

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

МЕЖДУНАРОДНАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ

(Входит на автономных правах в Международную Организацию по Стандартизации — ИСО)

Publication 271 — Публикация 271

Deuxième édition — Second edition — Издание второе

1974

**Liste des termes de base, définitions et mathématiques
applicables à la fiabilité**

**List of basic terms, definitions
and related mathematics for reliability**

**Надежность. Основные термины и
математические формулы**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved — Право издания охраняется законом

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
Publié trimestriellement
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication.

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI.

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI.

Revision of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
Published quarterly
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein.

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication.

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117.

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

МЕЖДУНАРОДНАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ

(Входит на автономных правах в Международную Организацию по Стандартизации — ИСО)

Publication 271 — Публикация 271

Deuxième édition — Second edition — Издание второе

1974

Liste des termes de base, définitions et mathématiques applicables à la fiabilité

List of basic terms, definitions and related mathematics for reliability

Надежность. Основные термины и математические формулы



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved — Право издания охраняется законом

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

Запрещается без письменного разрешения издателя воспроизведение или копирование этой публикации или ее части в любой форме или любыми средствами — электронными или механическими, включая фотокопию и микрофильм.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	5
PRÉFACE	5

SECTION I: TERMES DE BASE ET DÉFINITIONS APPLICABLES À LA FIABILITÉ

Articles

1. Objet	8
2. Introduction	8
3. Concept de fiabilité	16
4. Concepts relatifs à la défaillance	16
5. Classification des défaillances en fonction de leurs causes	16
6. Classification des défaillances en fonction de la vitesse d'apparition	17
7. Classification des défaillances en fonction du degré	18
8. Classification des défaillances en fonction de la vitesse d'apparition et du degré	18
9. Apparition d'une défaillance	19
10. Caractéristiques de fiabilité	20
11. Durée de vie moyenne	21
12. Taux de défaillance	22
13. Durée moyenne avant défaillance	24
14. Moyenne des temps de bon fonctionnement	26
15. Concepts relatifs aux données	27
16. Concepts relatifs à la conception	29
FIGURE 1. — Exemple de courbe taux de défaillance/temps	30
ANNEXE A. — Relations générales entre les variantes des caractéristiques de fiabilité	31
LISTE DES TERMES	34

SECTION II: GUIDE MATHÉMATIQUE DES TERMES ET DÉFINITIONS APPLICABLES À LA FIABILITÉ

17. Objet	37
18. Introduction	37
19. Expressions théoriques pour les valeurs vraies des caractéristiques de fiabilité	40
20. Expressions pour les caractéristiques de fiabilité observées	43
21. Caractéristiques de fiabilité estimées	48
ANNEXE B. — Glossaire des symboles utilisés	51

CONTENTS

	Page
FOREWORD	6
PREFACE	6

SECTION I: LIST OF BASIC TERMS AND DEFINITIONS FOR RELIABILITY

Clause	
1. Scope	11
2. Introduction	11
3. Reliability concept	16
4. Failure concepts	16
5. Classification of failures as to cause	16
6. Classification of failures as to suddenness	17
7. Classification of failures as to degree	18
8. Classification of failures in combination of suddenness and degree	18
9. Occurrence of failure	19
10. Reliability characteristics	20
11. Mean life	21
12. Failure rate	22
13. Mean time to failure	24
14. Mean time between failures	26
15. Data concepts	27
16. Design concepts	29
FIGURE 1. — Example of failure rate/time pattern	30
APPENDIX A. — General relationship between versions of reliability characteristics	32
LIST OF TERMS	35

SECTION II: MATHEMATICAL GUIDE TO THE TERMS AND DEFINITIONS FOR RELIABILITY

17. Scope	37
18. Introduction	37
19. Theoretical expressions for the true reliability characteristics	40
20. Expressions for the observed reliability characteristics	43
21. Assessed reliability characteristic terms	48
APPENDIX B. — Glossary of symbols used	52

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр
Предисловие	7
Введение	7

ЧАСТЬ I. НАДЕЖНОСТЬ. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ

Пункт	
1. Область применения	13
2. Введение	13
3. Понятие надёжности	16
4. Понятия, относящиеся к отказам	16
5. Классификация отказов по причине их появления	16
6. Классификация отказов по внезапности	17
7. Классификация отказов по степени нарушения функций	18
8. Классификация отказов по сочетанию внезапности и степени	18
9. Время появления отказа	19
10. Показатели надёжности	20
11. Средний срок службы	21
12. Интенсивность отказов	22
13. Средняя наработка до отказа	24
14. Средняя наработка на отказ	26
15. Понятия, относящиеся к представлению данных	27
16. Понятия, относящиеся к надёжности конструкции изделия	29
Рисунок 1. — Пример графика изменения интенсивности отказов во времени	30
Приложение А. — Общая взаимосвязь между вариантами показателей надёжности	33
Указатель терминов	36

ЧАСТЬ II. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО К ТЕРМИНАМ И ОПРЕДЕЛЕНИЯМ ПО НАДЕЖНОСТИ

17. Область применения	37
18. Введение	37
19. Теоретические выражения для истинных показателей надёжности	40
20. Выражения для наблюдаемых показателей надёжности	43
21. Термины для оцененных показателей надёжности	48
Приложение Б. — Словарь символов, используемых в данной публикации	53

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**LISTE DES TERMES DE BASE, DÉFINITIONS ET MATHÉMATIQUES
APPLICABLES À LA FIABILITÉ**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Comité d'Etudes N° 56 de la CEI: Fiabilité et maintenabilité.

Un premier projet de la Section I fut discuté lors de la réunion tenue à Zurich en 1971. A la suite de cette réunion, un projet définitif, document 56(Bureau Central)41, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la règle des Six Mois en mars 1972.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication du document 56(Bureau Central)41:

Allemagne	Pays-Bas
Australie	Portugal
Belgique	Royaume-Uni
Canada	Suisse
Danemark	Tchécoslovaquie
Etats-Unis d'Amérique	Turquie
Israël	Union des Républiques
Italie	Socialistes Soviétiques
Japon	Venezuela

Un premier projet de la Section II fut discuté lors de la réunion tenue à Zurich en 1971. A la suite de cette réunion, un projet définitif, document 56(Bureau Central)35 fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juillet 1971.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication du document 56(Bureau Central)35:

Afrique du Sud (République d')	Finlande
Allemagne	Israël
Australie	Portugal
Autriche	Royaume-Uni
Belgique	Suède
Canada	Suisse
Danemark	Tchécoslovaquie
Espagne	Turquie
Etats-Unis d'Amérique	Union des Républiques
	Socialistes Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LIST OF BASIC TERMS, DEFINITIONS AND RELATED MATHEMATICS FOR RELIABILITY

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendations and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This recommendation has been prepared by IEC Technical Committee No. 56, Reliability and Maintainability.

A first draft of Section I was discussed at the meeting held in Zurich in 1971. As a result of this meeting, a final draft, document 56(Central Office)41, was submitted for approval under the Six Months' Rule in March 1972.

The following countries voted explicitly in favour of publication of document 56(Central Office)41:

Australia	Netherlands
Belgium	Portugal
Canada	Switzerland
Czechoslovakia	Turkey
Denmark	Union of Soviet
Germany	Socialist Republics
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America
Japan	Venezuela

A first draft of Section II was also discussed at the meeting held in Zurich in 1971. As a result of this meeting, a final draft, document 56(Central Office)35, was submitted for approval under the Six Months' Rule in July 1971.

The following countries voted explicitly in favour of publication of document 56(Central Office)35:

Australia	South Africa
Austria	(Republic of)
Belgium	Spain
Canada	Sweden
Czechoslovakia	Switzerland
Denmark	Turkey
Finland	Union of Soviet
Germany	Socialist Republics
Israel	United Kingdom
Portugal	United States of America

МЕЖДУНАРОДНАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ

НАДЕЖНОСТЬ. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. Официальные решения или соглашения МЭК по техническим вопросам, подготовленные техническими комитетами, в которых представлены все заинтересованные национальные комитеты, выражают, по возможности точно, международную точку зрения в данной области.
2. Данные решения представляют собой рекомендации для международного пользования и в этом виде принимаются национальными комитетами.
3. В целях содействия международной унификации МЭК выражает пожелание, чтобы все национальные комитеты приняли настоящую рекомендацию МЭК в качестве своих национальных стандартов, насколько позволяют условия каждой страны. Любое расхождение с рекомендациями МЭК должно быть четко указано в соответствующих национальных стандартах.

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая рекомендация подготовлена Техническим комитетом 56 МЭК: «Надежность и ремонтпригодность».

Первый проект Части I обсуждался на совещании в Цюрихе в 1971 г. В результате решения, принятого на этом совещании, в марте 1972 г. национальным комитетам был представлен на утверждение по Правилу шести месяцев окончательный проект, документ 56(Центральное бюро)41.

За выпуск документа 56(Центральное бюро)41 в качестве публикации голосовали следующие страны:

Австрия
Бельгия
Венесуэла
Германия
Дания
Израиль
Италия
Канада
Нидерланды

Португалия
Соединенное Королевство *
Соединенные Штаты Америки
Союз Советских Социалистических
Республик
Турция
Чехословакия
Швейцария
Япония

Первый проект Части II также обсуждался на совещании в Цюрихе в 1971 г. В результате решения, принятого на этом совещании, в июне 1971 г. национальным комитетам был представлен на утверждение по Правилу шести месяцев окончательный проект, документ 56(Центральное бюро)35.

За выпуск документа 56(Центральное бюро)35 в качестве публикации голосовали следующие страны:

Австралия
Австрия
Бельгия
Германия
Дания
Израиль
Испания
Канада
Португалия

Соединенное Королевство *
Соединенные Штаты Америки
Союз Советских Социалистических
Республик
Турция
Финляндия
Чехословакия
Швейцария
Швеция
Южно-Африканская Республика

* Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии.

LISTE DES TERMES DE BASE, DÉFINITIONS ET MATHÉMATIQUES APPLICABLES À LA FIABILITÉ

SECTION I: TERMES DE BASE ET DÉFINITIONS APPLICABLES À LA FIABILITÉ

1. Objet

La présente section de cette recommandation définit une liste de termes de base et de définitions, destinés essentiellement à la fiabilité. La terminologie est basée sur une approche technique de la fiabilité, approche complémentaire de l'approche mathématique donnée dans la Section II de la présente publication. Dans cette dernière, le concept de vraies valeurs des caractéristiques de fiabilité est présenté et les formules mathématiques applicables aux diverses caractéristiques de fiabilité sont données.

Les sujets connexes tels que méthodes statistiques, mathématiques, essais spécifiques et procédures de mesure pour des dispositifs particuliers devront être convenablement traités par d'autres documents internationaux.

2. Introduction

2.1 Principes

Quelques-unes des définitions sont plus précises que celles rencontrées parfois dans la littérature courante ; c'est pourquoi il convient d'être attentif aux restrictions apportées dans quelques définitions par rapport à l'usage courant.

La sélection et l'ordre des termes impliquent plusieurs principes dont les suivants sont les plus importants :

1. Le point de départ du choix et de la définition de chaque terme est une clarification du concept sous-jacent.
2. Les termes sont reliés les uns aux autres d'une façon logique dans toute la mesure possible et leurs définitions sont compatibles.
3. Lorsque plusieurs variantes d'un terme sont possibles, chaque variante a reçu un titre séparé et sa relation avec les autres variantes est décrite.
4. A cause de la grande variété de circonstances dans lesquelles les termes de fiabilité peuvent être employés, les mots « dans des conditions données » sont utilisés pour rappeler au lecteur que les conditions propres à chaque cas doivent être données avec toutes les précisions jugées nécessaires.
5. Les termes sont groupés dans des chapitres par concepts plutôt que donnés dans un ordre alphabétique afin de permettre un arrangement commun, quelle que soit la langue.

2.2 Termes liés à la défaillance

Le mot « défaillance » est le terme de base désignant la cessation d'une performance requise. Il s'applique à des composants et à des équipements en toutes circonstances.

En pratique, quelques types de défaillances sont plus importants que d'autres et il est nécessaire de les distinguer. Ceci a été fait dans cette recommandation en ajoutant un adjectif au mot « défaillance ». Par exemple, défaillance complète, défaillance due à un mauvais emploi, etc.

Un terme de défaillance s'applique uniquement au dispositif considéré. C'est ainsi qu'une défaillance complète d'un composant particulier peut entraîner une défaillance partielle seulement de l'équipement dans lequel il est utilisé.

2.3 Nécessité d'utiliser l'adjectif approprié

Lorsque l'on traite des données, il est important d'utiliser le terme de défaillance approprié. Par exemple, dans le cas de données portant sur les défaillances d'un équipement en exploitation, il est important de faire la distinction entre les composants qui ont défailli à la suite d'un mauvais emploi et ceux dont la défaillance est due à une faiblesse du composant lui-même. Les constats de défaillance devraient, pour ce faire, indiquer quel type de défaillance est considéré.

2.4 Généralités sur la nature probabiliste de la fiabilité

La fiabilité est concernée par la probabilité d'événements futurs basée sur des observations passées. Toute caractéristique de fiabilité peut ainsi être utilisée en fonction de ce qui a été observé et de ce qui peut survenir, ce futur étant défini en termes de probabilité.

2.5 Caractéristiques de fiabilité

Les caractéristiques de fiabilité sont des grandeurs utilisées pour exprimer les différents aspects de la fiabilité en termes numériques. Le choix d'une caractéristique de fiabilité particulière peut se faire soit du point de vue du succès (c'est-à-dire accomplissement d'une fonction requise), soit du point de vue de la défaillance. Les caractéristiques utilisées comprennent la fiabilité, la durée de vie moyenne, le taux de défaillance, la moyenne des temps de bon fonctionnement et la durée moyenne avant défaillance. Les variantes « observées » sont des estimateurs des « vraies valeurs » des caractéristiques mais pas nécessairement les « meilleurs estimateurs » au sens statistique (voir la Section II, Guide mathématique, de cette recommandation).

2.6 Variantes des caractéristiques de fiabilité

La signification des caractéristiques de fiabilité, par exemple taux de défaillance, dépend du nombre de données recueillies, du traitement statistique et des hypothèses techniques faites dans des circonstances particulières. Un nom différent est utilisé lorsque le traitement statistique diffère, mais dans tous les cas l'ensemble des hypothèses et des circonstances doit être donné. Par exemple, le terme taux de défaillance observé s'applique au taux de défaillance observé dans un ensemble donné de circonstances, et la définition exige que le nombre des spécimens, la durée, la définition de la défaillance, etc., soient tous donnés. Si ces données sont soumises à un traitement statistique approprié, on obtient comme résultat les valeurs limites d'un intervalle de confiance associé à un niveau de confiance donné. Ceci est appelé le taux de défaillance estimé. L'extension de cette approche aux autres variantes des caractéristiques de fiabilité est indiquée à l'annexe A.

Lorsque l'adjectif « estimé » est utilisé, il doit être pris dans son sens statistique.

Dans les normes nationales, deux approches sont possibles pour la présentation des caractéristiques de fiabilité. La première, adoptée ici, est celle dans laquelle chaque terme (par exemple taux de défaillance) est associé à un adjectif (par exemple estimé). Autrement, les caractéristiques de fiabilité de base peuvent être définies individuellement et les adjectifs peuvent être expliqués séparément. Lorsqu'on rend compte de données numériques de fiabilité, les résultats de ces deux approches seront identiques si elles sont utilisées correctement car les deux exigent une information complète (par exemple conditions de contrainte et de durée et définitions de la défaillance).

2.7 Caractéristiques de fiabilité atteintes et exigées

Les quatre variantes (observé, estimé, extrapolé et prédit) d'une caractéristique de fiabilité peuvent être utilisées en tenant compte de ce qui a été atteint ou de ce qui est exigé. Ainsi l'énoncé d'une exigence peut être formulé en tant qu'un objectif pour le taux de défaillance observé, estimé, etc.

