Төсөл

****

**МОНГОЛ УЛСЫН СТАНДАРТ**

****

**Тусгаарлагыг нийцүүлэх –**

**1 дүгээр хэсэг: Тодорхойлолт, зарчим ба дүрэм**

**Insulation co-ordination –**

**Part 1: Definitions, principles and rules**

**MNS IEC 60071-1:2020**

**Албан хэвлэл**

**СТАНДАРТ, ХЭМЖИЛ ЗҮЙН ГАЗАР**

**Улаанбаатар хот**

**2020 он**

Энэ стандартыг Эрчим Хүчний Эдийн Засгийн Хүрээлэнгийн ИТА Г.Амаржаргал орчуулж, .................................. шүүмж, редакц хийж, хянасан.

Анхны үзлэгийг 2025 онд, дараа нь 5 жил тутамд хийнэ.

**Стандарт, хэмжил зүйн газар (СХЗГ)**

Энхтайваны өргөн чөлөө 46А

Шуудангийн хаяг

Улаанбаатар-13343, Ш/Х - 48

Утас: 976-51-263860 Факс: 976-11-458032

E-mail: [masm@mongol.net](mailto:masm@mongol.net); [standardinform@masm.gov.mn](mailto:standardinform@masm.gov.mn)

[www.estandard.mn](http://www.estandard.mn); [www.masm.gov.mn](http://www.masm.gov.mn)

**© СХЗГ, 2019**

“Стандартчилал, тохирлын үнэлгээний тухай” Монгол Улсын хуулийн дагуу энэхүү стандартыг бүрэн, эсвэл хэсэгчлэн хэвлэх, олшруулах эрх нь гагцхүү СХЗГ (Стандартчиллын төв байгууллага)-т байна.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | |  | **ЭНЭХҮҮ ХЭВЛЭЛТ НЬ ЗОХИОГЧИЙН ЭРХИЙН ТУХАЙ ХУУЛИАР ХАМГААЛАГДСАН**  **Зохиогчийн эрх © 2019 ОУЦТК, Женевa, Швейцарь** |   Бүх эрх хамгалагдсан. Хэрэв өөрөөр заагаагүй бол, ОУЦТК болон хүсэлт гаргагчийн ОУЦТК-ийн Үндэсний хорооны бичгээр өгсөн зөвшөөрөлгүйгээр энэ бүтээлийн аливаа хэсгийг дахин хэвлэх болон фото хуулбар, бичил хальс зэрэг электрон ба механик ямарваа аргаар ашиглаж болохгүй. Хэрвээ та ОУЦТК-ийн зохиогчийн эрхийн талаар асууж тодруулах болон энэ хэвлэлтийн зохиогчийн эрхийг нэмж авах тухай асуултууд тавихыг хүсвэл доор дурдсан хаягаар хандах буюу нэмэлт мэдээллийг авах бол өөрийн орны ОУЦТК-ийн Үндэсний хороотой холбогдоно уу.  ОУЦТК Central Office Tel: +41 22 919 02 11  3, rue de Varembé Email: inmail@ОУЦТК.ch  CH-1211 Geneva 20 Web: [www.ОУЦТК.ch](http://www.iec.ch) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | |  | **THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED**  **Copyright © 2019 IEC, Geneva, Switzerland** |   All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.  IEC Central Office Tel: +41 22 919 02 11  3, rue de Varembé Email: inmail@ОУЦТК.ch  CH-1211 Geneva 20 Web: [www.ОУЦТК.ch](http://www.iec.ch) |

|  |  |
| --- | --- |
| **ОУЦТК-ийн тухай**  Олон Улсын Цахилгаан Техникийн Комисс (ОУЦТК) нь цахилгааны, электроникийн болон тэдгээртэй холбоотой технологиудад зориулсан Олон улсын стандартуудыг боловсруулан хэвлэн гаргадаг дэлхийн хэмжээний тэргүүлэгч байгууллага юм.  **ОУЦТК-ийн хэвлэлүүдийн тухай**  ОУЦТК-ийн хэвлэлүүдийн техникийн агуулгууд нь ОУЦТК-ийн байнгын эргэн хянах ажиллагаатай уялдуулан хадгалагддаг. Таны гар дээр хянаж засварласан, нэмж баяжуулсан сүүлчийн хэвлэлт байна гэдэгт итгэлтэй байхыг хүсье.  **ОУЦТК-ийн хэвлэлүүдийн каталог:** www.ОУЦТК.ch/searchpub  ОУЦТК-ийн Онлайн Каталог нь танд олон тооны шалгууруудаар (ишлэлийн дугаар, текст, техникийн хороо) хайлт хийх боломж олгоно. Түүнчлэн төсөл байдлаар байгаа, нэмж засварласан болон хассан хэвлэлтүүдийн талаарх мэдээллийг өгнө.  **ОУЦТК-ийн сүүлчийн хэвлэлтүүд**: [www.IEC.ch/online\_news/justpub](http://www.IEC.ch/online_news/justpub)  ОУЦТК-ийн бүх шинэ хэвлэлтүүдийн талаарх мэдээлэл. Сүүлчийн хэвлэлтүүд нь сард хоёр удаа гарах ба онлайн болон электрон шуудан хэлбэрээр олж авах боломжтой.  **Хэрэглэгчдэд үйлчлэх Төв**: www.IEC.ch/webstore/custserv.  Хэрэв та энэ хэвлэлтийн талаар өөрийн санал бодлоо хэлэх болон цаашид тусламж хэрэгтэй бол энэ Төвийн БТА (Байнга Тавигддаг Асуултууд) –аар зочлох, эсвэл дараах хаягаар бидэнтэй холбогдоорой:  Email: csc@IEC.ch  **Electropedia**: www.electropedia.org  Англи болон Франц хэл дээр, түүнчлэн бусад хэлүүд дээр ижил утгыг нь тайлбарласан цахилгааны ба электроникийн 20000 гаруй үг хэллэг багтаасан дэлхийд тэргүүлэх онлайн толь бичиг. Түүнчлэн Олон улсын Цахилгаан техникийн үгсийн сан (Олон улсын Цахилгаан техникийн Толь бичиг) гэж нэрлэгддэг.  **IEC толь бичиг** - std.iec.ch/glossary  Англи, франц хэл дээрх 67 000 цахилгаан техникийн үг хэллэгийг 2002-2015 оны хооронд гаргасан ОУЦТХ-ийн хэвлэлүүдийн Нэр томъёо, тодорхойлолтын хэсэгт оруулсан болно. Зарим үг хэллэгийг ОУЦТК TC 37, 77, 86, CISPR-ийн өмнөх хэвлэлүүдээс цуглуулсан болно. | **A About the IEC**  The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.  **About IEC publications**  The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.  **IEC publications search** - [webstore.iec.ch/advsearchform](https://webstore.iec.ch/advsearchform)  The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,…). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.  **IEC Just Published** - [webstore.iec.ch/justpublished](https://webstore.iec.ch/justpublished)  Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.  **IEC Customer Service Centre** - [webstore.iec.ch/csc](https://webstore.iec.ch/csc)  If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: [sales@iec.ch.](mailto:sales@iec.ch)  **Electropedia** - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org/)  The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.  **IEC Glossary** - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)  67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and definitions clause of IEC publications issued between 2002 and 2015. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR. |

АГУУЛГА

[ӨМНӨХ ҮГ 4](#_bookmark0)

1. [Хамрах хүрээ 6](#_bookmark1)
2. [Норматив лавлагаа 6](#_bookmark2)
3. [Нэр томьёо болон тодорхойлолт 7](#_bookmark3)
4. [Товчилсон нэр томьёо болон тэмдэглэгээ 14](#_bookmark6)
   1. [Ерөнхий зүйл 14](#_bookmark7)
   2. [Нэмэлт тэмдэглэгээ 14](#_bookmark8)
   3. [Үсгэн тэмдэглэгээ 14](#_bookmark9)
   4. [Товчилсон үг 15](#_bookmark10)
5. [Тусгаарлагыг нийцүүлэх журам 15](#_bookmark11)
   1. [Журмын ерөнхий бүдүүвч 15](#_bookmark12)
   2. хүчдэл болон х[эт хүчдэлийн тодорхойлолт(Urp) 16](#_bookmark14)
   3. [Тэсвэрлэх хүчдэлийг нийцүүлэх тодорхойлолт(Ucw) 18](#_bookmark16)
   4. [Шаардалагатай тэсвэрлэх хүчдэлийн тодорхойлолт(Urw) 18](#_bookmark17)
   5. [Хэвийн тусгаарлах түвшний сонголт 19](#_bookmark18)
   6. [Стандарт,хэвийн богино хугацаанд үргэлжлэх гүйдлийн давтамжийг тэсвэрлэх хүчдэлийн жагсаалт 20](#_bookmark19)
   7. [Стандарт, хэвийн импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийн жагсаалт 20](#_bookmark20)
   8. [Тоног төхөөрөмжийн өндөр хүчдэлийн хүрээ... 20](#_bookmark21)
   9. [Орчны нөхцөл 20](#_bookmark22)
      1. [Орчны хэвийн нөхцөл 20](#_bookmark23)
      2. [Гадаа орчны нөхцөлийн стандартлавлагаа 20](#_bookmark24)
   10. [Стандарт тусгаарлагын түвшний сонголт 20](#_bookmark25)
   11. [Стандарт тусгаарлагын түвшний нөхцөл байдал 24](#_bookmark28)
       1. [Ерөнхий зүйл 24](#_bookmark29)
       2. [Стандарт, хэвийн таслах, залгах импульсийг тэсвэрлэх хүчдэл ..................................................................................................25](#_bookmark30)
       3. [Стандарт, хэвийн аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэл.... 25](#_bookmark31)
6. [Стандарт тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилтын шаардлагууд 25](#_bookmark32)
   1. [Ерөнхий шаардлагууд 25](#_bookmark33)
   2. [Богино хугацаанд үргэлжлэх гүйдлийн давтамжийн стандарт тэсвэрлэх хүчдэлүүдийн туршилтууд 26](#_bookmark34)
   3. Стандарт [импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт 26](#_bookmark35)
   4. [Туршилтын бусад нөхцөл 27](#_bookmark36)
   5. I-р зэргийн тоног төхөөрөмжид хийгдэх фаз хоорондын болон тууш тусгаарлагын стандарт тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт............................................................................................ [27](#_bookmark37)
      1. [Гүйдлийн давтамжийн туршилтууд 27](#_bookmark38)
      2. [Фаз хоорондын (эсвэл тууш) тусгаарлагын аянгын импульсийн туршилтууд........... ...28](#_bookmark39)
   6. [II-р зэргийн тоног төхөөрөмжинд хийгдэх фаз хоорондын болон тууш тусгаарлагын стандарт тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт.............................................................................................28](#_bookmark40)

[A хавсралт (норматив)](#_bookmark41) тодорхой импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийн байгууламж дахь агаарын (клиренс) зай..............................................................................................29

* 1. [Ерөнхий зүйл 29](#_bookmark42)
  2. [Аянгын импульс 30](#_bookmark43)
  3. [Таслах, залгах импульс 31](#_bookmark45)

[В хавсралт IEC-аар стандартчилаагүй тоног төхөөрөмжийн хамгийн өндөр Um хүчдэлд хамаарах хэвийн тусгаарлагын түвшин......................................................…..............................................................33](#_bookmark48)

[Ном зүй 34](#_bookmark50)

1-р [зураг – Хэвийн эсвэл стандарт тусгаарлагын түвшнийг тодорхойлох график 16](#_bookmark13)

[1-р хүснэгт – Хэт хүчдэлийн ангилал болон хэлбэр, стандарт хүчдэлийн хэлбэр болон стандарт тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт 17](#_bookmark15)

[2-р хүснэгт – I-р зэргийн стандарт тусгаарлагын түвшин (1 кВ <](#_bookmark26) *[Um](#_bookmark26)* [≤ 245 кВ) 22](#_bookmark26)

[3-р хүснэгт – II-р зэргийн стандарт тусгаарлагын түвшин (](#_bookmark27)*[U](#_bookmark27)*[m > 245 кВ) 23](#_bookmark27)

А.1-р хүснэгт – Стандарт, хэвийн аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэл болон хамгийн бага агаарын (клиренс) зай хоорондын хамаарал  [.30](#_bookmark44)

[A.2-р хүснэгт – Стандарт, хэвийн таслах,](#_bookmark46) залгах импульсийг тэсвэрлэх хүчдэл болон хамгийн бага фаз-газар хоорондын агаарын (клиренс) зай хороондын хамаарал[…..................................................................................................................31](#_bookmark46)

[A.3-р хүснэгт – Стандарт таслах, залгах импульсийг тэсвэрлэх хүчдэл болон хамгийн бага фаз хоорондын агаарын (клиренс) зай хоорондын хамаара](#_bookmark47)л [….......................................................................................................................32](#_bookmark47)

В.1-р хүснэгт– [IEC-ээр стандартчилаагүй](#_bookmark49) *[Um](#_bookmark49)* [тоног төхөөрөмжийн өндөр хүчдэлийн тусгаарлагын хэвийн түвшин............................................................................................................................33](#_bookmark49)

### CONTENTS

[FOREWORD 4](#_bookmark0)

1. [Scope 6](#_bookmark1)
2. [Normative references 6](#_bookmark2)
3. [Terms and definitions 7](#_bookmark3)
4. [Abbreviated terms and symbols 14](#_bookmark6)
   1. [General 14](#_bookmark7)
   2. [Subscripts 14](#_bookmark8)
   3. [Letter symbols 14](#_bookmark9)
   4. [Abbreviations 15](#_bookmark10)
5. [Procedure for insulation co-ordination 15](#_bookmark11)
   1. [General outline of the procedure 15](#_bookmark12)
   2. [Determination of the representative voltages and overvoltages (*U*rp) 16](#_bookmark14)
   3. [Determination of the co-ordination withstand voltages (*Ucw*) 18](#_bookmark16)
   4. [Determination of the required withstand voltage (*U*rw) 18](#_bookmark17)
   5. [Selection of the rated insulation level 19](#_bookmark18)
   6. [List of standard rated short-duration power frequency withstand voltages 20](#_bookmark19)
   7. [List of standard rated impulse withstand voltages 20](#_bookmark20)
   8. [Ranges for highest voltage for equipment 20](#_bookmark21)
   9. [Environmental conditions 20](#_bookmark22)
      1. [Normal environmental conditions 20](#_bookmark23)
      2. [Standard reference atmospheric conditions 20](#_bookmark24)
   10. [Selection of the standard insulation level 20](#_bookmark25)
   11. [Background of the standard insulation level 24](#_bookmark28)
       1. [General 24](#_bookmark29)
       2. [Standard rated switching impulse withstand voltage 25](#_bookmark30)
       3. [Standard rated lightning impulse withstand voltage 25](#_bookmark31)
6. [Requirements for standard withstand voltage tests 25](#_bookmark32)
   1. [General requirements 25](#_bookmark33)
   2. [Standard short-duration power-frequency withstand voltage tests 26](#_bookmark34)
   3. [Standard impulse withstand voltage tests 26](#_bookmark35)
   4. [Alternative test situation 27](#_bookmark36)

6.5 [Phase-to-phase and longitudinal insulation standard withstand voltage tests](#_bookmark37)

[for equipment in range I 27](#_bookmark37)

* + 1. [Power-frequency tests 27](#_bookmark38)
    2. [Phase-to-phase (or longitudinal) insulation lightning impulse tests 28](#_bookmark39)
  1. [Phase-to-phase and longitudinal insulation standard withstand voltage tests](#_bookmark40)

[for equipment in range II 28](#_bookmark40)

[Annex A (normative) Clearances in air to assure a specified impulse withstand voltage](#_bookmark41)

[installation 29](#_bookmark41)

A.1 [General 29](#_bookmark42)

A.2 [Lightning impulse 30](#_bookmark43)

A.3 [Switching impulse 31](#_bookmark45)

[Annex B (informative) Rated insulation levels for highest voltages of equipment *U*](#_bookmark48)m

[not standardized by IEC 33](#_bookmark48)

[Bibliography 34](#_bookmark50)

[Figure 1 – Flow chart for the determination of rated or standard insulation level 16](#_bookmark13)

[Table 1 – Classes and shapes of overvoltages, Standard voltage shapes and Standard](#_bookmark15) [withstand voltage tests…..................................................................17](#_bookmark15)

[Table 2 – Standard insulation levels for range I (1 kV < *U*m ≤ 245 kV) 22](#_bookmark26)

[Table 3 – Standard insulation levels for range II (*U*m > 245 kV) 23](#_bookmark27)

[Table A.1 – Correlation between standard rated lightning impulse withstand voltages](#_bookmark44)

[and minimum air clearances 30](#_bookmark44)

[Table A.2 – Correlation between standard rated switching impulse withstand voltages](#_bookmark46)

[and minimum phase-to-earth air clearances 31](#_bookmark46)

[Table A.3 – Correlation between standard rated switching impulse withstand voltages](#_bookmark47)

[and minimum phase-to-phase air clearances 32](#_bookmark47)

[Table B.1 – Rated insulation levels for highest voltages of equipment *U*](#_bookmark49)m [not](#_bookmark49)

[standardized by IEC 33](#_bookmark49)

ОЛОН УЛСЫН ЦАХИЛГААН ТЕХНИКИЙН КОМИСС

## ТУСГААРЛАГЫГ НИЙЦҮҮЛЭХ –

## 1 дүгээр хэсэг: Тодорхойлолт, зарчим ба дүрэм

ӨМНӨХ ҮГ

1. Олон Улсын Цахилгаан Техникийн Комисс (ОУЦТК) нь бүх үндэстний Цахилгаан техникийн хороог (ОУЦТК-ын Үндэсний хороод) нэгтгэсэн дэлхий нийтийн стандартчиллын байгууллага юм. ОУЦТК-ын зорилго нь цахилгаан болон электроникийн салбарт стандартчиллын бүх асуудлаар олон улсын хамтын ажиллагааг дэмжих явдал байдаг. ОУЦТК нь энэ зорилгын хүрээнд хийх ажлууд, бусад үйл ажиллагаанаас гадна олон улсын стандартууд, Техникийн баримт бичгүүд, Техникийн илтгэлүүд, Олон нийтээр хэрэглэх боломжтой тодорхойлолтууд (PAS) болон Арга зүйн удирдамжууд (цаашид “ОУЦТК-ын Нийтлэл(үүд) гэх”)-ыг бэлтгэн нийтэлдэг. Нийтлэлүүд бэлтгэх ажлыг техникийн хороодод үүрэг болгох бөгөөд ОУЦТК-ын аливаа үндэсний хороо сонирхсон асуудлынхаа бэлтгэл ажилд оролцох боломжтой. Мөн ОУЦТК-той холбоотой ажилладаг олон улсын, төрийн, төрийн бус байгууллагууд энэ бэлтгэл ажилд оролцож болно. ОУЦТК нь хоёр байгууллага хоорондын гэрээгээр тодорхойлсон нөхцөлийн дагуу Олон Улсын Стандартчиллын Байгууллагатай (ОУСБ) нягт хамтран ажилладаг.
2. Техникийн хороо бүрт тухайн асуудлыг сонирхсон Үндэсний бүх хорооны төлөөлөл байдаг тул ОУЦТК-оос техникийн асуудлаар гаргасан албан ёсны шийдвэр эсвэл хэлцэл нь хамааралтай сэдвүүдээр ирүүлсэн олон улсын саналын зөвшилцлийг аль болох нэгдмэл саналтайгаар илэрхийлнэ.
3. ОУЦТК-ын Нийтлэлүүд нь олон улсын хэрэглээнд зориулсан зөвлөмж хэлбэртэй байх бөгөөд Үндэсний хороод бичиг баримтуудыг энэ агуулгаар ойлгож, хүлээн авна. ОУЦТК-ын нийтлэлүүдийн техникийн агуулгын алдаа мадаггүй байдлыг хангах боломжит бүх хүчин чармайлтыг тавьдаг ч нийтлэлүүдийг хэрэглэсэн арга барил эсвэл аливаа эцсийн хэрэглэгчийн ямар нэгэн ташаа ойлголтын талаар ОУЦТК хариуцлага хүлээх боломжгүй.
4. Олон улсын хэмжээний нийтлэг байдлыг дэмжихийн тулд Үндэсний хороод ОУЦТК-ын Нийтлэлүүдийг үндэсний болон бүс нутгийн стандартуудад боломжит, хамгийн их хэмжээнд тодорхой тусгах үүрэг хүлээдэг. ОУЦТК-ын Нийтлэл болон тухайн нийтлэлд нийцэх үндэсний эсвэл бүс нутгийн нийтлэлийн хоорондын аливаа зөрүүг үндэсний буюу бүс нутгийн нийтлэлд тодорхой ТАЙЛБАРлавал зохино.
5. ОУЦТК нь баталгаа гаргах тэмдэг хэрэглэдэггүй бөгөөд ОУЦТК-ын аль нэг Нийтлэлд нь нийцсэн гэж мэдэгдсэн аливаа тоног төхөөрөмжийн талаар хариуцлага хүлээхгүй болно.
6. Бүх хэрэглэгч энэхүү нийтлэлийн хамгийн сүүлийн үеийн хэвлэлийг авсан гэдгээ өөрсдөө баталгаажуулах хэрэгтэй.
7. ОУЦТК буюу комиссын удирдлагууд, ажилтан, албан хаагчид эсвэл, бие даасан шинжээчид, техникийн хороодын болон ОУЦТК-ын Үндэсний хороодын гишүүдийг хамарсан төлөөлөгчдөд аливаа хувь хүний гэмтэл бэртэл, эд хөрөнгийн хохирол, эсвэл бусад төрлийн шууд буюу шууд бусаар учирсан гэмтлийн зардал (хуулиар тогтоогдсон хураамж г.м), мөн хэвлэн нийтлэх, ашиглах, эсвэл ОУЦТК-ын энэ Нийтлэл болон ОУЦТК-ын өөр Нийтлэлтэй холбоотой гарсан төлбөрийн хариуцлага хүлээлгэхгүй болно.
8. Энэ нийтлэлд иш татсан норматив ишлэлд анхаарал хандуулах хэрэгтэй. Лавлагаа өгөх нийтлэлийг хэрэглэхэд зайлшгүй анхаарах зүйл нь тухайн нийтлэлийг зөв ашиглах явдал юм.
9. ОУЦТК-ын энэ Нийтлэлийн зарим бүрэлдэхүүн хэсгүүд зохиогчийн эрхийн дагуу хамгаалагдсан байж болохыг анхаарах хэрэгтэй. ОУЦТК нь аливаа эсвэл ийм төрлийн зохиогчийн эрхийн аль нэгийг буюу бүгдийг тодорхойлон заах хариуцлага хүлээхгүй болно.

ОУЦТК техникийн 99-р хороо нь IEC 60071-1: хувьсах 1 кВ, тогтмол 1,5 кВ -оос дээш хүчдэлтэй өндөр хүчдэлийн цахилгаан гүйдлийн тусгаарлагыг нийцүүлэн, системийн инженерчлэлийг бэлтгэн гаргасан.

Уг ес дэх хэвлэл гарснаар 2006 онд нийтлэгдсэн найм дахь хэвлэл болон 1:2010 онд нийтлэгдсэн нэмэлт өөрчлөлт хүчингүй болж байгаа юм. Энэ хэвлэл нь техникийн талаас нь хянан баталгаажуулсан хувилбар.

ОУЦТК 108 дугаар Арга зүйн удирдамжид заасны дагуу энэ стандарт нь ерөнхий стандартын статустай болно.

Өмнөх хэвлэлээс гарсан гол өөрчлөлтүүдийг дараахад бичив.

1. Бүх ишлэлийг одоогийн ОУЦТК стандартад нийцүүлэн шинэчилж, ном зүйг устгасан;
2. Давхардал үүсэхээс зайлсхийх, тодорхой ойлголтыг хангах үүднээс зарим тодорхойлолтыг тодруулсан болно;
3. ОУЦТК холбогдох стандартуудтай нийцүүлэхийн тулд үсгэн тэмдгүүдийг өөрчилж, зассан;
4. Ойлголтыг тодруулах үүднээс зарим гарчгийг өөрчилсөн (А.2, А3, B Хавсралтыг үзнэ үү).

Энэхүү стандартын бичвэр дараах баримт бичигт үндэслэсэн болно.

|  |  |
| --- | --- |
| CDV | Санал хураалтын тайлан |
| 99/199/CDV | 99/227/RVC |

Энэ стандартыг батламжлах санал хураалтын бүх мэдээллийг дээрх хүснэгтэд заасан санал хураалтын тайлангаас үзэх боломжтой.

