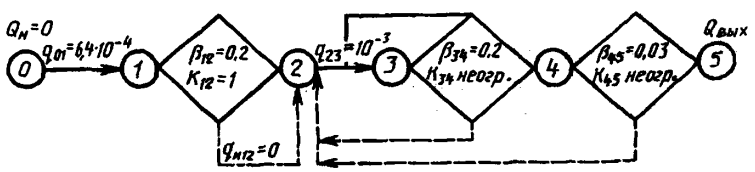


Рисунок 10

Выполнение требований 3.1

Для оценки безошибочности данных должны быть выполнены требования пунктов 3.2—3.14:

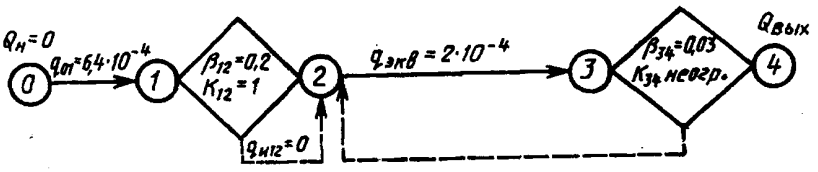
Выполнение требований 3.2—3.5

Проводят расчет безошибочности данных для ТСПД с локальным контролем. Заметим, что контроль *3, 4* между событиями *3* и *4* является локальным, поскольку основан на посимвольном сравнении исходных и введенных данных и позволяет обнаруживать ошибки, возникшие лишь при работе на клавиатуре дисплея. Совокупность операций *2, 3*; *3, 4* соответствует ТСПД 7*. Принимаем равным нулю значение вероятности Q_2 наличия ошибки в данных на входе рассматриваемой ТСПД. (Здесь и далее индекс символа Q соответствует номеру события, к которому относится значение показателя Q). Используя приложение Б, находят значение вероятности $Q_л$ наличия ошибки в данных на выходе ТСПД 7 при условии, что на ее вход поступают безошибочные данные, по формуле

$$Q_л = q_{23} \cdot \beta_{34} = 10^{-3} \cdot 0{,}2 = 2 \cdot 10^{-4},$$

где q_{23} — значение вероятности внесения ошибки на операции *2, 3*; β_{34} — значение вероятности пропуска ошибки при выполнении операции контроля *3, 4*.

Заменяя рассматриваемую ТСПД с локальным контролем эквивалентной операцией обработки, имеющей $q_{экв} = Q_л = 2 \cdot 10^{-4}$, строим ИЦ, эквивалентную исходной. Обращаем внимание на то, что при построении эквивалентной ИЦ осуществляется перенумерация событий ИЦ и соответствующих обозначений q, β, как указано на рисунке 11.



q_{01} — вероятность внесения ошибок при выполнении операции обработки *0, 1*; β_{12} — вероятность пропуска ошибок при выполнении операции контроля *1, 2*; β_{34} — вероятность пропуска ошибок при выполнении операции контроля *3, 4*; k_{12} и k_{34} — максимально возможное число циклов контроля на операциях *1, 2* и *3, 4* соответственно; $q_{и12}$ — вероятность внесения ошибки при выполнении операции исправления; $q_{экв}$ — вероятность внесения ошибки на операции *2, 3* в ИЦ, эквивалентной исходной

Рисунок 11

Выполнение требований 3.6

На рисунке 12 изображена ИЦ с выделенными штриховкой особыми точками. Обозначения рисунка 12 соответствуют обозначениям рисунка 11.

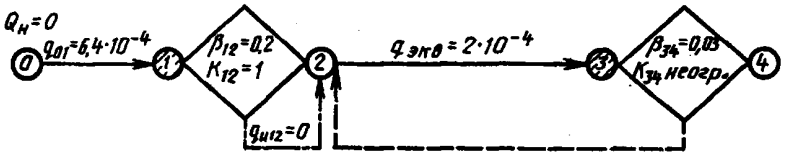


Рисунок 12

Выполнение требований 3.7—3.9

Из рисунка 12 видно, что первая от начала особая точка соответствует событию 1. Если от начала процесса до первой ОТ имеет место одна операция обработки, то $l = 1$. В соответствии с

---

* Здесь и далее номер ТСПД соответствует номеру, указанному в таблице А.1 приложения А.