2.8 Application pratique de ce glossaire

En pratique, pour quelques-uns des termes de la présente recommandation, une plus grande précision doit être donnée dans la définition, compte tenu des caractéristiques du dispositif considéré. Ainsi les critères de défaillance partielle d'un transistor, par exemple, seront généralement donnés comme les valeurs limites ou les dérives limites du gain ou du courant de fuite. Dans quelques cas, d'autres distinctions peuvent être souhaitables, par exemple défaillance partielle, mineure ou majeure. Des développements de cette nature peuvent être faits en partant de ce glossaire comme document de base.

2.9 Signification du terme « dispositif »

Les termes « un dispositif » sont aussi employés pour désigner tout composant, sous-système, système ou équipement que l'on peut considérer individuellement et essayer séparément. Le terme « dispositif » est aussi utilisé pour désigner des dispositifs, une population de dispositifs, un échantillon, etc., lorsque le contexte justifie son usage.

Lorsque l'expression « dispositif réparé » est utilisée, elle signifie dispositif qui est réparé lorsqu'il a une défaillance. De même, le terme « dispositif non réparé » signifie dispositif qui ne sera pas réparé lorsqu'il aura une défaillance.

2.10 Termes relatifs au matériel

Le choix, la définition et les relations entre les principaux termes relatifs au « matériel », tels que composants, équipement, système, etc., subissent fortement l'influence des points de vue adoptés dans les différents pays et par des différentes organisations d'un même pays. Il s'est avéré impossible de fournir un ensemble de termes et de définitions relatifs au « matériel » qui soient universellement acceptables. C'est pourquoi, dans toute étude pratique de fiabilité comportant des termes de matériel, les définitions et la hiérarchie des termes utilisés devraient être données et ne devraient pas être modifiées au cours de l'étude.

2.11 Concepts de durée

Dans les définitions où le terme « durée » est utilisé, ce paramètre peut être remplacé par distance, cycles ou autres grandeurs ou unités appropriées. Ce concept peut couvrir toute durée d'observation des dispositifs considérés soit en fonctionnement effectif, soit en stockage, soit en état de marche, etc., mais il exclut généralement le temps d'indisponibilité dû à une défaillance.

Withdrawing
IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60271:1974

LIST OF BASIC TERMS, DEFINITIONS AND RELATED MATHEMATICS FOR RELIABILITY

SECTION I: LIST OF BASIC TERMS AND DEFINITIONS FOR RELIABILITY

1. Scope

This section of this recommendation defines a list of basic terms and definitions primarily intended for reliability. The terminology is based on an engineering approach to reliability which is complementary to the mathematical approach given in section II of this publication. In the latter, the concept of true values of reliability characteristics is presented, and the mathematical formulae for various reliability characteristics are given.

Related subjects, such as statistical methods, mathematics, detail testing and measurement procedures for particular items, should be adequately covered by other international documents.

2. Introduction

2.1 Principles

Some of the definitions are more precise than are sometimes found in current literature, and it is therefore advisable to be aware of restrictions in the meaning of some of the definitions compared with current use.

The selection and arrangement of the terms involve several principles of which the following are the more important:

1. The starting point for the choice and definition of each term is a clarification of the concept involved.
2. The terms are logically related to one another as far as possible, and their definitions are consistent.
3. Where several versions of a term are possible, each is given a separate title and its relationship to the other versions is described.
4. Due to the widely varied circumstances to which reliability terms can be applied, the words "under stated conditions" are used to remind readers that in every case the relevant conditions must be stated to whatever extent is judged necessary.
5. The terms are grouped under conceptual headings rather than being given in alphabetical order so as to enable a common arrangement to be used for any language.

2.2 Failure terms

The word "failure" is the basic term denoting the termination of required performance. It is applied to parts and equipments in all circumstances.

In practice, some kinds of failures are more important than others, and it is necessary to distinguish between them. This is done in this recommendation by adding an adjectival modifier to the word "failure". For example, complete failure, misuse failure and so on.

A failure term applies only to the item under consideration. Thus a complete failure of a particular part may cause only a partial failure of the equipment in which it is used.

2.3 The need to use the appropriate adjectival modifier

When dealing with data, it is important to use the appropriate failure term. For example, in the case of failure data from equipment in the field, it is important to distinguish between parts which fail as the result of misuse and those whose failure is due to a weakness in the part itself. Failure statements should therefore indicate which kind of failure is being considered.

2.4 General statement on the probabilistic nature of reliability

Reliability is concerned with the probability of future events based on past observations. Any reliability characteristic term may thus be used in respect of what has been observed and what may happen, the latter use being defined in terms of a probability.

2.5 Reliability characteristics

Reliability characteristics are quantities used to express various aspects of reliability in numerical terms. The emphasis of a particular reliability characteristic may be either from the viewpoint of success (i.e. performing a function) or of failure. The characteristics used include reliability, mean life, failure rate, mean time between failures and mean time to failure. The observed versions are estimates of the “true values” of the characteristics, but not necessarily the “best estimates” in the statistical sense (see Section II, Mathematical Guide, of this recommendation).

2.6 Versions of reliability characteristics

The significance of reliability characteristics—for example, failure rate—depends on the amount of data collected, the statistical treatment and the technical assumptions made in particular circumstances. A different name is used when statistical treatment differs, but in any case the set of assumptions and circumstances must be stated. For example, the term observed failure rate relates to the failure rate observed under a given set of circumstances, and the definition requires that the number of specimens, duration, failure definition, etc., shall all be stated. If these data are subjected to appropriate statistical treatment, the result is the limiting values of a confidence interval with a stated confidence level. This is called the assessed failure rate. The extension of this approach to other versions of the reliability characteristic terms is shown by Appendix A.

Where the adjective “assessed” is used, this is to be understood in the statistical sense.

In National Standards, two approaches to publication of reliability characteristics are possible. The first, adopted here, is one in which each term (e.g. failure rate) is associated with an adjective (e.g. assessed). Alternatively, the basic reliability characteristics can be defined individually and the adjectives can be explained separately. When numerical reliability data are quoted, the results of both these approaches will be identical if they are used correctly, since both require complete information (e.g. stress and time conditions, and failure definitions).

2.7 Achieved and required reliability characteristics

The 4 versions (observed, assessed, extrapolated and predicted) of a reliability characteristic may be used in respect to what has been achieved or to what is required. Thus a statement of a requirement may be made as a target for the observed, assessed, etc., failure rate.

2.8 Practical application of this glossary

In practice, some of the terms in this recommendation must be given greater precision by being defined in accordance with the characteristics of the item under consideration. Thus the criteria of a partial failure of a transistor for example, would usually be given as the limit values for, or limit changes in, gain or leakage current. In some cases, further distinctions may be desirable, for example, major and minor partial failures. Developments of this kind may be made by building up on this glossary as a foundation.

2.9 Meaning of the term “Item”

The words “an item” are also used to denote any electronic part, sub-system, system or equipment that can be individually considered and separately tested. The word “item” is also used to denote items, population of items, sample, etc., where the context justifies its use.

Where the expression “repaired item” is used, it means an item which is repaired when it fails. Similarly the term “non-repaired item” means an item which will not be repaired when it fails.

2.10 “Hardware” terms

The choice, definition and relationship of the principal “hardware” terms such as part, equipment, system, etc., are strongly influenced by the viewpoint adopted in different countries, and by different organizations in one country. It has been found impracticable to provide a universally acceptable set of “hardware” terms and definitions. Therefore, in any practical reliability study involving “hardware” terms, the definitions and hierarchy of the terms used should be stated and should not be changed during the study.

2.11 Time concepts

In definitions where “time” is used, this parameter may be replaced by distance, cycles or other quantities or units as may be appropriate. This concept may cover any duration of observation of the considered items, either in actual operation or in storage, readiness, etc., but it generally excludes down time due to a failure.

НАДЕЖНОСТЬ. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ

ЧАСТЬ I. НАДЕЖНОСТЬ. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ

1. Область применения

Часть I настоящей рекомендации устанавливает перечень основных терминов и определений, главным образом относящихся к надежности. Данная терминология основана на техническом подходе к надежности, который является дополнением к математическому подходу, изложенному в Части II настоящей публикации. В Части II за основу определений взяты истинные значения количественных показателей надежности, и в ней приводятся математические формулы для различных показателей.

Связанные с надежностью статистические и математические методы, а также подробные методики испытаний и измерений для определенных изделий должны быть достаточно полно отражены в других международных документах.

2. Введение

2.1 Принципы

Некоторые определения являются более точными чем те, которые иногда встречаются в современной литературе, и поэтому следует обратить внимание на то, что некоторые термины понимаются в более узком смысле, чем в публикуемых статьях.

Наиболее важными являются следующие принципы выбора и расположения терминов:

1. Отправной точкой при выборе и определении каждого термина является разъяснение рассматриваемого понятия.
2. Термины, насколько это возможно, логически связаны между собой, и их определения согласованы.
3. В тех случаях, когда возможно несколько вариантов термина, каждому из них дается отдельное наименование и указывается его взаимосвязь с другими вариантами.
4. В связи с тем, что обстоятельства, при которых могут применяться термины по надежности, могут быть различны, используются слова «при заданных условиях», как напоминание о том, что в каждом случае необходимо указывать соответствующие условия, в пределах которых может использоваться термин.
5. Термины группируются под смысловыми заголовками, а не в алфавитном порядке для того, чтобы дать возможность использовать общую систему для всех языков.

2.2 Термины, относящиеся к отказам

Слово «отказ» является основным термином, обозначающим окончание выполнения требуемой функции. Оно применяется к деталям и аппаратуре при любых обстоятельствах.

На практике одни виды отказов являются более важными, другие менее важными; между ними следует проводить различие.

В данной рекомендации это сделано путем добавления прилагательного к слову «отказ». Например, полный отказ, отказ вследствие неправильной эксплуатации и т. д. Понятие отказа рассматривается только по отношению к данному изделию. Так, полный отказ одной детали может повлечь за собой лишь частичный отказ аппаратуры.

2.3 Необходимость использования соответствующего прилагательного

При представлении данных большое значение имеет правильное использование соответствующего термина, относящегося к отказу. Например, в случае представления данных об отказе аппаратуры в условиях эксплуатации важно различать детали, которые отказали вследствие неправильной эксплуатации, и те детали, которые отказали вследствие собственных дефектов. Поэтому в сообщении об отказах должно указываться, о каком виде отказа идет речь.

2.4 Общее положение о вероятностной сущности надежности

Надежность связана с вероятностью наступления будущих событий, определяемой на основе проведенных наблюдений. Следовательно, термины, характеризующие надежность, могут использоваться как в отношении наблюдаемых, так и в отношении будущих событий, и во втором случае они имеют вероятностный характер.

2.5 Показатели надежности

Показателями надежности являются величины, используемые для количественного выражения различных аспектов надежности. Конкретные показатели надежности могут исходить либо из безотказной работы (т. е. выполнения определенной функции), либо из отказа. Используются такие показатели, как вероятность безотказной работы, средний срок службы, интенсивность отказов, средняя наработка до отказа. Наблюдаемые значения являются оценками «истинных значений» показателей надежности, но не обязательно наилучшими в статистическом смысле оценками. (См. Часть II: Математическое руководство к терминам и определениям по надежности данной рекомендации.)

2.6 Варианты показателей надежности

Значимость показателей, характеризующих надежность, например, «интенсивность отказов», зависит от количества накопленных данных, статистической трактовки и технических предположений, сделанных в конкретных условиях. В том случае, если статистическая трактовка различна, используется разное наименование, но в любом случае должен быть указан перечень предположений и условий. Например, термин «наблюдаемая интенсивность отказов» относится к интенсивности отказов, наблюдавшейся при данном ряде условий, и само определение требует, чтобы были точно установлены количество образцов, длительность испытаний, определение отказа и т. д. Если эти данные подвергнуты соответствующей статистической обработке, в результате получают границы доверительного интервала с заданным доверительным уровнем. Эта характеристика называется оцененной интенсивностью отказов. Распространение этого подхода на другие показатели надежности приведено в Приложении А.

Когда используется прилагательное «оцененный», его следует понимать в статистическом смысле.

В национальных стандартах возможны два способа представления показателей надежности. Первый, принятый в настоящем документе, связывает каждый термин (например, интенсивность отказов) с прилагательным (например «оцененная»). Второй метод предусматривает независимое определение основных показателей надежности, прилагательные же могут поясняться отдельно. Если приводятся количественные показатели надежности, то при правильном использовании результаты обоих методов будут идентичны, так как оба требуют полной информации (например, нагрузка, время, определение отказов).

2.7 Достигнутые и требуемые показатели надежности

Могут использоваться четыре варианта показателей надежности (наблюденный, оцененный, экстраполированный и прогнозируемый) в зависимости от того, какие показатели достигнуты и какие требуются. Таким образом, формулировка требований может быть сделана в виде задания по достижению наблюдаемой, оцененной и т. д. интенсивности отказов.

2.8 Практическое применение данного перечня терминов

На практике некоторые термины данной рекомендации необходимо уточнить, дав им определение в соответствии с характеристиками рассматриваемого изделия. Так, например, критерий частичного отказа транзистора обычно представляется в виде предельных значений (или отклонений) по коэффициенту усиления или по току утечки. В некоторых случаях может быть желательно дальнейшее подразделение, например, на основные и неосновные частичные отказы. Такого рода уточнения можно сделать, приняв за основу данный перечень.

2.9 Значение термина «изделие»

Под термином «изделие» (an item) понимается любой электронный элемент, часть системы, система или аппаратура, которые можно рассматривать и испытывать самостоятельно. Слово «item» также используется для обозначения изделий, совокупности изделий, выборки и пр., в зависимости от контекста.

Выражение « ремонтируемое изделие » применяется в значении изделия, которое в случае отказа ремонтируется. Аналогично, термин « неремонтируемое изделие » обозначает изделие, которое в случае отказа не ремонтируется.

2.10 *Вспомогательные термины*

Выбор, определение и взаимосвязь вспомогательных терминов, таких как деталь, аппаратура, система и т. д., в большой степени зависит от точки зрения на такие термины, принятой в различных странах и различными организациями в одной стране. Создание универсального приемлемого перечня вспомогательных терминов и определений представляется нецелесообразным. Поэтому, при любом практическом исследовании надежности, связанном со вспомогательными терминами, должны быть даны определения и указана взаимосвязь используемых терминов, которая не должна нарушаться в рамках данного исследования.

2.11 *Понятия, связанные с термином « время »*

В определениях, где используется термин « время », этот параметр может быть заменен расстоянием, циклами или другими соответствующими величинами или единицами измерения. Это понятие может включать в себя любую длительность наблюдения за изделиями в процессе эксплуатации, хранения, в состоянии готовности и т. п., обычно исключая время простоя, вызванного отказом.