Энэ нийтлэл нь ОУСБ/ОУЦТК Удирдамжийн 2-р хэсгийн заалтад нийцүүлэн боловсруулагдсан төсөл юм.

IEC 60071 цуврал стандартын бүх хэсгийн жагсаалтыг ОУЦТК вебсайтаас *“Тусгаарлагыг нийцүүлэх”* гэсэн ерөнхий гарчгаар нийтэлсэн.

Тус комиссоос энэ нийтлэлийн агуулгыг тодорхой нийтлэлтэй холбоотой өгөгдлүүдэд ОУЦТК “http://webstore.iec.ch” гэсэн вэб сайт дээр заасан тогтвортой огноо хүртэл өөрчлөхгүй үлдээхээр шийдвэрлэсэн. Товлосон хугацаанд нийтлэгдэх материал нь

* дахин баталгаажуулсан,
* хэрэглэхээ больсон,
* хянан засварласан нийтлэлээр өөрчилсөн, эсвэл
* нэмэлт өөрчлөлт оруулсан байх болно.

|  |
| --- |
| **ЧУХАЛ - Энэхүү нийтлэлийн нүүр хуудсанд байрлах 'colour inside' лого нь түүний агуулгыг зөв ойлгоход хэрэгтэй гэж үзсэн өнгө агуулж байгааг харуулж байна. Тиймээс хэрэглэгчид энэ баримт бичгийг өнгөт принтер ашиглан хэвлэх хэрэгтэй.** |

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## INSULATION CO-ORDINATION –

## Part 1: Definition, priciples and rules

FOREWORD

1. The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaisign with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
2. The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
3. IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end use.
4. In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
5. IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
6. All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7. No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
8. Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
9. Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60071-1 has been prepared by IEC technical committee 99: insulation co-ordination and system engineering of high voltage electrical power installations above 1,. kV and 1,5 kV DC.

This ninth edition cancels and replaces the eighth edition published in 2006 and Amendment 1:2010. This edition constitutes a technical revision

It has the status of a horizontal standard in accordance with IEC Guide 108.

The main changes from the previous edition are as follows:

1. All references are updated to current IEC standard, and the bibliography is deleted;
2. Some definitions are clarified in order to avoid overlapping and ensure clear understanding;
3. Letter symbols are changed and corrected in order to keep the consistency with relevant IEC standards;
4. Some title are changed to clarify understanding (see Clauses A.2, A.3 and Annex B).

The text of this international Standard is based on the following document:

|  |  |
| --- | --- |
| CDV | Report on voting |
| 99/199/CDV | 99/227/RVC |

Full information on the voting for the approval of this International Standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO / IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC 60071 series, published under the general title *insulation co-ordination*, can be found on the IEC website

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under <http://webstore.iec.ch> in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

* reconfirmed,
* withdrawn,
* replaced by a revised edition, or
* amended.

|  |
| --- |
| **IMPORTANT – The “colour insisde” logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this publication using a colour printer.** |

МОНГОЛ УЛСЫН СТАНДАРТ

Ангилалтын код

|  |  |
| --- | --- |
| **ТУСГААРЛАГЫГ НИЙЦҮҮЛЭХ –**  **1 дүгээр хэсэг: Тодорхойлолт, зарчим ба дүрэм** | **MNS IEC 60071-1** |
| **INSULATION CO-ORDINATION –**  **Part 1: Definitions, principles and rules** | **IEC 60071-1** |

Стандартчиллын үндэсний зөвлөлийн 2020 оны … дугаар сарын ... -ны өдрийн ... дугаар тогтоолоор батлав.

Энэ стандартыг 2020 оны ... дүгээр сарын ...-ний өдрөөс эхлэн дагаж мөрдөнө.