требованиями 3.9 значение $Q_v = Q_н = 0$. При этом вероятность наличия ошибки в данных Q_{v+l}, соответствующих первой ОТ, определяют по формуле

$$Q_{v+l} = Q_1 = q_{01} = 6{,}4 \cdot 10^{-4}.$$

Так как $l = 1$, то выполняют требования 3.13. Значение вероятности наличия ошибки на выходе операции контроля *1, 2* (согласно таблице Б.1 приложения Б) определяют по формуле

$$Q_2 = q_{01}\,[\beta_{12} + (1 - \beta_{12})\, q_{и12}] = q_{01}\beta_{12} = 6{,}4 \cdot 10^{-4} \cdot 0{,}2 = 1{,}28 \cdot 10^{-4}.$$

Выполнение требований 3.14

Так как оценку безошибочности данных можно считать завершенной лишь после получения значения вероятности $Q_{вых}$ наличия ошибки в данных, соответствующих конечному событию ИЦ, возвращаемся к выполнению требований 3.7.

Выполнение требований 3.7—3.9

Из рисунка 12 видно, что следующая после события $v - 1 = 1$ особая точка соответствует событию 3. При этом число операций обработки l, выполняемых от предыдущего события ОТ с номером $v - 1 = 1$ до ОТ с номером $v + 1 = 3$, равно 1. Значение вероятности наличия ошибки в данных $Q_{v+l} = Q_3$ определяют по требованию 3.9 по формуле

$$Q_{v+l} = Q_3 \approx Q_2 + q_{23} = 1{,}28 \cdot 10^{-4} + 2 \cdot 10^{-4} = 3{,}28 \cdot 10^{-4}.$$

Так как $l = 1$, выполняем требования 3.13. Значение вероятности Q_4 наличия ошибки на выходе операции контроля *3, 4* находят, используя приложение Б, по формуле

$$Q_4 = Q_3\beta_{34} = 3{,}28 \cdot 10^{-4} \cdot 0{,}03 \approx 1 \cdot 10^{-5}.$$

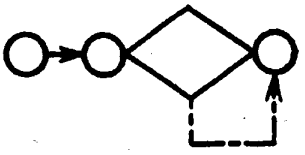
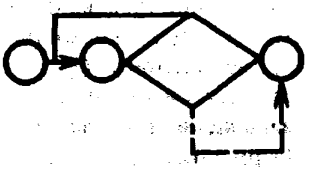
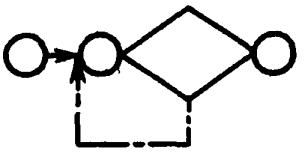
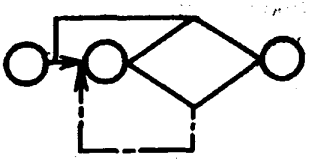
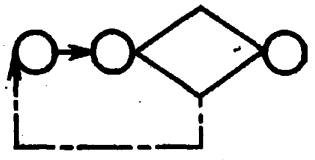
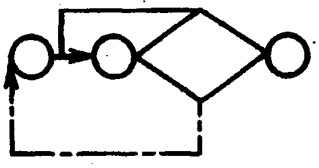
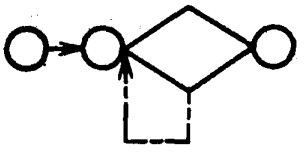
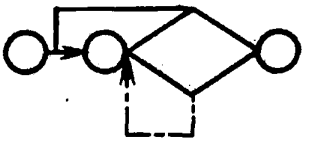
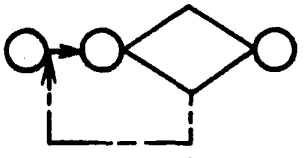
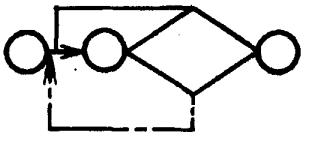
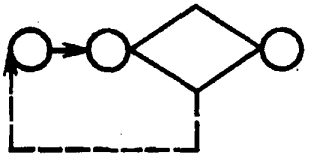
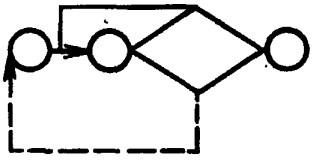
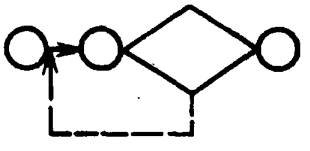
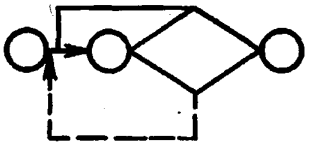
Таким образом значение вероятности наличия ошибки в символе данных, используемых при решении задачи на ЭВМ, $Q_{вых} = 10^{-5}$.