3.	Concept de fiabilité	Reliability concept	Понятие надежности
3.1	Fiabilité Aptitude d'un dispositif à accomplir une fonction requise, dans des conditions données, pendant une durée donnée. <i>Note</i> — Le terme « fiabilité » est aussi utilisé comme caractéristique de fiabilité désignant une probabilité de succès ou un pourcentage de succès. (Voir également l'article 10.)	Reliability The ability of an item to perform a required function under stated conditions for a stated period of time. <i>Note</i> — The term reliability is also used as a reliability characteristic denoting a probability of success or a success ratio. (See also Clause 10.)	Надежность Способность изделия выполнять требуемую функцию в заданных условиях в течение заданного периода времени. <i>Примечание</i> — Термин « надежность » также используется в качестве показателя надежности, обозначая вероятность безотказной работы или долю неотказавших изделий. (См. также Параграф 10.)
4.	Concepts relatifs à la défaillance	Failure concepts	Понятия, относящиеся к отказам
4.1	Défaillance Cessation de l'aptitude d'un dispositif à accomplir une fonction requise.	Failure The termination of the ability of an item to perform a required function.	Отказ Потеря изделием свойства выполнять требуемую функцию.
4.2	Cause de défaillance Circonstances liées à la conception, la fabrication ou l'emploi et qui ont entraîné la défaillance.	Failure cause The circumstances during design, manufacture or use which have led to failure.	Причина отказа Обстоятельства, возникшие во время проектирования, изготовления или использования и вызвавшие отказ.
4.3	Mode de défaillance Effet par lequel une défaillance est observée. <i>Note</i> — Par exemple, court-circuit ou circuit ouvert ou modification d'un gain.	Failure mode The effect by which a failure is observed. <i>Note</i> — For example, an open or short-circuit condition or a gain change.	Вид отказа Форма проявления отказа. <i>Примечание</i> — Например, обрыв или короткое замыкание цепи или изменение коэффициента усиления.
4.4	Mécanisme de défaillance Processus physique, chimique ou autre qui entraîne une défaillance.	Failure mechanism The physical, chemical or other process which results in failure.	Механизм отказа Физический, химический или другой процесс, вызывающий отказ.
5.	Classification des défaillances en fonction des causes	Classification of failures as to cause	Классификация отказов по причине их появления
5.1	Défaillance due à un mauvais emploi Défaillance attribuable à l'application de contraintes au-delà des possibilités données du dispositif.	Misuse failure Failure attributable to the application of stresses beyond the stated capabilities of the item.	Отказ вследствие неправильной эксплуатации Отказ, вызванный применением нагрузок, превышающих установленные возможности изделия.

5.2	Défaillance due à une faiblesse inhérente Défaillance attribuable à une faiblesse inhérente au dispositif lui-même lorsque les contraintes ne sont pas au-delà des possibilités données du dispositif.	Inherent weakness failure Failure attributable to weakness inherent in the item itself when subjected to stresses within the stated capabilities of the item.	Отказ вследствие внутренних дефектов Отказ, вызванный внутренними дефектами самого изделия, при нагрузках, не превышающих установленных возможностей изделия.
5.3	Défaillance première Défaillance d'un dispositif dont la cause directe ou indirecte n'est pas la défaillance d'un autre dispositif.	Primary failure Failure of an item, not caused either directly or indirectly by the failure of another item.	Первичный отказ Отказ изделия, который ни прямо, ни косвенно не зависит от отказа другого изделия.
5.4	Défaillance seconde Défaillance d'un dispositif dont la cause directe ou indirecte est la défaillance d'un autre dispositif.	Secondary failure Failure of an item, caused either directly or indirectly by the failure of another item.	Вторичный отказ Отказ изделия, который прямо или косвенно зависит от отказа другого изделия.
5.5	Défaillance d'usure Défaillance dont la probabilité d'apparition augmente avec le temps et qui survient à la suite de processus qui sont caractéristiques de la population.	Wear-out failure Failure whose probability of occurrence increases with the passage of time and which occurs as a result of processes which are characteristic of the population.	Износный отказ Отказ, вероятность наступления которого возрастает с течением времени, и который возникает в результате процессов, характерных для данной генеральной совокупности.
6.	Classification des défaillances en fonction de la vitesse d'apparition	Classification of failures as to suddenness	Классификация отказов по внезапности
6.1	Défaillance soudaine Défaillance qui n'aurait pas pu être prévue par un examen ou une surveillance antérieurs.	Sudden failure Failure that <i>could not</i> be anticipated by prior examination or monitoring.	Внезапный отказ Отказ, который невозможно предвидеть при осмотре или профилактическом обслуживании.
6.2	Défaillance progressive Défaillance qui <i>aurait pu</i> être prévue par un examen ou une surveillance antérieurs.	Gradual failure Failure that <i>could</i> be anticipated by prior examination or monitoring.	Постепенный отказ Отказ, который можно предвидеть при осмотре или профилактическом обслуживании.

7.	Classification des défaillances en fonction du degré	Classification of failures as to degree	Классификация отказов по степени нарушения функций
7.1	Défaillance partielle Défaillance résultant de déviations d'une ou des caractéristiques au-delà des limites spécifiées, mais telle qu'elle <i>n'entraîne pas</i> une disparition complète de la fonction requise. <i>Note</i> — Les limites correspondant à cette catégorie sont des limites spéciales spécifiées à cette fin.	Partial failure Failure resulting from deviations in characteristic(s) beyond specified limits, but <i>not such</i> as to cause complete lack of the required function. <i>Note</i> — The limits referred to in this category are specified for this purpose.	Частичный отказ Отказ, наступивший в результате ухода характеристики (характеристик) за установленные пределы, но не приводящий к полной утрате изделием способности выполнять требуемую функцию. <i>Примечание</i> — Пределы ухода характеристик специально устанавливаются для этой категории отказов.
7.2	Défaillance complète Défaillance résultant de déviations d'une ou des caractéristiques au-delà des limites spécifiées, telle qu'elle <i>entraîne</i> une disparition complète de la fonction requise. <i>Note</i> — Les limites correspondant à cette catégorie sont des limites spéciales spécifiées à cette fin.	Complete failure Failure resulting from deviations in characteristic(s) beyond specified limits <i>such</i> as to cause complete lack of the required function. <i>Note</i> — The limits referred to in this category are special limits specified for this purpose.	Полный отказ Отказ, наступивший в результате ухода характеристики (характеристик) за установленные пределы и приводящий к полной утрате изделием способности выполнять требуемую функцию. <i>Примечание</i> — Пределы ухода характеристик специально устанавливаются для этой категории отказов.
7.3	Défaillance intermittente Défaillance d'un dispositif subsistant pendant une durée limitée, à la fin de laquelle le dispositif retrouve son aptitude à accomplir sa fonction requise, sans avoir été soumis à une action corrective externe quelconque. <i>Note</i> — Une telle défaillance est souvent répétitive.	Intermittent failure Failure of an item for a limited period of time, following which the item recovers its ability to perform its required function without being subjected to any external corrective action. <i>Note</i> — Such a failure is often recurrent.	Перемежающийся отказ Отказ изделия, проявляющийся в течение ограниченного периода времени, после чего изделие восстанавливает свою способность выполнять требуемую функцию без проведения какого-либо корректирующего мероприятия извне. <i>Примечание</i> — Такой отказ часто является периодически повторяющимся.
8.	Classification des défaillances en fonction de la vitesse d'apparition et du degré	Classification of failures in combination of suddenness and degree	Классификация отказов по сочетанию внезапности и степени
8.1	Défaillance catalectique Défaillance qui est à la fois soudaine et complète.	Catastrophic failure Failure which is both sudden and complete.	Катастрофический отказ Отказ, который является одновременно внезапным и полным.
8.2	Défaillance par dégradation Défaillance qui est à la fois progressive et partielle. <i>Note</i> — A la longue, une telle défaillance peut devenir une défaillance complète.	Degradation failure Failure which is both gradual and partial. <i>Note</i> — In time, such a failure may develop into a complete failure.	Деградационный отказ Отказ, который является одновременно постепенным и частичным. <i>Примечание</i> — Со временем такой отказ может развиваться в полный отказ.

9. Apparition d'une défaillance

Occurrence of failure

Время появления отказа

9.1 Période de défaillance précoce

Early failure period

Период приработки

Période éventuelle, au début de la vie d'un dispositif, commençant à un instant donné, et pendant laquelle le taux de défaillance décroît rapidement en comparaison du taux de défaillance de la période suivante.

That possible early period, beginning at a stated time and during which the failure rate decreases rapidly in comparison with that of the subsequent period.

Начинающийся в определенный момент времени возможный ранний период, в течение которого интенсивность отказов резко снижается в сравнении с ее изменением в последующем периоде.

Note — La figure 1, page 30, montre l'évolution du taux de défaillance lorsque les termes des articles 9.1, 9.2 et 9.3 sont tous applicables au dispositif.

Note — Figure 1, page 30, shows the failure rate pattern when the terms of Clauses 9.1, 9.2 and 9.3 all apply to the item.

Примечание — На рис. 1, страница 30, показана типичная кривая изменения интенсивности отказов для случая, когда к изделию применимы все термины, указанные в подпунктах 9.1, 9.2, 9.3.

9.2 Période de défaillance à taux constant

Constant failure rate period

Период постоянной интенсивности отказов

Période éventuelle de la vie d'un dispositif pendant laquelle les défaillances apparaissent avec un taux sensiblement constant.

That possible period during which the failures occur at an approximately uniform rate.

Такой возможный период, в течение которого отказы возникают приблизительно с постоянной интенсивностью.

Note — La figure 1, page 30, montre l'évolution du taux de défaillance lorsque les termes des articles 9.1, 9.2 et 9.3 sont tous applicables au dispositif.

Note — Figure 1, page 30, shows the failure rate pattern when the terms of Clauses 9.1, 9.2 and 9.3 all apply to the item.

Примечание — На рис. 1, страница 30, показана типичная кривая изменения интенсивности отказов для случая, когда к изделию применимы все термины, указанные в подпунктах 9.1, 9.2, 9.3.

9.3 Période de défaillance d'usure

Wear-out failure period

Период износа

Période éventuelle de la vie d'un dispositif pendant laquelle le taux de défaillance augmente rapidement en comparaison de la période précédente.

That possible period during which the failure rate increases rapidly in comparison with the preceding period.

Такой возможный период, в течение которого интенсивность отказов резко увеличивается в сравнении с предшествующим периодом.

Note — La figure 1, page 30, montre l'évolution du taux de défaillance lorsque les termes des articles 9.1, 9.2 et 9.3 sont tous applicables au dispositif.

Note — Figure 1, page 30, shows the failure rate pattern when the terms of Clauses 9.1, 9.2 and 9.3 all apply to the item.

Примечание — На рис. 1, страница 30, показана типичная кривая изменения интенсивности отказов для случая, когда к изделию применимы все термины, указанные в подпунктах 9.1, 9.2, 9.3.

10. Caractéristiques de fiabilité

10.1 Fiabilité observée

a) Pour des dispositifs non réparés

Pour une période de temps donnée, rapport du nombre de dispositifs qui, à la fin de la période, ont accompli leurs fonctions de façon satisfaisante au nombre total de dispositifs figurant dans l'échantillon au début de la période.

b) Pour un dispositif ou des dispositifs réparés

Rapport du nombre de fois où un dispositif ou des dispositifs ont accompli leurs fonctions de façon satisfaisante pendant une période de temps donnée au nombre total de fois où le dispositif, ou les dispositifs ont été appelés à fonctionner pendant la même durée.

Note — Les critères définissant un fonctionnement satisfaisant doivent être donnés.

Reliability characteristics

Observed reliability

a) Of non-repaired items

For a stated period of time, the ratio of the number of items which performed their functions satisfactorily at the end of the period to the total number of items in the sample at the beginning of the period.

b) Of repaired item or items

The ratio of the number of occasions on which an item or items performed their functions satisfactorily for a stated period of time to the total number of occasions the item or items were required to perform for the same period.

Note — The criteria for what constitutes satisfactory function shall be stated.

Показатели надежности

Наблюдаемая надежность

a) неремонтируемых изделий

Для заданного периода времени отношение количества изделий, которые удовлетворительно выполняли свои функции в конце периода, к общему числу изделий в выборке в начале периода.

b) ремонтируемого изделия или изделий

Отношение количества случаев удовлетворительного выполнения заданных функций изделием или изделиями в заданный период времени к общему числу случаев, когда от изделия или изделий требовалось выполнение заданных функций в тот же период времени.

Примечание — Критерии удовлетворительного выполнения функций должны быть установлены.

10.2

Fiabilité estimée

Fiabilité d'un dispositif, déterminée par la valeur limite ou les valeurs limites de l'intervalle de confiance associé à un niveau de confiance donné, et basée sur les mêmes données que la fiabilité observée de dispositifs nominale-ment identiques.

Notes 1. — La source des données doit être précisée.

2. — Les résultats ne peuvent être accumulés (combinés) que lorsque toutes les conditions sont semblables.

3. — La distribution sous-jacente supposée pour les défaillances en fonction du temps doit être donnée.

4. — On devra préciser si l'intervalle utilisé est borné ou non.

5. — Lorsqu'une seule valeur limite est donnée, il s'agit généralement de la limite inférieure.

Assessed reliability

The reliability of an item determined by a limiting value or values of the confidence interval associated with a stated confidence level, based on the same data as the observed reliability of nominally identical items.

Notes 1. — The source of the data shall be stated.

2. — Results can be accumulated (combined) only when all conditions are similar.

3. — The assumed underlying distribution of failures against time shall be stated.

4. — It should be stated whether a one-sided or a two-sided interval is being used.

5. — Where only one limiting value is given, this is usually the lower limit.

Оцененная надежность

Надежность изделия, определяемая границей или границами доверительного интервала с заданным доверительным уровнем на основании тех же данных наблюдений за номинально идентичными изделиями, что и наблюдаемая надежность.

Примечания

1. — Следует указать источник данных.

2. — Результаты могут накапливаться (обобщаться) только в том случае, если все условия сходны.

3. — Следует указать предполагаемый закон распределения отказов.

4. — Следует указать, какой используется доверительный интервал — односторонний или двусторонний.

5. — В том случае, если указана одна граница, она обычно является нижним пределом.

10.3

Fiabilité extrapolée

Extension par une extrapolation ou une interpolation définie de la fiabilité observée ou estimée à des durées et/ou à des conditions différentes de celles correspondant à la fiabilité observée ou estimée.

Note — La validité de l'extrapolation doit être justifiée.

Extrapolated reliability

Extension by a defined extrapolation or interpolation of the observed or assessed reliability for durations and/or conditions different from those applying to the observed or assessed reliability.

Note — The validity of the extrapolation shall be justified.

Экстраполированная надежность

Надежность, полученная посредством экстраполяции или интерполяции для промежутка времени и/или условий, отличных от тех, при которых получена наблюдаемая или оцененная надежность.

Примечание — Справедливость экстраполяции должна быть обоснована.

10.4

Fiabilité prédite

Pour des conditions données d'utilisation et compte tenu de la conception d'un dispositif, fiabilité calculée à partir des fiabilités observées, estimées, extrapolées de ses composants.

Note — Les hypothèses techniques et statistiques ainsi que les bases du calcul (observé ou estimé) doivent être données.

Predicted reliability

For the stated conditions of use, and taking into account the design of an item, the reliability computed from the observed, assessed, or extrapolated reliabilities of its parts.

Note — Engineering and statistical assumptions shall be stated, as well as the bases used for the computation (observed or assessed).

Прогнозированная надежность

Надежность изделия, рассчитанная на основании наблюдаемой, оцененной или экстраполированной надежности частей изделия, для заданных условий эксплуатации с учетом конструкции изделия.

Примечание — Должны быть указаны технические и статистические допущения, а также характер данных, используемых для расчета (наблюдаемые или оцененные показатели).

11.

Durée de vie moyenne (pour des dispositifs non réparés)

Mean life (for non-repaired items)

Средний срок службы (для неремонтируемых изделий)

11.1

Durée de vie moyenne observée

Observed mean life

Наблюдаемый средний срок службы

Valeur moyenne des durées observées avant défaillance pour tous les dispositifs d'un échantillon dans des conditions données.

The mean value of the lengths of observed times to failure of all items in a sample under stated conditions.

Среднее значение наблюдаемой наработки до отказа всех изделий в выборке при заданных условиях.

Note — Les critères de définition de la défaillance doivent être donnés.

Note — The criteria for what constitutes a failure shall be stated.

Примечание — Критерии отказа должны быть указаны.

11.2

Durée de vie moyenne estimée

Assessed mean life

Оцененный средний срок службы

Durée de vie moyenne d'un dispositif déterminée par la valeur limite, ou les valeurs limites, de l'intervalle de confiance associé à un niveau de confiance donné, et basée sur les mêmes données que la durée de vie moyenne observée de dispositifs nominale-ment identiques.

The mean life of an item determined by a limiting value or values of the confidence interval associated with a stated confidence level, based on the same data as the observed mean life of nominally identical items.

Средний срок службы изделия, определяемый границей или границами доверительного интервала, с заданным доверительным уровнем на основании тех же данных наблюдений за номинально идентичными изделиями, что и наблюдаемый средний срок службы.