|  |  |
| --- | --- |
| 1. **Хамрах хүрээ**   ОУЦТК 60071 стандартын энэхүү бүлгийг 1 кВ ба түүнээс дээш хүчдэлтэй тоног төхөөрөмж бүхий гурван фазын хувьсах гүйдлийн системд ашиглана. Энд тоног төхөөрөмж ба системийн байгууламжийн фаз хоорондын болон фаз-газар хоорондын тусгаарлагын хэвийн тэсвэрлэх хүчдэлийг сонгох журмыг тогтоосон. Мөн хэвийн тэсвэрлэх хүчдэлийг сонгох стандарт утгуудын жагсаалтыг гаргасан болно.  Сонгосон тэсвэрлэх хүчдэлүүд нь тоног төхөөрөмжид зориулсан хамгийн өндөр хүчдэлтэй харилцан холбоотой гэдгийг энэ баримт бичигт тайлбарласан. Энэ Энэ нь зөвхөн тусгаарлагыг нийцүүлэхэд зориулагдсан. Хүнд тавигдах аюулгүй байдлын шаардлагыг энэ баримт бичигт тусгаагүй.  Энэхүү баримт бичгийн зарчмыг дамжуулах шугамын тусгаарлагад ашиглаж болох ч тэдгээр тусгаарлагын тэсвэрлэх хүчдэлийн утга стандарт хэвийн тэсвэрлэх хүчдэлээс ялгаатай байж болно.  Төхөөрөмжийн хороо нь энэ баримт бичгийн зөвлөмжийг харгалзан үзэж, холбогдох тоног төхөөрөмжид тохиромжтой хэвийн тэсвэрлэх хүчдэл болон туршилтын журмыг тодорхойлох үүрэг хүлээнэ.  ТАЙЛБАР энэхүү баримт бичигт тусгасан, тусгаарлагыг нийцүүлэх бүх дүрмийг IEC 60071-2 стандартад дэлгэрэнгүй тайлбарласан, ялангуяа стандарт хэвийн тэсвэрлэх хүчдэл болон тоног төхөөрөмжийн хамгийн өндөр хүчдэлийн хоорондын холбоог авч үзсэн. Стандарт хэвийн тэсвэрлэх хүчдэлүүд нь тоног төхөөрөмжид зориулсан хамгийн өндөр адилхан хүчдэлтэй холбоотой байх, нэгээс олон бүрдэлтэй үед хамгийн тохиромжтой бүрдлийн сонголтын зааварчилгааг өгдөг.  IEC 108 дугаар Гарын авлагад заасан зарчмуудын дагуу Техникийн хороод стандарт бэлтгэхдээ хэрэглэх нь энэ ерөнхий стандартын үндсэн зориулалт юм.  Техникийн хорооны нэг үүрэг нь нийтлэлээ бэлтгэхдээ хэрэглэх боломжтой ямар ч нөхцөл байдалд ерөнхий стандартуудыг ашиглах явдал байдаг. Холбогдох нийтлэлд эшлэл хийгээгүй эсвэл оруулаагүй бол энэ ерөнхий стандартын агуулгыг хэрэглэхгүй болно.  **2 Норматив ишлэл**  Уг стандартын шаардлагуудыг боловсруулахдаа дараах баримт бичгүүдийг үндэслэл болгон эш татсан. Огноо заасан ишлэлд зөвхөн тухайн үед хүчин төгөлдөр мөрдөгдөж буй хэвлэлийг л хэрэглэнэ. Харин огноо заагаагүй бол иш татсан тухайн баримт бичгийн хамгийн сүүлийн (нэмэлт өөрчлөлт оруулсан) хэвлэлийг хэрэглэнэ.  IEC 60038, *ОУЦТК стандарт хүчдэл*  IEC 60060-1, *Өндөр хүчдэлийн туршилт хийх аргачлал– 1 дүгээр хэсэг: Ерөнхий тодорхойлолт, туршилтын шаардлага*  IEC 60071-2, *Тусгаарлагыг нийцүүлэх – 2 дугаар хэсэг: Хэрэглээний удирдамж*  IEC60099-4, Цэнэг шавхагч – 4 дүгээр хэсэг: *Хувьсах гүйдлийн системд зориулсан завсаргүй, металлын исэлт хязгаарлагч* 3 Нэр томьёо болон тодорхойлолт Энэ баримт бичигт дараах нэр томьёо болон тодорхойлолтыг ашиглана.  Стандартчилалд хэрэглэх нэр томьёоны мэдээллийн санг дараах ОУСБ болон ОУЦТК-ын сайтуудад байршуулдаг. Үүнд:   * ОУЦТК Electropedia: <http://www.electropedia.org/> сайтаас үзнэ үү * ОУСБ Online browsing platform: <http://www.iso.org/obp> сайтаас үзнэ үү  3.1 тусгаарлагыг нийцүүлэх тухайн тоног төхөөрөмжийн зориулалтын системд үүсэх ажлын хүчдэл ба хэт хүчдэл; хамаарах тоног төхөөрөмжийн диэлектрик чанарыг тохируулан сонгох сонголт. Сонголт хийхдээ ашиглалтын орчин, ашиглах боломжтой урьдчилан сэргийлэх, хамгаалах боломжтой хэрэгслийн тодорхойломжийг харгалзан үзнэ  1-р Тайлбар: Тоног төхөөрөмжийн "диэлектрик чанар" гэдэг нь түүний хэвийн тусгаарлагын түвшин (3.36) эсвэл стандарт тусгаарлагын түвшин (3.37) гэсэн үг юм.  [ЭХ СУРВАЛЖ : IEC 60050-614:2016, 614-03-08, өөрчилсөн – 1-р Тайлбарыг нэмж оруулав ]  **3.2 гадна талын тусгаарлага**  гадна орчны агаарын нөлөө, диэлектрик хүчлэг болон ажлын талбарын бохирдол, чийгшил, хортон шавж зэрэг бусад орчны нөлөөлөлд өртөж байдаг тоног төхөөрөмжийн хатуу тусгаарлагын гадна орчинтой харьцах гадаргуу болон гадна орчны агаарын (клиренс) зай  1-р Тайлбар: Гадна талын тусгаарлага нь цаг агаарын хамгаалалттай эсвэл цаг агаарын хамгаалалтгүй, халхавчны хаалтны гадна эсвэл дотор талд суурилуулалт хийхээр загварлагдсан.  [ЭХ СУРВАЛЖ : IEC 60050-614:2016, 614-03-02, Өөрчилсөн –1-р Тайлбарыг нэмэлтээр оруулав.]  **3.3 дотор талын тусгаарлага**  Гадаа орчны болон бусад гадна нөхцөлийн нөлөөллөөс хамгаалагдсан, тоног төхөөрөмжийн хатуу, шингэн болон хийн хэлбэртэй тусгаарлагын дотор талын зай  [ЭХ СУРВАЛЖ : IEC 60050-614:2016, 614-03-03]  **3.4 өөрөө шинэчлэн сэлбэгдэх тусгаарлага**  нуман цахилалтын дараа богино хугацааны интервалд тусгаарлах шинж чанараа бүрэн сэргээдэг тусгаарлага.  1-Р Тайлбар: энэ төрлийн тусгаарлага нь ерөнхийдөө гадна талын тусгаарлага байдаг ч заавал тийм байна гэж заагаагүй.  2-Р Тайлбар: Энэ тодорхойлолт нь зөвхөн диэлектрик туршилтын үед туршилтын хүчдэлийн хэрэглээний улмаас цахилалт үүссэн тохиолдолд л хамаарна. Харин ашиглалтад үүсэж байгаа цахилалт нь өөрөө нөхөн сэргэдэг тусгаарлагын үндсэн шинж чанарыг хэсэгчлэн эсвэл бүр мөсөн алдагдуулж болзошгүй юм.  [ЭХ СУРВАЛЖ : IEC 60050-614:2016, 614-03-04]  **3.5 өөрөө шинэчлэн сэлбэгдэхгүй тусгаарлага**  нуман цахилалтявагдсаны дараа тусгаарлагын шинж чанараа алддаг эсвэл бүрэн сэргээгддэггүй тусгаарлага  1-р Тайлбар: Энэ тодорхойлолтыг зөвхөн диэлектрик туршилтын үед туршилтын хүчдэлийн хэрэглээний улмаас цахилалт үүссэн тохиолдолд хэрэглэнэ. Харин ашиглалтад гарах тусгаарлага нь өөрөө шинэчлэн сэлбэгдэх тусгаарлагын шинж чанарыг хэсэгчлэн эсвэл бүр мөсөн алдагдуулж болзошгүй юм.  [ЭХ СУРВАЛЖ : IEC 60050-614:2016, 614-03-05]  **3.6 тусгаарлагын гаргалга**  Үйлчилж буй хүчдэлийн дурын хоёр гаргалга бүрийн хооронд тусгаарлага шаардлагатай  1-Р Тайлбар: Гаргалгын төрлүүд:  a) фазын гаргалга, фазын гаргалга болон саармаг гаргалгуудын хооронд системийн фаз-саармаг хоорондын хүчдэлийг ашиглана;  b) саармаг гаргалга, системийн саармаг цэгт холбогдсон саармаг гаргалгаар илэрхийлэгдэнэ (трансформаторын саармаг гаргалга гэх мэт.);  c) Газардуулгын гаргалга, Ашиглалтад байгаа газардуулгатай үргэлж нягт холбогдсон байна. (Трансформаторын бак, салгууруудын суурь, металл тулгуурын бүтэц, газрын хавтгай гэх мэт.).  **3.7 тусгаарлагын бүтэц**  тусгаарлага болон түүний бүх гаргалгууд мөн диэлектрик шинж чанарт нөлөөлөх бүх элементүүдээс (тусгаарладаг болон дамжуулдаг) бүрдэх, ашиглалтын явцад үүсэх тусгаарлагын геометрийн иж бүрэн бүтэц  1-р Тайлбар: Тусгаарлагын бүтцийг 3.7.1-ээс 3.7.4 хүртэл тодорхойлсон болно.  **3.7.1 гурван фазын тусгаарлагын бүтэц**  нэг саармаг цэгийн гаргалга болон нэг газардуулгын гаргалгаас бүрдэх гурван фазын гаргалгатай тусгаарлагын бүтэц  **3.7.2 фаз газар хоорондын тусгаарлагын бүтэц**  саармаг цэгийн гаргалгыг газардуулсан байх гурван фазын тусгаарлагынбүтэц , онцгой тохиолдлоос бусад үед хоёр фазын гаргалгыг тооцохгүй  **3.7.3 фаз хоорондын тусгаарлагын бүтэц**  гурван фазын тусгаарлагын бүтэц нь нэг фазын тусгаарлагыг тооцохгүй, онцгой тохиолдолд, саармаг болон газардуулгын гаргалгыг мөн тооцохгүй  **3.7.4 тууш тусгаарлагын бүтэц**  хоёр фазын ба нэг газардуулгын гаргалгатай тусгаарлагын бүтэцба фазын гаргалгууд нь бие даасан хүчдэлтэй хоёр хэсэгт түр хугацаагаар тусгаарлагдсан гурван фазын системтэй ижил фазад хамаарна (жишээ нь таслах, залгах төхөөрөмж нээлттэй )  1-р Тайлбар: Өөр хоёр фазад хамаарч буй дөрвөн гаргалгыг тооцохгүй эсвэл газардуулсан гэж үзнэ. Онцгой тохиолдолд хоёр фазын гаргалгын нэгийг нь газардуулсан гэж үзэж болно.  **3.8 системийн нэрлэсэн хүчдэл**  *U*n  системийг тодорхойлох эсвэл тэмдэглэхэд хэрэглэдэг хүчдэлийн тохиромжит ойролцоо утга  [ЭХ СУРВАЛЖ : IEC 60050-601:1985, 601-01-21, өөрчлөгдсөн– тэмдэг нэмэгдсэн.]  **3.9 системийн хамгийн их хүчдэл**  *Us*  системийн аль ч цэгт, ямар ч хугацаанд хэвийн ажлын нөхцөлд үүсэх фаз хоорондын ажлын хүчдэлийн (дундаж квадрат утга) хамгийн өндөр утга  [ЭХ СУРВАЛЖ : IEC 60050-601:1985, 601-01-23, өөрчлөгдсөн –хүчдэл дээр тодорхой утгыг нэмж оруулсан.]  **3.10 тоног төхөөрөмжийн хамгийн их хүчдэл**  *Um*  тоног төхөөрөмжийн холбогдох стандартуудад хамаарах энэхүү хүчдэлээр тухайн тоног төхөөрөмжийн тусгаарлага болон бусад тодорхойломжийг тооцон загварчилдаг, фаз хоорондын хүчдэлийн хамгийн өндөр утга (дундаж квадрат утга)  1-р Тайлбар: хэвийн ашиглалтын нөхцөлд энэхүү хүчдэл нь тоног төхөөрөмжид үргэлжлүүлэн ашиглагдаж болно хэмээн холбогдох төхөөрөмжийн хорооноос тодорхой заасан байдаг.  [ЭХ СУРВАЛЖ : IEC 60050-614:2016, 614-03-01]  **3.11 тусгаарлагдсан саармаг цэгтэй систем**  хамгаалалтын эсвэл хэмжилтийн зорилгоор өндөр эсэргүүцэлтэй холболтоос бусад тохиолдолд саармаг цэгийг газардуулгатай санамсаргүйгээр холбосон систем  [ЭХ СУРВАЛЖ : IEC 60050-601:1985, 601-02-24]  **3.12 гүн газардуулсан саармаг цэгтэй систем**  саармаг цэг(үүд)ийг нь шууд газардуулсан систем  [ЭХ СУРВАЛЖ : IEC 60050-601:1985, 601-02-25]  **3.13 бүрэн эсэргүүцлийг газардуулсан (саармаг цэгтэй) систем**  Газардлагын гүйдлийг хязгаарлахын тулд саармаг цэг(үүд)ийг нь эсэргүүцлээр дамжуулан газардуулсан систем  [ЭХ СУРВАЛЖ : IEC 60050-601:1985, 601-02-26]  **3.14 тэгшитгэсэн газардуулгатай (саармаг) систем**  нэг фазын газардах гүйдлийн эзлэхүүний бүрэлдэхүүн хэсгийг ойролцоогоор компенсацлах цахилгаан эсэргүүцлүүдээр дамжуулан нэг эсвэл түүнээс олон саармаг цэгийг нь газарт холбосон систем  1-р Тайлбар: Систем тэгшитгэсэн газардуулгатайгаар газардуулсан гэмтлээс үүссэн ялгаврын гүйдэл нь ихэвчлэн агаар дахь нуман гэмтлийн өөрийгөө унтраах хэмжээгээр хязгаарлагдана.  [ЭХ СУРВАЛЖ : IEC 60050-601:1985, 601-02-27]  **3.15 газардлагын коэффициент**  *k*  гурван фазын системийн өгөгдсөн байршилд, тогтсон системийн хэлбэрт зориулсан, системийн ямар нэгэн цэгийн нэг эсвэл түүнээс олон шугамын дамжуулагчид нөлөөлөх газарт холбосон холболтын туршид гэмтээгүй шугамын дамжуулагчийн фаз, газрын хоорондын, гүйдлийн давтамжтай хүчдэлийн дундаж квадрат хамгийн их утгыг газардлагын дээрхтэй адил ямар ч холболт байхгүй, өгөгдсөн байршлын гүйдлийн давтамжтай, фаз, газар хоорондын хүчдэлийн дундаж квадрат утгад харьцуулсан харьцаа  [ЭХ СУРВАЛЖ : IEC 600050-614:2016, 614-03-06, өөрчлөгдсөн - Тэмдэг нэмэгдсэн ба хүчдэлийн тодорхойлолтыг өөрчилсөн.  **3.16 тасралтгүй үргэлжлэх хүчдэл**  тогтмол дундаж квадрат утгатай цахилгаан давтамжийн хүчдэл нь тусгаарлагын бүтцийн аль ч хос гаргалганд тасралтгүй хэрэглэгдэнэ.  **3.17 хэт хүчдэл**  хүчдэл:   * нэг фазын дамжуулагч ба газардуулгын хооронд эсвэл системийн хамгийн өндөр хүчдэлийн оргил цэгээс давсан оргил утга бүхий тууш тусгаарлалтын хоорондох хүчдэл * системийн хамгийн өндөр хүчдэлийн далайцын утгаас хэтэрсэноргил утга бүхий фазын дамжуулагчийн хоорондох хүчдэл   1-р Тайлбар: Цэнэг шавхагчид заасан шиг тодорхой заагаагүй бол, хэт хүчдэлийн утга нь онцгой тохиолдолд *Us*\*/ -р илэрхийлэгдэнэ.  [ЭХ СУРВАЛЖ : IEC 60050-614: 2016, 614-03-10]  **3.17.1 түр зуурын хэт хүчдэл**  **TOV**  харьцангуй урт хугацаанд үргэлжлэх гүйдлийн давтамжийн хэт хүчдэл  1-р Тайлбар: Хэт хүчдэл үүсэх нөхцөл нь бага бууралттай эсвэл бууралтгүй байж болно. Зарим тохиолдолд хэт хүчдэлийн давтамж нь гүйдлийн давтамжаас хэд дахин бага эсвэл их байж болно.  [ЭХ СУРВАЛЖ : IEC 60050-614:2016, 614-03-13]  **3.17.2 шилжилтийн хэт хүчдэл**  хэлбэлзэлтэй эсвэл хэлбэлзэлгүй, гол төлөв маш ихээр буурдаг, хэдэн миллисекунд эсвэл түүнээс богино хугацаанд үргэлжлэх хэт хүчдэл  1-Р ТАЙЛБАР: Шилжилтийн хэт хүчдэл нь шууд түр зуурын хэт хүчдэлийг дагалдан үүсэж болно. Ийм тохиолдлуудад энэ хоёр хэт хүчдэлийг тусдаа үзэгдэл гэж авч үздэг.  [ЭХ СУРВАЛЖ: IEC 60050-614:2016, 614-03-14] 3.17.2.1 шилжилтийн хэт хүчдэл ихэвчлэн нэг чиглэлд оргил хэсэгтээ хугацааны хувьд 5000 микросекундээс бага буюу тэнцүү, 20 микросекундээс их байх бол сүүл хэсэгтээ 20 микросекундээс бага буюу тэнцүү байх шилжилтийн хэт хүчдэл  **3.17.2.2 хурдан фронттой хэт хүчдэл**  оргил утга хүртэлх хугацаа нь 0,1 микросекундээс их, 20 микросекундээс бага буюу тэнцүү, сүүл хэсэгт үргэлжлэх хугацаа нь 300 микросекундээс бага, ихэнхдээ нэг чиглэлтэй шилжилтийн хэт хүчдэл  **3.17.2.3 өндөр фронттой хэт хүчдэл**  оргил хүртэл хугацаа нь 0,1 микросекундээс бага, 30 kГц-ээс их, 100 MГц-ээс бага давтамжаар нэмсэн хэлбэлзэлтэй эсвэл хэлбэлзэлгүй, ихэнхдээ нэг чиглэлтэй шилжилтийн хэт хүчдэл  **3.17.3 хосолсон хэт хүчдэл**  фаз хоорондын тусгаарлага болон газардуулгын хоёр фазын гаргалга (эсвэл тууш) бүрийн дунд нэгэн зэрэг хэрэглэгдэх хоёр хүчдэлийн бүрэлдэхүүнээс бүрдэх хэт хүчдэл)  1-р Тайлбар: Энэ нь өндөр оргил утгыг (түр зуурын, налуу фронт, эгц фронт эсвэл илүү эгц фронт) гэсэн бүрэлдэхүүн хэсгээр ангилна.  **3.18 туршилтын стандарт хүчдэлийн хэлбэрүүд**  тодорхой хугацааны турш болон долгионы төгсгөл, долгионы фронт, далайцаар тодорхойлогдох туршилтын хүчдэл болон хэт хүчдэлийн хэлбэрүүд  1-р Тайлбар: Дараах эхний гурван стандарт хүчдэлийн хэлбэрүүдийг 1-р хүснэгт болон IEC 60060-1 стандартад илүү дэлгэрэнгүй илэрхийлсэн.  **3.18.1 богино хугацаанд үргэлжлэх гүйдлийн стандарт давтамжийн хүчдэл**  60 секундийн хугацаатай, 48 Гц болон 62 Гц хооронд давтамжтай синусойд хүчдэл  **3.18.2 таслах, залгах стандарт импульс**  2500 микросекундийн хагас утгатай ба 250 микросекундийн оргил утгатай импульсийн хүчдэл  **3.18.3 аянгын стандарт импульс**  50 микросекундийн хугацааны хагас утгатай ба 1,2 микросекундийн оргил утгатай импульсийн хүчдэл  **3.18.4 стандарт таслах, залгах хосолсон импульс**  фаз хоорондын тусгаарлагын хувьд, сөрөг туйлшрал болон тэнцүү оргил утгатай хоёр бүрэлдэхүүн хэсгийн хосолсон импульсийн хүчдэл  1-Р Тайлбар: Эерэг бүрэлдэхүүн хэсэг нь таслах, залгах стандарт импульс бөгөөд сөрөг нь оролтын болон хагас утгын хугацаа нь эерэг таслах, залгах импульсийн хэмжээнээс бага байх ёсгүй. Бараг нэг агшинд хоёр импульс нь оргил утгадаа хүрэх ёстой. Хосолсон хүчдэлийн оргил утга нь бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн оргил утгуудын нийлбэр байна.  **3.18.5 хосолсон стандарт хүчдэл**  тууш тусгаарлагын хувьд, нэг гаргалга болон бусад гаргалгын цахилгаан давтамжийн хүчдэл дээрх стандарт импульстэй хосолсон хүчдэл  1-р Тайлбар: Импульсийн бүрдэл хэсгийг сөрөг туйлшралын гүйдлийн давтамжийн хүчдэл оргил утгаа авсан үед хэрэглэнэ.  **3.19 төлөөлөх хэт хүчдэл**  Urp  Тухайн өгөгдсөн ангилалд янз бүрийн үүсвэрийн улмаас үйлчлэх хэт хүчдэлтэй адил диэлектрикийн нөлөөг уг хэт хүчдэл нь тусгаарлагад үзүүлнэ хэмээн үзнэ.  1-р Тайлбар: Төлөөлөх хэт хүчдэл нь уг ангиллын стандарт хэлбэртэй хүчдэлүүдээс бүрдэх ба нэг утга эсвэл утгуудын бүрдэл аль эсвэл ашиглалтын нөхцөлийг тодорхойлон харуулдаг утгуудын давтамжийн хуваарилалтаар тодорхойлогдож болно.  2-р Тайлбар: Уг тодорхойлолт нь мөн тусгаарлагад үйлчлэх хүчдэлийн нөлөөг илэрхийлэх тасралтгүй үргэлжилсэн гүйдлийн давтамжийн хүчдэлд хамаарна.  **3.20 хэт хүчдэл хязгаарлах төхөөрөмж**  хэт хүчдэлийн үргэлжлэх хугацаа эсвэл оргил утгын аль алийг нь хязгаарладаг төхөөрөмж  1-р Тайлбар: Тэдгээрийг урьдчилан сэргийлэх төхөөрөмж (жишээ нь урьдчилан сэргийлэх эсэргүүцэл) эсвэл хамгаалалтын хэрэгсэл (жишээ нь хэт хүчдэлийг хязгаарлах) гэж ангилдаг.  **3.21 аянгын импульсийн хамгаалалтын түвшин**  Upl  хамгаалалтын төхөөрөмжийн гаргалгууд дээрх хамгийн их зөвшөөрөгдсөн оргил хүчдэлийн утга  [ЭХ СУРВАЛЖ : IEC 60050-614:2016, 614-03-56]  **3.22 таслах, залгах импульсийн хамгаалалтын түвшин**  Ups  Хамгаалалтын төхөөрөмжид хамрагдах гаргалгуудад хамгийн их зөвшөөрөгдсөн оргил хүчдэлийн утга  [ЭХ СУРВАЛЖ : IEC 60050-614:2016, IEC614-03-57]  **3.23 Гүйцэтгэлийн шалгуур үзүүлэлт**  тоног төхөөрөмж дээр үүсэх хүчдэлийн цахилгаан орон нь тоног төхөөрөмжийн тусгаарлагыг гэмтээх эсвэл үйлчилгээний тасралтгүй байдалд нөлөөлөх магадлалыг эдийн засгийн болон ашиглалтын хувьд зөвшөөрөгдсөн түвшин хүртэл бууруулахын тулд тусгаарлагыг сонгох үндэслэл  1-Р ТАЙЛБАР: Гүйцэтгэлийн шалгуур үзүүлэлтийг тусгаарлагын тохируулгын зөвшөөрөгдсөн алдааны түвшин (жилд тохиолддог алдааны тоо, алдаа хоорондын жил, эвдрэл гарах эрсдэл, гэх мэт)-ээр илэрхийлдэг.  **3.24 тэсвэрлэх хүчдэл**  тодорхой тооны эвдлэх чадалтай хүчдэлээр турших явцад тодорхойлсон нөхцөлийн хүрээнд хэрэглэх туршилтын хүчдэлийн утга  1-р Тайлбар: Тэсвэрлэх хүчдэл нь дараахзориулалттай :  А) Нуман цахилалтын тэсвэрлэх тоо тэг байвал нийтлэгтэсвэрлэх хүчдэл гэж үзнэ. Энэ нь тэсвэрлэх магадлал Pw = 100% байна гэж үзнэ;  Б) Нуман цахилалтын тоо нь тодорхойлогдсон тэсвэрлэх магадлалаас хамаарч байвал статистик тэсвэрлэх хүчдэл гэж үзнэ. Энэ баримт бичигт тодорхойлогдсон магадлал нь 90% байна.  2-Р Тайлбар: Энэ баримт бичигт, ердийн тэсвэрлэх хүчдэлүүдийг өөрийгөө шинэчлэн сэлбэдэггүй тусгаарлагад хамааруулан тодорхойлдог. Тоон үзүүлэлтийн тэсвэрлэх хүчдэлийг өөрийгөө шинэчлэн сэлбэдэг тусгаарлагад хамааруулан тодорхойлдог.  **3.25 тэсвэрлэх хүчдэлийг нийцүүлэх**  *Ucw*  хүчдэлийн ангилал тус бүрийн хувьд, бодит ашиглалтын нөхцөлд тусгаарлагын хэлбэршлийн тэсвэрлэх хүчдэлийн утга нь гүйцэтгэлийн шалгуурыг хангасан байна.  **3.26 нийцүүлэх коэффициент**  *Kc*  тэсвэрлэх хүчдэлийн нийцлийн утгыг олохын тулд төлөөлөх хэт хүчдэлийн утгыг энэ коэффициентоор үржүүлнэ.  **3.27 гадаа орчны нөхцлийн стандарт лавлагаа**  Стандартчилагдсан тэсвэрлэх хүчдэлд хамаарах гадаа орчны нөхцөлүүд  1-р Тайлбар: 5.9.2-ийг үзнэ үү.  **3.28 шаардагдах тэсвэрлэх хүчдэл**  *Urw*  ашиглалтын бүх хугацааны туршид бодит нөхцөлд өгөгдсөн ангиллын хэт хүчдэлд цохиулах үед тусгаарлага нь гүйцэтгэлийн шалгуурыг хангаж байгаа эсэхийг батлах стандарт хүчдэлийн туршилтаар тусгаарлагчийн тэсвэрлэх ёстой туршилтын хүчдэл  1-р Тайлбар: Шаардлагатай тэсвэрлэх хүчдэл нь нийцүүлэх тэсвэрлэх хүчдэлийн хэлбэртэй байх ба үүнийг баталгаажуулахад стандарт тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилтын бүх нөхцөлүүдийг хамааруулан тодорхойлох боломжтой.  **3.29 гадаад орчны залруулгын коэффициент**  *Kt*  ашиглалтын гадаад орчны дундаж нөхцөл ба гадаад орчны стандарт жишиг хоорондын диэлектрик хүчний зөрүүг тооцоолох тэсвэрлэх хүчдэлийг нийцүүлэхэд хэрэглэх коэффициент  1-р Тайлбар: Энэ нь ямар ч өндөржилтөнд зөвхөн гадна талын тусгаарлагад хэрэглэгдэнэ.  2-р Тайлбар: Гадаа орчны залруулгын коэффициентын хувьд, гадаа орчны нөхцөл нь агаарын даралт, температур болон чийгшил зэргээс хамаарна. Тусгаарлагын нийцэлд хэрэглэхээр бол зөвхөн агаарын даралтын залруулгыг тооцоонд авч үзэх хэрэгтэй болно.  **3.30 өндөржилтийн залруулгын коеффициент**  *Ka*  ашиглалтын өндөржилтөнд харгалзах дундаж даралт ба стандарт жишиг даралтын хоорондох диэлектрикийн хүчний зөрүүг тооцоолох тэсвэрлэх хүчдэлийг нийцүүлэхэд хэрэглэх коеффициент  1-р Тайлбар: өндөржилтийн залруулгын коэффициент нь гадаа орчны залруулгын коэффициентүүдийн нэг юм.  **3.31 аюулгүй байдлын коеффициент**  *Ks*  ашиглагдах хугацааны туршид ажиллах нөхцлүүд болон стандарт тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилтын нөхцлүүдийн хоорондын диэлектрикийн хүчний зөрүүг тооцоолох шаардлагатай тэсвэрлэх хүчдэлийг гарган авах гадаад орчны залруулгын коэффициент (шаардлагатай бол)-ийг хэрэглэсний дараах тэсвэрлэх хүчдэлийн нийцлийн дундаж коеффициент  **3.32 тоног төхөөрөмжийн эсвэл тусгаарлагын бүтцийн бодит тэсвэрлэх хүчдэл**  *Uaw*  стандарт тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилтаар тоног төхөөрөмж эсвэл тусгаарлагын бүтцэд хэрэглэгдэх туршилтын хүчдэлийн боломжит хамгийн өндөр утга  **3.33 туршилтын хөрвүүлэх коэффициент**  *Ktc*  тухайн өгөгдсөн тоног төхөөрөмж эсвэл тусгаарлагчийн бүтцийн хувьд, сонгогдсон тэсвэрлэх хүчдэлийн стандарт хэлбэр нь өөр хэт хүчдэлийн ангилалд хамаарах тохиолдолд өгөгдсөн хэт хүчдэлийн ангилалд шаардагдах тэсвэрлэх хүчдэлд хэрэглэгдэх коэффициент  1-р Тайлбар: Тухайн тоног төхөөрөмж эсвэл тусгаарлагын бүтцийн хувьд, стандарт хүчдэлийн хэлбэрийн туршилтын хувиргах коэффициент (a) нь стандарт хүчдэлийн хэлбэрт зориулсан бодит тэсвэрлэх хүчдэл (a) болон стандарт хүчдэлийн хэлбэрийн бодит тэсвэрлэх хүчдэл (b) хоёрын харьцаатай тэнцүү эсвэл түүнээс их байх ёстой.  **3.34 хэвийн тэсвэрлэх хүчдэл**  нэг болон түүнээс дээш тооны шаардагдах тэсвэрлэх хүчдэл нь тусгаарлагыг нийцүүлдэг хэмээн батлах стандарт тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилтад хэрэглэгддэг хүчдэлийн утга  1-р Тайлбар: Энэ нь тоног төхөөрөмжийн тусгаарлагын хэвийн утга болно.  **3.35 стандарт хэвийн тэсвэрлэх хүчдэл**  *Uw*  энэ баримт бичигт тодорхойлогдсон стандарт хэвийн тэсвэрлэх хүчдэлийн утга  1-р Тайлбар: 5.6 болон 5.7-оос үзнэ үү.  **3.36 тусгаарлагын хэвийн түвшин**  тусгаарлагын диэлектрик бат бөх чанарыг тодорхойлох хэвийн тэсвэрлэх хүчдэлийн иж бүрдэл  **3.37 стандарт тусгаарлагын түвшин**  энэ баримт бичигт тодорхойлогдсон Um хүчдэлтэй холбогдсон стандарт хэвийн тэсвэрлэх хүчдэлийн иж бүрдэл  1-р Тайлбар: 2 болон 3-р хүснэгтээс харж болно  **3.38 стандарт тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт**  стандарт хэвийн тэсвэрлэх хүчдэл нь тусгаарлага нийцэж байгааг батлахын тулд тодорхой заасан нөхцөл бүрдсэн тохиолдолд диэлектрик туршилтыг хийнэ.  1-р Тайлбар: Энэ баримт бичигт дараах зүйлүүдийг хамрах болно:   * богино хугацаанд үргэлжлэх цахилгаан давтамжтай хүчдэлийн туршилт * таслах, залгах импульсийн туршилтууд * аянгын импульсийн туршилтууд * таслах, залгах Хосолсон импульсийн туршилтууд * Хосолсон хүчдэлийн туршилтууд   2-р Тайлбар: Стандарт тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилтуудын илүү дэлгэрэнгүй мэдээлэл IEC 60060-1 (туршилтын хүчдэлийн хэлбэрүүдийг 1-р хүснэгтээс харж болно) стандартад бичигдсэн байгаа.  3-р Тайлбар: Илүү эгц фронттой стандарт импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилтууд нь шаардлагатай бол холбогдох төхөөрөмжийн хороодоор тодорхой тогтоогдвол зохино. | 1. **Scope**   This part of IEC 60071 applies to three-phase AC systems having a highest voltage for equipment above 1 kV. It specifies the procedure for the selection of the rated withstand voltages for the phase-to-earth, phase-to-phase and longitudinal insulation of the equipment and the installations of these systems. It also gives the lists of the standard withstand voltages from which the rated withstand voltages are selected.  This document describes that the selected withstand voltages are associated with the highest voltage for equipment. This association is for insulation co-ordination purposes only. The requirements for human safety are not covered by this document.  Although the principles of this document also apply to transmission line insulation, the values of their withstand voltages can be different from the standard rated withstand voltages.  The apparatus committees are responsible for specifying the rated withstand voltages and the test procedures suitable for the relevant equipment taking into consideration the recommendations of this document.  NOTE In IEC 60071-2, all rules for insulation co-ordination given in this document are justified in detail, in particular the association of the standard rated withstand voltages with the highest voltage for equipment. When more than one set of standard rated withstand voltages is associated with the same highest voltage for equipment, guidance is provided for the selection of the most suitable set.  This horizontal standard is primarily intended for use by technical committees in the preparation of standards in accordance with the principles laid down in IEC Guide 108.  One of the responsibilities of a technical committee is, wherever applicable, to make use of horizontal standards in the preparation of its publications. The contents of this horizontal standard will not apply unless specifically referred to or included in the relevant publications.  **2 Normative references**  The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.  IEC 60038, *IEC standard voltages*  IEC 60060-1, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*  IEC 60071-2, *Insulation co-ordination – Part 2: Application guidelines*  IEC 60099-4, *Surge arresters – Part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems* 3 Terms and definitions For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.  ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:   * IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/> * ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>  3.1 insulation co-ordination selection of the dielectric strength of equipment in relation to the operating voltages and overvoltages which can appear on the system for which the equipment is intended, and taking into account the service environment and the characteristics of the available preventing and protective devices  Note 1 to entry: By "dielectric strength" of the equipment, is meant here its rated insulation level ([3.36)](#_bookmark4) or its standard insulation level ([3.37)](#_bookmark5).  [SOURCE: IEC 60050-614:2016, 614-03-08, modified – Note 1 to entry has been added] 3.2 external insulation distances in atmospheric air, and the surfaces in contact with atmospheric air of solid insulation of the equipment which are subject to dielectric stresses and to the effects of atmospheric and other environmental conditions from the site, such as pollution, humidity, vermin, etc.  Note 1 to entry: External insulation is either weather protected or non-weather protected, designed to operate outside or inside closed shelters, respectively.  [SOURCE: IEC 60050-614:2016, 614-03-02, modified – Note 1 to entry has been added] 3.3 internal insulation internal distances of the solid, liquid, or gaseous insulation of equipment which are protected from the effects of atmospheric and other external conditions  [SOURCE: IEC 60050-614:2016, 614-03-03]  **3.4 self-restoring insulation**  insulation which completely recovers its insulating properties within a short time interval after a disruptive discharge  Note 1 to entry: Insulation of this kind is generally, but not necessarily, external insulation.  Note 2 to entry: This definition applies only when the discharge is caused by the application of a test voltage during a dielectric test. However, discharges occurring in service may cause a self-restoring insulation to lose partially or completely its original insulating properties.  [SOURCE: IEC 60050-614:2016, 614-03-04] 3.5 non-self-restoring insulation insulation which loses its insulating properties, or does not recover them completely, after a disruptive discharge  Note 1 to entry: This definition applies only when the discharge is caused by the application of a test voltage during a dielectric test. However, discharges occurring in service may cause a self-restoring insulation to lose partially or completely its original insulating properties.  [SOURCE: IEC 60050-614:2016, 614-03-05] 3.6 insulation configuration terminal any of the terminals between any two of which a voltage that stresses the insulation can be applied  Note 1 to entry: The types of terminal are:  a) phase terminal, between which and the neutral is applied in service the phase-to-neutral voltage of the system;  b) neutral terminal, representing, or connected to, the neutral point of the system (neutral terminal of transformers, etc.);  c) earth terminal, always solidly connected to earth in service (tank of transformers, base of disconnectors, structures of towers, ground plane, etc.). 3.7 insulation configuration complete geometric configuration of the insulation in service, consisting of the insulation and of all terminals and including all elements (insulating and conducting) which influence its dielectric behaviour  Note 1 to entry: The insulation configurations defined in 3.7.1 to 3.7.4 are identified.  **3.7.1 three-phase insulation configuration**  insulation configuration having three phase terminals, one neutral terminal and one earth terminal  **3.7.2 phase-to-earth insulation configuration**  three-phase insulation configuration where two phase terminals are disregarded and, except in particular cases, the neutral terminal is earthed  **3.7.3 phase-to-phase insulation configuration**  three-phase insulation configuration where one phase terminal is disregarded. In particular cases, the neutral and the earth terminals are also disregarded  **3.7.4 longitudinal insulation configuration**  insulation configuration having two phase terminals and one earth terminal, the phase terminals belonging to the same phase of a three-phase system temporarily separated into two independently energized parts (e.g. open switching devices)  Note 1 to entry: The four terminals belonging to the other two phases are disregarded or earthed. In particular cases one of the two phase terminals considered is earthed.  **3.8 nominal voltage of a system**  *U*n  suitable approximate value of voltage used to designate or identify a system  [SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-21, modified – A symbol has been added.]  **3.9 highest voltage of a system**  *Us*  highest value of the phase-to-phase operating voltage (r.m.s value) which occurs under normal operating conditions at any time and at any point in the system  [SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-23, modified – Clear meaning on the voltage has been added.]  **3.10 highest voltage for equipment**  *Um*  highest value of phase-to-phase voltage (r.m.s value) for which the equipment is designed in respect of its insulation as well as other characteristics which relate to this voltage in the relevant equipment standards  Note 1 to entry: Under normal service conditions specified by the relevant apparatus committee, this voltage can be applied continuously to the equipment.  [SOURCE: IEC 60050-614:2016, 614-03-01]  **3.11 isolated neutral system**  system where the neutral point is not intentionally connected to earth, except for high impedance connections for protection or measurement purposes  [SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-02-24]  **3.12 solidly earthed neutral system**  system whose neutral point(s) is(are) earthed directly  [SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-02-25]  **3.13 impedance earthed (neutral) system**  system whose heutral point(s) is(are) earthed through impedances to limit earth fault currents  [SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-02-26]  **3.14 resonant earthed (neutral) system**  system in which one or more neutral points are connected to earth through reactances which approximately compensate the capacitive component of a single-phase-to-earth fault current  Note 1 to entry: With resonant earthing of a system, the residual current in the fault is limited to such an extent that an arcing fault in air is usually self-extinguishing.  [SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-02-27]  **3.15 earth fault factor**  *k*  at a given location of a three-phase system, and for a given system configuration, the ratio of the highest r.m.s phase-to-earth power-frequency voltage on a healthy phase during a fault to earth affecting one or more phases at any point on the system to the r.m.s phase-to-earth power-frequency voltage which would be obtained at the given location in the absence of any such fault  [SOURCE: IEC 60050-614:2016, 614-03-06, modified – A symbol has been added and description on voltage has been modified.  **3.16 continuous voltage**  power-frequency voltage, considered having constant r.m.s value, continuously applied to any pair of terminals of an insulation configuration  **3.17 overvoltage**  voltage:   * between one phase conductor and earth or across a longitudinal insulation having a peak value exceeding the peak of the highest voltage of the system divided by   3   * between phase conductors having a peak value exceeding the amplitude of the highest voltage of the system   Note 1 to entry: Unless otherwise slearly indicated, such as for surge arresters, overvoltage values expressed in p.u. refer to *Us* \*/  [SOURCE: IEC 60050-614: 2016, 614-03-10]  **3.17.1 Temporary overvoltage**  **TOV**  power-frequency overvoltage of relatively long duration  Note 1 to entry: The overvoltage may be undamped or weakly damped. In some cases, its frequency may be several times smaller or higher than power frequency.  [SOURCE: IEC 60050-614:2016, 614-03-13]  **3.17.2 transient overvoltage**  short-duration overvoltage of few milliseconds or less, oscillatory or non-oscillatory, usually highly damped  Note 1 to entry: Transient overvoltages may be immediately followed by temporary overvoltages. In such cases the two overvoltages are considered as separate events.  [SOURCE: IEC 60050-614:2016, 614-03-14]  **3.17.2.1 transient overvoltage**  transient overvoltage, usually unidirectional, with time to peak 20 µs < *Tp*  5 000 µs, and tail duration *T2* 20 µs  **3.17.2.2 fast-front overvoltage**  transient overvoltage, usually unidirectional, with time to peak 0,1 µs < T1  20 µs, and tail duration T2 < 300 µs  **3.17.2.3 very-front overvoltage**  transient overvoltage, usually unidirectional with time to peak Tf < 0,1 µs, and with or without superimposed oscillations at frequency 30 kHz < f < 100 MHz  **3.17.3 combined overvoltage**  overvoltage consisting of two voltage components simultaneously applied between each of the two phase terminals of a phase-to-phase (or longitudinal) insulation and earth  Note 1 to entry: It is classified by the component of higher peak value (temporary, slow-front, fast-front or very- fast-front).  **3.18 standard voltage shapes for test**  voltage and the overvoltage shapes for test that are determined in amplitude, wave front, wave tail and duration  Note 1 to entry: More details on the following three first standard voltage shapes are given in IEC 60060-1 and also in Table 1.  **3.18.1 standard short-duration power-frequency voltage**  sinusoidal voltage with frequency between 48 Hz and 62 Hz, and duration of 60 s  **3.18.2 standard switching impulse**  impulse voltage having a time to peak of 250 µs and a time to half-value of 2 500 µs  **3.18.3 standard lightning impulse**  impulse voltage having a front time of 1,2 µs and a time to half-value of 50 µs  **3.18.4 standard combined switching impulse**  for phase-to-phase insulation, combined impulse voltage having two components of equal peak value and opposite polarity  Note 1 to entry: The positive component is a standard switching impulse and the negative one is a switching impulse whose times to peak and half-value should not be less than those of the positive impulse. Both impulses should reach their peak value at the same instant. The peak value of the combined voltage is, therefore, the sum of the peak values of the components.  **3.18.5 standard combined voltage**  for longitudinal insulation, combined voltage having a standard impulse on one terminal and a power-frequency voltage on the other terminal  Note 1 to entry: The impulse component is applied at the peak of the power-frequency voltage of opposite polarity.  **3.19 representative overvoltage**  Urp  overvoltage assumed to produce the same dielectric effect on the insulation as the overvoltage of a given class occurring in service due to various origins  Note 1 to entry: Representative overvoltages consist of voltages with the standard shape of the class, and may be defined one value or a set of values or a frequency distribution of values that characterize the service conditions.  Note 2 to entry: This definition also applies to the continuous power-frequency voltage representing the effect of the service voltage on the insulation.  **3.20 overvoltage limiting device**  device which limits the peak values of the overvoltages or their durations or both  Note 1 to entry: They are classified as preventing devices (e.g. a preinsertion resistor) or as protective devices (e.g. a surge arrester)  **3.21 lightning impulse protective level**  Upl  maximum permissible peak voltage value on the terminals of a protective device subjected to  [SOURCE: IEC 60050-614:2016, 614-03-56]  **3.22 switching impulse protective level**  Ups  maximum permissible peak voltage value on the terminals of a protective device subjected to  [SOURCE: IEC 60050-614:2016, IEC 614-03-57]  **3.23 performance criterion**  basis on which the insulation is selected so as to reduce to an economically and operationally acceptable level the probability that the resulting voltage stresses imposed on the equipment will cause damage to equipment insulation or affect continuity of service  Note 1 to entry: The performance criterion is usually expressed in terms of an acceptable failure rate (number of failures per year, years between failures, risk of failure, etc.) of the insulation configuration.  **3.24 withstand voltage**  value of the test voltage to be applied under specified conditions in a withstand voltage test, during which a specified number of disruptive discharges is tolerated  Note 1 to entry: The withstand voltage is designated as:  a) conventional assumed withstand voltage, when the number of disruptive discharges tolerated is zero. It is deemed to correspond to a withstand probability Pw = 100 %;  b) statistical withstand voltage, when the number of disruptive discharges tolerated is related to a specified withstand probability. In this document, the specified probability is Pw = 90 %.  Note 2 to entry: In this document, the conventional assumed withstand voltages are specified for non-self- restoring insulation. The statistical withstand voltages are specified for self-restoring insulation.  **3.25 co-ordination withstand voltage**  *Ucw*  for each class of voltage, the value of the withstand voltage of the insulation configuration in actual service conditions, that meets the performance criterion  **3.26 co-ordination factor**  *Kc*  factor by which the value of the representative overvoltage must be multiplied in order to obtain the value of the co-ordination withstand voltage  **3.27 standard reference atmospheric conditions**  atmospheric conditions to which the standardized withstand voltages apply  Note 1 to entry: See [5.9.2.](#_bookmark24)  **3.28 required withstand voltage**  *Urw*  test voltage that the insulation must withstand in a standard withstand voltage test to ensure that the insulation will meet the performance criterion when subjected to a given class of overvoltages in actual service conditions and for the whole service duration  Note 1 to entry: The required withstand voltage has the shape of the co-ordination withstand voltage, and is specified with reference to all the conditions of the standard withstand voltage test selected to verify it.  **3.29 atmospheric correction factor**  *Kt*  factor to be applied to the co-ordination withstand voltage to account for the difference in dielectric strength between the average atmospheric conditions in service and the standard reference atmospheric conditions  Note 1 to entry: It applies to external insulation only, for all altitudes.  Note 2 to entry: For the atmospheric correction factor, the atmospheric conditions taken into account are air pressure, temperature and humidity. For insulation co-ordination purposes, usually only the air pressure correction needs to be taken into account.  **3.30 altitude correction factor**  *Ka*  factor to be applied to the co-ordination withstand voltage to account for the difference in dielectric strength between the average pressure corresponding to the altitude in service and the standard reference pressure  Note 1 to entry: The altitude correction factor is part of the atmospheric correction factor.  **3.31 safety factor**  *Ks*  overall factor to be applied to the co-ordination withstand voltage, after the application of the atmospheric correction factor (if required), to obtain the required withstand voltage, accounting for all other differences in dielectric strength between the conditions in service during life time and those in the standard withstand voltage test  **3.32 actual withstand voltage of an equipment or insulation configuration**  *Uaw*  highest possible value of the test voltage that can be applied to an equipment or insulation configuration in a standard withstand voltage test  **3.33 test conversion factor**  *Ktc*  for a given equipment or insulation configuration, the factor to be applied to the required withstand voltage of a given overvoltage class, in the case where the standard withstand shape of the selected withstand voltage test is that of a different overvoltage class  Note 1 to entry: For a given equipment or insulation configuration: the test conversion factor of the standard voltage shape (a) to the standard voltage shape (b) must be higher than or equal to the ratio between the actual withstand voltage for the standard voltage shape (a) and the actual withstand voltage of the standard voltage shape (b).  **3.34 rated withstand voltage**  value of the test voltage, applied in a standard withstand voltage test that proves that the insulation complies with one or more required withstand voltages  Note 1 to entry: It is a rated value of the insulation of an equipment.  **3.35 standard rated withstand voltage**  *Uw*  standard value of the rated withstand voltage as specified in this document  Note 1 to entry: See 5.6 and 5.7.    **3.36 rated insulation level**  set of rated withstand voltages which characterize the dielectric strength of the insulation  **3.37 standard insulation level**  set of standard rated withstand voltages which are associated to Um as specified in this document  Note 1 to entry: See Table 2 and Table 3.  **3.38 standard withstand voltage test**  dielectric test performed in specified conditions to prove that the insulation complies with a standard rated withstand voltage  Note 1 to entry: This document covers:   * short-duration power-frequency voltage tests; * switching impulse tests; * lightning impulse tests; * combined switching impulse tests; * combined voltage tests.   Note 2 to entry: More detailed information on the standard withstand voltage tests is given in IEC 60060-1 (see also Table 1 for the test voltage shapes).  Note 3 to entry: The very-fast-front impulse standard withstand voltage tests should be specified by the relevant apparatus committees, if required. |