Оценку безошибочности данных считают выполненной.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ДАННЫХ

Таблица А.1

Перечень типов ТСПД	Обозначение ТСПД	
	Контроль комплексный	Контроль локальный
1 Обработка и однократный контроль с исправлением ошибок		
2 Многократный контроль всего объема данных с исправлением ошибок		
3 Многократный контроль всего объема данных с повторной обработкой и исправлением ошибок		
4 Многократный контроль исправленных ошибок без повторной обработки		
5 Многократный контроль исправленных ошибок с повторной обработкой		
6 Многократный контроль без исправления ошибок с повторной обработкой всего объема данных		
7 Многократный контроль с повторной обработкой данных, в которых обнаружены ошибки		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)

ВЕРОЯТНОСТИ НАЛИЧИЯ ОШИБОК В ДАННЫХ НА ВЫХОДЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ

Таблица Б.1 — Формулы расчета

Вероятности наличия ошибок при методах контроля в ТСПД	
комплексном $Q_к$	локальном $Q_л$
1) $Q_к = Q[\beta + (1 - \beta)q_и]$	1) $Q_л = q[\beta + (1 - \beta)q_и]$
2) $Q_к = Q[\beta + (1 - \beta)q_и]^k$	2) $Q_л = q[\beta + (1 - \beta)q_и]^k$
3) $Q_к = Q\beta^k + \frac{q\beta\left\{1 - [\beta + (1 - \beta)q_и]^{k-1}\right\}}{1 - [\beta + (1 - \beta)q_и]}$	3) $Q_л = q\beta^k + \frac{q\beta\left\{1 - [\beta + (1 - \beta)q_и]^{k-1}\right\}}{1 - [\beta + (1 - \beta)q_и]}$
4) — 7) $Q_к = Q\beta$	4) — 7) $Q_л = q\beta$

Обозначения:
Q — вероятность наличия ошибки на входе операции контроля;
q — вероятность внесения ошибки при выполнении операции обработки, входящей в состав ТСПД;
β — вероятность пропуска ошибки при контроле данных;
k — число циклов контроля;
$q_и$ — вероятность внесения ошибки при исправлении данных;
1) — 7) — номера ТСПД по приложению А.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение НД, на который дана ссылка	Номер раздела
ГОСТ Р 51167—98	Введение
ГОСТ Р 51168—98	То же
ГОСТ Р 51170—98	»

УДК 651.7/.78:681.3.06:006.354 ОКС 35.020 Т55 ОКСТУ 5003

Ключевые слова: данные, технологический процесс переработки данных, безошибочность данных

Рекомендации по стандартизации

КАЧЕСТВО СЛУЖЕБНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Методика оценки безошибочности по технологическим схемам переработки информации

Р 50.1.015—98

БЗ 6—98

Редактор *Т. С. Шеко*
Технический редактор *О. Н. Власова*
Корректор *Н. И. Гаврищук*
Компьютерная верстка *А. П. Финогеновой*

Изд. лиц. № 021007 от 10.08.95. Сдано в набор 08.07.98. Подписано в печать 13.10.98. Формат 60×84 1/8.
Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс». Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,15. Тираж 203 экз. Зак. 1346.
Изд. № 2163/4. С 1161.

ИПК Издательство стандартов, 107076, Москва, Колодезный пер., 14.
Набрано в Калужской типографии стандартов на ПЭВМ.
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256.
ПЛР № 040138

gost.e-ecolog.ru