Notes 1. — La source des données doit être précisée.

Notes 1. — The source of the data shall be stated.

2. — Les résultats ne peuvent être accumulés (combinés) que lorsque toutes les conditions sont semblables.

2. — Results can be accumulated (combined) only when all conditions are similar.

Примечания

1. — Следует указать источник данных.

2. — Результаты могут накапливаться (обобщаться) только в том случае, если все условия сходны.

3. — La distribution sous-jacente supposée pour les défaillances en fonction du temps doit être donnée.

4. — On devra préciser si l'intervalle utilisé est borné ou non.

5. — Lorsqu'une seule valeur limite est donnée, il s'agit généralement de la limite inférieure.

3. — The assumed underlying distribution of failures against time shall be stated.

4. — It should be stated whether a one-sided or a two-sided interval is being used.

5. — Where only one limiting value is given, this is usually the lower limit.

3. — Следует указать предполагаемый закон распределения отказов во времени.

4. — Следует указывать, какой доверительный интервал используется — односторонний или двусторонний.

5. — В том случае, если указана одна граница, она обычно является нижним пределом.

11.3

Durée de vie moyenne extrapolée

Extension par une extrapolation ou une interpolation définie de la durée de vie moyenne observée ou estimée à des conditions de contraintes différentes de celles correspondant à la durée de vie moyenne observée ou estimée.

Note — La validité de l'extrapolation doit être justifiée.

Extrapolated mean life

Extension by a defined extrapolation or interpolation of the observed or assessed mean life for stress conditions different from those applying to the observed or assessed mean life.

Note — The validity of the extrapolation shall be justified.

Экстраполированный средний срок службы

Средний срок службы, полученный посредством экстраполяции или интерполяции для условий нагрузки, отличных от тех, при которых получен наблюдаемый или оцененный средний срок службы.

Примечание — Справедливость экстраполяции должна быть обоснована.

11.4

Durée de vie moyenne prédite

Pour des conditions données d'utilisation et compte tenu de la conception d'un dispositif, durée de vie moyenne calculée à partir des durées de vie moyennes observées ou extrapolées de ses composants.

Note — Les hypothèses techniques et statistiques ainsi que les bases du calcul (observé ou estimé) doivent être données.

Predicted mean life

For the stated conditions of use, and taking into account the design of an item, the mean life computed from the observed, assessed or extrapolated mean life of its parts.

Note — Engineering and statistical assumptions shall be stated, as well as the bases used for the computation (observed or assessed).

Прогнозированный средний срок службы

Средний срок службы изделия, рассчитанный на основании наблюдаемого, оцененного или экстраполированного среднего срока службы частей изделия, для заданных условий эксплуатации и с учетом конструкции изделия.

Примечание — Должны быть указаны технические и статистические допущения, а также характер данных, используемых для расчета (наблюденные или оцененные показатели).

12.

Taux de défaillance

Failure rate

Интенсивность отказов

12.1

Taux de défaillance observé

Observed failure rate

Наблюдаемая интенсивность отказов

Pour une période donnée de la vie d'un dispositif, rapport du nombre total de défaillances dans un échantillon à la durée cumulée observée sur cet échantillon. Le taux de défaillance observé doit être associé à des intervalles de temps (ou somme d'intervalles) particuliers donnés de la vie des dispositifs ainsi qu'à des conditions données.

For a stated period in the life of an item, the ratio of the total number of failures in a sample to the cumulative observed time on that sample. The observed failure rate is to be associated with particular and stated time intervals (or summation of intervals) in the life of the items, and with stated conditions.

Отношение общего числа отказов в выборке к накопленному времени наблюдения за этой выборкой за заданный период срока службы изделия. Наблюдаемая интенсивность отказов должна быть связана с конкретными заданными интервалами (или с суммированием интервалов) срока службы изделий и с заданными условиями.

Notes 1. — Les critères de définition de la défaillance doivent être donnés.

2. — La durée cumulée est la somme des durées pendant lesquelles chaque dispositif individuel a accompli sa fonction requise dans des conditions données.

Notes 1. — The criteria for what constitutes a failure shall be stated.

2. — Cumulative time is the sum of the times during which each individual item has been performing its required function under stated conditions.

Примечания :

1. — Критерии отказа должны быть указаны.

2. — Суммарная наработка есть сумма интервалов времени, в течение которых каждое отдельное изделие выполняло требуемую функцию в заданных условиях.

12.2

Taux de défaillance estimé

Taux de défaillance d'un dispositif, déterminé par la valeur limite, ou les valeurs limites de l'intervalle de confiance associé à un niveau de confiance donné, et basé sur les mêmes données que le taux de défaillance observé de dispositifs nominale-ment identiques.

Notes 1. — La source des données doit être précisée.

2. — Les résultats ne peuvent être accumulés (combinés) que lorsque toutes les conditions sont semblables.

3. — La distribution sous-jacente supposée pour les défaillances en fonction du temps doit être donnée.

4. — On devra préciser si l'intervalle utilisé est borné ou non.

5. — Lorsqu'une seule valeur limite est donnée, il s'agit généralement de la limite supérieure.

Assessed failure rate

The failure rate of an item determined by a limiting value or values of the confidence interval associated with a stated confidence level, based on the same data as the observed failure rate of nominally identical items.

Notes 1. — The source of the data shall be stated.

2. — Results can be accumulated (combined) only when all conditions are similar.

3. — The assumed underlying distribution of failures against time shall be stated.

4. — It should be stated whether a one-sided or a two-sided interval is being used.

5. — Where only one limiting value is given, this is usually the upper limit.

Оцененная интенсивность отказов

Интенсивность отказов изделия, определяемая границей или границами доверительного интервала с заданным доверительным уровнем на основании тех же данных наблюдений за номинально идентичными изделиями, что и наблюдаемая интенсивность отказов.

Примечания :

1. — Следует указать источник данных.

2. — Результаты могут накапливаться (обобщаться) только в том случае, если все условия сходны.

3. — Следует указать предполагаемый закон распределения отказов во времени.

4. — Следует указать, какой доверительный интервал используется — односторонний или двусторонний.

5. — В том случае, если указана одна граница, она обычно является верхним пределом.

12.3

Taux de défaillance extrapolé

Extension par une extrapolation ou une interpolation définie du taux de défaillance observé ou estimé à des durées et/ou des conditions différentes de celles correspondant au taux de défaillance observé ou estimé.

Note — La validité de l'extrapolation doit être justifiée.

Extrapolated failure rate

Extension by a defined extrapolation or interpolation of the observed or assessed failure rate for durations and/or conditions different from those applying to the observed or assessed failure rate.

Note — The validity of the extrapolation shall be justified.

Экстраполированная интенсивность отказов

Интенсивность отказов, полученная посредством экстраполяции или интерполяции для промежутка времени и/или условий, отличных от тех, при которых получена наблюдаемая или оцененная интенсивность отказов.

Примечание — Справедливость экстраполяции должна быть обоснована.

12.4

Taux de défaillance prédit

Pour des conditions données d'utilisation et compte tenu de la conception d'un dispositif, taux de défaillance calculé à partir des taux de défaillance observés, estimés ou extrapolés de ses composants.

Note — Les hypothèses techniques et statistiques ainsi que les bases du calcul (observé ou estimé) doivent être données.

Predicted failure rate

For the stated conditions of use, and taking into account the design of an item, the failure rate computed from the observed, assessed or extrapolated failure rates of its parts.

Note — Engineering and statistical assumptions shall be stated, as well as the bases used for the computation (observed or assessed).

Прогнозируемая интенсивность отказов

Интенсивность отказов аппаратуры, вычисленная на основании наблюдаемой, оцененной или экстраполированной интенсивности отказов частей изделия для заданных условий эксплуатации и с учетом его конструкции.

Примечание — Должны быть указаны технические и статистические допущения, а также характер данных, используемых для расчета (наблюдаемые или оцененные показатели).

13.

Durée moyenne avant défaillance (pour des essais tronqués de dispositifs non réparés)**Mean time to failure (for truncated tests of non-repaired items)****Средняя наработка до отказа (для усеченных испытаний неремонтируемых изделий)**

13.1

Durée moyenne avant défaillance, observée**Observed mean time to failure****Наблюдаемая средняя наработка до отказа**

Pour une période donnée de la vie d'un dispositif, rapport de la durée cumulée par un échantillon au nombre total de défaillances dans l'échantillon pendant la période, dans des conditions données.

For a stated period in the life of an item, the ratio of the cumulative time for a sample to the total number of failures in the sample during the period, under stated conditions.

Отношение суммарной наработки изделий в выборке к общему числу отказов в выборке в течение заданного периода работы изделия в заданных условиях.

Notes 1. — Les critères de définition de la défaillance doivent être donnés.

Notes 1. — The criteria for what constitutes a failure shall be stated.

2. — La durée cumulée est la somme des durées pendant lesquelles chaque dispositif individuel a accompli sa fonction requise dans des conditions données.

2. — Cumulative time is the sum of the times during which each individual item has been performing its required function under stated conditions.

3. — C'est l'inverse du taux de défaillance observé pendant cette période.

3. — This is the reciprocal of the observed failure rate during the period.

Примечания :

1. — Следует указывать критерии отказа.

2. — Суммарная наработка есть сумма интервалов времени, в течение которых каждое отдельное изделие выполняло требуемую функцию в заданных условиях.

3. — Эта величина является обратной по отношению к наблюдаемой интенсивности отказов за данный период.

13.2

Durée moyenne avant défaillance, estimée**Assessed mean time to failure****Оцененная средняя наработка до отказа**

Durée moyenne avant défaillance d'un dispositif, déterminée par la valeur limite ou les valeurs limites de l'intervalle de confiance associé à un niveau de confiance donné, et basée sur les mêmes données que la durée moyenne avant défaillance observée de dispositifs nominale-ment identiques.

The mean time to failure of an item determined by a limiting value or values of the confidence interval associated with a stated confidence level, based on the same data as the observed mean time to failure of nominally identical items.

Средняя наработка изделия до отказа, определяемая границей или границами доверительного интервала с заданным доверительным уровнем на основании тех же данных наблюдений за номинально идентичными изделиями, что и наблюдаемая средняя наработка до отказа.

Notes 1. — La source des données doit être précisée.

Notes 1. — The source of the data shall be stated.

2. — Les résultats ne peuvent être accumulés (combinés) que lorsque toutes les conditions sont semblables.

2. — Results can be accumulated (combined) only when all conditions are similar.

Примечания :

1. — Следует указать источник данных.

2. — Результаты могут накапливаться (обобщаться) только в том случае, если все условия сходны.

3. — La distribution sous-jacente supposée pour les défaillances en fonction du temps doit être donnée.

4. — On devra préciser si l'intervalle utilisé est borné ou non.

5. — Lorsqu'une seule valeur limite est donnée, il s'agit généralement de la limite inférieure.

3. — The assumed underlying distribution of failures against time shall be stated.

4. — It should be stated whether a one-sided or a two-sided interval is being used.

5. — Where only one limiting value is given, this is usually the lower limit.

3. — Следует указать предполагаемый закон распределения отказов во времени.

4. — Следует указывать, какой доверительный интервал используется — односторонний или двусторонний.

5. — В том случае, если дана только одна граница, она обычно является нижним пределом.

13.3

Durée moyenne avant défaillance, extrapolée

Extension par une extrapolation ou une interpolation définie de la durée moyenne avant défaillance observée ou estimée à des durées et/ou des conditions différentes de celles correspondant à la durée moyenne avant défaillance, observée ou estimée.

Note — La validité de l'extrapolation doit être justifiée.

Extrapolated mean time to failure

Extension by a defined extrapolation or interpolation of the observed or assessed mean time to failure for durations and/or conditions different from those applying to the observed or assessed mean time to failure.

Note — The validity of the extrapolation shall be justified.

Экстраполированная средняя наработка до отказа

Средняя наработка до отказа, полученная посредством экстраполяции или интерполяции для промежутка времени и/или условий, отличных от тех, при которых получена наблюдаемая или оцененная средняя наработка до отказа.

Примечание — Справедливость экстраполяции должна быть обоснована.

13.4

Durée moyenne avant défaillance, prédite

Pour des conditions données d'utilisation et compte tenu de la conception d'un dispositif, moyenne des temps avant défaillance, calculée à partir des moyennes des temps avant défaillance, observées, estimées ou extrapolées, de ses composants.

Note — Les hypothèses techniques et statistiques ainsi que les bases du calcul (observé ou estimé) doivent être précisées.

Predicted mean time to failure

For the stated conditions of use, and taking into account the design of an item, the mean time to failure computed from the observed, assessed or extrapolated mean times to failure of its parts.

Note — Engineering and statistical assumptions shall be stated, as well as the bases used for the computation (observed or assessed).

Прогнозируемая средняя наработка до отказа

Средняя наработка до отказа аппаратуры, вычисленная на основании наблюдаемой, оцененной или экстраполированной средней наработки до отказа частей изделия для заданных условий эксплуатации и с учетом конструкции изделия.

Примечание — Должны быть указаны технические и статистические допущения, а также характер данных, используемых для расчета (наблюдаемые или оцененные показатели).

14.	Moyenne des temps de bon fonctionnement (pour des dispositifs réparés)	Mean time between failures (for repaired items)	Средняя наработка на отказ (для ремонтируемых изделий)
14.1	Moyenne des temps de bon fonctionnement, observée Pour une période donnée de la vie d'un dispositif, la valeur moyenne des durées entre défaillances consécutives, calculée comme étant le rapport de la durée cumulée observée au nombre de défaillances, dans des conditions données.	Observed mean time between failures For a stated period in the life of an item, the mean value of the length of time between consecutive failures, computed as the ratio of the cumulative observed time to the number of failures, under stated conditions.	Наблюденная средняя наработка на отказ Среднее значение наработки между последовательными отказами для заданного периода работы изделия, определяемое в виде отношения наблюдаемого времени к количеству отказов при заданных условиях.
	<i>Notes 1.</i> — Les critères de définition de la défaillance doivent être donnés. 2. — La durée cumulée est la somme des durées pendant lesquelles chaque dispositif individuel a accompli sa fonction requise dans des conditions données. 3. — C'est l'inverse du taux de défaillance observé pendant cette période.	<i>Notes 1.</i> — The criteria for what constitutes a failure shall be stated. 2. — Cumulative time is the sum of the times during which each individual item has been performing its required function under stated conditions. 3. — This is the reciprocal of the observed failure rate during the period.	<i>Примечания</i> 1. — Следует указывать критерий отказа. 2. — Суммарная наработка есть сумма интервалов времени, в течение которых каждое отдельное изделие выполняло требуемую функцию в заданных условиях. 3. — Эта величина является обратной по отношению к наблюдаемой интенсивности отказов за данный период.
14.2	Moyenne des temps de bon fonctionnement, estimée Moyenne des temps de bon fonctionnement d'un dispositif, déterminée par la valeur limite ou les valeurs limites de l'intervalle de confiance associé à un niveau de confiance donné, et basée sur les mêmes données que la moyenne des temps de bon fonctionnement observée de dispositifs nominale-ment identiques.	Assessed mean time between failures The mean time between failures of an item determined by a limiting value or values of the confidence interval associated with a stated confidence level, based on the same data as the observed mean time between failures of nominally identical items.	Оцененная средняя наработка на отказ Средняя наработка изделия на отказ, определяемая границей или границами доверительного интервала с заданным доверительным уровнем на основании тех же данных наблюдений за номинально идентичными изделиями, что и наблюдаемая средняя наработка на отказ.
	<i>Notes 1.</i> — La source des données doit être précisée. 2. — Les résultats ne peuvent être accumulés (combinés) que lorsque toutes les conditions sont semblables. 3. — La distribution sous-jacente supposée pour les défaillances en fonction du temps doit être donnée. 4. — On devra préciser si l'intervalle utilisé est borné ou non. 5. — Lorsqu'une seule valeur limite est donnée, il s'agit généralement de la limite inférieure.	<i>Notes 1.</i> — The source of the data shall be stated. 2. — Results can be accumulated (combined) only when all conditions are similar. 3. — The assumed underlying distribution of failures against time shall be stated. 4. — It should be stated whether a one-sided or a two-sided interval is being used. 5. — Where only one limiting value is given, this is usually the lower limit.	<i>Примечания</i> 1. — Следует указать источник данных. 2. — Результаты могут накапливаться (обобщаться) только в том случае, если все условия сходны. 3. — Следует указать предполагаемый закон распределения отказов во времени. 4. — Следует указывать, какой интервал используется — односторонний или двусторонний. 5. — В том случае, если дана только одна граница, она обычно является нижней границей.