|  |  |
| --- | --- |
| **4 Товчилсон нэр томьёо болон тэмдэглэгээ**  **4.1 Ерөнхий зүйл**  Доорх жагсаалт нь тусгаарлагыг нийцүүлэх сэдвийн хүрээнд хамгийн түгээмэл хэрэглэгддэг тэмдэг, товчлолуудыг агуулсан болно.  **4.2 Нэмэлт тэмдэглэгээ**  max хамгийн их **4.3 Үсгэн тэмдэглэл**  *f* давтамж  *k* газардлагын коэффициент  *Kt*  гадаад орчны залруулгын коэффициент  *Ka* өндөржилтийн залруулгын коэффициент  *Kc* нийцүүлэх коэффициент  *Ks* аюулгүй байдлын коэффициент  *Ktc* туршилтын хувиргах коэффициент  *Pw* тэсвэрлэх магадлал  *T1* өсөлтийн хугацаа  *T2* хүчдэлийн хагас утга хүртэл буурах хугацаа  *Tp* оргил утгад хүрэх хугацаа  *Tt* хэт хүчдэлийн үргэлжлэх нийт хугацаа  *Uaw* тусгаарлагыг нийцүүлэх эсвэл тоног төхөөрөмжийн тэсвэрлэх хүчдэл  *Ucw* тэсвэрлэх хүчдэлийг нийцүүлэх  *Um* тоног төхөөрөмжийн хамгийн өндөр хүчдэл  *Un* системийн нэрлэсэн хүчдэл  *Upl* цэнэг шавхагчийн аянгын импульсийн хамгаалалтын түвшин  *Ups* цэнэг шавхагчийн таслах, залгах импульсийн хамгаалалтын түвшин  *Urp*  төлөөлөх хэт хүчдэл  *Urw* шаардагдах тэсвэрлэх хүчдэл  *Us* системийн хамгийн өндөр хүчдэл  *Uw* стандарт хэвийн тэсвэрлэх хүчдэл  **4.4 Товчилсон үг**  FFO эгц фронттой хэт хүчдэл  ACWV тусгаарлагын хэлбэршил эсвэл тоног төхөөрөмжийн стандарт, хэвийн богино хугацаанд үргэлжлэх гүйдлийн давтамжийг тэсвэрлэх хүчдэл  LIPL цэнэг шавхагчийн аянгын импульсийн хамгаалалтын түвшин  SIPL цэнэг шавхагчийг таслах, залгах импульсийн хамгаалалтын түвшин  LIWV тусгаарлагын бүтэц эсвэл тоног төхөөрөмжийн стандарт, хэвийн аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэл  SFO налуу фронттой хэт хүчдэл  SIWV тусгаарлагын бүтэц эсвэл тоног төхөөрөмжийн стандарт хэвийн таслах, залгах импульсийг тэсвэрлэх хүчдэл  TOV түр хугацаанд үргэлжлэх хэт хүчдэл  VFFO илүү эгц фронттой хэт хүчдэл | **4 Abbreviated terms and symbols**  **4.1General**  The lists provided below cover only the most frequently used symbols and abbreviations which are useful for insulation co-ordination.  **4.2 Subscripts**  max maximum  **4.3 Letter symbols**  *f* frequency  *k* earth fault factor  *Kt*  atmospheric correction factor  *Ka* altitude correction factor  *Kc* co-ordination factor  *Ks* safety factor  *Ktc* test conversion factor  *Pw* withstand probability  *T1* front time  *T2* time to half-value of a decreasing voltage  *Tp* time to peak value  *Tt* total overvoltage duration  *Uaw* actual withstand voltage of an equipment or insulation configuration  *Ucw* co-ordination withstand voltage  *Um* highest voltage for equipment  *Un* nominal voltage of a system  *Upl* lightning impulse protective level of a surge arrester  *Ups* switching impulse protective level of a surge arrester  *Urp* representative overvoltage  *Urw*  required withstand voltage  *Us* highest voltage of a system  *Uw*  standard rated withstadn voltage  **4.4 Abbreviations**  FFO fast-front overvoltage  ACWV standard rated short-duration power frequency withstand voltage of an equipment or insulation configuration  LIPL lightning impulse protective level of a surge arrester  SIPL switching impulse protective level of a surge arrester  LIWV standard rated lightning impulse withstand voltage of an equipment or insulation configuration  SFO slow-front overvoltage  SIWV standard rated switching impulse withstand voltage of an equipment or insulation configuration  TOV temporary overvoltage  VFFO very-fast-front overvoltage |

|  |  |
| --- | --- |
| **5 Тусгаарлагыг нийцүүлэх журам**  **5.1 Журмын ерөнхий тойм**  Тусгаарлагыг нийцүүлэхэд зориулагдсан журам нь хэрэглээнд шаардлагатай тоног төхөөрөмжийн тусгаарлагыг тодорхойлон харуулдаг стандарт хэвийн тэсвэрлэх хүчдэлийг нийцүүлэх бүрдэлд зориулсан хамгийн өндөр хүчдэлийн сонголтоос бүрдэнэ. Уг горимыг 1-р зурагт дүрсэлсэн бол үе шатыг нь 5.1-5.5-д тайлбарласан болно. хүчдэлийн сонгосон бүрдлийг оновчтой байлгахын тулд зарим оролтын өгөгдлийг болон журмын давталттай хэсгийг дахин авч үзэх шаардлага үүсэж болно.  Хэвийн тэсвэрлэх хүчдэлийг 5.6 болон 5.7-д өгөгдсөн стандарт хэвийн тэсвэрлэх хүчдэлийн жагсаалтаас сонгоно. Сонгосон стандарт хүчдэлийн бүрдэл нь хэвийн тусгаарлагын түвшнийг бүрдүүлнэ. Хэрвээ стандарт хэвийн тэсвэрлэх хүчдэлүүд 5.10-т заасны дагуу ижил *Um*-тай хамт байгаа бол энэ бүрдэл стандарт тусгаарлагын түвшнийг бүрдүүлнэ. | **5 Procedure for insulation co-ordination**  **5.1 Genereal outline of the procedure**  The procedure for insulation co-ordination consists of the selection of the highest voltage for the equipment together with a corresponding set of standard rated withstand voltages which characterize the insulation of the equipment needed for the application. This procedure is outlined in Figure 1 and its steps are described in 5.1 to 5.5. The optimization of the selected set of Uw may require reconsideration of some input data and repetition of part of the procedure.  The rated withstand voltages shall be selected from the lists of standard rated withstand voltages given in 5.6 and 5.7. The set of selected standard voltages constitutes a rated insulation level. If the standard rated withstand voltages are also associated with the same *Um* according to 5.10, this set constitutes a standard insulation level. |

Үйлчлэл үзүүлдэг хүчдэлийн ангилал болон эх сурвалж (3.16 болон 3.17-оос үзнэ үү)

Хэт хүчдэл хязгаарлах төхөөрөмжийн хамгаалалтын түвшин (3.21 болон 3.22-оос үзнэ үү)

Тусгаарлагын шинж чанар

Системийн шинжилгээ (5.2-оос үзнэ үү)

Төлөөлөх хүчдэл болон хэт хүчдэл Urp (3.19-ээс үзнэ үү)

Тусгаарлагын шинж чанар

Үзүүлэлтийн шалгуур (3.23-аас харна уу)

Статистик түгээлт (+)

Оролтын алдаа (+)

Нийцлийн коэффициенттой *Kc* хослосон нөлөө (+)

Гүйцэтгэлийн шалгуурыг хангасан тусгаарлагын сонголт (5.3-аас үзнэ үү)

Нийцлийн тэсвэрлэх хүчдэл Ucw (3.25-аас үзнэ үү)

Өндөржилтийн залруулгын коэффициент *Ka* (эсвэл гадна агаарын залруулгын коэффициент *Кt*) (3.29 болон 3.30-аас үзнэ үү)

Тоног төхөөрөмжийн туршилтын иж бүрдэл \*)

Үйлдвэрлэлийн сарнилт \*)

Суурилуулалтын чанар \*)

Ашиглалтын насжилт \*)

Бусад үл мэдэгдэх коэффициент \*)

Аюулгүй байдлын коэффициентод нөлөөлөх хослол Кs\*) (3.31-ээс үзнэ үү)

Туршилтын нөхцөл болон ашиглалтын бодит нөхцөл хоорондын ялгааг тооцох коэффициентийн ашиглалт (5.4-ээс үзнэ үү)

Шаардлагатай тэсвэрлэх хүчдэл Urw (3.28-аас үзнэ үү)

5.6 болон 5.7-ийн жагсаалтаас хэвийн тэсвэрлэх хүчдэл (3.34-ээс үзнэ үү) болон стандарт хэвийн тэсвэрлэх хүчдэлийг Uw (3.35-аас үзнэ үү) сонгоно

Туршилтын нөхцөл ( 6-р нөхцөлөөс үзнэ үү)

Туршилт хувиргах коэффициент Ktc (3.33-аас үзнэ үү )

Стандарт тэсвэрлэх хүчдэл (5.6 болон 5.7-оос үзнэ үү)

Um хүчдэлийн хүрээ (5.8-аас үзнэ үү)

Хэвийн болон стандарт тусгаарлагын түвшин: Uw хүчдэлийн бүлэг (3.36 болон 3.37-оос үзнэ үү)

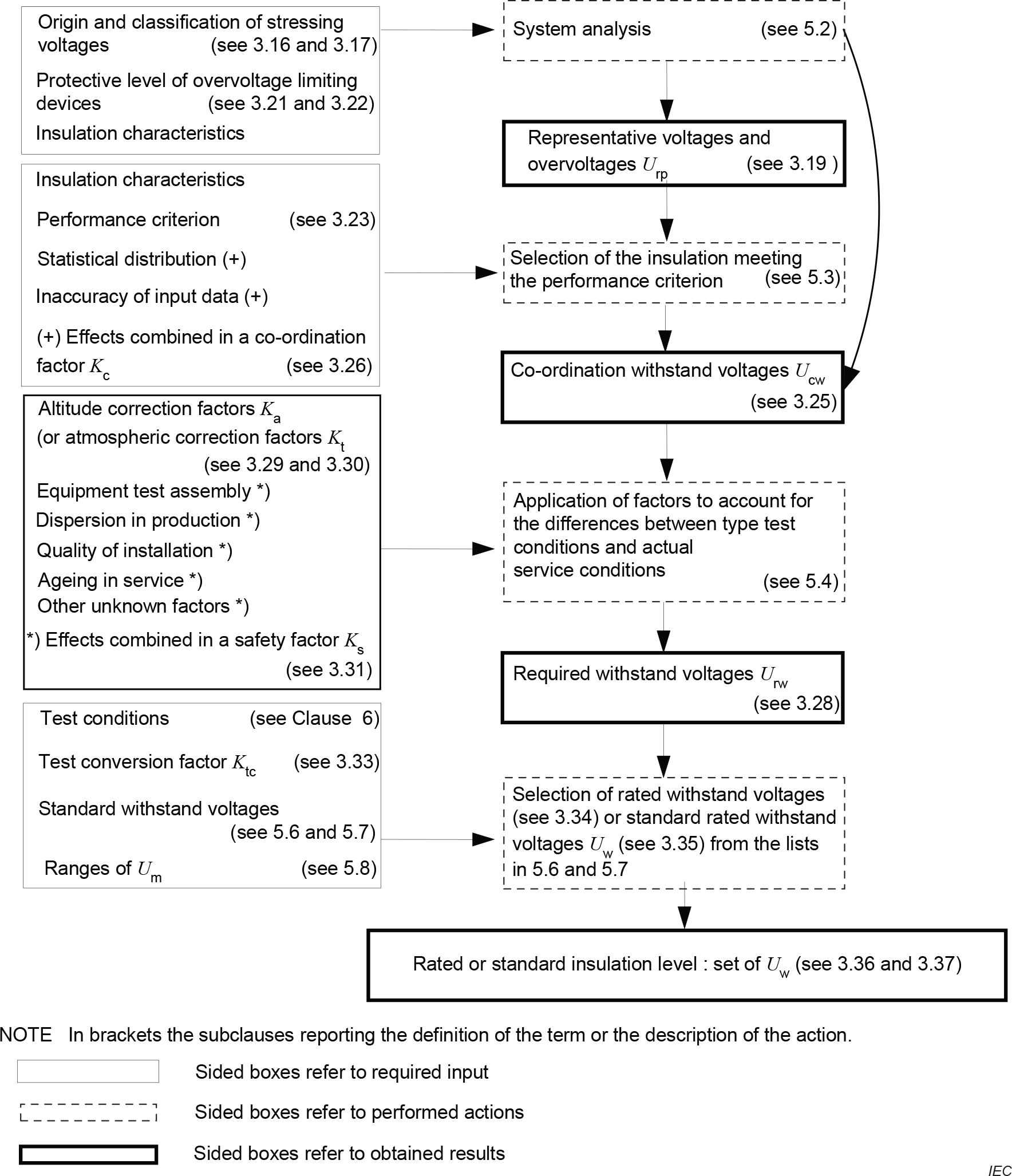
ТАЙЛБАР хаалтанд нэр томъёоны тодорхойлолт эсвэл үйлчлэлийн тодорхойлолтыг мэдэгдэх дэд нөхцөл.

шаардлагатай оролтод хамаарах самбарын талууд

хүлээн авсан үр дүнд хамаарах самбарын талууд

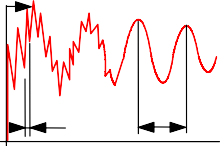
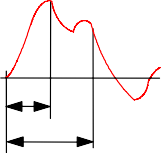
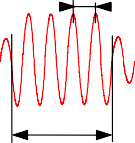
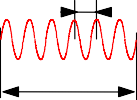
гүйцэтгэх үйлчлэлд хамаарах самбарын талууд

###### 1-р зураг – хэвийн болон стандарт тусгаарлагын түвшнийг тодорхойлох урсгалын график

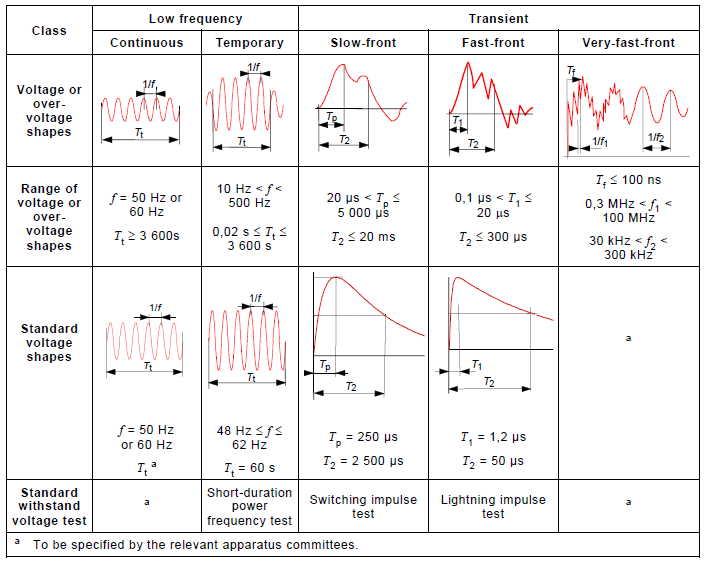


###### Figure 1 – Flow chart for the determination of rated or standard insulation level

|  |  |
| --- | --- |
| **5.2 Төлөөлөх хүчдэл болон хэт хүчдэлийн тодорхойлолт (Urp)**  Тусгаарлагад үйлчлэл үзүүлдэг хүчдэл болон хэт хүчдэлийг хязгаарлах төхөөрөмж, хэт хүчдэлээс сэргийлсэн байршил болон сонголтыг багтаасан системийн дүн шинжилгээний аргаар хугацаа болон хэлбэр, далайцаар тодорхойлвол зохистой.  Хүчдэл ба хэт хүчдэлийн ангилал бүрийн хувьд, энэхүү дүн шинжилгээгээр 1-р Хүснэгтэд заасан стандарт тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилтад хэрэглэсэн стандарт хэт хүчдэлийн хэлбэрүүд болон систем дэх хүчдэл болон хэт хүчдэлийн хэлбэрүүдэд ялгаатай шинж чанарын хамаатайгаар тусгаарлагын үзүүлэлтийг тооцон авах төлөөлөх хүчдэл болон хэт хүчдэлийг тодорхойлно. | **5.2 Determination of the representative voltages and overvoltages (Urp)**  The voltages and the overvoltages that stress the insulation shall be determined in amplitude, shape and duration by means of a system analysis which includes the selection and location of the overvoltage preventing and limiting devices.  For each class of voltages and overvoltages, this analysis shall then determine a representative voltage and overvoltage, taking into account the characteristics of the insulation with respect to the different behaviour at the voltage or overvoltage shapes in the system and at the standard voltage shapes applied in a standard withstand voltage test as outlined in Table 1. |

******1-р хүснэгт –Хэт хүчдэлийн хэлбэр болон ангилал, стандарт тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт болон стандарт хүчдэлийн хэлбэр**



****

Үргэлжилсэн

Илүү эгц фронт

Эгц фронттой

Түр зуурын

Налуу фронттой

а

а

a Холбогдох төхөөрөмжийн хорооноос тодорхой зааж өгсөн.

Аянгын импульсийн туршилт

Богино хугацааны давтамжийн туршилт

Таслах, залгах импульсийн туршилт

а

Стандарт тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт

Стандарт хүчдэлийн хэлбэр

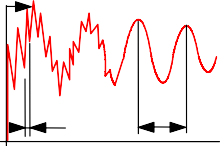
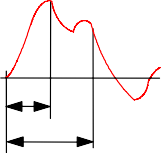
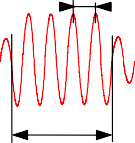
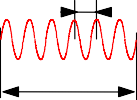
Хүчдэл эсвэл хэт хүчдэлийн хэлбэрийн хүрээ

Хүчдэл эсвэл хэтхүчдэлийн хэлбэр

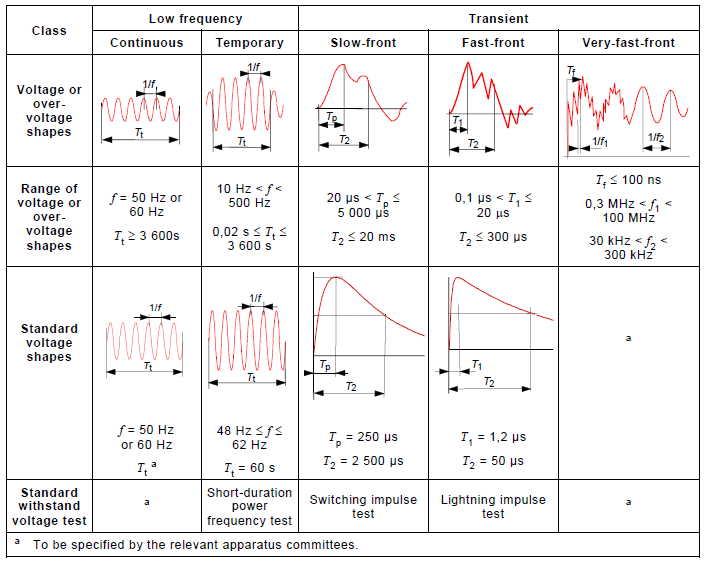
Шилжилтийн

Бага давтамжтай

Ангилал

**Table 1 – Classes and shapes of overvoltages, standard voltage shapes and standard withstand voltage tests**





|  |  |
| --- | --- |
| Төлөөлөх хүчдэлүүд болон хэт хүчдэлүүд нь дараах зүйлсийн алинаар ч тодорхойлогдож болно:   * тооцсон хамгийн их утга, эсвэл * оргил утгуудын бүрдэл, эсвэл * оргил утгуудын бүрэн статистик хуваарилалтаар тус тус тодорхойлогдоно.   ТАЙЛБАР Сүүлийн тохиолдолд, хэт хүчдэлийн хэлбэрүүдийн нэмэлт үзүүлэлтүүдийг харгалзан үзэж болно.  Тооцсон хамгийн их утга нь хангалттай гэж үзвэл өөр ангиллыг төлөөлөх хэт хүчдэлүүд нь :   * Тасралтгүй үргэлжлэх гүйдлийн давтамжийн хүчдэлийн хувьд: дундаж квадрат утга нь системийн хамгийн өндөр хүчдэлтэй тэнцэх болон тоног төхөөрөмжийн ашиглалтын хугацаатай дүйцэх хугацаатай давтамжийн хүчдэл * Түр зуурын хэт хүчдэлийн хувьд: дундаж квадрат утга нь түр зуурын хэт хүчдэлийн хамгийн их гэж тооцсон хэмжээтэй тэнцүү байх стандарт давтамжийн богино хугацаанд үргэлжлэх хүчдэл * Налуу фронттой хэт хүчдэлийн хувьд: оргил утга нь налуу фронттой хэт хүчдэлийн тооцсон хамгийн их оргил утгатай тэнцүү байх стандарт таслах, залгах импульс * Эгц фронттой хэт хүчдэлийн хувьд: оргил утга нь эгц фронттой хэт хүчдэлийн тооцсон хамгийн их үйлчлэлийн оргил утгатай тэнцүү байх стандарт аянгын импульс   ТАЙЛБАР Хийн тусгаарлагатай хуваарилах байгууламж (ХТГБ) эсвэл гурван фазын хаалттай болон тухайн Um -ийн хамгийн бага тусгаарлагын түвшин дундаас сонгогдсон тусгаарлагын түвшинтэй хийн тусгаарлагатай шугам (ХТШ) -ын хувьд, фаз хоорондын хэт хүчдэлийг дахин авч үзэх хэргтэй.   * Илүү эгц фронттой хэт хүчдэлийн хувьд: хэт хүчдэлийн энэ ангиллын үзүүлэлтүүдийг холбогдох техникийн хороодоор тогтооно. * Налуу фронттой фаз хоорондын хэт хүчдэлийн хувьд: оргил утга нь налуу фронтын фаз хоорондын хэт хүчдэлүүдийн тооцсон хамгийн их утгатай тэнцэх стандарт таслах, залгах хосолсон импульс * Налуу фронттой (эсвэл эгц фронттой) тууш хэт хүчдэлийн хувьд: стандарт таслах, залгах (эсвэл аянгын) импульс болон давтамжийн хүчдэлээс бүрдэх хосолсон хүчдэл, тус бүр хоёр хамгийн их тоосон оргил утгатай тэнцүү мөн сөрөг туйлшралын давтамжийн оргил утга нь эгшин зуурын импульсийн оргил утгатай   **5.3 Тэсвэрлэх хүчдэлийг нийцүүлэх тодорхойлолт**  **(***Ucw***)**  Тэсвэрлэх хүчдэлийн нийцүүлэх тодорхойлолт нь ашиглалтын нөхцөлд төлөөлөх хэт хүчдэлд нэрвэгдэх үед үзүүлэлтийн шалгуурыг хангасан тусгаарлагын тэсвэрлэх хүчдэлийн хамгийн бага утгаас бүрдэнэ.  Тусгаарлагыг нийцүүлэхэд тэсвэрлэх хүчдэлийн тухайн ангилалд тохирох хэт хүчдэлийн хэлбэртэй байх ба тэдгээрийг нийцүүлэх коэффициентээр үржүүлж хэт хүчдэлийн тохирох утгыг гарганавна. Нийцүүлэх коэффициентын утга нь төлөөлөх хэт хүчдэлийн үнэлгээний нарийвчлал болон туршлага дээр үндэслэсэн, эсвэл тусгаарлагын үзүүлэлтийн хэт хүчдэл хуваарилалтын статистик шинжилгээнээс хамаарна.  Тэсвэрлэх хүчдэлийг нийцүүлэхэд нэг бол уламжлалт аргаартооцоолсон тэсвэрлэх хүчдэл эсвэл статистикийн тэсвэрлэх хүчдэлээр тодорхойлсон бөйж болно. Энэ нь тодорхойлолтын журам болон нийцүүлэх коеффициентын утгад нөлөөлнө.  Хэт хүчдэлийн орлуулга нь эвдрэлийн эрсдэлийг нэгэн зэрэг үнэлэх үнэлэлттэй нэгдэх үед тусгаарлагатай хамаатай үзүүлэлтийг ашиглан төлөөлөх хэт хүчдэлийг тодорхойлох завсрын алхамгүйгээр статистикийн тэсвэрлэх хүчдэлийг нийцүүлэхэд шууд тодорхойлох боломжийг олгодог.  **5.4. Шаардагдах тэсвэрлэх хүчдэлийн тодорхойлолт (**Urw**)**  Тусгаарлагын шаардагдах тэсвэрлэх хүчдэлийн тодорхойлолт нь тэсвэрлэх хүчдэлийг нийцүүлэхэд тохиромжтой стандарт туршилтын нөхцөлд шилжүүлэлтээс бүрдэнэ. Үүнийг тэсвэрлэх хүчдэлийг нийцүүлэх тусгаарлагыг ашиглах үед бодит байдал болон стандарт тэсвэрлэх хүчдэлд байх зөрүүг тэнцүүлэх коэффициентоор үржүүлж гаргана.  Энд хэрэглэгдэх коеффициентууд нь гадаад орчны нөхцөлийг өндөржилтийн залруулгын коэффициентээр, харин доор дурдсан нөлөөг аюулгүй байдлын коеффициентоор тэнцүүлнэ.  Аюулгүй байдлын коэффициентод нөлөөлөх нөлөө:   * Тоног төхөөрөмжийн иж бүрдэл дэх зөрүү * бүтээгдэхүүний чанар дахь сарнилт * угсралтын чанар * Хүлээгдэж буй ашиглалтын үеийн тусгаарлагын насжилт * бусад үл мэдэгдэх нөлөөллүүд   Хэрэв эдгээр нөлөөг тус тусад нь үнэлэх боломжгүй байвал туршилтаар гаргаж авсан нийт аюулгүй байдлын коэффициентыг ашиглана (ОУЦТК 6007 1-2 -оос харна уу).  Гадаад тусгаарлагын хувьд, зөвхөн далайн түвшнээс дээш өндөржилтөөс хамаарсан дундаж агаарын даралт хэмээн нэрлэгддэг далайн түвшнээс дээш өндрийн залруулгын коэффициентыг ашиглах хэрэгтэй. Далайн түвшнээс дээш өндрийн залруулгын коэффициентыг далайн түвшнээс дээш ямар ч өндөржилтөнд хэрэглэх боломжтой.  Хэрэв температур, чийгшил, даралтыг тооцох шаардлагатай бол *Ka*-ийн оронд гадаад орчны залруулгын коэффициентийг хэрэглэнэ.  *Kt* нь урвуугаар хэрэглэгдэнэ.  **5.5 Хэвийн тусгаарлах түвшнийн сонголт**  Хэвийн тусгаарлах түвшнийн сонголтыг шаардлагатай бүх тэсвэрлэх хүчдэлийг хангаж байгааг нотлоход хангалттай стандарт тусгаарлагын хэвийн тэсвэрлэх хүчдэл (*Uw*) -ийн хамгийн эдийн засгийн үр ашигтай багцыг сонгохоос бүрдэнэ.  Тоног төхөөрөмжийн хамгийн их хүчдэлийг тоног төхөөрөмжийн угсралт хийгдсэн системийн хамгийн их хүчдэлээс их буюу тэнцүү байх *Um*-ийн дараагийн стандарт утгаар сонгодог.  Тусгаарлагын хэвийн орчны нөхцөлд суурилуулах төхөөрөмжийн хувьд, *Um* нь хамгийн багадаа *Us-*тэй тэнцүү байвал зохистой.  Тусгаарлагын хэвийн орчны нөхцөлд гадаа суурилуулах тоног төхөөрөмжийн хувьд, *Um* –г онцгой хэрэгцээнээс хамааруулаад дараагийн стандарт утга нь *Us*-тай эсвэл тэнцүү *Um*-ийн утгаас их байхаар сонгож болно.  ТАЙЛБАР 1: Жишээ нь Тоног төхөөрөмжийн гадаад тусгаарлагын тэсвэрлэх хүчдэлийн бууралтыг нөхөхийн тулд далайн түвшнээс 1000-аас илүү метрийн өндөрт суурилах ёстой болоход *Us* –ээс их эсвэл тэнцүү байх *Um*-ийн дараагийн стандарт утгаас их байх Um-ийн утга өсөж болно.  *Um*-тэй нийцэж байгааг нотлохын тулд туршилтын стандартчлал холбогдох туршилтын хүчдэлийн сонголтыг ахолбогдох төхөөрөмжийн хороод гүйцэтгэнэ (жишээ нь бохирдлын туршилт, хүчдэлийн хэсэгчилсэн цахилалтын туршилт г.м.)  Шаардлагатай түр зуурын налуу болон эгц фронттой тэсвэрлэх хүчдэл шаардлага хангасаныг батлахын тулд фаз газар хооронд, фаз хоорондын болон тууш тусгаарлагын тэсвэрлэх хүчдэл нь шаардагдах тэсвэрлэх хүчдэлтэй ижил хэлбэртэй эсвэл тусгаарлагын дотоод үзүүлэлтийг ийг энэхүү сүүлийн сонголтын хувьд ашигласан өөр хэлбэртэй байж болно.  Дараа нь хэвийн тэсвэрлэх хүчдэлийн утгыг Хүснэгт 5.6 болон 5.7-д байгаа стандарт хэвийн тэсвэрлэх хүчдэлийн жагсаалтаас сонгоно.   * ижил хэлбэртэй тохиолдолд шаардлагатай тэсвэрлэх хүчдэлийг сонгоно, * шаардагдах тэсвэрлэх хүчдэл өөр хэлбэртэй байх үед холбогдох туршилтын хөрвүүлэх коэффициентоор үржүүлнэ.   ТАЙЛБАР 2. Энэ нь нийцлийг батлахын тулд нэгээс илүү тооны шаардагдах хүчдэлийг нэг стандартын хэвийн тэсвэрлэх хүчдэлээр орлуулах боломжийг олгож болно, ингэснээр хэвийн тусгаарлагын түвшнийг тодорхойлох хэвийн тэсвэрлэх хүчдэлийн тоог багасгах боломжийг өгч байгаа юм (жишээлбэл 5.10-г үзнэ үү).  ТАЙЛБАР 3. Ерөнхийдөө тодорхойлсон импульс тэсвэрлэх хүчдэл байгааг ийг нотлохын тулд хэрэглэгдэх боломжтой хамгийн бага агаарын (клиренс) зай нь уламжлалт аргаар тодорхойлогдсон. (Хавсралт А-г үзнэ үү).  Хэвийн орчинд ашиглаах төхөөрөмжийн хувьд, хэвийн тусгаарлагын түвшнийг эдгээрийн хэвийн тэсвэрлэх хүчдэлийг хангасан хэрэгцээт хамгийн өндөр хүчдэлээс хамааруулан Хүснэгт 2 болон 3-аас сонгох нь зүйтэй  Илүү эгц фронттой тэсвэрлэх хүчдэлтэй нийцэж байгааг батлах стандарт хэвийн тэсвэрлэх хүчдэлийн сонголтыг холбогдох төхөөрөмжийн хороод авч үзвэл зохистой.  Цэнэг шавхагчийн хувьд, тусгаарлагын гадна талын шаардагдах тэсвэрлэх хүчдэл нь ОУЦТК 60099-4 стандартын дагуу аюулгүй ажиллагааны зохих хамгаалалтын хүчин зүйлээр хамгаалагдсан *Upl* ба *Ups* хамгаалалтын түвшинд үндэслэдэг. Тиймээс ерөнхийдөө тэсвэрлэх хүчдэлийг 5.6 болон 5.7-ийн жагсаалтаас сонгохгүй байх нь зүйтэй.  **5.6 Стандартын хэвийн богино хугацаанд үргэлжлэх цахилгаан давтамжийг тэсвэрлэх хүчдэлийн жагсаалт** Дараах кВ-оор илэрхийлэгдэх дундаж квадрат утгууд нь тэсвэрлэх хүчдэлүүдээр стандартчилагдсан болно.: 10, 20, 28, 38, 50, 70, 95, 115, 140, 185, 230, 275, 325, 360, 395, 460, 510, 570, 630, 680, 710, 790, 830, 880, 960, 975, 1 050, 1 100, 1 200. **5.7 Стандарт хэвийн импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийн жагсаалт**  кВ-оор илэрхийлсэн дараах оргил утгууд тэсвэрлэх хүчдэлүүдээр стандартчилагдсан болно: 20, 40, 60, 75, 95, 125, 145, 170, 200, 250, 325, 380, 450, 550, 650, 750, 850, 950, 1 050, 1 175, 1 300, 1 425, 1 550, 1 675, 1 800, 1 950, 2 100, 2 250, 2 400, 2 550, 2 700, 2 900, 3 100.  **5.8 Тоног төхөөрөмжийн өндөр хүчдэлийн хүрээ**  Тоног төхөөрөмжийн стандартаар өндөр хүчдэлийг дараах хоёр хүрээнд ангилдаг:   * **1-р хүрээ**: 1кВ - 245 кВ (Хүснэгт2). Энэ хязгаар нь дамжуулалт болон хуваарилалтын системийг хоёуланг нь хамардаг. Тоног төхөөрөмжийн хэвийн тусгаарлагын түвшнийг сонгохдоо үйл ажиллагааны янз бүрийн талыг бодолцож үзэх нь зүйтэй. * **2-р хүрээ**: 245 кВ-аас дээш (Хүснэгт3). Энэ хүрээ голчлон дамжуулах системийг хамардаг.   **5.9 Орчны нөхцөл**  **5.9.1 Орчны хэвийн нөхцөл**  Тэсвэрлэх хүчдэл болон Хүснэгт 2, Хүснэгт 3-аас сонгодог тусгаарлагыг нийцүүлэхэд тохирсон дараах хүрээлэн буй орчны хэвийн нөхцөл байдаг:  a) Орчны агаарын температур 40 °C-ээс ихгүй бөгөөд 24 цагийн үечлэлээр хэмжигдсэн дундаж утга нь 35 °C-ээс хэтрэхгүй байх. “-10 °С” ангиллын хамгийн бага гадна агаарын температур -10 °C, “-25 °С ” ангиллынх гадна агаарын температур -25 °C, “-40 °С” ангиллынх гадна агаарын температур -40 °C байдаг.  b) Далайн түвшнээс дээш өндөржилт нь 1000 м -ээс хэтэрдэггүй.  c) Орчны агаар нь тоос, утаа, зэврүүлэгч хий, уур эсвэл давсаар мэдэгдэхүйц бохирддоггүй. ОУЦТК TS 60815-1-ийн дагуу, бохирдол нь бохирдлын c буюу дундаж ангиллаас хэтэрдэггүй.   d) Конденсац болон хур тунадас нь хэвийн үзэгдэл. Хур тунадас нь шүүдэр, конденсац, манан, бороо, цас, мөс эсвэл хяруу хэлбэртэй байж болно.  ТАЙЛБАР Тусгаарлага дахь хур тунадасны шинж чанаруудыг IEC 60060-1 стандартад дэлгэрэнгүй тайлбарласан.  **5.9.2 Гадаад орчны нөхцөлийн стандарт лавлага**  Тэсвэрлэх хүчдэлийн стандартчилалд зориулсан гадаад орчны нөхцөлийн стандарт лавлагааг нь дараах байдлаар хэрэглэдэг:  А) температур: *t*0 = 20 °C  Б) даралт: *p*0 = 1 013 Па(1 013 мБар)  В) Үнэмлэхүйн чийгшил: *h*0 = 11 гр/м3 5.10 Стандарт тусгаарлагын түвшнийн сонголтОУЦТК стандартын дагуу боловсруулсан системийн үр ашгийг хүртэх, стандартчиллыг сайжруулах зорилгоор тоног төхөөрөмжийн хамгийн өндөр хүчдэлтэй стандарт хэвийн тэсвэрлэх хүчдэлийн нэгдлийг стандартчилсан байна. Стандарт хэвийн тэсвэрлэх хүчдэл ба тоног төхөөрөмжийн хамгийн өндөр хүчдэл хоорондын хамаарлыг 1-р хүрээний хувьд 2-р хүснэгт, 2-р хүрээний хувьд 3-р хүснэгтээс харж болно. Эдгээр стандарт хэвийн тэсвэрлэх хүчдэлүүд нь хэвийн орчинд ажиллана гэж тооцсон бөгөөд стандарт жишиг гадаа орчны нөхцөлд тааруулан тохируулна.  ТАЙЛБАР: Зарим оронд хэрэглэгдэх тэсвэрлэх хүчдэлийн хувьд, стандарт тусгаарлагын түвшин тодорхойлогдоогүй байдаг, Б хавсалтаас үзнэ үү  Бүх ерөнхий тэмдэглэсэн баганын хэвтээ чигт огтлолцоогүй шугамын хэвийн тэсвэрлэх хүчдэлүүдийн холбоосоор бий болсон хамаарлыг стандарт тусгаарлага түвшин гэж тодорхойлдог.  Цаашилбал, дараах хамаарлууд нь фаз хооронд болон тууш тусгаарлагаар стандартчилагдсан:   * I-р хүрээ, фаз хоорондын тусгаарлагын хувьд богино хугацаанд үргэлжлэх хэвийн стандарт цахилгаан давтамж болон аянгын импульсийн фаз хоорондын тэсвэрлэх хүчдэл нь фаз-газар хоорондын тэсвэрлэх хүчдэлтэй тэнцүү байна (2-р хүснэгт). Гэсэн хэдий ч хаалтан дахь утгууд нь тэсвэрлэх хүчдэл шаардлагатай хэмжээнд байгааг батлахад хангалтгүй ба нэмэлт фаз хоорондын тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт хийх нь зүйтэй. * II-р хүрээ, фаз хоорондын тусгаарлагын хувьд, аянгын импульсийн тэсвэрлэх стандарт хүчдэл нь фаз хоорондын аянгын импульсийн газардуулгатай тэнцүү. * I-р хүрээ, тууш тусгаарлагын хувьд, богино хугацаанд үргэлжлэх гүйдлийн давтамж болон аянгын импульсийн тэсвэрлэх стандарт хэвийн хүчдэл нь холбоотой фаз-газардуулга хоорондын тэсвэрлэх хүчдэлтэй тэнцүү байна. (2-р хүснэгт) * II-р хүрээ, тууш тусгаарлагын хувьд, нэгтгэсэн тэсвэрлэх хүчдэлийг бүрдүүлэгч таслах, залгах стандарт импульсийг 3-р хүснэгтэд харуулсан ба сөрөг туйлшралын давтамж бүрдүүлэгч хэсгийн оргил утга нь *Um*\*/ байна. * II -р хүрээний тууш тусгаарлагын хувьд хосолсон тэсвэрлэх хүчдэлийн аянгын стандарт импульсийн бүрэлдэхүүн хэсэг нь эсрэг туйлшралын гүйдлийн давтамжийн бүрэлдэхүүн хэсгийн оргил утга нь " 0,7 \* *Um* \* / байхад холбогдох фаз газар хоорондын тэсвэрлэх хүчдэлтэй тэнцүү.  Тоног төхөөрөмжийн хамгийн өндөр хүчдэлийн хувьд бусад гүйцэтгэлийн шалгуур эсвэл хэт хүчдэлийн загварыг ашиглах боломжийг бий болгохын тулд нэгээс илүү тохиромжтой холболтыг хийхээр төлөвлөсөн байдаг.Оновчтой холбоосын хувьд зөвхөн хоёр хэвийн тэсвэрлэх хүчдэл нь тоног төхөөрөмжийн хэвийн тусгаарлагын түвшнийг тодорхойлоход тохиромжтой байдаг:  * I-р хүрээний тоног төхөөрөмжийн хувьд:  1. стандарт, хэвийн аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэл , 2. стандарт хэвийн богино хугацаанд үргэлжлэх гүйдлийн давтамжийг тэсвэрлэх хүчдэл.  * II-р хүрээний тоног төхөөрөмжийн хувьд:  1. стандарт, хэвийн таслах, залгах импульсийг тэсвэрлэх хүчдэл 2. стандарт хэвийн аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэл   Хэрэв техникийн болон эдийн засгийн үндэслэлтэй бол бусад төрлийн холбоосуудыг ашиглах боломжтой. Ямар ч тохиолдолд 5.1-5.8-д өгөгдсөн зөвлөмжийг дагаж мөрдөнө. Тиймд стандарт хэвийн тэсвэрлэх хүчдэлийн үр дүн хэвийн тусгаарлагын түвшинээр тайлбарлагдаж болно. Тодорхой жишээнүүдээс дурдвал:   * Гадаад тусгаарлагын хувьд, I-р хүрээ дахь *Um* хүчдэлийн өндөр утгуудын хувьд, стандарт, хэвийн богино хугацаанд үргэлжлэх давтамжийг тэсвэрлэх хүчдэлийн оронд стандарт, хэвийн таслах, залгах импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийг ашиглах нь илүү оновчтой. * II-р хүрээ дахь дотоод тусгаарлагын хувьд, түр зуурын өндөр хэт хүчдэл нь стандарт, хэвийн богино хугацаанд үргэлжлэх гүйдлийн давтамжийг тэсвэрлэх хүчдэлийн тодорхойлолтыг шаарддаг. | The representative voltages and overvoltages may be characterized either by:  se   * an assumed maximum, or * a set of peak values, or * a complete statistical distribution of peak values.   NOTE In the last case additional characteristics of the overvoltage shapes could have to be considered.  When the adoption of an assumed maximum is considered adequate, the representative overvoltage of the various classes shall be:   * For the continuous power-frequency voltage: a power-frequency voltage with r.m.s value equal to the highest voltage of the system, and with duration corresponding to the lifetime of the equipment; * For the temporary overvoltage: a standard power-frequency short-duration voltage with an r.m.s value equal to the assumed maximum of the temporary overvoltages divided by;   2   * For the slow-front overvoltage: a standard switching impulse with peak value equal to the peak value of the assumed maximum of the slow-front overvoltages; * For the fast-front overvoltage: a standard lightning impulse with peak value equal to the peak value of the assumed maximum stress of the fast-front overvoltages phase to earth;   NOTE For gas insulated switchgear (GIS) or gas insulated line (GIL) with three-phase enclosure and insulation levels chosen among the lowest ones for a given Um, the phase-to-phase overvoltages could need consideration.   * For the very-fast-front overvoltage: the characteristics for this class of overvoltage are specified by the relevant apparatus committees; * For the slow-front phase-to-phase overvoltage: a standard combined switching impulse with peak value equal to the peak value of the assumed maximum of the slow-front phase- to-phase overvoltages; * For the slow-front (or fast-front) longitudinal overvoltage: a combined voltage consisting of a standard switching (or lightning) impulse and of a power-frequency voltage, each with peak value equal to the two relevant assumed maximum peak values, and with the instant of impulse peak coinciding with the peak of the power-frequency of opposite polarity.   **5.3 determination of the co-ordination withstand voltages**  **(***Ucw***)**  The determination of the co-ordination withstand voltages consists of determining the lowest values of the withstand voltages of the insulation meeting the performance criterion when subjected to the representative overvoltages under service conditions.  The co-ordination withstand voltages of the insulation have the shape of the representative overvoltages of the relevant class and their values are obtained by multiplying the values of the representative overvoltages by a co-ordination factor. The value of the co-ordination factor depends on the accuracy of the evaluation of the representative overvoltages and on an empirical, or on a statistical appraisal of the distribution of the overvoltages and of the insulation characteristics.  The co-ordination withstand voltages can be determined as either conventional assumed withstand voltages or statistical withstand voltages. This affects the determination procedure and the values of the co-ordination factor.  Simulations of overvoltage events combined with the simultaneous evaluation of the risk of failure, using the relevant insulation characteristics, permit the direct determination of the statistical co-ordination withstand voltages without the intermediate step of determining the representative overvoltages (see Figure 1). 5.4. Determination of the required withstand voltage (*U*rw) The determination of the required withstand voltages of the insulation consists of converting the co-ordination withstand voltages to appropriate standard test conditions. This is accomplished by multiplying the co-ordination withstand voltages by factors which compensate the differences between the actual in-service conditions of the insulation and those in the standard withstand voltage tests.  The factors to be applied shall compensate atmospheric conditions by altitude correction factor Ka and the effects listed below by a safety factor Ks.  Effects combined in a safety factor *Ks*:   * the differences in the equipment assembly; * the dispersion in the product quality; * the quality of installation; * the ageing of the insulation during the expected lifetime; * other unknown influences.   If, however, these effects cannot be evaluated individually, an overall safety factor, derived from experience, shall be adopted (see IEC 60071-2).  For external insulation, the altitude correction factor Ka which considers only the average air pressure corresponding to the altitude has to be applied. The altitude correction factor Ka has to be applied whatever is the altitude.  If it is necessary to consider temperature, humidity and pressure, the atmospheric correction factor *Kt* shall be applied instead of Ka.  *Kt* shall be used in an inverse way. 5.5 Selection of the rated insulation level The selection of the rated insulation level consists of the selection of the most economical set of standard rated withstand voltages (*Uw*) of the insulation sufficient to prove that all the required withstand voltages are met.  The highest voltage for equipment is then chosen as the next standard value of Um equal to or higher than the highest voltage of the system (*Us*) where the equipment will be installed.  For equipment to be installed under normal environmental conditions relevant to insulation, Um shall be at least equal to Us.  For equipment to be installed outside of the normal environmental conditions relevant to insulation, *Um* may be selected higher than the next standard value of Um equal to or higher than Us according to the special needs involved.  NOTE 1 As an example, the selection of a *Um* value higher than the next standard value of *Um* equal to or higher than *Us* can arise when the equipment has to be installed at an altitude higher than 1 000 m in order to compensate the decrease of withstand voltage of the external insulation.  Standardization of tests, as well as the selection of the relevant test voltages, to prove the compliance with *Um*, are performed by the relevant apparatus committees (e.g. pollution tests, partial discharge voltage tests).  The withstand voltages to prove that the required temporary, slow-front and fast-front withstand voltages are met, for phase-to-earth, phase-to-phase and longitudinal insulation, may be selected with the same shape as the required withstand voltage, or with a different shape, exploiting, for this last selection, the intrinsic characteristics of the insulation.  The value of the rated withstand voltage is then selected in the list of the standard rated withstand voltages reported in 5.6 and 5.7, as the next value equal to or higher than:   * the required withstand voltage in the case of the same shape, * the required withstand voltage multiplied by the relevant test conversion factor in the case of a different shape.   NOTE 2 This may allow the adoption of a single standard rated withstand voltage to prove compliance with more than one required withstand voltage, thus giving the possibility of reducing the number of rated withstand voltages that would define a rated insulation level (see, for example, 5.10).  NOTE 3 Generally applicable minimum air clearances to assure a specified impulse withstand voltage are determined with a conservative approach (see Annex A).  For equipment to be used in normal environmental conditions, the rated insulation level should then preferably be selected from Table 2 and Table 3 corresponding to the applicable highest voltage for equipment such that these rated withstand voltages are met.  The selection of the standard rated withstand voltage to prove the compliance with the very- fast-front required withstand voltage shall be considered by the relevant apparatus committees.  For surge arresters the required withstand voltages of the insulating housing are based on the protective levels *Upl* and *Ups* with suitable safety factors applied as per the apparatus standard IEC 60099-4. In general, therefore, the withstand voltages shall not be selected from the lists of 5.6 and 5.7.  **5.6 List of standard rated short-duration power frequency withstand voltages**  The following r.m.s values, expressed in kV, are standardized as withstand voltages: 10, 20, 28, 38, 50, 70, 95, 115, 140, 185, 230, 275, 325, 360, 395, 460, 510, 570, 630, 680, 710, 790, 830, 880, 960, 975, 1 050, 1 100, 1 200.  **5.7 List of standard rated impulse withstand voltages**  The following peak values, expressed in kV, are standardized as withstand voltages: 20, 40, 60, 75, 95, 125, 145, 170, 200, 250, 325, 380, 450, 550, 650, 750, 850, 950, 1 050, 1 175,  1 300, 1 425, 1 550, 1 675, 1 800, 1 950, 2 100, 2 250, 2 400, 2 550, 2 700, 2 900, 3 100.  **5.8 Ranges for highest voltage for equipment**  The standard highest voltages for equipment are divided in two ranges:   * **range I**: Above 1 kV to 245 kV included (Table 2). This range covers both transmission and distribution systems. The different operational aspects, therefore, shall be taken into account in the selection of the rated insulation level of the equipment.   **range II**: Above 245 kV (Table 3). This range covers mainly transmission systems.  **5.9 Environmental conditions**  **5.9.1 Normal environmental conditions**  The normal environmental conditions that are of concern for insulation coordination and for which withstand voltages can be usually selected from Table 2 or Table 3 are the following:   1. The ambient air temperature does not exceed 40 °C and its average value, measured over a period of 24 h, does not exceed 35 °C. The minimum ambient air temperature is −10 °C for class “−10 outdoor”, −25 °C for class “−25 outdoor” and −40 °C for class “−40 outdoor”. 2. The altitude does not exceed 1 000 m above sea level. 3. The ambient air is not significantly polluted by dust, smoke, corrosive gases, vapours or salt. Pollution does not exceed pollution class c – Medium, according to IEC TS 60815-1. 4. The presence of condensation or precipitation is usual. Precipitation in form of dew, condensation, fog, rain, snow, ice or hoar frost is considered.   NOTE Precipitation characteristics for insulation are described in IEC 60060-1.  **5.9.2 Standard reference atmospheric conditions**  The standard reference atmospheric conditions for which the standardized withstand voltages apply are:   1. temperature: *t*0 = 20 °C 2. pressure: *p*0 = 1 013 hPa (1 013 mbar) 3. absolute humidity: *h*0 = 11 g/m3.  5.10 Selection of the standard insulation level The association of standard rated withstand voltages with the highest voltage for equipment has been standardized to benefit from the experience gained from the operation of systems designed according to IEC standards and to enhance standardization. The standard rated withstand voltages are associated with the highest voltage for equipment according to Table 2 for range I and Table 3 for range II. These standard rated withstand voltages are valid for the normal environmental conditions and are adjusted to the standard reference atmospheric conditions. NOTE For withstand voltages used in some countries and not defined as standard insulation levels, see Annex B.  The associations obtained by connecting standard rated withstand voltages of all columns without crossing horizontal marked lines are defined as standard insulation levels.  Furthermore, the following associations are standardized for phase-to-phase and longitudinal insulation:   * For phase-to-phase insulation, range I, the standard rated short-duration power-frequency and lightning impulse phase-to-phase withstand voltages are equal to the relevant phase- to-earth withstand voltages (Table 2). The values in brackets, however, may be insufficient to prove that the required withstand voltages are met and additional phase-to-phase withstand voltage tests may be needed. * For phase-to-phase insulation, range II, the standard lightning impulse withstand voltage phase-to-phase is equal to the lightning impulse phase-to-earth. * For longitudinal insulation, range I, the standard rated short-duration power-frequency and lightning impulse withstand voltages are equal to the relevant phase-to-earth withstand voltages (Table 2). * For longitudinal insulation, range II, the standard switching impulse component of the combined withstand voltage is given in Table 3, while the peak value of the power-frequency component of opposite polarity is *Um* \*/. * For longitudinal insulation range II, the standard lightning impulse component of the combined withstand voltage is equal to the relevant phase-to-earth withstand voltage (Table 3), while the peak value of the power-frequency component of opposite polarity is 0,7 \* *Um* \*/  More than one preferred association is foreseen for most of the highest voltages for equipment to allow for the application of different performance criteria or overvoltage patterns.For the preferred associations, only two standard rated withstand voltages are sufficient to define the rated insulation level of the equipment:  * For equipment in range I:  1. the standard rated lightning impulse withstand voltage and, 2. the standard rated short-duration power-frequency withstand voltage.  * For equipment in range II:  1. the standard rated switching impulse withstand voltage, and 2. the standard rated lightning impulse withstand voltage.   If technically and economically justified, other associations may be adopted. The recommendations of 5.1 to 5.8 shall be followed in every case. The resulting set of standard rated withstand voltages shall be termed, therefore, rated insulation level. Particular examples are:   * For external insulation, for the higher values of *Um*  in range I, it can be more economical to specify a standard rated switching impulse withstand voltage instead of a standard rated short-duration power-frequency withstand voltage. * For internal insulation in range II, high temporary overvoltages can require the specification of a standard rated short-duration power-frequency withstand voltage. |