14.3

Moyenne des temps de bon fonctionnement, extrapolée

Extension par une extrapolation ou une interpolation définie de la moyenne des temps de bon fonctionnement observée ou estimée, à des durées et/ou des conditions différentes de celles correspondant à la moyenne des temps de bon fonctionnement, observée ou estimée.

Note — La validité de l'extrapolation doit être justifiée.

Extrapolated mean time between failures

Extension by a defined extrapolation or interpolation of the observed or assessed mean time between failures for duration and/or conditions different from those applying to the observed or assessed mean time between failures.

Note — The validity of the extrapolation shall be justified.

Экстраполированная средняя наработка на отказ

Средняя наработка на отказ, полученная посредством экстраполяции или интерполяции для промежутка времени и/или условий, отличных от тех, при которых получена наблюдаемая или оцененная средняя наработка на отказ.

Примечание — Справедливость экстраполяции должна быть обоснована.

14.4

Moyenne des temps de bon fonctionnement, prédite

Pour des conditions données d'utilisation et compte tenu de la conception d'un dispositif, moyenne des temps de bon fonctionnement calculée à partir des taux de défaillance observés, estimés ou extrapolés de ses composants.

Note — Les hypothèses techniques et statistiques ainsi que les bases du calcul (observé ou estimé) doivent être précisées.

Predicted mean time between failures

For the stated conditions of use, and taking into account the design of an item, the mean time between failures computed from the observed, assessed or extrapolated failure rates of its parts.

Note — Engineering and statistical assumptions shall be stated, as well as the bases used for the computation (observed or assessed).

Прогнозируемая средняя наработка на отказ

Средняя наработка на отказ аппаратуры, вычисленная на основании наблюдаемой, оцененной или экстраполированной интенсивности отказов частей изделия для заданных условий эксплуатации изделия и с учетом его конструкции.

Примечание — Должны быть указаны технические и статистические допущения, а также характер данных, используемых для расчета (наблюдаемые или оцененные показатели).

15.

Concepts relatifs aux données

Data concepts

Понятия, относящиеся к представлению данных

15.1

Données d'essais

Données résultant d'observations au cours d'essais.

Note — Toutes les conditions devront être données en détail, par exemple la durée, les conditions de contrainte et les critères de défaillance ou de succès.

Test data

Data from observations during tests.

Note — All conditions should be stated in detail, for example: time, stress conditions and failure or success criteria.

Результаты испытаний

Результаты наблюдений при испытаниях.

Примечание — Следует точно указывать длительность испытаний, условия нагрузки, критерии отказа или безотказной работы.

15.2

Données d'exploitation

Données résultant d'observations en cours d'exploitation.

Note — La durée, les conditions de contrainte et les critères de défaillance ou de succès devront être donnés en détail.

Field data

Data from observations during field use.

Note — The time, stress conditions and failure or success criteria should be stated in detail.

Эксплуатационные данные

Результаты наблюдений в процессе эксплуатации.

Примечание — Следует точно указывать длительность эксплуатации, условия нагрузки и критерии отказа или безотказной работы.

15.3

Essai accéléré

Essai au cours duquel le niveau des contraintes appliquées est choisi au-delà du niveau fixé dans les conditions de référence en vue de diminuer le temps nécessaire pour observer l'effet des contraintes sur le dispositif ou en vue d'accentuer cet effet dans un temps donné. Pour être valable, un essai accéléré ne doit altérer ni les mécanismes de base des défaillances, ni les modes de défaillance, ni leur importance relative.

Accelerated test

A test in which the applied stress level is chosen to exceed that stated in the reference conditions in order to shorten the time required to observe the stress response of the item, or magnify the response in a given time. To be valid, an accelerated test shall not alter the basic modes and mechanisms of failure, or their relative prevalence.

Ускоренные испытания

Испытания, при которых уровень применяемых нагрузок превышает уровень нагрузок обычных испытаний, в целях сокращения времени, необходимого для определения реакции изделия на воздействие нагрузки и для усиления реакции в заданное время. Ускоренные испытания не должны вызывать изменения ни основных видов и механизмов отказов, ни относительных частот их появления.

15.4

Facteur d'accélération

Rapport entre les temps nécessaires pour obtenir une même proportion donnée de dispositifs défaillants pour deux échantillons identiques soumis à deux ensembles différents de conditions de contrainte, entraînant le même mode et le même mécanisme de défaillance.

Acceleration factor

The ratio between the times necessary to obtain the same stated proportion of failures in two equal samples under two different sets of stress conditions involving the same failure modes and mechanisms.

Коэффициент ускорения

Отношение между периодами времени, необходимыми для получения одинаковой установленной доли отказов в двух идентичных выборках для двух различных комплексов нагрузок, при сохранении видов и механизмов отказов.

15.5

Facteur d'accélération du taux de défaillance

Rapport du taux de défaillance en essai accéléré au taux de défaillance dans les conditions de l'essai de référence. Les deux taux de défaillance se rapportent à la même période de la vie des dispositifs essayés.

Failure rate acceleration factor

The ratio of the accelerated testing failure rate to the failure rate under stated reference test conditions. Both failure rates refer to the same time period in the life of the tested items.

Коэффициент ускорения интенсивности отказов

Отношение интенсивности отказов, полученной при ускоренных испытаниях, к интенсивности отказов, полученной в процессе испытаний при обычных условиях. Обе интенсивности отказов относятся к одному и тому же периоду срока службы испытываемых изделий.

15.6

Essai sous contrainte échelonnée

Essai au cours duquel plusieurs niveaux de contrainte sont appliqués successivement à un même échantillon pendant des périodes d'égale durée. Au cours de chaque période, un niveau de contrainte donné est appliqué et le niveau de contrainte est augmenté d'une période à la période suivante.

Step stress test

A test consisting of several stress levels applied sequentially for periods of equal duration to one sample. During each period, a stated stress level is applied and the stress level is increased from one period to the next.

Испытание на воздействие ступенчатых нагрузок

Испытание, при котором одна и та же выборка подвергается последовательному воздействию нагрузок различных уровней в течение периодов времени одинаковой длительности. В течение каждого периода применяется один заданный уровень нагрузки, который увеличивается с каждым периодом.

15.7

Essai de sélection

Essai, ou série d'essais, destiné à éliminer les dispositifs non satisfaisants ou susceptibles de présenter des défaillances précoces.

Screening test

A test, or combination of tests, intended to remove unsatisfactory items or those likely to exhibit early failures.

Сплошная проверка с отбраковыванием дефектных изделий

Одно испытание или набор испытаний, предназначенных для изъятия некачественных изделий или тех изделий, у которых можно ожидать появления отказов в период приработки.

16.	Concepts relatifs à la conception	Design concepts	Понятия, относящиеся к надежности конструкции изделия
16.1	Redondance Dans un dispositif, existence de plus d'un moyen pour accomplir une fonction donnée.	Redundancy In an item, the existence of more than one means for performing a given function.	Резервирование Наличие в изделии более одного средства для выполнения требуемой функции.
16.2	Redondance active Type de redondance dans lequel tous les moyens d'accomplir une fonction donnée sont mis en œuvre simultanément.	Active redundancy That redundancy wherein all means for performing a given function are operating simultaneously.	Нагруженное резервирование Такое резервирование, при котором все средства, выполняющие заданную функцию, действуют одновременно.
16.3	Redondance en attente Type de redondance où les différents moyens d'accomplir une fonction donnée ne sont pas mis en œuvre avant que ce ne soit nécessaire.	Standby redundancy That redundancy wherein the alternative means for performing a given function are inoperative until needed.	Ненагруженное резервирование Такое резервирование, при котором запасные средства, предназначенные для выполнения данной функции, не действуют до возникновения необходимости.
16.4	Durée de vie utile Période commençant à un instant donné, pendant laquelle, dans des conditions données, un dispositif a un taux de défaillance acceptable, ou période précédant l'apparition d'une défaillance non réparable.	Useful life The period from a stated time, during which, under stated conditions, an item has an acceptable failure rate, or until an unreparable failure occurs.	Полезный срок службы Период времени от заданного момента, в течение которого в заданных условиях изделие имеет приемлемую интенсивность отказов, или период времени от заданного момента до возникновения отказа, в результате которого изделие невозможно отремонтировать.
	Note — Pour un dispositif réparable, la durée de vie utile individuelle peut se terminer par une défaillance considérée comme non réparable pour une raison quelconque.	Note — For a repairable item the individual useful life may be ended by a failure which is not considered as repairable for any reason.	Примечание — Для ремонтируемых изделий полезный срок службы может закончиться в связи с отказом, который по каким-то причинам считается неустраняемым.

FIGURE 1.

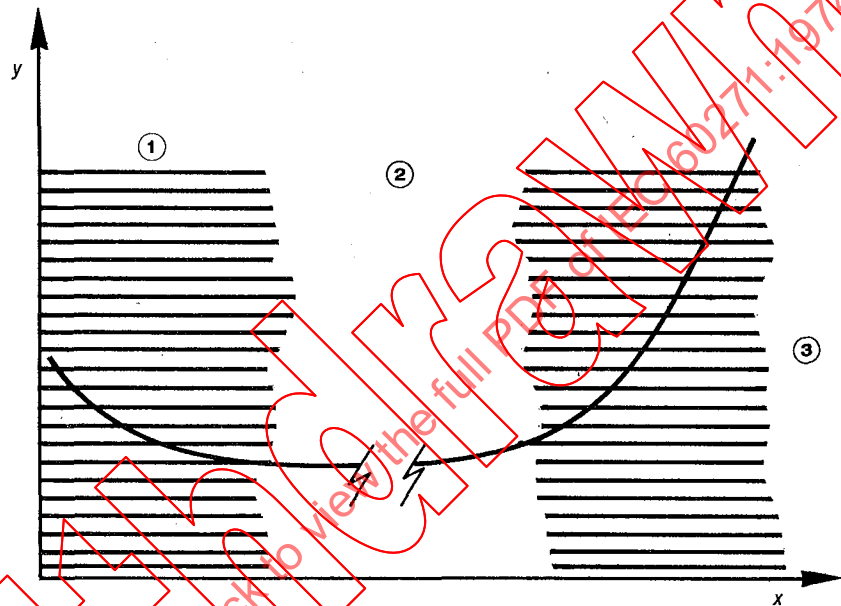
Exemple de courbe
taux de défaillance/temps

FIGURE 1.

Example of failure rate/
time pattern

Рисунок 1.

Пример графика
изменения интенсивности
отказов во времени



215/74

x Temps

y Taux de défaillance

① Période des défaillances précoces

② Période à taux de défaillance « constant »

③ Période des défaillances d'usure

x Time

y Failure rate

① Early failure period

② "Constant" failure rate period

③ Wear-out failure period

x Время

y Интенсивность отказов

① Период приработки

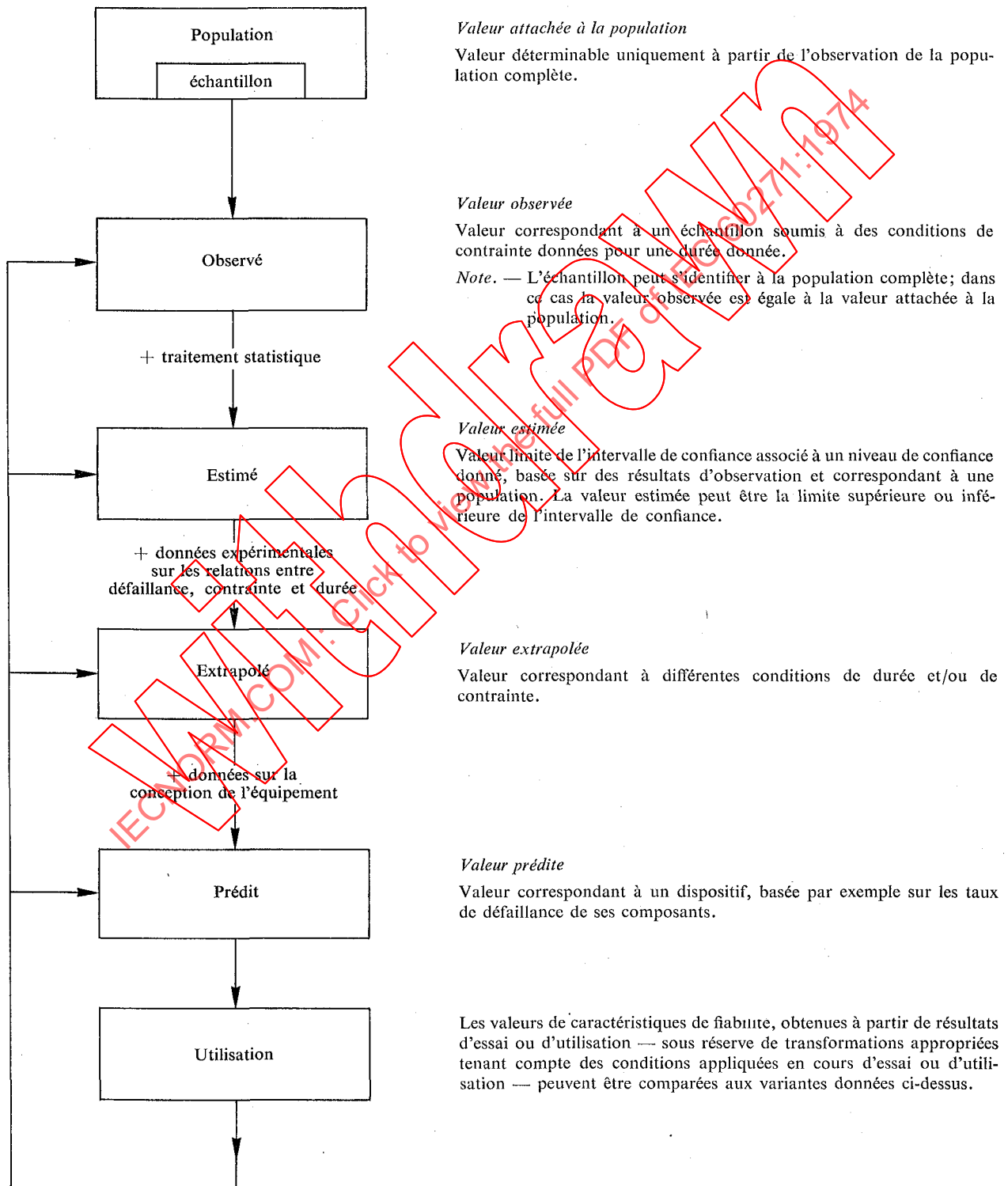
② Период постоянной интенсивности отказов