###### 2-р хүснэгт – I хүрээний стандарт тусгаарлагын түвшнүүд (*Um* хүчдэл нь 1кВ-оос их, 245кВ-оос бага буюу тэнцүү)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тоног төхөөрөмжийн өндөр *Um* хүчдэл | Стандарт, хэвийн богино хугацаанд үргэлжлэх гүйдлийн давтамжийг тэсвэрлэх хүчдэл | Стандарт, хэвийн аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэл |
| kВ  (дундаж квадрат утга) | kВ  (дундаж квадрат утга) | kВ  (оргил утга) |
| 3,6 | 10 | 20 |
| 40 |
| 7,2 | 20 | 40 |
| 60 |
| 12 | 28 | 60 |
| 75 |
| 95 |
| 17,5 a | 38 | 75 |
| 95 |
| 24 | 50 | 95 |
| 125 |
| 145 |
| 36 | 70 | 145 |
| 170 |
| 52 a | 95 | 250 |
| 72,5 | 140 | 325 |
| 100 b | (150) | (380) |
| 185 | 450 |
| 123 | (185) | (450) |
| 230 | 550 |
| 145 | (185) | (450) |
| 230 | 550 |
| 275 | 650 |
| 170 a | (230) | (550) |
| 275 | 650 |
| 325 | 750 |
| 245 | (275) | (650) |
| (325) | (750) |
| 360 | 850 |
| 395 | 950 |
| 460 | 1 050 |
| ТАЙЛБАР Хэрэв хаалтад байгаа утгууд нь шаардагдах фаз хоорондын тэсвэрлэх хүчдэлүүдийн нөхцөлийг хангахад хүрэлцээгүй байвал нэмэлтээр фаз хоорондын тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт хийх хэрэгтэй. | | |
| a Эдгээр *Um* утгууд нь IEC 60038 стандартад тохиромжгүй учир бараг ашиглахгүй. Дараагийн гарах шинэ системд эдгээр утгыг ашиглаж болохгүй.  b Энэхүү *Um* утга нь IEC 60038 стандартад дурдагдаагүй боловч зарим төхөөрөмжийн стандартад I-р хүрээнд оруулсан болно. | | |

###### Table 2 – Standard insulation levels for range I (1 kV < *Um* ≤ 245 kV)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Highest voltage for equipment, *Um* | Standard rated short-  duration power-frequency withstand voltage | Standard rated lightning impulse withstand voltage |
| kV  (r.m.s value) | kV  (r.m.s value) | kV  (peak value) |
| 3,6 | 10 | 20 |
| 40 |
| 7,2 | 20 | 40 |
| 60 |
| 12 | 28 | 60 |
| 75 |
| 95 |
| 17,5 a | 38 | 75 |
| 95 |
| 24 | 50 | 95 |
| 125 |
| 145 |
| 36 | 70 | 145 |
| 170 |
| 52 a | 95 | 250 |
| 72,5 | 140 | 325 |
| 100 b | (150) | (380) |
| 185 | 450 |
| 123 | (185) | (450) |
| 230 | 550 |
| 145 | (185) | (450) |
| 230 | 550 |
| 275 | 650 |
| 170 a | (230) | (550) |
| 275 | 650 |
| 325 | 750 |
| 245 | (275) | (650) |
| (325) | (750) |
| 360 | 850 |
| 395 | 950 |
| 460 | 1 050 |
| NOTE If values in brackets are considered insufficient to prove that the required phase-to-phase withstand voltages are met, additional phase-to-phase withstand voltage tests are needed. | | |
| a These *Um* are non-preferred values in IEC 60038 and therefore seldom used. These values should not be used for new systems to be constructed in future.  b This *Um*  value is not mentioned in IEC 60038 but it has been introduced in range I in some apparatus standards. | | |

###### 3-р хүснэгт – II-р хүрээний стандарт тусгаарлагын түвшин (245 кВ-оос их *Um* хүчдэл ) *(2-ын 1)*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Төхөөрөмжийн хамгийн өндөр хүчдэл  *Um* | Стандарт, хэвийн таслах, залгах импульсийг тэсвэрлэх хүчдэл | | | Стандарт, хэвийн аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэ |
| Тууш тусгаарлаг | Фаз-газар хооронд | Фаз хооронд |
| кВ  (дундаж квадрат утга) | кВ  (оргил утга) | кВ  (оргил утга) | (фаз-газар хоорондын оргил утгын харьцаа) | кВ  (оргил утга) |
| 300 c | 750 | 750 | 1,50 | 850 |
| 950 |
| 750 | 850 | 1,50 | 950 |
| 1 050 |
| 362 | 850 | 850 | 1,50 | 950 |
| 1 050 |
| 850 | 950 | 1,50 | 1 050 |
| 1 175 |
| 420 | 850 | 850 | 1,60 | 1 050 |
| 1 175 |
| 950 | 950 | 1,50 | 1 175 |
| 1 300 |
| 950 | 1 050 | 1,50 | 1 300 |
| 1 425 |
| 550 | 950 | 950 | 1,70 | 1 175 |
| 1 300 |
| 950 | 1 050 | 1,60 | 1 300 |
| 1 425 |
| 950  1 050 | 1 175 | 1,50 | 1 425 |
| 1 550 |
| 800 | 1 175 | 1 300 | 1,70 | 1 675 |
| 1 800 |
| 1 175 | 1 425 | 1,70 | 1 800 |
| 1 950 |
| 1 175  1 300 | 1 550 | 1,60 | 1 950 |
| 2 100 |
| 1 100 | – | 1 425 d | – | 1 950 |
| 2 100 |
| 1 425 | 1 550 | 1,70 | 2 100 |
| 2 250 |
| 1 550 | 1 675 | 1,65 | 2 250 |
| 2 400 |
| 1 675 | 1 800 | 1,6 | 2 400 |
| 2 550 |

###### Table 3 – Standard insulation levels for range II (*Um* > 245 kV) *(1 of 2)*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Highest voltage for  equipment,  *Um* | Standard rated switching impulse withstand voltage | | | Standard rated lightning impulse withstand  voltag |
| Longitudinal insulatio | Phase-to-earth | Phase-to-phase |
| kV  (r.m.s value) | kV  (peak value) | kV  (peak value) | (ratio to the phase-to-earth  peak value) | kV  (peak value) |
| 300 c | 750 | 750 | 1,50 | 850 |
| 950 |
| 750 | 850 | 1,50 | 950 |
| 1 050 |
| 362 | 850 | 850 | 1,50 | 950 |
| 1 050 |
| 850 | 950 | 1,50 | 1 050 |
| 1 175 |
| 420 | 850 | 850 | 1,60 | 1 050 |
| 1 175 |
| 950 | 950 | 1,50 | 1 175 |
| 1 300 |
| 950 | 1 050 | 1,50 | 1 300 |
| 1 425 |
| 550 | 950 | 950 | 1,70 | 1 175 |
| 1 300 |
| 950 | 1 050 | 1,60 | 1 300 |
| 1 425 |
| 950  1 050 | 1 175 | 1,50 | 1 425 |
| 1 550 |
| 800 | 1 175 | 1 300 | 1,70 | 1 675 |
| 1 800 |
| 1 175 | 1 425 | 1,70 | 1 800 |
| 1 950 |
| 1 175  1 300 | 1 550 | 1,60 | 1 950 |
| 2 100 |
| 1 100 | – | 1 425 d | – | 1 950 |
| 2 100 |
| 1 425 | 1 550 | 1,70 | 2 100 |
| 2 250 |
| 1 550 | 1 675 | 1,65 | 2 250 |
| 2 400 |
| 1 675 | 1 800 | 1,6 | 2 400 |
| 2 550 |

**3-р хүснэгт** *(2-ын 2)*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тоног төхөөрөмжийн хамгийн өндөр *Um* хүчдэл | Стандарт хэвийн таслах, залгах импульсийг тэсвэрлэх хүчдэл | | | Стандарт, хэвийн аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэ |
| Тууш тусгаарлаг | Фаз-газар хооронд  (оргил утга) | Фаз хооронд |
| кВ  (дундаж квадрат утга) | кВ  (оргил утга) | кВ  (оргил утга) | (фаз-газар хоорондын оргил утгын харьцаа) | кВ  (оргил утга) |
| 1 200 | 1 550 | 1 675 | 1,70 | 2 100 |
| 2 250 |
| 1 675 | 1 800 | 1,65 | 2 250 |
| 2 400 |
| 1 800 | 1 950 | 1,60 | 2 550 |
| 2 700 |
| A Эсрэг туйлшралын гүйдлийн давтамжийн бүрэлдэхүүн хэсгийн оргил утга нь холбогдох хосолсон туршилтын импульсийн хүчдэлийн бүрэлдэхүүн хэсгийн утга *Um \**/ байна  b Эдгээр утга нь фаз газар хооронд болон фаз хоорондын тусгаарлагад хамаарна; тууш тусгаарлагын хувьд тэдгээр нь хосолсон стандарт хэвийн тэсвэрлэх хүчдэлийн стандарт хэвийн аянгын импульс болох бол эсрэг туйлшралын гүйдлийн давтамжийн бүрэлдэхүүн хэсгийн оргил утга нь 0,7 \* *Um* \* √2 / √3 байна.  c Энэхүү Um хүчдэлийн утга нь IEC 60038 стандартад оновчгүй утга юм.  d Энэ утга нь зөвхөн агаарт ил гарахгүй нэг фазын тоног төхөөрөмжийн фаз-газар хоорондын тусгаарлагын хувьд зөвхөн хамаарна. | | | | |

**Table 3** *(2 of 2)*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Highest voltage for equipment  *Um* | Standard rated switching impulse withstand voltage | | | Standard rated lightning impulse withstand voltag |
| Longitudinal insulatio | (peak value) Phase-to-earth | Phase-to-phase |
| kV  (r.m.s value) | kV  (peak value) | kV  (peak value) | (ratio to the phase-to-earth  peak value) | kV  (peak value) |
| 1 200 | 1 550 | 1 675 | 1,70 | 2 100 |
| 2 250 |
| 1 675 | 1 800 | 1,65 | 2 250 |
| 2 400 |
| 1 800 | 1 950 | 1,60 | 2 550 |
| 2 700 |
| a Value of the impulse voltage component of the relevant combined test while the peak value of the power-frequency component of opposite polarity is *Um\* /*  b These values apply as for phase-to-earth and phase-to-phase insulation as well; for longitudinal insulation they apply as the standard rated lightning impulse component of the combined standard rated withstand voltage, while the peak value of the power-frequency component of opposite polarity is *0,7\* Um \* /*  c This *Um* is a non-preferred value in IEC 60038.  d This value is only applicable to the phase-to-earth insulation of single phase equipment not exposed to air. | | | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **5.11 Стандарт тусгаарлагын түвшний үндэслэл**  **5.11.1 Ерөнхий зүйл**  Стандарт тусгаарлагын түвшин 2-р Хүснэгтэд өгөгдсөн бол 3-р Хүснэгтэд олон улсын туршлага буюу орчин үеийн хамгаалалтын төхөөрөмж, хэт хүчдэлийг хязгаарлах арга замуудын хэрэглээг танилцуулсан байна. Тусгай стандартын тусгаарлагын түвшнийг сонгохдоо IEC 60071-2 стандартад тодорхойлсон тусгаарлагыг нийцүүлэх журамд үндэслэсэн байх ёстой бөгөөд тухайн тоног төхөөрөмжийн тусгаарлагын үзүүлэлтийг харгалзан үзнэ.  I хүрээ, хэвийн богино хугацаанд үргэлжлэх стандарт, давтамжийг тэсвэрлэх буюу стандарт, хэвийн аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэл нь фаз хооронд болон фаз газар хооронд таслах, залгах имоульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийг болон шаардлагатай тууш тэсвэрлэх хүчдэлд хамрагдах ёстой  II хүрээ, хэрэв холбогдох төхөөрөмжийн хорооноос ямар ч утга зааж өгөөгүй бол хэвийн таслах, залгах стандарт импульсийг тэсвэрлэх хүчдэл нь шаардлагатай богино хугацаанд үргэлжлэх давтамжтай тэсвэрлэх хүчдэлийг хамрах ёстой.  Эдгээр ерөнхий шаардлагуудыг хангахын тулд, шаардагдах тэсвэрлэх хүчдэлүүд нь туршилтын хувиргах коэффициентоор тодорхойлогдож хэвийн стандарт тэсвэрлэх хүчдэлд тохирсон хүчдэлийн хэлбэрт шилжсэн байх шаардлагатай. Хэвийн тэсвэрлэх хүчдэлд зориулсан консерватив утгуудыг хангахын тулд туршилтын хөрвүүлэх коэффициентыг гарсан утгуудаар нь тодорхойлдог.  Энэ баримт бичиг нь гадаад бохирдол эсвэл дотоод тусгаарлагын насжилтанд хамаарах тоног төхөөрөмжийн үзүүлэлтийг харуулах зорилготой урт хугацааны давтамжийн туршилтыг холбогдох техникийн хороодод зааварчлахад зориулагдсан.  **5.11.2 хэвийн, таслах, залгах Стандарт импульсийг тэсвэрлэх хүчдэл**  Хүснэгт 3-т тоног төхөөрөмжийн харгалзах хамгийн өндөр хүчдэл бүрттэй хамаатай хэвийн таслах, залгах стандарт импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийг утгыг сонгохдоо дараах зүйлсийг харгалзан үзнэ, үүнд:   1. цэнэг шавхагчаас үүссэн таслах, залгах хэт хүчдэлээс хамгаалагдсан тоног төхөөрөмжийн хувьд:  * түр зуурын хэт хүчдэлийн хүлээгдэж буй утга; * цэнэг шавхагчийн одоогоор мэдэгдэж буй үзүүлэлтүүд ; * тоног төхөөрөмжийн таслах, залгах импульсийг тэсвэрлэх хүчдэл болон цэнэг шавхагчийн хамгаалалтын түвшин хоорондын нийцүүлэх коэффициент болон аюулгүй байдлын коэффициентууд.  1. цэнэг шавхагчаар үүссэн таслах, залгах хэт хүчдэлээс хамгаалагдаагүй төхөөрөмжийн хувьд:  * Тоног төхөөрөмжийн байршлаас хамааран хэт хүчдэлийн боломжит хязгаарыг тооцсон нуман цахилалтаас үүсэх хүлээн зөвшөөрч болох эрсдэлийг * Таслах, залгах төхөөрөмжийг зөв сонгосноор, мөн системийн загварт тохиромжтой гэж үзсэн хэт хүчдэлийн хяналтын зэрэг.   **5.11.3 хэвийн аянгын Стандарт, импульсийг тэсвэрлэх хүчдэл**  3-р хүснэгтэд, хэвийн таслах, залгах импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлтэй хамаатай хэвийн аянгын стандарт импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийг сонгохдоо дараах зүйлсийг тооцон үзнэ:  a) залгаатай цэнэг шавхагчаар хамгаалагдсан тоног төхөөрөмжийн хувьд, аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийн нам утгуудыг ашиглах боломжтой. Эдгээр утгууд нь аянгын импульсийн хамгаалалтын түвшин, таслах, залгах импульсийн хамгаалалтын түвшин хоорондын харьцаан дээр тохиромжтой зөрүүг нэмсэнтэй тэнцүү.  b) цэнэг шавхагчаар үхамгаалагдаагүй (үр дүнтэй хамгаалагдаж чадаагүй) тоног төхөөрөмжийн хувьд, зөвхөн аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийн өндөр утгыг ашиглах боломжтой. Эдгээр өндөр утгууд нь төхөөрөмжийн гадаад тусгаарлагын (таслуур, салгуур, хэмжүүрийн трансформатор) аянгын болон таслах, залгах импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийн энгийн харьцаан дээр суурилдаг. Эдгээр утгыг таслах, залгах импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийн турших гадаад тусгаарлагын чадвараар тусгаарлагын хийцийг тодорхойлох замаар олдог.  c) онцгой цөөн тохиолдолд, аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийг илүү өндөр утгатай болгох арга хэмжээ авах хэрэгтэй. Энэ өндөр утгуудыг 5.6 болон 5.7-д өгөгдсөн стандарт утгаас сонгоно.  **6 Стандарт тэсвэрлэх хүчдэлүүдийн туршилтын шаардлагууд**  **6.1 Ерөнхий шаардлагууд**  Тусгаарлагын бодит тэсвэрлэх хүчдэл нь тохируулж тогтоосон хүчдэлээс доогуур биш гэдгийг баттай харуулахын тулд тэсвэрлэх чадварын стандарт туршилтыг хийдэг. Хэрэв холбогдох төхөөрөмжийн хороогоор заагаагүй бол тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилтад хэрэглэгдэх хүчдэлийг стандарт хэвийн тэсвэрлэх хүчдэл гэж үзнэ.  Ерөнхийдөө, тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт нь стандарт нөхцөлд гүйцэтгэх хуурай туршилтаас бүрдэнэ (туршилтын зохион байгуулалт холбогдох төхөөрөмжийн хороод болон стандарт жишиг гадаа орчны нөхцөлөөр батлагдана). Гэсэн хэдий ч цаг агаарын аас хамгаалалтгүй гадаад тусгаарлагын хувьд, стандарт богино хугацаанд үргэлжлэх давтамж болон таслах, залгах импульсийн тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт нь ОУЦТК 60060-1 стандартаар батлагдсан нөхцлөөр чийгтэй туршилтаас бүрдэнэ.  Чийгтэй туршилтын үеэр, борооны нөхцлийг г хүчдэлд байгаа бүх агаар болон тусгаарлагын гадаргууд нэгэн зэрэг хэрэглэнэ.  Хэрэв туршилтаар олж авсан гадаад орчны нөхцөл нь стандарт жишиг гадаад орчны нөхцөлөөс зөрж байвал ОУЦТК 60060-1-д зааснаар туршилтын хүчдэлийг залруулвал зохистой.  Холбогдох төхөөрөмжийн хороод зөвхөн нэг туйлшралыг заагаагүй бол бүх импульсийн тэсвэрлэх хүчдэлийг хоёр туйлын хувьд баталгаажуулна.  Нэг нөхцөл (хуурай эсвэл нойтон) эсвэл нэг туйлшрал эсвэл тэдгээрийн нэгдэл нь тэсвэрлэх хамгийн бага хүчдэлийг үүсгэдэг болохыг нотолсон тохиолдолд энэ нөхцлийн хувьд тэсвэрлэх хүчдэлийг шалгахад хангалттай юм.  Туршилтын явцад гарсан тусгаарлагын гэмтэл нь туршилтын загварыг хүлээн авах эсвэл түүнээс татгалзах үндэслэл болно. Холбогдох төхөөрөмжийн хороод эсвэл 42-р техникийн хороо гэмтэл гарвал, түүнийг илрүүлэх аргыг тодорхойлно.  Фаз хоорондын (эсвэл тууш) стандарт тусгаарлагын хэвийн тэсвэрлэх хүчдэл нь фаз газар хооронд холбогдсон тусгаарлагатай тэнцүү байх тохиолдолд фаз хоорондын (эсвэл тууш) тусгаарлагын туршилт, фаз газар хоорондын тусгаарлагын туршилтыг хамтад нь хоёр фазын гаргалгыг газартай холбож гүйцэтгэнэ.  Тиймээс стандарт нөхцөл саадалд тохирсон нуман цахилалтын физик чанар өөрчлөгдөөгүй болохыг харуулах шаардлагатай.  **6.2 Богино хугацаанд үргэлжлэх цахилгаан давтамжийн стандарт тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт**  Стандарт богино хугацаанд үргэлжлэх **цахилгаан** давтамжийн тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт нь тусгаарлагын тохируулгын гаргалгад холбогдох стандартын тэсвэрлэх хүчдэлийн нэг хэрэглээнээс бүрдэнэ.  Хэрэв өөр тохиолдолд холбогдох төхөөрөмжийн хорооны тодорхойлсоноор тусгаарлагад нуман цахилалт гараагүй бол туршилтыг амжилттай болсон гэж тооцох хэрэгтэй. Тэгэхдээ ууршуулах туршилтын явцад өөрөө шинэчлэн сэлбэгдэхтусгаарлага дээр нэг нуман цахилалт гарсан тохиолдолд туршилтыг нэг удаа давтан хийж болох бөгөөд цаашид нуман цахилалт гарахгүй бол тоног төхөөрөмжийн туршилт амжилттай болсон гэж үзнэ.  Туршилтыг гүйцэтгэх боломжгүй үед (жишээ нь нэг төрлийн бус тусгаарлагатай трансформаторын хувьд гүйцэтгэх боломжгүй), холбогдох төхөөрөмжийн хороод хэдэн зуун герц хүртэлх давтамж болон 1 минутаас багагүй хугацааг зааж өгч болно. Харин өөрөөр заагаагүй бол туршилтын хүчдэл ижил байна.  **6.3 Стандарт импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт**  Стандарт импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт нь тусгаарлагын тохируулгын гаргалгатай холбоотой тодорхой тооны стандарт хэвийн тэсвэрлэх хүчдэлийн хэрэглээнээс бүрдэнэ. Тэсвэрлэх хүчдэл нь бодит байдал дээр зөвшөөрөгдсөн итгэлцлийн зэргийг хангаж байгааг батлахын тулд өөр өөр туршилтын горимыг сонгож болно.  Төхөөрөмжийн хороодоос туршилтын журмыг ОУЦТК 60060-1 стандартад, бүрэн тодорхойлсон дараахь туршилтын журмаас сонгоно:   * нуман цахилалт үүсэхийг зөвшөөрдөггүй гурван импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт; * өөрөө шинэчлэн сэлбэгдэхтусгаарлагад хоёр хүртэлх нуман цахилалт үүссэн байхыг зөвшөөрдөг арван таван импульс тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт; * өөрөө шинэчлэн сэлбэгдэхтусгаарлагад нэг нуман цахилалт үүссэн байхыг зөвшөөрдөг гурван импульсийн тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт. Энэ тохиолдолд, нэмэлт есөн импульс хэрэглэх бөгөөд энэ үед нуман цахилалт үүсэхийг зөвшөөрдөггүй; * өөрөө шинэчлэн сэлбэгдэхтусгаарлага дахь нуман цахилалтыг зөвшөөрдөг түвшин бүрд ихсэх багасах тэсвэрлэх хүчдэлийн долоон импульсийн туршилт. * ОУЦТК 60060-1 стандартад тодорхойлсон хэвшсэн хазайлт, z өгөгдсөн тохиолдолд нэг импульсийн түвшин бүрт ихсэх багасах туршилт хийнэ. Энэхүү туршилтад хэрэглэж болох утгын хувьд таслах, залгах импульсийн z = 6 %, аянгын импульсийн z = 3 % байх ба z ≤ 3 %, z ≤ 6 % байх үед тус тус хэрэглэгдэж болно. Бусад тохиолдолд өөр аргыг хэрэглэнэ.   Дээр дурдсан туршилтын бүх журманд өөрөө шинэчлэн сэлбэгдэхгүй тусгаарлагад ямар ч эвдрэл гарахгүй байх ёстой. Өөрөө шинэчлэн сэлбэгдэхболон өөрөө шинэчлэн сэлбэгдэхгүй тусгаарлагыг хоёуланг нь агуулсан тоног төхөөрөмжид гүйцэтгэх арван таван импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилтын хувьд, IEC 60060-1 стандартын арван таван импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилтын горим нь өөрөө шинэчлэн сэлбэгдэхгүй тусгаарлагад нуман цахилалт үүсдэггүйг батлахын тулд ашигладаг. Арван таван импульсийн хоёр нь тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилтад дасан зохицсон журмыг туйлшрал тус бүрд дараах байдлаар үзүүлэв: сүүлийн гурван импульс нь нуман цахилалтыг өдөөгөөгүй бол өөрөө шинэчлэн сэлбэгдэхгүй тусгаарлагад ямар нэгэн гэмтэлгараагүй болохыг харуулж байна. 13-аас 15 хүртэлх тооны импульсийн аль нэгэнд тасалдал гарсан тохиолдолд гурваас дээш импульс нэмж хэрэглэж болно (хамгийн ихдээ арван найм). Цаашид эвдрэл гараагүй тохиолдолд, холбогдох техникийн хорооноос өөрөөр заагаагүй бол туршилтын объект туршилтыг амжилттай давсан байна.  Ямар ч нуман цахилалтанд нийцэхгүй гурван импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилтанд ямар нэгэн статистик утга өгөх боломжгүй (Pw-г 100% гэж үзнэ). Үүний хэрэглээ нь өөрөө шинэчлэн сэлбэгдэхтусгаарлага их хэмжээний хүчдэлийн хэрэглээнээс болсон гэмтлээр хязгаарлагддаг.  Өөрөө шинэчлэн сэлбэгдэх**гүй** тусгаарлага нь өөрөө шинэчлэн сэлбэгдэх тусгаарлагатай зэрэгцэн орших тоног төхөөрөмжийн туршилтыг сонгохдоо зарим туршилтанд хэвийн тэсвэрлэх хүчдэлээс их хүчдэл хэрэглэж, улмаар олон нуман цахилалт үүсэж болзошгүй гэдгийг анхаарах хэрэгтэй.  **6.4 Туршилтын хоёрдахь нөхцөл байдал**  Стандарт туршилтын нөхцөлд тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилтыг гүйцэтгэхэд хэт үнэтэй, хэтэрхий хэцүү эсвэл бүр боломжгүй тохиолдолд төхөөрөмжийн хороо болон техникийн 42-р хороо нь холбогдох стандарт тэсвэрлэх хүчдэлийг батлах хамгийн сайн шийдлийг зааж өгнө. Өөр нөхцөлд туршилтыг дахин гүйцэтгэх нь бас нэг боломж юм.  Туршилтын хоёр дахь нөхцөл байдал нь нэг буюу хэд хэдэн ялгаатай туршилтын нөхцлөөс бүрдэнэ (туршилтын тоноглолууд, туршилтын хүчдэлийн утга эсвэл төрөл, гэх мэт). Тиймээс стандарт нөхцөлд хамааралтай өөрчлөгдөөгүй нуман цахилалтын хувьслын физик шинжийг илэрхийлэх шаардлагатай.  Үүний энгийн жишээ бол хосолсон хүчдэлийн туршилтын оронд суурь тусгаарлагын явцад тууш тусгаарлагын туршилтад нэг хүчдэлийн эх үүсгүүрийг ашиглана. Энэ тохиолдолд, нуман цахилалтын өрнөлийн талаар дээр дурдсан үзүүлэлт нь ийм хувилбарыг сонгоход маш хатуу чанд нөхцөл болох юм.  **6.5 I-р хүрээний тоног төхөөрөмжид хийгдэх фаз хоорондын болон тууш тусгаарлагын стандарт тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт**  **6.5.1 Цахилгаан давтамжийн туршилт**  Um нь 123 кВ-оос их, 245 кВ –оос бага буюу тэнцүү хүчдэлтэй зарим тоног төхөөрөмжийн хувьд, фаз хоорондын (эсвэл тууш) тусгаарлага 2-р Хүснэгтэд байх фаз газар хооронд холбогдсон давтамжийн тэсвэрлэх хүчдэлээс их хүчдэлийг шаардах магадлалтай. Энэ тохиолдолд туршилт хоёр хүчдэлийн эх сурвалжтайгаар явагдвал зохистой. Нэг гаралт нь фаз газар хооронд холбогдсон гүйдлийн давтамжийн тэсвэрлэх хүчдэлээр тэжээгдэх бол нөгөөх нь фаз хоорондын (тууш) болон фаз газар хооронд холбогдсон үеийн гүйдлийн давтамжийн тэсвэрлэх хүчдэлүүдийн зөрүүгээр тэжээгдэнэ. Газардуулгын гаргалга газардсан байвал зохистой.  Эсвэл туршилтыг дараах байдлаар хийж болно:   * фазын эсрэг талд хоёр тэнцүү давтамжийн хүчдэлтэй гүйцэтгэнэ, хүчдэлийн эх үүсвэр бүр нь фаз хоорондын (тууш) тусгаарлагын гүйдлийн давтамжийн хагасыг тэсвэрлэх хүчдэлтэй нэг фазын гаргалгыг тэжээнэ. Газардуулгын гаргалгыг газардуулсан байвал зохистой. * нэг давтамжийн хүчдэлийн эх үүсвэрээр гүйцэтгэнэ. Газардуулгын гаргалга нь газарт эсвэл газрын гаргалгад ирэх нуман цахилалтаас зайлсхийх боломжтой хүчдэлтэй байж болно.   ТАЙЛБАР Хэрвээ туршилтын явцад газардуулсан гаргалгыг фазын гаргалга дээрх цахилгаан хүчлэгт нөлөөлөх хүчдэлд зөөвөрлөсөн бол (Um ≥ 72,5 кВ-ын шахсан хийн тууш тусгаарлагад тохиолддог) энэ хүчдэлийг фаз хоорондын (эсвэл тууш) тусгаарлагын туршилтын хүчдэл ба фаз газар хоорондын тусгаарлагын зөрүүтэй аль болох ойролцоо байхаар авна.  **6.5.2 Фаз хоорондын (эсвэл тууш) тусгаарлагын аянгын импульсийн туршилтууд**  Фаз хоорондын (буюу тууш) тусгаарлагад 2-р Хүснэгтэд үзүүлсэн стандарт фаз газар хоорондын тэсвэрлэх хүчдэлээс их аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэл шаардагдаж болох юм. Тийм тохиолдолд, холбогдох туршилтын зохион байгуулалтыг өөрчлөлгүйгээр фаз газар хоорондын тусгаарлагын туршилтын дараа хүчдэлийг ихэсгэх туршилтыг шууд гүйцэтгэх хэрэгтэй. Туршилтын үр дүнг дүгнэхдээ, газар луу чиглэж буй нуман цахилалтын импульсуудыг нөлөөлөх үзэгдэл гэж үзэхгүй.  Газардуулгын хэд хэдэн цахилалтууд туршилтыг гүйцэтгэхэд саад болж байвал, импульсын бүрэлдэхүүн нь фаз газар хороондын аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлтэй тэнцүү болон эсрэг туйлын оргил утгатай гүйдлийн давтамжийн бүрэлдэхүүн нь фаз хоорондын ба фаз газар хоорондын аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлүүдтэй тэнцүү байх хосолсон туршилтыг хийж болно. Эсвэл холбогдох төхөөрөмжийн хороодоос гадна талын тусгаарлагын хувьд фаз газар хоорондын тусгаарлагыг нэмэх талаар тодорхойлж өгвөл зохистой.  **6.6 II-р хүрээний тоног төхөөрөмжинд хийгдэх фаз хоорондын болон тууш тусгаарлагын стандарт тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт**  Хосолсон тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт нь дараах шаардлагуудыг хангасан байвал зохистой:   * туршилтын бүтцийг сонгохдоо, ялангуяа газардуулгын хавтгайн нөлөөлөлийг харгалзах стандартад нийцүүлэх ашиглалтын хэлбэрийг хуулбарлан сонгох шаардлагатай; * туршилтын хүчдэл бүрийн бүрэлдэхүүн хэсгийн утгыг 5.10-д заасан; * газардуулгын тусгаарлага газартай холбогдсон байх хэрэгтэй; * фаз хоорондын туршилтад гурван фазын гаргалгуудыг салгах эсвэл газардуулна * тууш тусгаарлагын туршилтад бусад хоёр фазын гаргалгуудыг салгах эсвэл газардуулна.   Цахилгааны тэгш хэмийн харьцаагаар шаардлагагүй гэж батлагдаагүй бол фазын гаргалгуудын бүхий л боломжит хосолсон туршилтыг давтан хийвэл зохимжтой.  Туршилтын үр дүнг үнэлэхдээ бүх нуман цахилалтын тоог тооцно. Туршилтын талаарх илүү нарийвчилсан зөвлөмжийг төхөөрөмжийн хороод болон ОУЦТК 60060-1 стандартаас өгсөн болно.  Онцгой хэрэглээний хувьд, холбогдох төхөөрөмжийн хороод I-р хүрээний тоног төхөөрөмжид хамаарах горимыг II-р хүрээний тууш тусгаарлагын аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт хүртэл өргөтгөж өгч болно. | **5.11 Background of the standard insulation level**  **5.11.1 General**  The standard insulation levels given in Table 2 and Table 3 reflect the experience of the world, taking into account modern protective devices and methods of overvoltage limitation. The selection of a particular standard insulation level should be based on the insulation co- ordination procedure in accordance with the insulation co-ordination procedure described in IEC 60071-2 and should take into account the insulation characteristics of the particular equipment being considered.  In range I, the standard rated short-duration power-frequency or the standard rated lightning impulse withstand voltage should cover the required switching impulse withstand voltages phase-to-earth and phase-to-phase as well as the required longitudinal withstand voltage.  In range II, the standard rated switching impulse withstand voltage should cover the required short-duration power-frequency withstand voltage if no value is required by the relevant apparatus committee.  In order to meet these general requirements, the required withstand voltages should be converted to those voltage shapes for which standard rated withstand voltages are specified using test conversion factors. The test conversion factors are determined from existing results to provide a conservative value for the rated withstand voltages.  This document leaves it to the relevant technical committee to prescribe a long-duration power-frequency test intended to demonstrate the response of the equipment with respect to ageing of internal insulation or to external pollution.  **5.11.2 Standard rated switching impulse withstand voltage**  In Table 3, standard rated switching impulse withstand voltages associated with each highest voltage for equipment have been chosen in consideration of the following:   1. for equipment protected against switching overvoltages by surge arresters:  * the expected values of temporary overvoltages; * the characteristics of presently available surge arresters; * the co-ordination and safety factors between the protective level of the surge arrester and the switching impulse withstand voltage of the equipment;  1. for equipment not protected against switching overvoltages by surge arresters:  * the acceptable risk of disruptive discharge considering the probable range of overvoltages occurring at the equipment location; * the degree of overvoltage control generally deemed economical, and obtainable by careful selection of the switching devices and in the system design.   **5.11.3 Standard rated lightning impulse withstand voltage**  In Table 3, standard rated lightning impulse withstand voltages associated with each standard rated switching impulse withstand voltage have been chosen in consideration of the following:  a) for equipment protected by close surge arresters, the low values of lightning impulse withstand level are applicable. They are chosen by taking into account the ratio of lightning impulse protective level to switching impulse protective level likely to be achieved with surge arresters, and by adding appropriate margins;  b) for equipment not protected by surge arresters (or not effectively protected), only the higher values of lightning impulse withstand voltages shall be used. These higher values are based on the typical ratio of the lightning and switching impulse withstand voltages of the external insulation of apparatus (e.g. circuit-breakers, disconnectors, instrument transformers, etc.). They are chosen in such a way that the insulation design will be determined mainly by the ability of the external insulation to withstand the switching impulse test voltages;  c) in a few extreme cases, provision should be made for a higher value of lightning impulse withstand voltage. This higher value shall be chosen from the series of standard values given in 5.6 and 5.7.  **6 Requirements for standard withstand voltage tests**  **6.1 General requirements**  Standard withstand voltage tests are performed to demonstrate, with suitable confidence, that the actual withstand voltage of the insulation is not lower than the corresponding specified withstand voltage. The voltages applied in withstand voltage tests are standard rated withstand voltages unless otherwise specified by the relevant apparatus committees.  In general, withstand voltage tests consist of dry tests performed in a standard situation (test arrangement specified by the relevant apparatus committees and the standard reference atmospheric conditions). However, for non-weather protected external insulation, the standard short-duration power-frequency and switching impulse withstand voltage tests consist of wet tests performed under the conditions specified in IEC 60060-1.  During wet tests, the rain shall be applied simultaneously on all air and surface insulation under voltage.  If the atmospheric conditions in the test laboratory differ from the standard reference atmospheric conditions, the test voltages shall be corrected according to IEC 60060-1.  All impulse withstand voltages shall be verified for both polarities, unless the relevant apparatus committees specify one polarity only.  When it has been demonstrated that one condition (dry or wet) or one polarity or a combination of these produces the lowest withstand voltage, then it is sufficient to verify the withstand voltage for this particular condition.  The insulation failures that occur during the test are the basis for the acceptance or rejection of the test specimen. The relevant apparatus committees or technical committee 42 shall define the occurrence of a failure and the method to detect it.  When the standard rated withstand voltage of phase-to-phase (or longitudinal) insulation is equal to that of phase-to-earth insulation, it is recommended that phase-to-phase (or longitudinal) insulation tests and phase-to-earth tests be performed together by connecting one of the two phase terminals to earth.  **6.2 Standard short-duration power-frequency withstand voltage tests**  A standard short-duration power-frequency withstand voltage test consists of one application of the relevant standard rated withstand voltage to the terminals of the insulation configuration.  Unless otherwise specified by the relevant apparatus committees, the insulation is considered to have passed the test no disruptive discharge occurs. However, if one disruptive discharge occurs on the self-restoring insulation during a wet test, the test may be repeated once and the equipment is considered to have passed the test if no further disruptive discharge occurs.  When the test cannot be performed (such as for transformers with non-uniform insulation), the relevant apparatus committees may specify frequencies up to few hundred hertz and durations shorter than 1 min. Unless otherwise justified, the test voltages shall be the same.  **6.3 Standard impulse withstand voltage tests**  A standard impulse withstand voltage test consists of a specified number of applications of the relevant standard rated withstand voltage to the terminals of the insulation configuration. Different test procedures may be selected to demonstrate that the withstand voltages are met with a degree of confidence that experience has shown to be acceptable.  The test procedure shall be selected by the apparatus committees from the following test procedures which are standardized and fully described in IEC 60060-1:   * three-impulse withstand voltage test in which no disruptive discharge is tolerated; * fifteen-impulse withstand voltage test in which up to two disruptive discharges on the self- restoring insulation are tolerated; * three-impulse withstand voltage test in which one disruptive discharge on the self- restoring insulation is tolerated. If this occurs, nine additional impulses are applied during which no disruptive discharge is tolerated; * the up-and-down withstand voltage test with seven impulses per level in which disruptive discharges on self-restoring insulation are tolerated; * the up-and-down test with one impulse per level, which is recommended only if the conventional deviation, z, defined in IEC 60060-1 is known. The values suggested there, z = 6 % for switching and z = 3 % for lightning impulses, shall be used if, and only if, is known that z ≤ 6 % and z ≤ 3 %, respectively. Otherwise other methods shall be used.   In all the test procedures described above no disruptive discharge is tolerated on the non- self-restoring insulation. In the case of a fifteen-impulse withstand voltage test performed on equipment where both self-restoring and non-self-restoring insulations are involved, the IEC 60060-1 fifteen-impulse withstand voltage test procedure is adapted and used to verify that no disruptive discharge occurs in the non-self-restoring insulation. This two out of fifteen- impulse withstand voltage test adapted procedure is the following for each polarity: It could be taken as an indication that no failure has happened in the non-self-restoring insulation, when the last three impulses have not led to a disruptive discharge. In case of a disruptive discharge at one of the impulse numbers 13 to 15, up to three additional pulses can be applied (maximum 18). When no further disruptive discharge occurs, the test object has passed the test, if not otherwise specified by the relevant technical committee.  No statistical meaning can be given to the three-impulse withstand voltage test in which no disruptive discharge is tolerated (*Pw* is assumed to be 100 %). Its use is limited to cases in which the non-self-restoring insulation may be damaged by a large number of voltage applications.  When selecting a test for equipment in which non-self-restoring insulation is in parallel with self-restoring insulation, serious consideration should be given to the fact that in some test procedures voltages higher than the rated withstand voltage may be applied and many disruptive discharges may occur.  **6.4 Alternative test situation**  When it is too expensive or too difficult or even impossible, to perform the withstand voltage tests in standard test situations, the apparatus committees, or technical committee 42, shall specify the best solution to prove the relevant standard rated withstand voltages. One possibility is to perform the test in an alternative test situation.  An alternative test situation consists of one or more different test conditions (test arrangements, values or types of test voltages, etc.). It is necessary, therefore, to demonstrate that the physical conditions for the disruptive discharge development, relevant to the standard situation, are not changed.  A typical example is the use of a single voltage source for the tests of longitudinal insulation, while insulating the base, instead of a combined voltage test. In this case, the demonstration mentioned above concerning the disruptive discharge development is a very stringent condition for the acceptance of the alternative.  **6.5 Phase-to-phase and longitudinal insulation standard withstand voltage tests for equipment in range I**  **6.5.1 Power-frequency tests**  For some equipment with 123 kV < *Um* ≤ 245 kV, the phase-to-phase (or longitudinal) insulation may require a power-frequency withstand voltage higher than the phase-to-earth power-frequency withstand voltage as shown in Table 2. In such cases the test shall be preferably performed with two voltage sources. One terminal shall be energized with the phase-to-earth power-frequency withstand voltage and the other with the difference between the phase-to-phase (or longitudinal) and the phase-to-earth power-frequency withstand voltages. The earth terminal shall be earthed.  Alternatively, the test may be performed:   * with two equal power-frequency voltage sources in phase opposition, each energizing one phase terminal with half of the phase-to-phase (or longitudinal) insulation power-frequency withstand voltage. The earth terminal shall be earthed; * with one power-frequency voltage source. The earth terminal may be allowed to assume a voltage to earth sufficient to avoid disruptive discharges to earth or to the earth terminal.   NOTE If, during the test, the terminal earthed in service is carried to a voltage which influences the electrical stresses on the phase terminal (as occurs in compressed gas longitudinal insulation having *Um* ≥ 72,5 kV), means will then be adopted to maintain this voltage as close as possible to the difference between the test voltage of the phase-to-phase (or longitudinal) insulation and that of the phase-to-earth insulation.  **6.5.2 Phase-to-phase (or longitudinal) insulation lightning impulse tests**  The phase-to-phase (or longitudinal) insulation may require a lightning impulse withstand voltage higher than the standard phase-to-earth withstand voltage as shown in Table 2. In such cases, the relevant tests shall be performed immediately after the phase-to-earth insulation tests increasing the voltage without changing the test arrangement. In evaluating the test results, the impulses leading to disruptive discharge to earth are considered as non- events.  When the number of discharges to earth does not allow the test to be performed, a combined test shall be adopted with an impulse component equal to the phase-to-earth lightning impulse withstand voltage and a power-frequency component with the peak value of opposite polarity equal to the difference between the phase-to-phase (or longitudinal) and the phase-to-earth lightning impulse withstand voltages. Alternatively, for external insulation, the relevant apparatus committees may specify that the phase-to-earth insulation be increased.  **6.6 Phase-to-phase and longitudinal insulation standard withstand voltage tests for equipment in range II**  The combined voltage withstand voltage test shall be performed meeting the following requirements:   * the test configuration shall suitably duplicate the service configuration, especially with reference to the influence of the earth plane; * each component of the test voltage shall have the value specified in 5.10; * the earth terminal shall be connected to earth; * in phase-to-phase tests the terminal of the third phase shall be either removed or earthed; * in longitudinal insulation tests the terminals of the other two phases shall be either removed or earthed.   The test shall be repeated for all possible combinations of the phase terminals, unless proved unnecessary by considerations of electrical symmetry.  In the evaluation of the test results, any disruptive discharge is counted. More detailed recommendations for the tests are given by apparatus committees and IEC 60060-1.  For special applications, the relevant apparatus committees may extend to longitudinal insulation lightning impulse withstand voltage tests of range II the same test procedure applicable to equipment of range I. |