③ Период износа

ANNEXE A

RELATIONS GÉNÉRALES ENTRE LES VARIANTES DES CARACTÉRISTIQUES DE FIABILITÉ

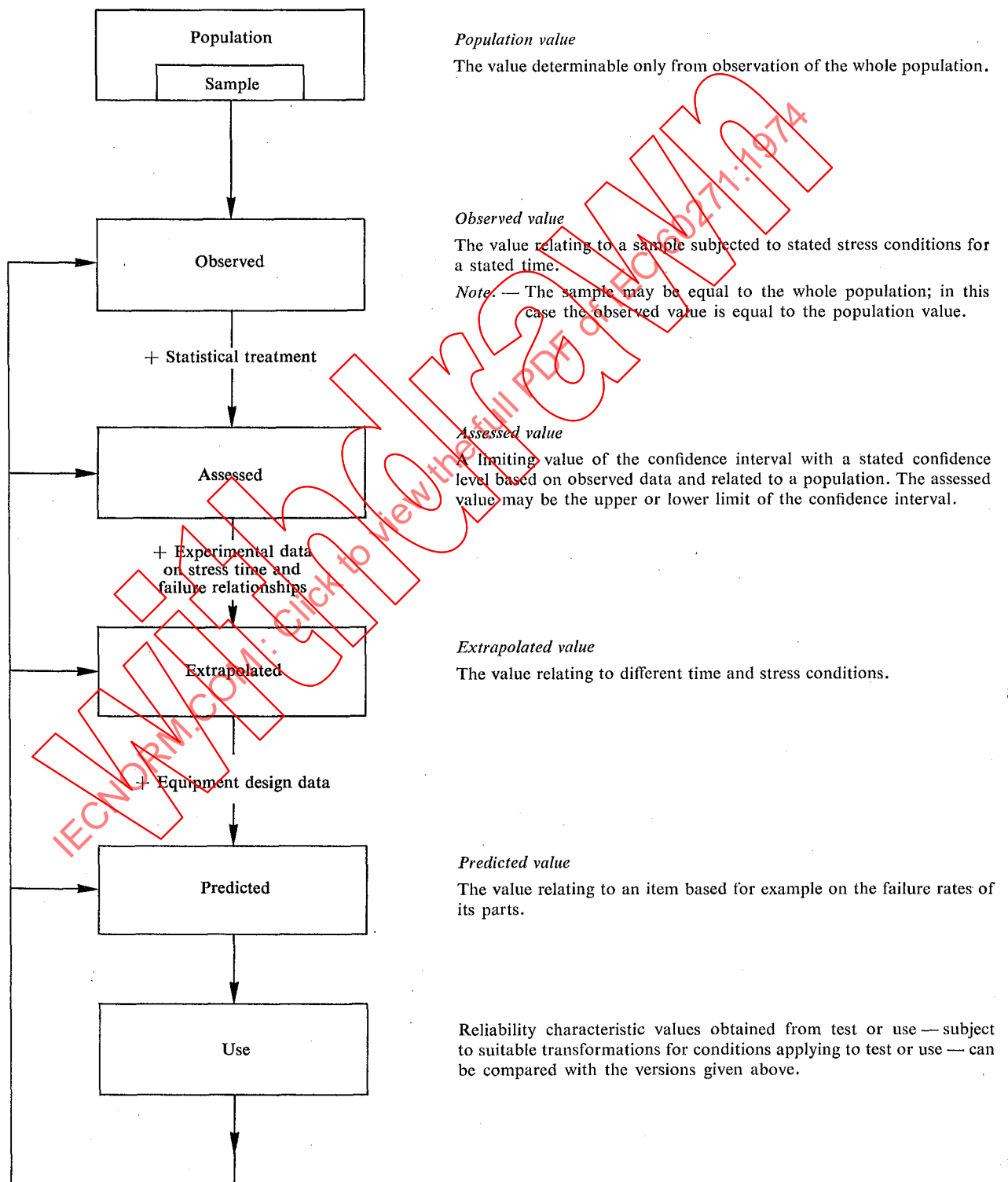
Le schéma suivant montre les relations générales qui existent entre les variantes des caractéristiques de fiabilité, par exemple, les variantes possibles du taux de défaillance, de la moyenne des temps de bon fonctionnement, de la durée moyenne avant défaillance et de la durée de vie moyenne.



APPENDIX A

GENERAL RELATIONSHIP BETWEEN VERSIONS OF RELIABILITY CHARACTERISTICS

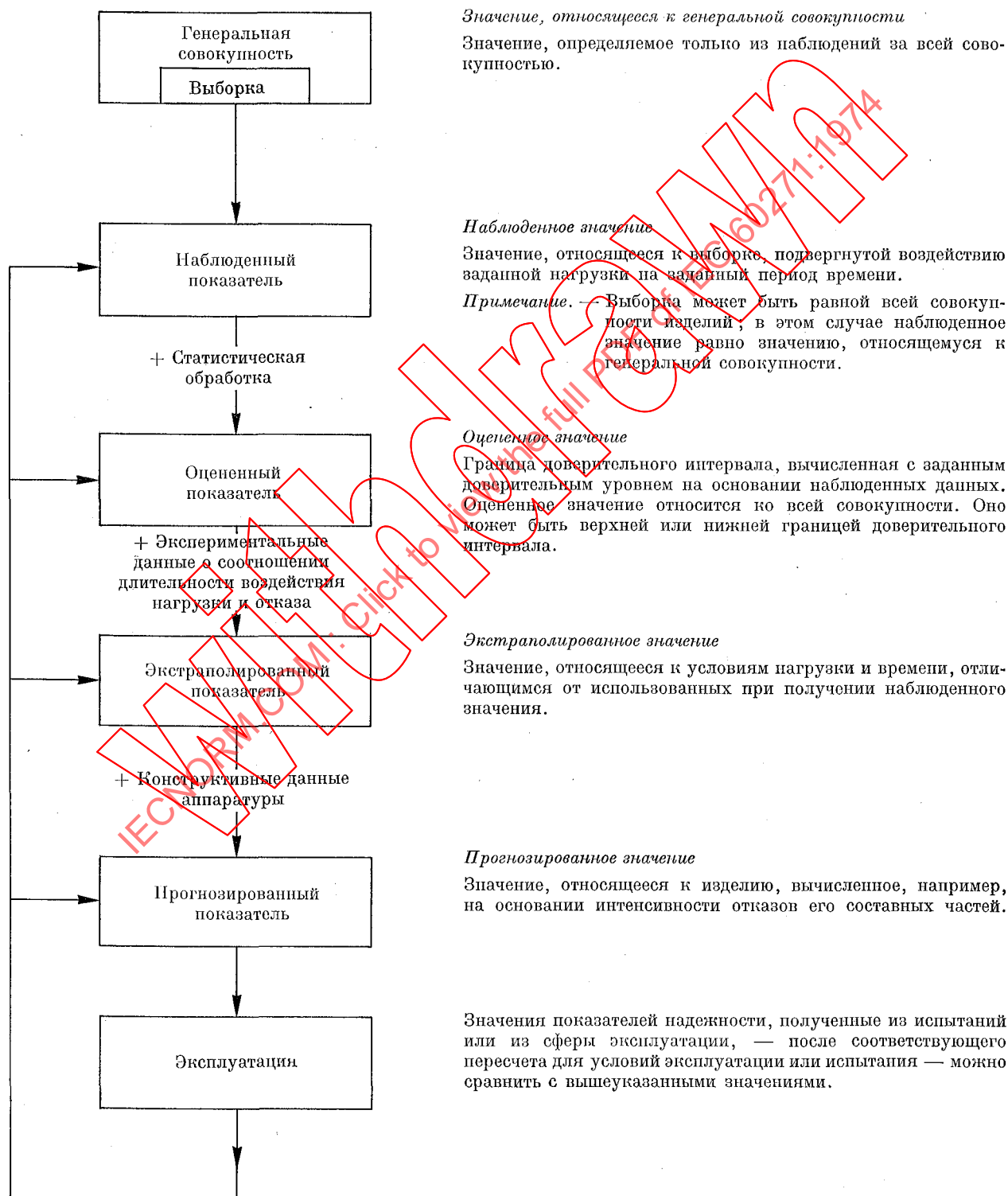
The following diagram shows the general relationship between versions of reliability characteristics, for example, the possible versions of failure rate, mean time between failures, mean time to failure and mean life.



ПРИЛОЖЕНИЕ А

ОБЩАЯ ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ВАРИАНТАМИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ

На приведенной ниже диаграмме показана общая связь вариантов показателей надежности, например, возможных вариантов интенсивности отказов, средней наработки на отказ, средней наработки до отказа и среднего срока службы.



LISTE DES TERMES

- 3. *Concept de fiabilité*
 - 3.1 Fiabilité
- 4. *Concepts relatifs à la défaillance*
 - 4.1 Défaillance
 - 4.2 Cause de défaillance
 - 4.3 Mode de défaillance
 - 4.4 Mécanisme de défaillance
- 5. *Classification des défaillances en fonction de leurs causes*
 - 5.1 Défaillance due à un mauvais emploi
 - 5.2 Défaillance due à une faiblesse inhérente
 - 5.3 Défaillance première
 - 5.4 Défaillance seconde
 - 5.5 Défaillance d'usure
- 6. *Classification des défaillances en fonction de la vitesse d'apparition*
 - 6.1 Défaillance soudaine
 - 6.2 Défaillance progressive
- 7. *Classification des défaillances en fonction du degré*
 - 7.1 Défaillance partielle
 - 7.2 Défaillance complète
 - 7.3 Défaillance intermittente
- 8. *Classification des défaillances en fonction de la vitesse d'apparition et du degré*
 - 8.1 Défaillance catalectique
 - 8.2 Défaillance par dégradation
- 9. *Apparition d'une défaillance*
 - 9.1 Période de défaillance précoce
 - 9.2 Période de défaillance à taux constant
 - 9.3 Période de défaillance d'usure
- 10. *Caractéristiques de fiabilité*
 - 10.1 Fiabilité observée
 - 10.2 Fiabilité estimée
 - 10.3 Fiabilité extrapolée
 - 10.4 Fiabilité prédite
- 11. *Durée de vie moyenne*
 - 11.1 Durée de vie moyenne observée
 - 11.2 Durée de vie moyenne estimée
 - 11.3 Durée de vie moyenne extrapolée
 - 11.4 Durée de vie moyenne prédite
- 12. *Taux de défaillance*
 - 12.1 Taux de défaillance observé
 - 12.2 Taux de défaillance estimé
 - 12.3 Taux de défaillance extrapolé
 - 12.4 Taux de défaillance prédit
- 13. *Durée moyenne avant défaillance*
 - 13.1 Durée moyenne avant défaillance, observée
 - 13.2 Durée moyenne avant défaillance, estimée
 - 13.3 Durée moyenne avant défaillance, extrapolée
 - 13.4 Durée moyenne avant défaillance, prédite
- 14. *Moyenne des temps de bon fonctionnement*
 - 14.1 Moyenne des temps de bon fonctionnement, observée
 - 14.2 Moyenne des temps de bon fonctionnement, estimée
 - 14.3 Moyenne des temps de bon fonctionnement, extrapolée
 - 14.4 Moyenne des temps de bon fonctionnement, prédite
- 15. *Concepts relatifs aux données*
 - 15.1 Données d'essais
 - 15.2 Données d'exploitation
 - 15.3 Essai accéléré
 - 15.4 Facteur d'accélération
 - 15.5 Facteur d'accélération du taux de défaillance
 - 15.6 Essai sous contrainte échelonnée
 - 15.7 Essai de sélection
- 16. *Concepts relatifs à la conception*
 - 16.1 Redondance
 - 16.2 Redondance active
 - 16.3 Redondance en attente
 - 16.4 Durée de vie utile

LIST OF TERMS

- 3. *Reliability concept*
 - 3.1 Reliability
- 4. *Failure concepts*
 - 4.1 Failure
 - 4.2 Failure cause
 - 4.3 Failure mode
 - 4.4 Failure mechanism
- 5. *Classification of failures as to cause*
 - 5.1 Misuse failure
 - 5.2 Inherent weakness failure
 - 5.3 Primary failure
 - 5.4 Secondary failure
 - 5.5 Wear-out failure
- 6. *Classification of failures as to suddenness*
 - 6.1 Sudden failure
 - 6.2 Gradual failure
- 7. *Classification of failures as to degree*
 - 7.1 Partial failure
 - 7.2 Complete failure
 - 7.3 Intermittent failure
- 8. *Classification of failures in combination of suddenness and degree*
 - 8.1 Catastrophic failure
 - 8.2 Degradation failure
- 9. *Occurrence of failure*
 - 9.1 Early failure period
 - 9.2 Constant failure rate period
 - 9.3 Wear-out failure period
- 10. *Reliability characteristics*
 - 10.1 Observed reliability
 - 10.2 Assessed reliability
 - 10.3 Extrapolated reliability
 - 10.4 Predicted reliability
- 11. *Mean life*
 - 11.1 Observed mean life
 - 11.2 Assessed mean life
 - 11.3 Extrapolated mean life
 - 11.4 Predicted mean life
- 12. *Failure rate*
 - 12.1 Observed failure rate
 - 12.2 Assessed failure rate
 - 12.3 Extrapolated failure rate
 - 12.4 Predicted failure rate
- 13. *Mean time to failure*
 - 13.1 Observed mean time to failure
 - 13.2 Assessed mean time to failure
 - 13.3 Extrapolated mean time to failure
 - 13.4 Predicted mean time to failure
- 14. *Mean time between failures*
 - 14.1 Observed mean time between failures
 - 14.2 Assessed mean time between failures
 - 14.3 Extrapolated mean time between failures
 - 14.4 Predicted mean time between failures
- 15. *Data concepts*
 - 15.1 Test data
 - 15.2 Field data
 - 15.3 Accelerated test
 - 15.4 Acceleration factor
 - 15.5 Failure rate acceleration factor
 - 15.6 Step stress test
 - 15.7 Screening test
- 16. *Design concepts*
 - 16.1 Redundancy
 - 16.2 Active redundancy
 - 16.3 Standby redundancy
 - 16.4 Useful life

УКАЗАТЕЛЬ ТЕРМИНОВ

- 3. *Понятие надежности*
- 3.1 Надежность
- 4. *Понятия, относящиеся к отказам*
- 4.1 Отказ
- 4.2 Причина отказа
- 4.3 Вид отказа
- 4.4 Механизм отказа
- 5. *Классификация отказов по причине их появления*
- 5.1 Отказ вследствие неправильной эксплуатации
- 5.2 Отказ вследствие внутренних дефектов
- 5.3 Первичный отказ
- 5.4 Вторичный отказ
- 5.5 Износный отказ
- 6. *Классификация отказов по внезапности*
- 6.1 Внезапный отказ
- 6.2 Постепенный отказ
- 7. *Классификация отказов по степени нарушения функций*
- 7.1 Частичный отказ
- 7.2 Полный отказ
- 7.3 Перемежающийся отказ
- 8. *Классификация отказов по сочетанию внезапности и степени*
- 8.1 Катастрофический отказ
- 8.2 Деградирующий отказ
- 9. *Время появления отказа*
- 9.1 Период приработки
- 9.2 Период постоянной интенсивности отказов
- 9.3 Период износа
- 10. *Показатели надежности*
- 10.1 Наблюденная надежность
- 10.2 Оцененная надежность
- 10.3 Экстраполированная надежность
- 10.4 Прогнозированная надежность
- 11. *Средний срок службы*
- 11.1 Наблюденный средний срок службы
- 11.2 Оцененный средний срок службы
- 11.3 Экстраполированный средний срок службы
- 11.4 Прогнозированный средний срок службы
- 12. *Интенсивность отказов*
- 12.1 Наблюденная интенсивность отказов
- 12.2 Оцененная интенсивность отказов
- 12.3 Экстраполированная интенсивность отказов
- 12.4 Прогнозированная интенсивность отказов
- 13. *Средняя наработка до отказа*
- 13.1 Наблюденная средняя наработка до отказа
- 13.2 Оцененная средняя наработка до отказа
- 13.3 Экстраполированная средняя наработка до отказа
- 13.4 Прогнозированная средняя наработка до отказа
- 14. *Средняя наработка на отказ*
- 14.1 Наблюденная средняя наработка на отказ
- 14.2 Оцененная средняя наработка на отказ
- 14.3 Экстраполированная средняя наработка на отказ
- 14.4 Прогнозированная средняя наработка на отказ
- 15. *Понятия, относящиеся к представлению данных*
- 15.1 Результаты испытаний
- 15.2 Эксплуатационные данные
- 15.3 Ускоренные испытания
- 15.4 Коэффициент ускорения
- 15.5 Коэффициент ускорения интенсивности отказов
- 15.6 Испытания на воздействие ступенчатых нагрузок
- 15.7 Сплошная проверка с отбрасыванием дефектных изделий
- 16. *Понятия, относящиеся к надежности конструкции изделия*
- 16.1 Резервирование
- 16.2 Нагруженное резервирование
- 16.3 Ненагруженное резервирование
- 16.4 Полезный срок службы

SECTION II

GUIDE MATHÉMATIQUE DES TERMES ET DÉFINITIONS APPLICABLES À LA FIABILITÉ

SECTION II

MATHEMATICAL GUIDE TO THE TERMS AND DEFINITIONS FOR RELIABILITY

ЧАСТЬ II

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО К ТЕРМИНАМ И ОПРЕДЕЛЕНИЯМ ПО НАДЕЖНОСТИ

17.