|  |  |
| --- | --- |
| **A хавсралт**  (норматив)  Тодорхой импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийн байгууламжинд тоихрох агаарын (клиренс) зай  **A.1 Ерөнхий зүйл**  Бүхэлд нь туршиж үзэх боломжгүй иж бүрэн байгууламжийн хувьд (жишээ нь дэд станц), диэлектрик бат бөх чанар шаардлагад нийцэхүйц хангалттай хэмжээнд байх ёстой.  Стандарт лавлагаанд агаар дахь аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэл болон таслах, залгах импульсийг тэсвэрлэх хүчдэл нь энэ баримт бичигт тодорхойлсон аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэл болон стандарт хэвийн таслах, залгах хүчдэлээс их эсвэл тэнцүү байна. Энэхүү зарчмаар өөр өөр электродын бүтцэд нийцүүлэх агаарын (клиренс) зайн хамгийн бага хэмжээг тодорхойлно. Агаарын (клиренс) зайн хамгийн бага хэмжээг тодорхойлохдоо тооцоог практик туршлагыг харгалзан үзэж тодорхойлно.  Эдгээр агаарын (клиренс) зай нь зөвхөн тусгаарлагыг нийцүүлэх шаардлагуудыг хангахад зориулагдсан. Аюулгүй ажиллагааны шаардлагыг хангахад илүү их хэмжээний агаарын (клиренс) зай шаардагдаж болзошгүй.  A.1, A.2 ба A.3-р хүснэгтүүд нь ерөнхий хэрэглээнд тохиромжтой. Учир нь тэдгээр нь тодорхой тусгаарлагын түвшнийг хангах хамгийн бага агаарын (клиренс) зайн утгыг зааж өгдөг.  Хэрэв стандарт импульс тэсвэрлэх хүчдэлийн бодит эсвэл ижил төстэй бүтцийг баталгаажуулах туршилтаар нотлогдсон бол энэ хамгийн бага агаарын (клиренс) зай нь арай бага байж болно, ингэхдээ бороо, бохирдол гэх мэт электродын гадаргуу дээр тэгш бус байдал үүсгэж болзошгүй орчны бүхий л нөхцөлийг тооцсон байх шаардлагатай. Энэхүү байх ёстой хамгийн бага агаарын (клиренс) зай нь тоног төхөөрөмжийн загварт муугаар нөлөөлж, өртгийг нэмэгдүүлж, ахиц дэвшилд саад учруулж болзошгүй тул байх ёстой импульсийн загварын туршилтаар батлагдсан тоног төхөөрөмжид энэ зайг хэрэглэхгүй.  Хэт хүчдэл нь стандарт, хэвийн тэсвэрлэх хүчдэлийн сонголтоос бага эсвэл шаардагдах хоорондын зай нь тооцож байснаас илүү байгаа нь ажлын туршилтаар батлагдсан бол зай нь зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс бага байж болно.  А.1 хүснэгтэд саваа хэлбэрийн бүтэцтэй болон, II-р хүрээнээс гадна, дамжуулагч электрод хэлбэрийн бүтэцтэй стандарт, хэвийн аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлтэй хамгийн бага агаарын (клиренс) зайг харьцуулан харуулсан болно. Эдгээрийг фаз газар хоорондын болон фаз хоорондын агаарын (клиренс) зайд хэрэглэх боломжтой .(А.1-р хүснэгтэд бичигдсэн)  А.2 хүснэгтэд дамжуулагчийнбүтэц хэлбэртэй электродын тохиргоон дахь хамгийн бага агаарын (клиренс) зай болон стандарт, хэвийн таслах, залгах импульсийг тэсвэрлэх фаз газар хоорондын хүчдэлтэй, саваа хэлбэрийн бүтэцтэй хамгийн бага агаарын (клиренс) зайн харьцуулалтыг харуулсан болно. Дамжуулагч хоорондын хэлбэртэй электродын бүтцийг нь өргөн хүрээнд хэвийн ашигладаг.  А.3 хүснэгтэд стандарт хэвийн таслах, залгах импульсийг тэсвэрлэх фаз хоорондын хүчдэлтэй дамжуулагч-дамжуулагч загвар болон саваа дамжуулагчийн электродын хэлбэршил дэх хамгийн бага агаарын (клиренс) зайг харьцуулан харуулсан болно. Тэгш хэмгүй саваа дамжуулагчийн бүтэц нь хэвийн ашиглалттай гэж үздэг хамгийн муу электрод бүтэц юм. .  Дамжуулагч-дамжуулагч бүтцийг 2 фаз дээрх электрод хэлбэрийн бүтэцтэй бүх тэгш хэмт бүтцэд хамруулдаг. Ашиглалтад нийцэх агаарын (клиренс) зайг А.2 болон А.3 гарын авлагад заасан дүрмийн дагуу тодорхойлоно. A.2 Аянгын импульс Фаз-газар хооронд болон фаз хоорондын хэвийн аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийн агаарын (клиренс) зайг А.1 хүснэгтэд тодорхойлсон. Стандарт, хэвийн богино хугацаанд үргэлжлэх цахилгаан давтамжийг тэсвэрлэх хүчдэлийн харьцаа нь 1,7-оос их тохиолдолд стандарт хэвийн богино хугацаанд үргэлжлэх гүйдлийн давтамжийн тэсвэрлэх хүчдэлийг тооцохгүй. | **Annex A**  (normative)  Clearances in air to assure a specified impulse withstand voltage installation  **А.1 General**  In complete installations (e.g. substations) which cannot be tested as a whole, it is necessary to ensure that the dielectric strength is adequate.  The switching and lightning impulse withstand voltages in air at standard reference atmospheric conditions shall be equal to, or greater than, the standard rated switching and lightning impulse withstand voltages as specified in this document. Following this principle, minimum clearances have been determined for different electrode configurations. The minimum clearances specified are determined with a conservative approach, taking into account practical experience.  These clearances are intended solely to address insulation co-ordination requirements. Safety requirements may result in substantially larger clearances.  Tables A.1, A.2 and A.3 are suitable for general application, as they provide minimum clearances ensuring the specified insulation level.  These clearances may be lower if it has been proven by tests on actual or similar configurations that the standard impulse withstand voltages are met, taking into account all relevant environmental conditions which can create irregularities on the surface of electrodes, for example rain, pollution. These distances are therefore not applicable to equipment which has a mandatory impulse type test included in the specification, since a mandatory minimal clearance might hamper the design of equipment, increase its cost and impede progress.  The clearances may also be lower, where it has been confirmed by operating experience that the overvoltages are lower than those expected in the selection of the standard rated withstand voltages or that the gap configuration is more favourable than that assumed for the recommended clearances.  Table A.1 correlates the minimum air clearances with the standard rated lightning impulse withstand voltage for electrode configurations of the rod-structure type and, in addition for range II, of the conductor-structure type. They are applicable for phase-to-earth clearances as well as for clearances between phases (see note in Table A.1).  Table A.2 correlates the minimum air clearances for electrode configurations of the conductor- structure type and the rod-structure type with the standard rated switching impulse withstand voltage phase-to-earth. The conductor-structure configuration covers a large range for normally used configurations.  Table A.3 correlates the minimum air clearances for electrode configurations of the conductor- conductor type and the rod-conductor type with the standard rated switching impulse withstand voltage phase-to-phase. The unsymmetrical rod-conductor configuration is the worst electrode configuration normally encountered in service. The conductor-conductor configuration covers all symmetrical configurations with similar electrode shapes on the two phases. The air clearances applicable in service are determined according to the rules set out in Clauses A.2 and A.3 А.2 Lightning impulse The air clearance phase-to-earth and phase-to-phase is determined from Table A.1 for the rated lightning impulse withstand voltage. The standard rated short-duration power-frequency withstand voltage can be disregarded when the ratio of the standard rated lightning impulse withstand voltage to the standard rated short-duration power-frequency withstand voltage is higher than 1,7. |

###### 

###### A.1 Хүснэгт – Стандарт, хэвийн аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлүүд болон хамгийн бага агаарын (клиренс) зай хоорондын хамаарал

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Стандарт, хэвийн аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэл | Хамгийн бага агаарын (клиренс) зай  мм | |
| кВ | Саваа-бүтэцтэй | Дамжуулагч -бүтэцтэй |
| 20 | 60 | - |
| 40 | 60 | - |
| 60 | 90 | - |
| 75 | 120 | - |
| 95 | 160 | - |
| 125 | 220 | - |
| 145 | 270 | - |
| 170 | 320 | - |
| 200 | 380 | - |
| 250 | 480 | - |
| 325 | 630 | - |
| 380 | 750 | - |
| 450 | 900 | - |
| 550 | 1 100 | - |
| 650 | 1 300 | - |
| 750 | 1 500 | - |
| 850 | 1 700 | 1 600 |
| 950 | 1 900 | 1 700 |
| 1 050 | 2 100 | 1 900 |
| 1 175 | 2 350 | 2 200 |
| 1 300 | 2 600 | 2 400 |
| 1 425 | 2 850 | 2 600 |
| 1 550 | 3 100 | 2 900 |
| 1 675 | 3 350 | 3 100 |
| 1 800 | 3 600 | 3 300 |
| 1 950 | 3 900 | 3 600 |
| 2 100 | 4 200 | 3 900 |
| 2 250 | 4 500 | 4 150 |
| 2 400 | 4 800 | 4 450 |
| 2 550 | 5 100 | 4 700 |
| 2 700 | 5 400 | 1. 000 |

###### Table A.1 – Correlation between standard rated lightning impulse withstand voltages and minimum air clearances

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Standard rated lightning impulse withstand voltage | Minimum clearance  mm | |
| kV | Rod-structure | Conductor-structure |
| 20 | 60 | - |
| 40 | 60 | - |
| 60 | 90 | - |
| 75 | 120 | - |
| 95 | 160 | - |
| 125 | 220 | - |
| 145 | 270 | - |
| 170 | 320 | - |
| 200 | 380 | - |
| 250 | 480 | - |
| 325 | 630 | - |
| 380 | 750 | - |
| 450 | 900 | - |
| 550 | 1 100 | - |
| 650 | 1 300 | - |
| 750 | 1 500 | - |
| 850 | 1 700 | 1 600 |
| 950 | 1 900 | 1 700 |
| 1 050 | 2 100 | 1 900 |
| 1 175 | 2 350 | 2 200 |
| 1 300 | 2 600 | 2 400 |
| 1 425 | 2 850 | 2 600 |
| 1 550 | 3 100 | 2 900 |
| 1 675 | 3 350 | 3 100 |
| 1 800 | 3 600 | 3 300 |
| 1 950 | 3 900 | 3 600 |
| 2 100 | 4 200 | 3 900 |
| 2 250 | 4 500 | 4 150 |
| 2 400 | 4 800 | 4 450 |
| 2 550 | 5 100 | 4 700 |
| 2 700 | 5 400 | 5 000 |

NOTE The standard rated lightning impulse withstand voltages are applicable phase-to-phase and phase-to-earth.

For phase-to-earth, the minimum clearance for conductor-structure and rod-structure is applicable.

For phase-to-phase, the minimum clearance for rod-structure is applicable.

ТАЙЛБАР Стандарт, хэвийн аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлүүдийг фаз-газар болон фаз-хооронд хэрэглэх боломжтой.

Фаз-газар хоорондын утгыг дамжууллын бүтэцтэй болон саваа бүтэцтэй хамгийн бага агаарын (клиренс) зайд хэрэглэнэ.

Фаз хоорондын утгыг саваа бүтэцтэй хамгийн бага агаарын (клиренс) зайд хэрэглэнэ.

|  |  |
| --- | --- |
| **А.3 Таслах, залгах импульс**  Фаз-газар хоорондын агаарын (клиренс) зай нь стандарт, хэвийн аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийн А.1 Хүснэгтэд тодорхойлсон зай болон стандарт хэвийн импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийн А.2 Хүснэгт дэхь зайнаас их байна. .  Фаз хоорондын агаарын (клиренс) зай нь А.1 Хүснэгтэд үзүүлсэн стандарт, хэвийн аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлтэй саваа хэлбэрийн бүтцэнд тодорхойлсон агаарын (клиренс) зай болон стандарт таслах, залгах импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлүүдийг А.3 хүснэгтмийнхээс ихбайна. .  Эдгээр утга нь шаардагдах тэсвэрлэх хүчдэлийг тооцсон өндөржилтөнд хүчинтэй байна.  II-р хүрээнд тууш тусгаарлагад стандарт, хэвийн аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийн агаарын (клиренс) зайг аргаж авахын тулд системийн (*Us*) фаз-газарт оргил хүчдэлийг 0,7 дахин нэмэгдүүлэн стандарт, хэвийн аянгын импульс тэсвэрлэх хэмжээ дээр нэмээд, нийлбэрийг нь 500кВ/м –д хувааж гаргаж авна.  Тууш стандарт, хэвийн таслах, залгах импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийн II-р хүрээнд шаардагдах агаарын (клиренс) зай нь фаз хоорондын харгалзах утгаас бага байна. Ийм агаарын (клиренс) зай ихэвчлэн зөвхөн загварын туршилтын төхөөрөмжид байдаг учраас хамгийн бага утга нь энэ баримт бичигт бичигдээгүй болно. | **A.3 Switching impulse**  The phase-to-earth clearance is the higher value of the clearances determined for the rod- structure configuration from Table A.1 for the standard rated lightning impulse withstand voltages, and from Table A.2 for the standard rated switching impulse withstand voltages.  The phase-to-phase clearance is the higher value of the clearances determined for the rod- structure configuration from Table A.1 for the standard rated lightning impulse withstand voltages and from Table A.3 for the standard switching impulse withstand voltages.  The values are valid for altitudes which have been taken into account in the determination of the required withstand voltages.  The clearances necessary to withstand the standard rated lightning impulse withstand voltage for the longitudinal insulation in range II can be obtained by adding 0,7 times the highest voltage of a system (*Us*) phase-to-earth peak to the value of the standard rated lightning impulse withstand voltage and by dividing the sum by 500 kV/m.  The clearances necessary for the longitudinal standard rated switching impulse withstand voltage in range II are smaller than the corresponding phase-to-phase value. Such clearances usually exist only in type tested apparatus and minimum values are therefore not given in this document. |

###### A.2-р хүснэгт – Хамгийн бага фаз-газар хоорондын агаарын (клиренс) зай болон стандарт, хэвийн таслах, залгах импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийн хоорондын хамаарал

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Стандарт хэвийн таслах, залгах импульсийг тэсвэрлэх хүчдэл | Хамгийн бага фаз-газар хоорондын агаарын (клиренс) зай  мм | |
| кВ | Саваа бүтэцтэй | Дамжуулагч бүтэцтэй |
| 750 | 1 900 | 1 600 |
| 850 | 2 400 | 1 800 |
| 950 | 2 900 | 2 200 |
| 1 050 | 3 400 | 2 600 |
| 1 175 | 4 100 | 3 100 |
| 1 300 | 4 800 | 3 600 |
| 1 425 | 5 600 | 4 200 |
| 1 550 | 6 400 | 4 900 |
| 1 675 | 7 400 | 5 600 |
| 1 800 | 8 300 | 6 300 |
| 1 950 | 9 500 | 7 200 |

###### Table A.2 – Correlation between standard rated switching impulse withstand voltages and minimum phase-to-earth air clearances

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Standard rated switching impulse withstand voltage | Minimum phase-to-earth clearance  mm | |
| kV | Rod-structure | Conductor-structure |
| 750 | 1 900 | 1 600 |
| 850 | 2 400 | 1 800 |
| 950 | 2 900 | 2 200 |
| 1 050 | 3 400 | 2 600 |
| 1 175 | 4 100 | 3 100 |
| 1 300 | 4 800 | 3 600 |
| 1 425 | 5 600 | 4 200 |
| 1 550 | 6 400 | 4 900 |
| 1 675 | 7 400 | 5 600 |
| 1 800 | 8 300 | 6 300 |
| 1 950 | 9 500 | 7 200 |

###### A.3-Р Хүснэгт – Хамгийн бага фаз хоорондын агаарын (клиренс) зай ба стандарт, хэвийн таслах, залгах импульсийг тэсвэрлэх хүчдэл хоорондын хамаарал

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Стандарт, хэвийн таслах, залгах импульсийг тэсвэрлэх хүчдэл | | | Хамгийн бага фаз хоорондын агаарын (клиренс) зай  мм | |
| Фаз газар хооронд | фаз-газар хоорондын хүчдэл болон фаз хоорондын хүчдэлийн хоорондын харьцаа | Фаз хооронд | Зэрэгцээ дамуулагч | Саваа дамжуулагч |
| кВ | кВ |
| 750 | 1,50 | 1125 | 2 300 | 2 600 |
| 850 | 1,50 | 1275 | 2 600 | 3 100 |
| 850 | 1,60 | 1360 | 2 900 | 3 400 |
| 950 | 1,50 | 1425 | 3 100 | 3 600 |
| 950 | 1,70 | 1615 | 3 700 | 4 300 |
| 1 050 | 1,50 | 1575 | 3 600 | 4 200 |
| 1 050 | 1,60 | 1680 | 3 900 | 4 600 |
| 1 175 | 1,50 | 1763 | 4 200 | 5 000 |
| 1 300 | 1,70 | 2210 | 6 100 | 7 400 |
| 1 425 | 1,70 | 2423 | 7 200 | 9 000 |
| 1 550 | 1,60 | 2480 | 7 600 | 9 400 |
| 1 550 | 1,70 | 2635 | 8 400 | 10 000 |
| 1 675 | 1,65 | 2764 | 9 100 | 10 900 |
| 1 675 | 1,70 | 2848 | 9 600 | 11 400 |
| 1 800 | 1,60 | 2880 | 9 800 | 11 600 |
| 1 800 | 1,65 | 2970 | 10 300 | 12 300 |
| 1 950 | 1,60 | 3120 | 11 200 | 13 300 |

###### Table A.3 – Correlation between standard rated switching impulse withstand voltages and minimum phase-to-phase air clearances

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Standard rated switching impulse withstand voltage | | | Minimum phase-to-phase clearance  mm | |
| Phase-to- earth | Ratio of phase-to- phase value to phase-to-earth value | Phase-to- phase | Conductor-conductor parallel | Rod- conductor |
| kV | kV |
| 750 | 1,50 | 1125 | 2 300 | 2 600 |
| 850 | 1,50 | 1275 | 2 600 | 3 100 |
| 850 | 1,60 | 1360 | 2 900 | 3 400 |
| 950 | 1,50 | 1425 | 3 100 | 3 600 |
| 950 | 1,70 | 1615 | 3 700 | 4 300 |
| 1 050 | 1,50 | 1575 | 3 600 | 4 200 |
| 1 050 | 1,60 | 1680 | 3 900 | 4 600 |
| 1 175 | 1,50 | 1763 | 4 200 | 5 000 |
| 1 300 | 1,70 | 2210 | 6 100 | 7 400 |
| 1 425 | 1,70 | 2423 | 7 200 | 9 000 |
| 1 550 | 1,60 | 2480 | 7 600 | 9 400 |
| 1 550 | 1,70 | 2635 | 8 400 | 10 000 |
| 1 675 | 1,65 | 2764 | 9 100 | 10 900 |
| 1 675 | 1,70 | 2848 | 9 600 | 11 400 |
| 1 800 | 1,60 | 2880 | 9 800 | 11 600 |
| 1 800 | 1,65 | 2970 | 10 300 | 12 300 |
| 1 950 | 1,60 | 3120 | 11 200 | 13 300 |

|  |  |
| --- | --- |
| **B хавсралт**  (мэдээллийн)  **ОУЦТК-ын стандартаар заасан тоног төхөөрөмжийн хамгийн өндөр *Um* хүчдэлд хамаарах хэвийн тусгаарлагын түвшин**  В.1-р хүснэгтэнд зарим улс оронд ОУЦТК-ын стандартаар заагаагүй зөвхөн өнөөгийн практикт үндэслэсэн тоног төхөөрөмжийн *Um* хамгийн өндөр хүчдэл нь 1 кВ-оос их, 245 кВ-оос бага буюу тэнцүү үед тусгаарлагын хэвийн түвшингийн утгыг харуулсан байна. | **Annex B**  (informative)  **Rated insulation levels for highest voltages of equipment, *Um*, not standardized by IEC**  Table B.1 gives the values of rated insulation levels for 1 kV < *Um* ≤ 245 kV for highest voltages of equipment Um not standardized by IEC based on current practice in some countries. |

###### B.1-р Хүснэгт – ОУЦТК стандартаар заагаагүй *Um* тоног төхөөрөмжийн хамгийн өндөр хүчдэлийн гаргалгын түвшин

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тоног төхөөрөмжийн хамгийн өндөр Um хүчдэл | хэвийн, богино хугацаанд үргэлжлэх Стандарт цахилгаан давтамжийг тэсвэрлэх хүчдэл | хэвийн аянгын импульсийг тэсвэрлэх Стандарт хүчдэл |
| кВ  (дундаж квадрат утга) | кВ  (дундаж квадрат утга) | кВ  (оргил утга) |
| 40,5 | 80 | 185 |
| 80 | 190 |
| 85 | 200 |
| 82,5 | 140 | 325 |
| 150 | 380 |

###### Table B.1 – Rated insulation levels for highest voltages of equipment, *U*m, not standardized by IEC

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Highest voltage for equipment, *Um* | Standard rated short-duration power-frequency withstand voltage | Standard rated lightning impulse withstand voltage |
| kV  (r.m.s value) | kV  (r.m.s value) | kV  (peak value) |
| 40,5 | 80 | 185 |
| 80 | 190 |
| 85 | 200 |
| 82,5 | 140 | 325 |
| 150 | 380 |

### НОМ ЗҮЙ

IEC60050-614:2016*, Олон улсын цахилгаан техникийн тайлбар толь – 614-р хэсэг: Цахилгаан энергийн үйлдвэрлэл, дамжуулалт болон түгээлт – Ажиллагаа*

IEC 60507, *Хувьсах гүйдлийн системүүд дээр ашиглах шилэн тусгаарлагчууд болон өндөр хүчдэлийн керамик материал дээр хийгдсэн бохирдолд зориулсан туршилтууд*

IEC 60633, *Өндөр хүчдэл тогтмол гүйдлийн (ӨХТГ) дамжуулалт – Тайлбар толь*

IEC TS 60815-1*, Бохирдсон нөхцөлд ашиглах өндөр хүчдэлд зориулсан тусгаарлагчийн хэмжилт болон сонголт – 1 дүгээр хэсэг: Тодорхойлолт, мэдээлэл ба ерөнхий зарчим*

IEC108 *дугаар Арга зүйн удирдамж, ОУЦТК нийтлэлүүдийн уялдаа холбоог баталгаажуулах удирдамж – Ерөнхий стандартуудын хэрэглээ*

### Bibliography

IEC 60050-614:2016, *International electrotechnical vocabulary – Part 614: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation*

IEC 60507, *Artificial pollution tests on high-voltage ceramic and glass insulators to be used on a.c. systems*

IEC 60633, *High-voltage direct current (HVDC) transmission – Vocabulary*

IEC TS 60815-1, *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 1: Definitions, information and general principles*

IEC Guide 108, *Guidelines for ensuring the coherency of IEC publications – Application of horizontal stan*