Objet

Cette section de cette recommandation sert de guide et exprime, sous forme mathématique, la fiabilité et ses relations avec les termes associés définis dans la section I de cette recommandation. Dans cette section, les concepts quantitatifs de fiabilité sont seuls considérés. La probabilité de défaillance d'un dispositif au cours d'une période donnée peut être exprimée au moyen de la fonction de répartition des temps jusqu'à défaillance. Les valeurs caractéristiques décrivant cette distribution sont estimées au moyen d'un traitement statistique.

La terminologie de la fiabilité, conforme aux définitions de la CEI, s'applique aussi bien à de grands nombres de dispositifs identiques, tels que les résistances, qu'à un seul et unique dispositif, par exemple un système de traitement de données. Les dispositifs peuvent être réparés ou ne pas être réparés après chaque défaillance.

Un glossaire des symboles employés plus d'une fois dans cette recommandation est donné en Annexe B.

Scope

This section of this recommendation serves as a guide and expresses, in a mathematical form, reliability and its associated terms defined in Section I of this recommendation. In this section, only the quantitative reliability concepts are dealt with. The probability of failure of an item within a period of time can be expressed by the cumulative distribution function of times to failure. The characteristic values describing this distribution are assessed using a statistical approach.

The reliability terminology, as defined by the IEC, applies equally well to large numbers of identical items, such as resistors, or just to a single unique item, for example, a data processing system. The items can either be repaired or not repaired after each failure.

A glossary of symbols used more than once in this recommendation appears as Appendix B.

Область применения

Данная часть рекомендации является руководством, в котором представлены в математической форме показатели надежности и связанные с ними термины, определения которых содержатся в первой части этой рекомендации. Здесь рассматриваются только количественные показатели надежности. Вероятность отказа изделия за какой-либо период времени может быть выражена функцией распределения наработки до отказа. Значения параметров этого распределения оцениваются статистически.

Терминология по надежности, принятая в документах МЭК, одинаково применима как для случая больших количеств идентичных изделий (например, резисторы), так и для отдельного уникального изделия (например, вычислительная система). Изделия могут быть ремонтируемыми или неремонтируемыми после каждого отказа.

Словарь символов, используемых в данном документе более одного раза, приведен в Приложении Б.

18.

Introduction

La distribution des temps jusqu'à défaillance de dispositifs qui ne sont pas réparés, ou la distribution des temps entre défaillances pour des dispositifs qui sont réparés, constitue la base des définitions des termes relatifs aux caractéristiques de fiabilité. Ces temps sont des variables aléatoires qui doivent être traitées selon les méthodes usuelles du calcul des probabilités.

Là où le mot « temps » est utilisé, il peut être remplacé par distance, cycles ou autres grandeurs ou unités appropriées. Il peut inclure toute durée d'observation — que ce soit en fonctionnement effectif ou

Introduction

The distribution of times to failure of items which are not repaired, or the distribution of times between failures for items which are repaired, form the basis of definitions of reliability characteristic terms. These times are random variables which must be treated according to the usual methods of probability calculus.

Where "time" is used, this quantity can be replaced by distance, cycles or other quantities or units as may be appropriate. It may cover any duration of observation — either in actual operation or in

Введение

Распределение наработки до отказа для неремонтируемых изделий или распределение наработки на отказ для ремонтируемых изделий лежат в основе определений терминов для показателей надежности. Наработка до отказа и наработка на отказ представляют собой случайные переменные, которые исследуются обычными методами теории вероятностей.

Там, где используется понятие « время », его в случае необходимости можно заменить расстоянием, числом циклов или другими соответствующими величинами или единицами

en stockage, en attente, etc. — mais il exclut la durée d'indisponibilité due à une défaillance.

Pour une variable aléatoire continue, X , la probabilité que sa valeur soit inférieure ou égale à une valeur donnée, x , est fournie par la valeur de sa « fonction de répartition », $F(x)$, telle que:

La « densité de probabilité », $f(x)$, est définie par:

Lorsque x désigne un temps, il est défini dans tout le domaine allant de 0 à l'infini, de sorte que:

et

Les concepts de base de fiabilité peuvent être exprimés au moyen de ces fonctions $F(x)$ et $f(x)$. Dans la section I de la présente recommandation sont définies les caractéristiques de fiabilité, fonction du temps, ci-après:

- a) fiabilité quantitative;
- b) taux de défaillance;
- c) moyenne des temps de bon fonctionnement (pour des dispositifs réparés);
- d) temps moyen jusqu'à défaillance (pour des dispositifs non réparés);
- e) durée de vie moyenne (pour des dispositifs non réparés).

Ces termes sont exprimés dans les différentes versions « observé », « estimé », « extrapolé » et « prédit ». Il existe aussi une valeur « vraie ».

Le concept de valeur vraie résulte de ce que l'on admet qu'il est possible de décrire la réalité par des modèles mathématiques convenables. Les valeurs vraies sont les caractéristiques d'un tel modèle. En pratique, elles ne peuvent jamais être obtenues au moyen d'observations.

storage, readiness etc. — but it excludes down time due to a failure.

For a continuous random variable, X , the probability that its value is less than or equal to a stated value, x , is given by the value of its «cumulative distribution function», $F(x)$, where:

$$0 \leq F(x) \leq 1.$$

The «probability density function», $f(x)$, is defined by:

$$f(x) = \frac{dF(x)}{dx}.$$

If x denotes time, then it is defined within the range from zero to infinity, so that

$$\int_0^t f(x) dx = F(t),$$

and

$$\int_0^{\infty} f(x) dx = 1.$$

Basic reliability concepts can be expressed in terms of these functions ($F(x)$ and $f(x)$). In Section I of this recommendation, the following time-dependent reliability characteristics are defined:

- a) quantitative reliability;
- b) failure rate;
- c) mean time between failures (for repaired items);
- d) mean time to failure (for non-repaired items);
- e) mean life (for non-repaired items).

These terms are expressed as «observed», «assessed», «extrapolated» and «predicted» versions. There also exists a «true» value.

The concept of true values arises from an assumption that it is possible to describe reality by relevant mathematical models. The true values are characteristics of such a model. In practical situations, they can never be obtained by observations.

измерения. Оно может означать любую продолжительность наблюдения — в процессе функционирования, хранения, в состоянии готовности и т. д. — исключая время простоя, вызванного отказами.

Для непрерывной случайной переменной X вероятность того, что ее значение меньше или равно заданной величине x , выражается через значение функций распределения $F(x)$, где

«Функция плотности вероятности», $f(x)$, определяется выражением

Если через x обозначить время, то эта переменная изменяется от нуля до бесконечности, так что

и

Основные понятия надежности могут быть выражены через эти функции $F(x)$ и $f(x)$. В Части I этой рекомендации определены следующие показатели надежности, зависящие от времени:

- a) количественная надежность
- b) интенсивность отказов
- c) средняя наработка на отказ (для ремонтируемых изделий)
- d) средняя наработка до отказа (для неремонтируемых изделий)
- e) средний срок службы (для неремонтируемых изделий).

Эти термины могут быть представлены как «наблюдаемый», «оцененный», «экстраполированный» и «прогнозированный» варианты. Существует также «истинное» значение.

Понятие истинных значений вытекает из предположения о возможности описания реальности при помощи соответствующих математических моделей. Истинные значения представляют собой характеристики такой модели. В практических условиях они никогда не могут быть получены путем наблюдений.

Ces valeurs peuvent éventuellement être considérées aussi comme celles qui seraient obtenues dans la population complète, en tenant compte de la partie appropriée de la durée de vie des dispositifs. (Les origines des durées de vie ne sont pas nécessairement simultanées.) Dans ce cas, les vraies valeurs sont souvent appelées valeurs dans la population.

Il est souvent impraticable ou impossible d'observer la population complète de façon à obtenir les valeurs dans la population. Dans certains cas, il est nécessaire de mettre en œuvre des essais qui sont destructifs ou entraînent une dégradation. Dans d'autres cas, la population complète n'est pas disponible au moment des essais. Pour ces raisons, des dispositifs sont pris dans la population pour constituer un échantillon. Des observations sont faites sur l'échantillon, de façon à obtenir une estimation statistique des vraies valeurs dans la population. Les estimations ne sont valables que si l'échantillon est constitué au hasard. Si des observations étaient faites sur plusieurs échantillons, les estimations varieraient d'un échantillon à l'autre, c'est-à-dire que l'estimation est une variable aléatoire qui a elle-même une distribution.

Les termes « observé » sont définis dans la section I de la recommandation. Leurs valeurs peuvent être utilisées comme des estimations statistiques de valeurs vraies des caractéristiques de fiabilité. Pour les termes « estimé », à des niveaux de confiance donnés, les valeurs dérivent de la fonction de répartition correspondante (si sa nature est connue).

Les temps jusqu'à défaillance de dispositifs, ou les nombres de défaillances, dans un échantillon, pendant une période donnée, sont les quantités le plus communément enregistrées, soit au cours d'essais, soit au cours du fonctionnement de l'équipement en exploitation. Pour obtenir des valeurs observées et estimées des caractéristiques de fiabilité qui soient représentatives de la population, tous les détails à prendre en compte (taille de l'échantillon, durée, conditions de contraintes et critères de défaillance) doivent être fidèlement enregistrés.

Les caractéristiques de fiabilité observées peuvent être extrapolées (ou interpolées) par des

These values could also be thought of as those which would be obtained from the complete population, taking into account the relevant part of the life histories of the items. (The origins of the lives do not necessarily occur at the same instant.) In this case, the true values are often called population values.

Often it is either impractical or impossible to observe the complete population in order to obtain the population values. In some cases, it is necessary to perform tests which are destructive or degrading. In other cases, the complete population is not available at the time of the tests. For these reasons, items are taken from the population to form a sample. Observations are made on the sample in order to obtain statistical estimates of the true population values. Estimates are valid only if the sample is a random one. If observations were made on several samples, the estimates would vary from one sample to another, i.e. the estimate is a random variable which itself has a distribution.

The "observed" terms are defined in Section I. Their values can be used as statistical estimates of the true reliability characteristics. Values for the "assessed" terms, at stated confidence levels, are derived from the corresponding cumulative distribution function (if its form is known).

The times to failure of items, or the number of failures, in a sample, during a stated period of time, are the most commonly recorded quantities either during tests or during operation of equipment in the field. To obtain valid observed and assessed values of the reliability characteristics, which are representative of the population, all the relevant details (sample size, duration, stress conditions and failure criteria) must be truthfully recorded.

The observed reliability characteristics may be extrapolated (or interpolated) by defined methods

Истинные значения можно также рассматривать как те, которые можно было бы получить из полной совокупности, рассматривая соответствующую часть « жизни » изделий. (Начало жизни изделий не обязательно должно отсчитываться в одно и то же время). В этом случае истинные значения часто называются значениями генеральной совокупности.

Часто бывает нецелесообразно или невозможно наблюдать за всей совокупностью для получения истинных значений. В некоторых случаях требуется проведение разрушающих испытаний и испытаний, приводящих к износу. В других случаях полной совокупности в момент испытаний не имеется. По этим причинам из генеральной совокупности отбирают изделия для составления выборки. Для получения статистических оценок истинных значений генеральной совокупности производят наблюдения за выборкой. Оценки имеют смысл только в том случае, если выборка случайная. Если бы наблюдения проводились на нескольких выборках, оценки изменялись бы от одной выборки к другой, т. е. оценка является случайной переменной, которая сама имеет распределение.

« Наблюдаемым » терминам даны определения в первой части рекомендации. Определенные ими величины могут быть использованы в качестве статистических оценок истинных показателей надежности. Величины, соответствующие « оцененным » терминам, при заданных доверительных уровнях выводятся из соответствующей функции распределения (если ее форма известна).

Наработка изделий до отказа или количество отказов в выборке в течение заданного периода времени представляют собой величины, которые обычно регистрируются при испытаниях или в процессе эксплуатации аппаратуры. Для получения действительных наблюдаемых и оцененных значений показателей надежности, представляющих генеральную совокупность, должны быть точно записаны все соответствующие данные (объем выборки, продолжительность воздействия и условия нагрузки, а также критерии отказа).

Наблюдаемые показатели надежности могут быть определенным способом экстраполи-

méthodes définies pour répondre à des durées et des conditions de contrainte différentes de celles pour lesquelles les estimations d'origine ont été obtenues. Les caractéristiques de fiabilité observées, estimées ou extrapolées de composants peuvent être utilisées pour la prédiction des caractéristiques de fiabilité de dispositifs complexes.

to cover durations and stress conditions differing from those for which the original observations were obtained. The observed, assessed or extrapolated reliability characteristics of parts may be used for the prediction of reliability characteristics of complex items.

рованы (или интерполированы) для распространения их на продолжительность воздействия и условия нагрузки, отличные от тех, при которых были проведены первоначальные наблюдения. Наблюдаемые, оцененные или экстраполированные показатели надежности деталей могут быть использованы для прогнозирования показателей надежности сложных изделий.

19. Expressions théoriques pour les valeurs vraies des caractéristiques de fiabilité

Theoretical expressions for the true reliability characteristics

Теоретические выражения для истинных показателей надежности

19.1 Expressions générales

General expressions

Общие выражения

La durée de vie d'un dispositif qui n'est pas réparé, ou le temps entre défaillances pour un dispositif qui est réparé, est une variable aléatoire désignée par X .

The life of an item which is not repaired or time between failures for an item which is repaired is a random variable denoted by X .

Срок службы неремонтируемого изделия или наработка на отказ ремонтируемого изделия есть случайная переменная, которая ниже обозначена через X .

Ainsi qu'il a été mentionné dans l'introduction, les valeurs vraies peuvent refléter deux concepts:

As mentioned in the introduction the true values could reflect two concepts:

Как указывалось во введении, истинные значения могут отражать два понятия:

- a) un modèle mathématique,
- b) les valeurs dans la population.

- a) a mathematical model,
- b) population values.

- a) математическую модель,
- b) значения генеральной совокупности.

Le premier sera référé par *.
Le second sera référé par **.

Type a) will be indicated by *.
Type b) will be indicated by **.

Тип a) будет обозначаться *.
Тип b) будет обозначаться **.

Aussi bien dans le cas de dispositifs réparés que dans le cas de dispositifs non réparés, la distribution des temps entre défaillances ou jusqu'à défaillance peut dépendre de l'âge des dispositifs. L'utilisation pratique de caractéristiques de fiabilité implique un âge donné, c'est-à-dire une période donnée dans l'histoire de leur vie. En pratique, il peut être souvent nécessaire de rapporter l'âge d'un dispositif, non au début réel de sa vie, mais à un instant arbitraire « temps zéro ».

In the case of both repaired or non repaired items, the distribution of times between, or to, failures may depend on the age of the items. Practical application of reliability characteristics involves a given age, i.e. a given period in their life histories. In practice, it may often be necessary to refer the age of an item not to the true beginning of its life, but to an arbitrary moment "time zero".

Как для ремонтируемых, так и для неремонтируемых изделий распределение наработки на отказ или до отказа может зависеть от возраста изделий. При практическом применении показателей надежности учитывается конкретный « возраст » изделий, т. е. определенный период их « жизни ». На практике часто бывает необходимо начинать отсчет « возраста » изделия не с фактического начала его срока службы, а в произвольный момент « нулевого времени ».

Pour des dispositifs réparables, les caractéristiques de fiabilité sont valables pour la période qui suit la réparation précédente.

For repairable items, the reliability characteristics are valid for the period after the preceding repair.

В случае ремонтируемого изделия показатели надежности справедливы для периода времени, наступившего после предшествующего ремонта.

19.1.1 Fiabilité vraie

True reliability

Истинная надежность

* La fiabilité vraie $R(t)$ est la probabilité, P , qu'un dispositif survive à une durée t , c'est-à-dire que sa durée de vie x soit supérieure à la durée t . Elle sera donnée par:

* The true reliability, $R(t)$, is the probability, P , of an item surviving for a duration t , i.e. that its life x exceeds the duration t . It is given by:

Истинная надежность, $R(t)$, есть вероятность P того, что изделие переживет период t , т. е. что его срок службы превышает время t .

$$R(t) = P(x > t).$$

Elle est liée à la fonction de répartition, $F(x)$, par:

It is related to the cumulative distribution function, $F(x)$, by:

Истинная надежность связана с функцией распределения $F(x)$ зависимостью

$$R(t) = 1 - F(t).$$

** En termes de valeurs dans la population,

** In terms of population values,

** Для генеральной совокупности

$$R(t) = \frac{N(t)}{N(0)}$$

où $N(0)$ est le nombre de dispositifs dans la population complète au temps zéro et $N(t)$ est le nombre de survivants au temps t .

where $N(0)$ is the number of items in a complete population at time zero and $N(t)$ is the number surviving at time t .

где $N(0)$ — количество изделий в полной совокупности в нулевой момент времени; $N(t)$ — количество годных изделий к моменту t .

2.1.2

Taux de défaillance vrai et taux de défaillance instantané vrai

True failure rate and instantaneous failure rate

Истинная интенсивность отказов и мгновенная интенсивность отказов

* Le taux de défaillance vrai, $\bar{z}(t_1, t_2)$, pour une période de t_1 à t_2 est la probabilité conditionnelle, à l'instant t_1 , qu'un dispositif tombe en défaillance au cours de la période, sachant qu'il est survivant au temps t_1 , divisée par $t_2 - t_1$, c'est-à-dire

* The true failure rate, $\bar{z}(t_1, t_2)$, for a period of time from t_1 to t_2 is the conditional probability, at the instant t_1 , that an item will fail within the period, given that it has survived for time t_1 , divided by $t_2 - t_1$, i.e.

* Истинная интенсивность отказов, $\bar{z}(t_1, t_2)$, за период времени от t_1 до t_2 есть условная вероятность для момента t_1 , что изделие откажет в этот период, не отказав к моменту t_1 , деленная на $t_2 - t_1$, т. е.

$$\bar{z}(t_1, t_2) = \frac{P(t_1 < x \leq t_2 | x > t_1)}{t_2 - t_1}$$

Il est lié à la fonction de répartition et à la fiabilité vraie par:

It is related to the cumulative distribution function and the true reliability by:

Истинная интенсивность отказов связана с функцией распределения и истинным показателем надежности

$$\begin{aligned} \bar{z}(t_1, t_2) &= \frac{F(t_1) - F(t_2)}{(t_2 - t_1) [1 - F(t_1)]} \\ &= \frac{R(t_1) - R(t_2)}{(t_2 - t_1) R(t_1)} \\ &= \frac{1}{(t_2 - t_1)} \int_{t_1}^{t_2} z(t) dt \end{aligned}$$

où $z(t)$ est le taux de défaillance instantané vrai.

where $z(t)$ is the true instantaneous failure rate.

где $z(t)$ есть истинная мгновенная интенсивность отказов.

Le taux de défaillance instantané vrai à l'instant t , $z(t)$, est un concept mathématique. Il est la limite du taux de défaillance vrai lorsque l'intervalle t_1 à t_2 tend vers zéro, et il est donné par:

The true instantaneous failure rate at instant t , $z(t)$, is a mathematical concept. It is the limit of the true failure rate as the interval t_1 to t_2 tends to zero, and it is given by:

Истинная мгновенная интенсивность отказов в момент t , $z(t)$, является математическим понятием. Она представляет собой предел истинной интенсивности отказов, когда интервал t_1 до t_2 стремится к нулю, и выражается:

$$z(t) = \lim_{(t_2 - t_1) \rightarrow 0} \bar{z}(t_1, t_2)$$

Il est lié à la fiabilité vraie et à la densité de probabilité, $f(t)$, par:

It is related to the true reliability and the probability density function, $f(t)$, by:

Истинная мгновенная интенсивность отказов связана с истинным показателем надежности и плотностью вероятности $f(t)$;

$$z(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

$$z(t) = - \frac{1}{R(t)} \frac{dR(t)}{dt}$$

since

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = - \frac{dR(t)}{dt}$$

puisque

поскольку

** En termes de valeurs dans la population, le taux de défaillance vrai, souvent appelé taux de défaillance moyen, est:

** In terms of population values, the true failure rate, often called mean or average failure rate, is:

** Для генеральной совокупности истинная интенсивность отказов, часто называемая средней интенсивностью отказов, есть

$$\bar{z}(t_1, t_2) = \frac{N(t_1) - N(t_2)}{(t_2 - t_1) N(t_1)}$$

Il n'existe pas de valeur dans la population pour le taux de défaillance instantané. Ceci n'affecte en rien l'utilité du concept mathématique.

There is no population value of instantaneous failure rate. This does not detract from the usefulness of the mathematical concept.

Для генеральной совокупности не существует мгновенной интенсивности отказов. Это не умаляет значения данного математического понятия.

19.1.3

Durée de vie moyenne vraie

* La durée de vie moyenne vraie, $m_L(0, \infty)$ est l'espérance mathématique, $E(X)$, de la durée de vie d'un dispositif.

Elle est donnée par:

True mean life

* The true mean life, $m_L(0, \infty)$, is the expected value, $E(X)$, of the life of an item.

It is given by:

$$m_L(0, \infty) = E(X)$$

Истинный средний срок службы

* Истинный средний срок службы, $m_L(0, \infty)$, есть ожидаемое значение $E(X)$ срока службы изделия.

Эта величина выражается:

ou

or

или

$$m_L(0, \infty) = \int_0^{\infty} x f(x) dx$$

Si $tR(t)$ tend vers zéro lorsque t tend vers l'infini, $m_L(0, \infty)$ peut être exprimée par:

If $tR(t)$ approaches zero as t goes to infinity, $m_L(0, \infty)$ can be expressed by:

В том случае, если $tR(t)$ приближается к нулю, по мере того как t стремится к бесконечности, $m_L(0, \infty)$ может быть выражено:

$$m_L(0, \infty) = \int_0^{\infty} R(t) dt.$$

La durée de vie moyenne vraie, $m_L(t_1, \infty)$, mesurée à partir d'un temps t_1 , est donnée par:

The true mean life, $m_L(t_1, \infty)$, measured from a time t_1 is given by:

Истинный средний срок службы, $m_L(t_1, \infty)$, измеряемый с момента t_1 , выражается:

$$m_L(t_1, \infty) = \frac{\int_{t_1}^{\infty} x f(x) dx}{\int_{t_1}^{\infty} f(x) dx}.$$

** En termes de valeurs dans la population, la durée de vie moyenne vraie est donnée par:

** In terms of population values, the true mean life is given by:

** Для генеральной совокупности истинный средний срок службы есть:

$$m_L(0, \infty) = \frac{1}{N(0)} \sum_{i=1}^{N(0)} x_i$$

ou

or

или

$$m_L(t_1, \infty) = \frac{1}{N(t_1)} \sum_{i=N(0)-N(t_1)+1}^{N(0)} x_i$$

où x_i est la durée de vie du $i^{\text{ème}}$ dispositif.

where x_i is the life of the i -th item.

где x_i есть срок службы i -того изделия.

19.1.4

Moyenne des temps de bon fonctionnement vraie et de temps moyen jusqu'à défaillance vrai

La moyenne des temps de bon fonctionnement vraie, $m(t_1, t_2)$, et le temps moyen jusqu'à défaillance vrai, $m_F(t_1, t_2)$, sont les espérances mathématiques du temps entre défaillance (pour les dispositifs réparés), ou du temps jusqu'à défaillance (pour les dispositifs non réparés), respectivement. Les valeurs obtenues dépendent en général de la période (t_1, t_2) pour laquelle elles sont calculées.

True mean time between failures and true mean time to failure

The true mean time between failures, $m(t_1, t_2)$, and the true mean time to failure, $m_F(t_1, t_2)$, are the mathematical expected values of the time between failures (for repaired items), or of the time to failure (for non-repaired items), respectively. The values so obtained will in general depend on the time period (t_1, t_2) over which they are computed.

Истинная средняя наработка на отказ и истинная средняя наработка до отказа

Истинная средняя наработка на отказ, $m(t_1, t_2)$, и истинная средняя наработка до отказа, $m_F(t_1, t_2)$, представляют собой математические ожидания величины наработки на отказ (для ремонтируемых изделий) или наработки до отказа (для неремонтируемых изделий) соответственно. Полученные таким образом значения обычно зависят от периода времени (t_1, t_2) , для которого они рассчитаны.

19.2

Taux de défaillance constant

Dans la mise en œuvre des techniques de fiabilité, on admet fréquemment que le taux de défaillance est constant, de valeur λ , c'est-à-dire que les temps jusqu'à défaillance sont distribués selon une loi exponentielle.

Constant failure rate

In reliability engineering, it is often assumed that the failure rate is constant, with value λ , i.e. that the times to failure are distributed exponentially.

Постоянная интенсивность отказов

В практических расчетах надежности часто исходят из предположения, что интенсивность отказов постоянна, со значением λ , т. е. значения наработки до отказа распределяются экспоненциально.

La fiabilité vraie devient:

The true reliability becomes:

Истинная надежность в этом случае

de sorte que:

$$R(t) = \exp(-\lambda t)$$

so that

$$F(t) = 1 - R(t) = 1 - \exp(-\lambda t)$$

and

$$f(t) = \lambda \exp(-\lambda t).$$

так что

La durée de vie moyenne vraie devient:

The true mean life becomes:

Истинный средний срок службы становится

$$m_L = \int_0^{\infty} x f(x) dx = \frac{1}{\lambda}.$$

Dans ce cas, également, la durée de vie moyenne vraie, m_L , la moyenne des temps de bon fonctionnement vraie, m , et le temps moyen jusqu'à défaillance vrai, m_F , sont numériquement égaux à l'inverse du taux de défaillance vrai, de sorte que pour la distribution exponentielle,

In this case also the true mean life, m_L , the true mean time between failures, m , and the true mean time to failure, m_F , are numerically equal to the reciprocal of the true failure rate so that, for the exponential distribution,

В этом случае также истинный средний срок службы m_L , истинная средняя наработка на отказ m и истинная средняя наработка до отказа m_F численно равны обратной величине истинной интенсивности отказов, так что для экспоненциального распределения

$$m_L = m = m_F = \frac{1}{\lambda}.$$

20.

Expressions pour les caractéristiques de fiabilité observées

Les caractéristiques de fiabilité observées sont des estimations de valeurs vraies des caractéristiques de fiabilité, appropriées à la forme de la fonction de répartition des temps jusqu'à défaillance. Une liste d'estimateurs sera donnée dans un autre document.

Expressions for the observed reliability characteristics

The observed reliability characteristics are estimates of the true reliability characteristics, appropriate to the form of the cumulative distribution of times to failure. A list of estimators will be given in another document.

Выражения для наблюдаемых показателей надежности

Наблюдаемые показатели надежности являются оценками истинных показателей надежности, соответствующими форме распределения наработки до отказа. Перечень оценок будет дан в другом документе.

20.1

Durée cumulée

Le taux de défaillance observé, le temps moyen jusqu'à défaillance observé et la moyenne des temps de bon fonctionnement observée sont tous définis à partir de la durée cumulée. Celle-ci est la somme des temps durant lesquels tous les dispositifs individuels observés ont été soumis aux conditions de contraintes données au cours d'une période de leur vie donnée (à l'exception de toute durée d'indisponibilité), c'est-à-dire qu'elle peut être exprimée par:

Cumulative time

The observed failure rate, mean time to failure and mean time between failures are all defined in terms of cumulative time. This is the sum of the times during which all the individual items under observation have been subjected to the stated stress conditions during a stated period in their lives (excluding any down time), e.g. it may be expressed by:

$$T = \sum_{i=1}^r u_i + \sum_{j=1}^k v_j + hw$$

pour $1 \leq i \leq r$ et $1 \leq j \leq k$
où: $u_i < w$, $v_j < w$

for $1 \leq i \leq r$ and $1 \leq j \leq k$
where: $u_i < w$, $v_j < w$

Суммарная наработка

Наблюденная интенсивность отказов, средняя наработка до отказа и средняя наработка на отказ определяются исходя из суммарной наработки. Суммарная наработка есть сумма наработок всех отдельных изделий, находящихся под наблюдением, подвергающихся воздействию заданной нагрузки, в конкретный период жизни изделий (исключая простой), например, это можно представить следующим выражением:

et r = le nombre de dispositifs défaillant durant la période d'observation,

k = le nombre de dispositifs ajoutés ou retirés non défaillants durant la période d'observation,

h = le nombre de dispositifs survivant à toute la période w ,

w = la durée de la période donnée de la vie des dispositifs,

u_i = la durée pendant laquelle le $i^{\text{ème}}$ dispositif défaillant a été soumis aux conditions de contraintes données, à l'intérieur de la période w ,

v_j = la durée pendant laquelle le $j^{\text{ème}}$ dispositif non défaillant ajouté ou retiré au cours de la période d'observation, a été soumis aux conditions de contraintes données, à l'intérieur de la période w .

and r = the number of items which fail during the observation,

k = the number of items added or withdrawn without failing during the observations,

h = the number of items which survive for the whole period w ,

w = the duration of the stated period in the lives of the items,

u_i = the duration for which the i -th failed item was subjected to the stated stress conditions, within the period w ,

v_j = the duration for which the j -th non-failed item, added or withdrawn during the observations, was subjected to the stated stress conditions, within the period w .

для $1 \leq i \leq r$ и $1 \leq j \leq k$
где $u_i < w$, $v_j < w$

и r = количество изделий, отказавших в период наблюдений;

k = количество неотказавших изделий, добавленных или изъятых в период наблюдений;

h = количество изделий, не отказавших за весь период w ;

w = продолжительность конкретного периода жизни изделий;

u_i = продолжительность воздействия заданных условий нагрузки на i -тое отказавшее изделие в течение периода w ;

v_j = продолжительность воздействия заданных условий нагрузки на j -тое неотказавшее изделие, добавленное или изъятное во время наблюдений, в течение периода w .

Note. — Cette définition est correcte en elle-même dans le cas où les dispositifs observés ont un taux de défaillance constant. Dans les autres cas, il peut être nécessaire de rapporter les durées d'application des contraintes (u_i , v_j , w) aux parties correspondantes de la vie des dispositifs.

Note. — This definition is correct in itself for the case of items having constant failure rate. In other cases it may be necessary to refer the durations of stresses (u_i , v_j , w) to the relevant parts of the lives of items.

Примечание

Это определение само по себе верно для случаев, когда изделия имеют постоянную интенсивность отказов. В других случаях может возникнуть необходимость отнести продолжительность воздействия нагрузок (u_i , v_j , w) к соответствующим периодам жизни изделий.

20.2

Fiabilité observée

20.2.1

Fiabilité observée pour des dispositifs non réparés

Pour des dispositifs non réparés, la fiabilité observée est donnée par:

*Observed reliability**Observed reliability of non-repaired items*

The observed reliability of non-repaired items is given by

$$\hat{R}(t_1, t_2) = \frac{n - r}{n}$$

*Наблюденная надежность**Наблюденная надежность неремонтируемых изделий*

Наблюденная надежность неремонтируемых изделий выражается: