



РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА

ЦИРКУЛЯРНОЕ ПИСЬМО

№ 315-07-1434ц

от 26.08.2020

Касательно:

изменений к Правилам технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов, 2020, НД № 2-020101-130

Объект(ы) наблюдения:

оборудование автоматизации (коды Номенклатуры 15XXXXXX)

Дата вступления в силу:

01.10.2020

Действует до: -

Действие продлено до: -

Отменяет/изменяет/дополняет циркулярное письмо № -

от -

Количество страниц: 1+38

Приложения:

Приложение 1: информация об изменениях, внесенных циркулярным письмом

Приложение 2: текст изменений к части IV «Техническое наблюдение за изготовлением изделий»

Генеральный директор

К.Г. Пальников

Текст ЦП:

Настоящим сообщаем, что на основании опыта технического наблюдения за изготовлением оборудования автоматизации, с учетом положений стандартов Международной электротехнической комиссии (МЭК) в области испытаний электрооборудования и оборудования автоматизации, а также с целью гармонизации требований раздела 12 части IV «Техническое наблюдение за изготовлением изделий» с обновленной Номенклатурой объектов технического наблюдения Регистра в Правила технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов вносятся изменения, приведенные в приложениях к настоящему циркулярному письму.

Необходимо выполнить следующее:

1. Довести содержание настоящего циркулярного письма до сведения инспекторского состава подразделений РС, заинтересованных организаций и лиц в регионе деятельности подразделений РС.
2. Применять положения настоящего циркулярного письма при рассмотрении и одобрении технической документации на изделия, а также при осуществлении технического наблюдения за изготовлением изделий, по заявкам, поступившим 01.10.2020 или после этой даты.

Перечень измененных и/или дополненных пунктов/глав/разделов:

раздел 12

Исполнитель: Окунев В.А.

315

+7 812 605-0517

Система «Тезис» № 20-117954

**Информация об изменениях, внесенных циркулярным письмом
(для включения в Перечень изменений к соответствующему Изданию РС)**

№	Изменяемые пункты/главы/разделы	Информация по изменениям	№ и дата циркулярного письма, которым внесены изменения	Дата вступления в силу
1	Раздел 12	Текст раздела переработан на основании опыта технического наблюдения, с учетом применимых положений стандартов МЭК, а также с целью гармонизации с обновленной Номенклатурой объектов технического наблюдения Регистра	315-07-1434ц от 26.08.2020	01.10.2020

ПРАВИЛА ТЕХНИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОСТРОЙКОЙ СУДОВ И ИЗГОТОВЛЕНИЕМ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ СУДОВ, 2020,

НД № 2-020101-130

ЧАСТЬ IV. ТЕХНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ИЗГОТОВЛЕНИЕМ ИЗДЕЛИЙ

Раздел 12 заменяется следующим текстом:

«12 ОБОРУДОВАНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ

12.1 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Термины и определения приводятся в разд. 10 «Электрическое оборудование».

12.2 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

12.2.1 Положения настоящего раздела применяются при техническом наблюдении за оборудованием автоматизации, перечисленным в разд. 15 «Автоматизация» Номенклатуры объектов технического наблюдения Регистра.

12.2.2 Раздел содержит требования технического наблюдения за изготовлением упомянутых выше объектов технического наблюдения на предприятии (изготовителе).

Технические указания и нормы испытаний относятся в равной мере к головным, опытным образцам и к изделиям при установившемся производстве.

12.2.3 Общие положения по организации технического наблюдения приведены в части I «Общие положения по техническому наблюдению», по технической документации – в части II «Техническая документация» и в 1.4 настоящей части.

12.3 ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

12.3.1 Состав технической документации на оборудование автоматизации, подлежащей представлению в Регистр в зависимости от кода номенклатуры представлен в Приложении 1.

Примечание. Для организации процесса рассмотрения документации изготовитель может использовать чек-лист, форма которого представлена в Приложении 3.

12.3.2 Кодификация технической документации, используемая в настоящем разделе представлена в таблице 12.3.2-1.

Таблица 12.3.2-1

Код	Наименование	Описание
C1	комплект документации на программируемые электронные системы	документация на программируемые электронные системы в соответствии с разд. 7 части XV «Автоматизация» Правил классификации и постройки морских судов
D1	сборочный чертеж	документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля
D2	чертеж общего вида	документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия
D3	схема структурная	документ, определяющий основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи
D4	схема принципиальная	документ, определяющий полный состав элементов и взаимосвязи между ними и, как правило, дающий полное (детальное) представление о принципах работы изделия (установки)
T1	спецификация	документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта
T2	пояснительная записка	документ, содержащий описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических решений
T3	технические условия	документ, содержащий требования (совокупность всех показателей, норм, правил и положений) к изделию, его изготовлению, контролю, приемке и поставке
T4	программа и методика испытаний	документ, содержащий технические данные, подлежащие проверке при испытании изделий, а также порядок и методы их контроля
T5	анализ последствий отказов (АПО) (FMEA)	анализ видов и последствий отказов, представляющий собой структурированный подход к выявлению потенциальных отказов, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации изделия (установки). Рекомендации по проведению анализа представлены в Приложении 2
I1	свидетельство о взрывозащите	документ, удостоверяющий, что данный вид оборудования соответствует конкретному стандарту на вид взрывозащиты и предназначено специально для использования во взрывоопасной среде

При необходимости Регистр может потребовать представления дополнительной технической документации, включая данные о надежности.

При рассмотрении технической документации на оборудование автоматизации определяется соответствие конструкции и заявленных эксплуатационных характеристик изделий требованиям соответствующих частей Правил классификации и постройки морских судов, включая судовые условия эксплуатации.

12.4 ОБЪЕМ И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ

12.4.1 Перед испытаниями оборудования автоматизации на предприятии (изготовителе) должно быть проверено наличие:

.1 комплекта одобренной Регистром технической документации на испытуемое оборудование;

.2 документов на комплектующие изделия, подтверждающие техническое наблюдение Регистра при их изготовлении, если такое наблюдение требуется Номенклатурой РС;

.3 одобренной Регистром программы и методики испытаний;

.4 документов (сертификатов, протоколов испытаний и т.д.) компетентных организаций, подтверждающих положительные результаты специальных видов испытаний, если они предусматриваются программой испытаний;

.5 предусмотренного программой и методикой испытаний испытательного оборудования с необходимыми документами, подтверждающими его характеристики, свидетельства испытательной лаборатории;

.6 измерительных приборов с относительной погрешностью измерения, не превышающей 1,5 %;

.7 документов компетентных организаций, подтверждающих соответствие измерительных приборов заявленной погрешности измерения.

12.4.2 При освидетельствовании инспектор должен удостовериться в том, что испытания проводятся в соответствии с одобренной Регистром программой и по методикам испытаний, изложенным в настоящем разделе или другим равноценным методикам, одобренным Регистром.

12.4.3 В процессе проведения отдельных видов испытаний и между ними допускается делать перерывы, если они не влияют на ход испытаний.

12.4.4 Испытания головных образцов систем автоматизации (управления, регулирования, сигнализации и защиты) на предприятиях (изготовителях) должны проводиться в комплекте с датчиками и исполнительными механизмами, либо с применением соответствующих имитаторов. При проведении испытаний пневмоэлементы автоматики должны монтироваться и соединяться между собой таким же образом, как это будет предусмотрено в блоках автоматизации.

12.4.5 Дистанционно управляемая арматура, как правило, должна испытываться в комплекте с сигнализаторами конечного положения (особенно при вибрационных испытаниях и испытаниях на удар).

12.4.6 Регуляторы, датчики и сигнализаторы должны испытываться на стендах с реальными рабочими средами. В случае отсутствия возможности проведения испытаний на стендах с реальными рабочими средами, допускает проведение испытаний с применением имитаторов.

12.4.7 Пневматические и гидравлические трубопроводы систем автоматизации должны быть подвергнуты гидравлическим испытаниям на давления согласно разд. 8. Испытания гидравлических и пневматических элементов и устройств на сохранение работоспособности при перегрузках должны проводиться в соответствии с одобренной технической документацией на соответствующие элементы и устройства.

12.4.8 Для системы автоматизации могут быть зачтены некоторые испытания, кроме функциональных, ранее проведенные на элементах и устройствах, входящих в состав данной системы, либо ранее проведенные испытания самой системы, при условии, что эти испытания были выполнены по нормам не ниже норм Регистра. Результаты испытаний должны подтверждаться протоколами. При этом изготовитель подтверждает неизменность конструкции, программного обеспечения и ранее заявленных технических характеристик материала или изделия, либо изменения конструкции не приводят к изменению процесса работы, нагрузок на элементы изделия, ресурс или другие существенные параметры работы изделия.

12.4.9 После проведения механических и климатических испытаний, при которых возможны повреждения отдельных деталей, а также при нарушении работоспособности изделия во время любого испытания, должен проводиться детальный осмотр оборудования, и должна быть определена возможность проведения дальнейших испытаний.

12.4.10 Инспектор имеет право отказаться от проведения испытаний, если объект испытаний недостаточно подготовлен, а также при обнаружении дефектов, влияющих на безопасность проведения освидетельствования или испытаний.

12.4.11 Если изделие не выдержало какого-либо вида испытаний и в его конструкцию в связи с этим внесено изменение или усовершенствование, испытания

должны быть проведены вновь в соответствии с программой и методикой испытаний. Объем повторных испытаний должен быть согласован с Регистром.

12.4.12 Объем и виды испытаний оборудования автоматизации при его изготовлении представлены в Приложении 1.

Примечание. Для организации процесса испытаний изготовитель может использовать чек-лист, форма которого представлена в Приложении 4.

12.4.13 Испытания программируемых электронных систем должны проводиться в соответствии с разд. 7 части XV «Автоматизация» Правил классификации и постройки морских судов.

12.4.14 При положительных результатах испытаний оформляется свидетельство соответствующей формы согласно части I «Общие положения по техническому наблюдению».

12.4.15 По истечении срока действия СТО возобновляется по заявке изготовителя в соответствии с 6.8 части I «Общие положения по техническому наблюдению».

12.4.16 При несоблюдении условий 6.8.1 и выполнении условий 6.8.2 части I «Общие положения по техническому наблюдению» для возобновления СТО на изделие при установившемся производстве предприятие (изготовитель) должно провести испытания по программе, одобренной Регистром, в объеме не менее чем для серийного изделия установившегося производства.

12.4.17 При внесении изменений в конструкцию оборудования автоматизации, которые приводят к изменению процесса работы, нагрузок на элементы изделия, ресурс или другие существенные параметры работы изделия, или внесения изменений в программное обеспечение и ранее заявленные технические характеристики материала или изделия, для подтверждения или возобновления СТО изделия должны быть подвергнуты испытаниям с учетом внесенных изменений по программе, одобренной Регистром.

12.5 УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ИСПЫТАНИЙ И ПРОВЕРОК

12.5.1 Испытания и проверки должны проводиться на одних и тех же образцах в последовательности, которая должна быть отражена в программе испытаний.

12.5.2 Вне зависимости от последовательности, указанной в программе испытаний, и не обязательно на образцах, подвергаемых другим видам испытаний, допускается проводить следующие испытания:

- .1 на воздействие соляного тумана;
- .2 на грибостойкость.

12.6 ОПИСАНИЕ ИСПЫТАНИЙ И ПРОВЕРОК

Полный перечень испытаний и проверок представлен в таблице 12.6.

Таблица 12.6

Код	Наименование испытания
12.4.13	Испытания программируемых электронных систем
12.6.1	Осмотр
12.6.2	Измерение сопротивления изоляции
12.6.3	Испытание электрической прочности изоляции
12.6.4	Функциональные испытания
12.6.5	Вибрационные испытания
12.6.6	Испытания на удар
12.6.7	Испытания на устойчивость к качке и к длительным наклонам
12.6.8	Испытания на теплоустойчивость

Код	Наименование испытания
12.6.9	Испытания на холодоустойчивость
12.6.10	Испытания на влагоустойчивость
12.6.11	Испытания на воздействие соляного тумана (коррозионную стойкость)
12.6.12	Испытания защитного исполнения оболочек
12.6.13	Испытания на отклонение питания от номинальных значений
12.6.14	Испытания на уровень излучаемых электромагнитных помех
12.6.15	Испытания на устойчивость к воздействию внешних электромагнитных помех:
12.6.15.1	испытания на устойчивость к кондуктивным низкочастотным помехам
12.6.15.2	Испытания на устойчивость к кондуктивным радиочастотным помехам
12.6.15.3	Испытания на устойчивость к наносекундным импульсным помехам в цепях источников питания переменного тока, сигнальных и управляющих цепях
12.6.15.4	Испытания на устойчивость к микросекундным импульсным помехам
12.6.15.5	Испытания на устойчивость к электростатическим разрядам
12.6.15.6	Испытания на устойчивость к электромагнитному полю
12.6.16	Испытания на уровень излучаемых кондуктивных помех
12.6.17	Испытания на нераспространение горения
12.6.18	Испытания на грибостойкость

12.6.1 Осмотр.

Осмотр проводится с целью определения:

соответствия изделий одобренной технической документации;

соответствия изделий требованиям правил Регистра, выполнение которых не указано в одобренной технической документации;

готовности представленного на испытания изделия;

ремонтпригодности систем и устройств автоматизации, при этом на опытном или головном образце проверяется возможность замены деталей (не должна сопровождаться сложными наладками и регулировкам) оборудования автоматизации. При проверке ремонтпригодности должно быть обращено внимание на наличие номеров, маркировки, бирок и других индексов, обозначающих соответствующие запасные части, а также их место в системе автоматизации и в схемах.

При визуальном осмотре (при необходимости со вскрытием и отдельными разборками) проверяются:

комплектующие изделия и материалы, примененные в изделии;

качество монтажа изделия;

конструктивное исполнение изделия;

надежность соединений и креплений узлов, сварных, винтовых и других конструктивных и контактных соединений;

наличие антикоррозионных покрытий в местах, подверженных коррозии;

наличие необходимых маркировок и информационных надписей;

контактное и защитное оконцевание кабелей и проводов, присоединения гидравлических и пневматических трубопроводов;

мероприятия, обеспечивающие электробезопасность (защитное заземление, блокировки, изоляционные покрытия и т.п.).

12.6.2 Измерение сопротивления изоляции.

Измерение сопротивления изоляции является обязательным на следующих этапах проведения испытаний:

до и после испытаний электрической прочности изоляции;

до и после испытаний на теплоустойчивость;

до и после испытаний на холодоустойчивость;

до и после испытаний на влагоустойчивость;

до и после испытаний на воздействие соляного тумана.

Сопротивление изоляции должно измеряться:

между всеми частями изделия, предназначенными для работы под одинаковым напряжением и соединенными вместе на время измерения, и любой доступной для прикосновения металлической частью изделия (оболочкой, рукояткой и т.п.);

между частями изделия, предназначенными для работы под напряжением, электрически не связанными между собой, между различными обмотками.

Элементы, которые могут быть повреждены при измерении, а также обеспечивающие электромагнитную совместимость, могут быть отключены на время проведения измерения.

Сопротивление изоляции должно быть не ниже указанных в таблице 12.6.2 значений.

Таблица 12.6.2

Номинальное напряжение питания, В	Тестовое напряжение, В	Минимально допустимое сопротивление изоляции, МОм	
		до испытаний	после испытаний
$U_n \leq 65$	$2xU_n$, но не менее 24В	10	1,0
$U_n > 65$	500	100	10

12.6.3 Испытания электрической прочности изоляции.

Перед началом проведения испытаний и после их окончания проводится измерение сопротивления изоляции оборудования при стандартных климатических условиях.

Тестовое напряжение должно прикладываться поочередно между токоведущими частями несвязанных электрических цепей, а также между токоведущими частями и корпусом изделия.

Полупроводниковые элементы оборудования автоматизации, которые могут быть повреждены при испытании, могут быть отключены на время проведения испытаний. При невозможности отключения указанных элементов, величина тестового напряжения определяется изготовителем с учетом технических характеристик таких элементов.

Электрическая изоляция оборудования автоматизации должна выдержать без пробоя в течение 1 мин при нормальных климатических условиях переменное синусоидальное напряжение с частотой 50 Гц или 60 Гц и со значением, указанными в таблице 12.6.3.

Таблица 12.6.3

Номинальное напряжение питания, В	Тестовое напряжение (50 или 60 Гц), В
$U_n \leq 65$	$2xU_n + 500$
66 — 250	1500
251 — 500	2000
501 — 690	2500

12.6.4 Функциональные испытания.

При функциональных испытаниях оборудования автоматизации на предприятии (изготовителе) испытывается каждый образец. Испытания проводятся в нормальных климатических условиях.

Проверка функционирования и работоспособности оборудования автоматизации проводится на режимах, предусмотренных технической документацией.

Во время функциональных испытаний проверяются:

все характеристики на соответствие требованиям технической документации (погрешность, быстродействие или инерционность, чувствительность, динамические и статические выходные характеристики и т. п.) и алгоритмы автоматизации, т. е. весь объем, порядок и последовательность выполняемых системой или устройством функций управления, регулирования, контроля и защиты;

автоматический контроль неисправностей оборудования путем имитации отдельных неисправностей внутри системы, в датчиках или испытательных механизмах, обрывами, короткими замыканиями и т.п.;

защита от несанкционированного изменения пороговых значений срабатывания сигнализации и защиты;

влияние неисправностей отдельных элементов системы, в том числе коротких замыканий и обрывов в цепях датчиков, каналов связи и исполнительных механизмов на работоспособность отдельных каналов и всей системы в целом. При имитации

неисправностей оборудования, коротких замыканий и обрывов в отдельных цепях и каналах связи должна сохраняться работоспособность смежных цепей и каналов и всей системы в целом.

12.6.5 Вибрационные испытания.

Испытания проводятся в соответствии со стандартом МЭК 60068-2-6 (тест F_c).

Испытания проводят с целью проверки способности изделий выполнять свои функции и сохранять значения параметров в пределах, указанных в документации на изделия и программах испытаний, в условиях воздействия синусоидальной вибрации в заданных режимах.

Испытание проводят под механической и (или) электрической нагрузкой, характер, параметры и метод контроля которой должны быть установлены в документации на изделия и программе испытаний.

Для проверки рекомендуется выбирать параметры, по изменению которых можно судить об устойчивости изделия в целом (например, уровень виброшумов, искажение выходного сигнала или изменение его величины, целостность электрической цепи, нестабильность контактного сопротивления и т.д.).

Способ крепления оборудования для проведения испытаний должен быть указан в технической документации с учетом возможных положений при эксплуатации. Если в технической документации предусмотрены различные способы крепления при эксплуатации оборудования, то испытания должны проводиться для каждого способа крепления. Если известен наиболее критичный способ крепления, указанный в технической документации, то допускается проводить испытания только при данном способе крепления.

Испытания проводятся в трех взаимно перпендикулярных направлениях по отношению к оборудованию в течение двух циклов (под циклом понимается плавное изменение частоты в заданном диапазоне от низшей к высшей и обратно $f_1 \rightarrow f_2 \rightarrow f_1$, где f_1 и f_2 низшая и высшая частоты диапазона соответственно) в каждом направлении. Скорость изменения частоты должна быть достаточной для проверки и регистрации необходимых параметров, но не более чем две октавы в минуту.

Если известно наиболее опасное направление воздействия, то испытание проводят только в этом направлении воздействия.

Испытания должны проводиться на штатных амортизаторах, если таковые имеются. Изделия с амортизаторами при испытании их на обнаружение резонансных частот должны крепиться жестко.

В таблице 12.6.5 приведены категории оборудования по стойкости к вибрации в зависимости условий эксплуатации.

Таблица 12.6.5

Категория оборудования	Описание
V1	Оборудование, работающее при обычных условиях эксплуатации.
V2	Оборудование, работающее в условиях повышенной вибрации (например, оборудование, устанавливаемое непосредственно на двигатели внутреннего сгорания, воздушных компрессорах и т.п.).
V3	Оборудование, предназначенное для эксплуатации при повышенных уровнях вибрации, например, выхлопных коллекторах или на системах впрыска дизельных двигателей и т.п.

Для оборудования категории V1 испытания должны проводиться при параметрах вибрации:

в диапазоне частот 2_{-0}^{+3} Гц — 13,2 Гц – амплитуда ± 1 мм;

в диапазоне частот 13,2 Гц — 100 Гц – ускорение $\pm 0,7g$.

Для оборудования категории V2 испытания должны проводиться при параметрах вибрации:

в диапазоне частот 2_{-0}^{+3} Гц — 25 Гц – амплитуда $\pm 1,6$ мм;

в диапазоне частот 25 Гц — 100 Гц – ускорение $\pm 4,0g$.

Для оборудования категории V3 испытания должны проводиться при параметрах вибрации:

в диапазоне частот 40 Гц — 2000 Гц, ускорение $\pm 10,0g$ при температуре 600 °С, продолжительность 90 мин.

Во время испытаний проводится поиск резонансных частот, на которых ухудшаются параметры оборудования. Время поиска должно быть достаточным для выявления резонанса.

При обнаружении резонансных частот, амплитуда которых в 2 и более раз превышает номинальную, испытания проводят на каждой резонансной частоте в течение не менее 90 мин.

В случае близкого расположения нескольких резонансных частот допускается проведение испытаний – плавным изменением частоты в обнаруженном диапазоне в течение 120 мин.

В случае отсутствия резонансных частот испытания проводятся в течение 90 мин на частоте 30 Гц.

Оборудование считается выдержавшим испытания, если в процессе и после испытаний оно остается работоспособным, сохраняет свои параметры в заданных пределах и не получает повреждений.

12.6.6 Испытания на удар.

Испытания проводятся в соответствии со стандартом МЭК 60068-2-27 (тест E_a).

Испытания проводят с целью проверки способности изделий выполнять свои функции и сохранять значения параметров в пределах, указанных в документации на изделия и программах испытаний, в условиях воздействия механических ударов многократного действия с заданными параметрами.

Испытание проводят под механической и (или) электрической нагрузкой, характер, параметры и метод контроля которой должны быть установлены в документации на изделия и программе испытаний.

Для проверки рекомендуется выбирать параметры, по изменению которых можно судить об устойчивости изделия в целом (например, уровень виброшумов, искажение выходного сигнала или изменение его величины, целостность электрической цепи, нестабильность контактного сопротивления и т.д.).

Способ крепления изделий для проведения испытаний должен быть указан в технической документации с учетом возможных положений при эксплуатации.

Испытания проводятся при воздействии ударной нагрузки поочередно в каждом из трех взаимно перпендикулярных направлений. Изделия, имеющие ось симметрии, испытывают в двух взаимно перпендикулярных направлениях (вдоль и перпендикулярно к оси симметрии). Изделия с известным наиболее опасным направлением допускается испытывать только в этом направлении.

Испытания должны проводиться на штатных амортизаторах, если таковые имеются.

В таблице 12.6.6-1 приведены категории оборудования по стойкости к удару в зависимости от условий эксплуатации.

Таблица 12.6.6-1

Категория оборудования	Описание
G0	Оборудование, предназначенное для установки на стоечные суда и морские стационарные платформы.
G3	Оборудование, не относящееся к категории G0, предназначенное для установки на морские плавучие нефтегазодобывающие комплексы, суда без ледового класса или суда с ледовыми классами Ice1, Ice2, Ice3 .
G5	Оборудование, предназначенное для установки на суда ледовых классов Arc4 — Arc9, Icebreaker6 — Icebreaker9 .

Форма ударного импульса, величина ускорения, длительность удара, число ударов в каждом положении изделия для различных категорий оборудования указаны в таблице 12.6.6-2.

Таблица 12.6.6-2

Категория оборудования	Форма ударного импульса	Ускорение g	Длительность удара, мс	Число ударов в каждом положении
G0	испытания не требуются			
G3	полусинусоида	3,0	6 или 30	100 ± 5
G5	полусинусоида	5,0	6 или 30	100 ± 5

Оборудование считается выдержавшим испытания, если в процессе и после испытаний оно сохраняет свои параметры в заданных пределах и не получает повреждений.

12.6.7 Испытания на устойчивость к качке и к длительным наклонам.

Испытания проводят с целью проверки способности изделий выполнять свои функции и сохранять значения параметров в пределах, указанных в документации на изделия и программах испытаний, в условиях воздействия качки и длительных наклонов с заданными параметрами.

Испытание проводят под механической и (или) электрической нагрузкой, характер, параметры и метод контроля которой должны быть установлены в документации на изделия и программе испытаний.

Испытания на устойчивость к качке и длительным наклонам могут не проводиться для оборудования автоматизации, не имеющего движущихся частей.

Испытания должны проводиться на штатных амортизаторах, если таковые имеются.

Оборудование автоматизации должно выдерживать испытания по следующей методике:

.1 установка оборудования на стенд, включение и измерение параметров. Выдержка оборудования в состоянии качки при установке его последовательно в двух взаимно перпендикулярных положениях и измерение параметров при каждом положении, при этом:

предельный угол наклона: 22,5°;

период качки: 10 с;

продолжительность испытаний: не менее 15 мин. в каждом положении;

.2 выдержка оборудования последовательно в двух взаимно перпендикулярных положениях под углом 22,5° к горизонтали и измерение параметров в течение любого времени, достаточного для измерения параметров, но не менее 3 мин. в каждом положении;

.3 снятие оборудования со стенда, измерение параметров, выключение и осмотр.

Примечание. Для оборудования автоматизации аварийного источника электрической энергии судов, перевозящих сжиженные газы, и химовозов предельный угол наклона при испытаниях должен составлять 30°.

Оборудование считается выдержавшим испытания, если в процессе и после испытаний оно сохраняет свои параметры в заданных пределах и не получает повреждений.

12.6.8 Испытания на теплоустойчивость.

Испытания проводятся в соответствии со стандартом МЭК 60068-2-2 (тест В).

Для оборудования, конструкция которых не предусматривает рассеивание тепла, испытания проводятся по тесту В_б. Для оборудования, конструкция которых предусматривает рассеивание тепла (наличие радиаторов и/или системы охлаждения), испытания проводятся по тесту В_е.

В таблице 12.6.8 приведены категории оборудования по теплоустойчивости в зависимости условий эксплуатации.

Таблица 12.6.8

Категория оборудования	Описание
ТН1	Оборудование, не относящееся к категориям ТН2 и ТН3.
ТН2	Элементы и устройство, предназначенные для установки в щиты, пульты или кожухи совместно с другими тепловыделяющими элементами и устройствами.
ТН3	Оборудование, для которого возможны более высокие значения рабочих температур, например, устанавливаемое непосредственно на двигателях внутреннего сгорания, котлах и т.п.

Отсчет времени испытаний начинается после достижения испытываемым изделием практически установившейся температуры при испытательной температуре, заданной в камере тепла.

Перед началом проведения испытаний и после их окончания проводится измерение сопротивления изоляции оборудования при стандартных климатических условиях.

Для оборудования категории ТН1 испытания должны проводиться при следующих условиях:

температура: $+55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$;

продолжительность испытаний: 16 ч.

Для оборудования категории ТН2 испытания должны проводиться при следующих условиях:

температура: $+70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$;

продолжительность испытаний: 16 ч.

Для оборудования категории ТН3 испытания должны проводиться при следующих условиях:

температура: на $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ превышающая рабочую температуру, или при $+85\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, в зависимости от того, что выше;

продолжительность испытаний: 16 ч.

Оборудование должно находиться во включенном состоянии в течение всего периода проведения испытаний и испытываться вместе с включенной системой охлаждения, если она предусмотрена. Проверка функционирования оборудования проводится в последний час испытаний при испытательной температуре.

Оборудование считается выдержавшим испытания, если в процессе и после испытаний оно сохраняет свои параметры в заданных пределах и не получает повреждений.

12.6.9 Испытания на холодоустойчивость.

Испытания проводятся в соответствии со стандартом МЭК 60068-2-1 (тест А).

Для оборудования, конструкция которых не предусматривает рассеивание тепла, испытания проводятся по тесту Ab. Для оборудования, конструкция которых предусматривает рассеивание тепла (наличие радиаторов и/или системы охлаждения), испытания проводятся по тесту Ad.

Отсчет времени испытаний начинается после достижения испытываемым изделием практически установившейся температуры при испытательной температуре, заданной в камере холода.

Перед началом проведения испытаний и после их окончания проводится измерение сопротивления изоляции оборудования при стандартных климатических условиях.

В таблице 12.6.9 приведены категории оборудования по холодоустойчивости в зависимости условий эксплуатации.

Таблица 12.6.9

Категория оборудования	Описание
TL1	Оборудование, предназначенное для установки внутри отапливаемых помещений.
TL2	Оборудование, предназначенное для установки на открытой палубе или в необогреваемых помещениях
TL3(DAT) ¹	Оборудование, предназначенное для установки на открытой палубе или в необогреваемых открытых помещениях судов с дополнительным знаком Winterization (DAT) в символе класса

¹В скобках вместо **DAT** указывается значение расчетной температуры окружающей среды

Для оборудования категории TL1 испытания должны проводиться при следующих условиях:

температура: $+5\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$;
 продолжительность испытаний: 2 ч.

Для оборудования категории TL2 испытания должны проводиться при следующих условиях:

температура: $-25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$;
 продолжительность испытаний: 2 ч.

Для оборудования категории TL3(**DAT**) испытания должны проводиться при следующих условиях:

температура: на 10 °C ниже расчетной температуры окружающей среды (**DAT**), или при $-40 \pm 3\text{ °C}$, в зависимости от того, что ниже;
 продолжительность испытаний: 2 ч.

Оборудование должно находиться в выключенном состоянии в течение всего периода проведения испытаний, за исключением проверки функционирования оборудования, которая проводится в последний час испытаний при испытательной температуре.

После окончания испытаний проводится проверка функционирования оборудования при стандартных климатических условиях.

Оборудование считается выдержавшим испытания, если в процессе и после испытаний оно сохраняет свои параметры в заданных пределах и не получает повреждений.

12.6.10 Испытания на влагоустойчивость.

Испытания проводятся в соответствии со стандартом МЭК 60068-2-30 (тест D_b).

Перед началом проведения испытаний и после их окончания проводится измерение сопротивления изоляции оборудования при стандартных климатических условиях.

Перед началом испытаний оборудование должно быть выдержано при температуре $+25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ и относительной влажности не менее 95 % в течение времени необходимого для достижения оборудованием практически установившейся температуры.

Испытания проводятся при верхнем значении температуры $+55\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ и относительной влажности не менее 95 %. Испытания должны включать в себя два цикла 2 x (12 ч + 12 ч).

Оборудование должно находиться во включенном состоянии в течение первого цикла, и в выключенном, за исключением проверки функционирования, в течение второго цикла.

Проверка на функционирование оборудования проводится в течение первых двух часов первого цикла, а также в течение двух последних часов второго цикла, при испытательной температуре. Продолжительность второго цикла может быть увеличена для более удобного проведения проверки функционирования.

После извлечения оборудования из камеры и выдержки в нормальных климатических условиях в течение 1 — 3 ч проводится измерение сопротивления изоляции.

Оборудование всех видов исполнения должно испытываться в штатных оболочках в полном сборе, за исключением оборудования, имеющего степень защиты от проникновения воды 4 (IPx4) и выше, крышки которого во время испытания в камере должны быть открыты. Испытания должны проводиться с периодическим включением оборудования в работу.

Оборудование считается выдержавшим испытания, если в процессе и после испытаний оно сохраняет свои параметры в заданных пределах и не получает повреждений.

12.6.11 Испытания на воздействие соляного тумана (коррозионную стойкость).

Испытания проводятся в соответствии со стандартом МЭК 60068-2-52, тест К_b.

В таблице 12.6.11 приведены категории оборудования по коррозионной стойкости в зависимости от условий эксплуатации.

Таблица 12.6.11

Категория оборудования	Описание
С0	Оборудование, предназначенное для установки внутри помещений.
С1	Оборудование, предназначенное для установки на открытой палубе или в открытых помещениях

Перед началом проведения испытаний и после их окончания проводится измерение сопротивления изоляции оборудования при стандартных климатических условиях.

Перед началом испытаний выполняется проверка на функционирование. Во время испытаний оборудование должно находиться в выключенном состоянии.

Для оборудования категории С0 испытание на воздействие соляного тумана (коррозионную стойкость) не требуется.

Для оборудования категории С1 испытания проводятся в течение 4 циклов. Каждый цикл состоит из следующих этапов:

распыление раствора солей в течение 2 ч;

выдержка оборудования в камере в течение 7 суток.

Функциональные испытания оборудования проводятся на седьмые сутки каждого периода выдержки.

По окончании четвертого цикла испытаний после восстановления (промывки и сушки образца) выполняют измерение сопротивления изоляции и проводят функциональные испытания в течение 4 — 6 ч.

По окончании испытаний следует убедиться в отсутствии коррозии, или в том, что она носит исключительно поверхностный характер.

Оборудование считается выдержавшим испытания, если в процессе и после испытаний оно сохраняет свои параметры в заданных пределах и не получает повреждений.

12.6.12 Испытания защитного исполнения оболочек.

Испытания защитного исполнения оболочек от попадания твердых посторонних тел и проникновения воды должны проводиться в соответствии со стандартом МЭК 60529.

Метод испытаний выбирается с учетом характеристик и условий эксплуатации оборудования. Обоснование выбора метода испытаний должно быть предоставлено в методике испытаний.

Допускается проводить испытания оболочки с размещенными и смонтированными элементами (кабельные вводы, индикаторы, элементы управления, элементы вентиляции и т.д.) на наружных поверхностях оболочки без находящегося внутри нее оборудования. При испытании оболочки без находящегося внутри нее оборудования в документации на изделие должны содержаться указания относительно расположения внутри оболочки опасных частей или частей, которые могут быть повреждены при попадании внешних твердых предметов или воды.

Оболочка соответствует степени защиты, обозначенной первой характеристической цифрой, при условии, что она также соответствует всем более

низким степеням защиты, обозначенным первой характеристической цифрой. При этом не требуется проводить испытания, подтверждающие соответствие любой из низших степеней защиты при условии, что эти испытания, однозначно, будут пройдены при необходимости.

Оболочка со степенью защиты, обозначенной второй характеристической цифрой до IPX6 включительно, соответствует всем более низким степеням защиты, обозначенным второй характеристической цифрой. При этом не требуется проводить испытания, подтверждающие соответствие любой из низших степеней защиты при условии, что эти испытания, однозначно, будут пройдены при необходимости.

Оболочка со степенью защиты, обозначенной второй характеристической цифрой IPX9, считается не применимой при воздействии водяных струй (IPX5 или IPX6) и при погружении в воду (IPX7 или IPX8) и не должна соответствовать степеням защиты IPX5, IPX6, IPX7 и IPX8. В случае если оболочка соответствует нескольким степеням защиты, обозначенным второй характеристической цифрой, должно применяться обозначение, приведенное в таблице 12.6.12.

Таблица 12.6.12

Оболочка прошла испытания для второй характеристической цифры:		Обозначение	Применимость ¹
водяными струями	кратковременным/длительным погружением в воду		
5	7	IPX5/IPX7	универсальная
5	8	IPX5/IPX8	универсальная
6	7	IPX6/IPX7	универсальная
6	8	IPX6/IPX8	универсальная
9	7	IPX7/IPX9	универсальная
9	8	IPX8/IPX9	универсальная
5 и 9	7	IPX5/IPX7/IPX9	универсальная
5 и 9	8	IPX5/IPX8/IPX9	универсальная
6 и 9	7	IPX6/IPX7/IPX9	универсальная
6 и 9	8	IPX6/IPX8/IPX9	универсальная
-	7	IPX7	ограниченная
-	8	IPX8	ограниченная
9	-	IPX9	ограниченная
5 и 9	-	IPX5/IPX9	универсальная
6 и 9	-	IPX6/IPX9	универсальная

¹Оболочка для «универсального» применения должна быть испытана на воздействие водяных струй и на кратковременное или длительное погружение в воду. Оболочка для «ограниченного» применения считается пригодной только для условий, на которые она была испытана.

12.6.13 Испытания на отклонение питания от номинальных значений.

Отклонения напряжения и частоты от номинальных значений при испытаниях электрического и электронного оборудования автоматизации должны соответствовать указанным в таблице 12.6.13-1.

Таблица 12.6.13-1

Сочетание	Длительное отклонение напряжения, %	Длительное отклонение частоты, %
1	+6	+5
2	+6	-5
3	-10	+5
4	-10	-5
	Кратковременное (1,5 с) отклонение напряжения, %	Кратковременное (5 с) отклонение частоты, %
5	+20	+10
6	-20	-10

Отклонения напряжения постоянного тока от номинальных значений при испытаниях электрического и электронного оборудования автоматизации должны соответствовать указанным в таблице 12.6.13-2.

Таблица 12.6.13-2

Параметр	Отклонение от номинальных значений, %
Длительное отклонение напряжения	± 10
Циклическое отклонение напряжения	5
Пульсация напряжения	10

В таблице 12.6.13-3 приведены категории оборудования в зависимости от способа питания.

Таблица 12.6.13-3

Категория оборудования	Описание
P1	Оборудование, получающие питание от аккумуляторной батареи, подключенной к зарядному устройству.
P2	Оборудование, не получающие питание от аккумуляторной батареи во время зарядки.

Оборудование категории P1 должно быть испытано при длительном отклонении напряжения от номинального значения от +30 % до -25 %.

Оборудование категории P2 должно быть испытано при длительном отклонении напряжения от номинального значения от +20 % до -25 %.

Трехкратное прерывание питания на 30 с в течение 5 мин не должно оказывать влияния на работоспособность оборудования автоматизации. В случае если для включения оборудования требуется достаточно длительное время, например, при наличии автоматической начальной загрузки программного обеспечения (ПО), общее время проведения испытаний на устойчивость к прерыванию питания может превышать 5 мин.

При наличии автоматической начальной загрузки ПО должно быть предусмотрено дополнительное прерывание питания в процессе загрузки.

При испытаниях контролируется поведение оборудования при потере и восстановлении питания, а также возможное повреждение ПО или данных, хранящихся в памяти программируемых электронных систем, где применимо.

Пневматические и гидравлические элементы и устройства должны быть испытаны при колебаниях рабочей среды ±20% от номинального значения, в течение 15 мин.

12.6.14 Испытания на уровень излучаемых электромагнитных помех.

Испытания проводятся в соответствии со стандартами СИСПр 16-2-3 и МЭК 60945 для диапазона частот 156 — 165 МГц.

Во время испытаний оборудование должно работать в нормальных условиях, а положение органов управления, влияющих на уровень помех, должно быть таким, чтобы установить максимальный уровень помех, создаваемых испытуемым оборудованием. Если оборудование имеет несколько энергетических режимов, то должен быть определен режим, создающий максимальный уровень помех, и именно для этого режима должны выполняться все измерения.

В таблице 12.6.14 приведены категории оборудования по электромагнитной совместимости в зависимости условий эксплуатации.

Таблица 12.6.14

Категория оборудования	Описание
E1	Оборудование, предназначенное для установки на открытой палубе и ходовом мостике
E2	Оборудование, предназначенное для установки в машинных и других закрытых помещениях судна.

Для оборудования категории E1 уровни создаваемых помех на расстоянии 3 м не должны превышать следующих значений в указанных ниже диапазонах частот:

0,15 — 0,3 МГц - 80 — 52 дБмкВ/м;

0,3 — 30 МГц - 52 — 34 дБмкВ/м;

30 — 1000 МГц - 54 дБмкВ/м;

1000 — 6000 МГц - 54 дБмкВ/м;

за исключением диапазона 156 — 165 МГц, где устанавливается 24 дБмкВ/м.

В качестве альтернативы пиковый уровень излучаемых радиопомех на расстоянии 3 м от корпуса испытываемого оборудования в диапазоне 156 - 165 МГц должен быть 30 дБмкВ/м.

Для оборудования категории E2 уровни создаваемых помех на расстоянии 3 м не должны превышать следующих значений в указанных ниже диапазонах частот:

0,15 — 30 МГц - 80 — 50 дБмкВ/м;

30 — 100 МГц - 60 — 54 дБмкВ/м;

100 — 1000 МГц - 54 дБмкВ/м;

1000 — 6000 МГц - 54 дБмкВ/м;

за исключением диапазона 156 — 165 МГц, где устанавливается 24 дБмкВ/м.

Ширина полосы пропускания приемника в диапазоне частот от 0,15 до 30 МГц и от 156 до 165 МГц должна быть 9 кГц, а в диапазоне частот от 30 до 156 МГц и от 165 МГц до 1 ГГц — 120 кГц.

Испытуемое оборудование должно быть представлено в полной комплектации со всеми соединительными межприборными кабелями и установлено в нормальном рабочем положении.

Если испытываемое оборудование состоит из нескольких блоков, то соединительные кабели между основным и всеми другими блоками должны иметь максимальную длину, указанную в спецификации предприятия (изготовителя). Имеющиеся входные и выходные разъемы испытываемого оборудования должны быть подключены к эквивалентам обычно используемого вспомогательного оборудования с использованием кабелей с максимальной длиной, указанной предприятием (изготовителем).

Избыточная длина кабелей должна быть собрана в бухты, уложенные на расстоянии 30 — 40 см (по горизонтали) от разъемов, к которым они подключены. Если это практически невозможно сделать, то следует выполнить размещение избыточной длины кабелей как можно ближе к изложенным требованиям.

Измерительная антенна должна быть размещена на расстоянии 3 м от испытываемого оборудования. С целью определения максимального уровня помех должна быть обеспечена возможность перемещения антенны вокруг испытываемого оборудования или вращения самого оборудования, размещаемого в ортогональной плоскости измерительной антенны на уровне ее средней точки.

Оборудование беспроводной связи (wi-fi роутер и т.п.), может быть освобождено от ограничений создаваемых уровней помех в пределах своего рабочего диапазона частот.

12.6.15 Испытания на устойчивость к воздействию внешних электромагнитных помех.

При проведении этих испытаний испытываемое оборудование должно быть представлено в своей нормальной рабочей комплектации, работать при нормальных условиях.

При испытании на устойчивость к воздействию внешних электромагнитных помех результаты оцениваются по критериям функционирования (работоспособности), отнесенным к рабочим условиям и функциональному назначению испытываемого оборудования. Эти критерии определяются следующим образом:

критерий функционирования А: испытываемое оборудование должно продолжать работать в соответствии с назначением во время и после проведения испытаний. Не допускается ухудшение работоспособности или потеря функций, определенных в соответствующем стандарте на оборудование и технической документации производителя;

критерий функционирования В: испытуемое оборудование должно продолжать работать в соответствии с назначением во время и после проведения испытаний. Не допускается ухудшение работоспособности или потеря функций, определенных в соответствующем стандарте на оборудование и технической документации производителя. При этом во время испытаний допускается ухудшение или потеря функций или работоспособности, которые могут самовосстанавливаться, но не допускается изменение установленного режима или оперативных данных;

критерий функционирования С: во время испытаний допускается временное ухудшение или потеря функции или работоспособности. При этом обеспечивается функция самовосстановления, или может быть обеспечено восстановление нарушений в конце испытаний путем использования регулировок в соответствии со стандартом на оборудование и технической документацией предприятия (изготовителя).

12.6.15.1 Испытания на устойчивость к кондуктивным низкочастотным помехам.

При испытаниях имитируют воздействие помех, генерируемых, например, электронными потребителями (тиристорами и т. п.) и вносимых в цепи питания в виде гармонических составляющих. Эти испытания не применяются к оборудованию с питанием исключительно от аккумуляторов.

Оборудование должно оставаться работоспособным (критерий функционирования А) при наложении на его напряжение питания дополнительных тестовых напряжений:

для оборудования с электропитанием от постоянного тока:

диапазон частот: 50Гц — 10 кГц;

тестовое напряжение (действующее значение): 10 % от номинального напряжения питания;

максимальная мощность тестового сигнала – 2 Вт;

для оборудования с электропитанием от переменного тока:

диапазон частот: от номинальной частоты до 200-ой гармоники;

тестовое напряжение (действующее значение): 10 % от номинального напряжения питания до 15-ой гармоники; уменьшающееся от 10 % до 1 % в диапазоне от 15-й до 100-й гармоники; 1 % в диапазоне от 100-й до 200-й гармоники;

максимальная мощность тестового сигнала – 2 Вт, минимальная величина действующего значения тестового напряжения – 3 В. Указанная величина тестового напряжения может быть снижена в случае превышения максимальной мощности.

12.6.15.2 Испытания на устойчивость к кондуктивным радиочастотным помехам.

Испытания проводятся в соответствии со стандартом МЭК 61000-4-6.

При испытаниях создаются радиочастотные напряжения, возникающие в цепях питания, управления и передачи сигналов от работы преобразователей электроэнергии, эхолотов и судовых радиопередатчиков на частотах ниже 80 МГц.

Испытания должны выполняться с использованием генератора, последовательно подключаемого к каждому устройству связи и развязки. При этом незадействованные входные клеммы устройства связи и развязки, используемые для подключения испытательного генератора, должны быть нагружены эквивалентом с безиндуктивным сопротивлением, равным волновому сопротивлению кабеля. Испытательный генератор должен настраиваться для каждой схемы связи и развязки; при этом дополнительное и испытуемое оборудование отключается и заменяется безиндуктивными резисторами соответствующих номиналов (при сопротивлении кабеля 50 Ом дополнительные сопротивления должны составлять 150 Ом). Испытательный генератор должен быть настроен таким образом, чтобы обеспечить немодулированное напряжение требуемого уровня на входных клеммах испытуемого оборудования.

Оборудование должно оставаться работоспособным (критерий работоспособности А) при следующих параметрах испытательного сигнала:

для оборудования категории Е2 (см. табл. 12.6.14) действующее значение напряжения: 3 В при изменяющейся частоте в диапазоне от 150 кГц до 80 МГц. Для оборудования категории Е1 (см. табл. 12.6.14) действующее значение напряжения

увеличивается до 10В в точках с частотами: 2 МГц, 3 МГц, 4 МГц, 6,2 МГц, 8,2 МГц, 12,6 МГц, 16,5 МГц, 18,8 МГц, 22 МГц и 25 МГц;

скорость изменения частоты: $\leq 1,5 \times 10^{-3}$ декада/с (или 1 % / 3 с);

глубина модуляции: 80 %;

частота модуляции 1000 Гц.

Примечание. При частоте модуляции входного сигнала испытываемого оборудования 1000 Гц частота модуляции сигнала помехи может быть выбрана 400 Гц.

12.6.15.3 Испытания на устойчивость к наносекундным импульсным помехам в цепях источников питания переменного тока, сигнальных и управляющих цепях.

Испытания проводятся в соответствии со стандартом МЭК 61000-4-4.

При испытаниях имитируются быстрые низкоэнергетические переходные процессы, создаваемые оборудованием, включение которого сопровождается искрением на контактах.

Оборудование должно оставаться работоспособным (критерий работоспособности В), при приложении к его входам источников питания, сигнальных и управляющих цепей импульсного напряжения со следующими параметрами:

время нарастания единичного импульса: 5 нс (на уровне 10 % — 90 % амплитуды);

длительность единичного импульса: 50 нс (на уровне 50 % амплитуды);

амплитуда: 2 кВ при подаче в цепи питания относительно корпуса;

амплитуда: 1 кВ при подаче в сигнальные цепи, цепи управления и линии связи;

частота повторения единичных импульсов: 5 кГц или 100 кГц (частота повторений 5 кГц более распространена при испытаниях, тем не менее частота 100 кГц наиболее приближена к реальным условиям. Изготовитель оборудования самостоятельно определяет какая частота повторений применима для конкретного изделия);

длительность пакетов импульсов: 15 мс;

период повторения пакетов: 300 мс;

продолжительность: 5 мин для каждой положительной и отрицательной полярности импульсов.

12.6.15.4 Испытания на устойчивость к микросекундным импульсным помехам.

Испытания проводятся в соответствии со стандартом МЭК 61000-4-5.

При испытаниях имитируют воздействие импульсных напряжений, вызываемых включением и отключением мощных индуктивных потребителей.

Оборудование должно оставаться работоспособным (критерий функционирования В), если к его цепям питания прикладывается импульсное напряжение со следующими параметрами:

время нарастания импульса: 1,2 мкс (время фронта);

длительность импульса: 50 мкс (на уровне 50 % амплитуды);

амплитуда: 1 кВ при подаче между каждой цепью и корпусом;

амплитуда: 0,5 кВ при подаче между цепями;

частота повторения: ≥ 1 импульс/мин;

количество импульсов: 5 импульсов для каждой положительной и отрицательной полярности импульсов.

Испытательные параметры импульсного тока для режима короткого замыкания:

время нарастания импульса: 8 мкс (время фронта);

длительность импульса: 20 мкс (на уровне 50 % амплитуды);

частота повторения: ≥ 1 импульс/мин;

количество импульсов: 5 импульсов для каждой положительной и отрицательной полярности импульсов.

12.6.15.5 Испытания на устойчивость к электростатическим разрядам.

Испытания проводятся в соответствии со стандартом МЭК 61000-4-2.

При испытаниях имитируются разряды статического электричества, которые могут возникать при контакте человека с корпусом оборудования.

Разряды от генератора должны прикладываться к тем точкам и поверхностям оборудования, которые доступны персоналу при нормальной работе. При испытаниях предпочтительным методом является контактный разряд. Если нельзя использовать контактный метод (при наличии покрашенных поверхностей), то должен использоваться воздушный разряд.

Оборудование должно оставаться работоспособным (критерий функционирования В) при следующих параметрах электростатических разрядов:

амплитуда: 6 кВ для контактного разряда;

амплитуда: 2 кВ, 4 кВ и 8 кВ для воздушного разряда;

количество разрядов: 10 разрядов для каждой положительной и отрицательной полярности разрядов.

В случае успешного прохождения испытаний напряжением 8 кВ для воздушного разряда испытания воздушным разрядом напряжением 2 кВ и 4 кВ могут не проводиться.

12.6.15.6 Испытания на устойчивость к электромагнитному полю.

Испытания проводятся в соответствии со стандартом МЭК 61000-4-3.

При испытаниях создается испытательное электромагнитное поле, возникающее на судах при работе радиопередатчиков на частотах свыше 80 МГц, например, судовых стационарных и носимых УКВ-радиостанций, находящихся рядом с оборудованием.

Оборудование должно оставаться работоспособным (критерий работоспособности А) при следующих параметрах электромагнитного поля:

диапазон частот: 80 МГц — 6 ГГц;

скорость изменения частоты: $\leq 1,5 \times 10^{-3}$ декада/с (или 1 %/3 с);

напряженность поля: 10 В/м;

глубина модуляции: 80 %;

частота модуляции: 1000 Гц.

Примечание. При частоте модуляции входного сигнала испытываемого оборудования 1000 Гц частота модуляции сигнала помехи может быть выбрана 400 Гц.

Не применяются пределы устойчивости к электромагнитному полю для оборудования беспроводной связи (wi-fi роутер и т.п.) в пределах своего рабочего диапазона частот.

12.6.16 Испытания на уровень излучаемых кондуктивных помех.

Испытания проводятся в соответствии со стандартом СИСПР 16-2-1.

Для оборудования категории Е1 (см. таблице 12.6.14) уровни создаваемых помех в цепях питания и ввода-вывода не должны превышать следующих значений в указанных ниже диапазонах частот:

10 — 150 кГц — 96 — 50 дБмкВ;

150 — 350 кГц — 60 — 50 дБмкВ;

350 кГц — 30 МГц — 50 дБмкВ.

Для оборудования категории Е2 (см. таблицу 12.6.14) уровни создаваемых помех в цепях питания и ввода-вывода не должны превышать следующих значений в указанных ниже диапазонах частот:

10 — 150 кГц — 120 — 69 дБмкВ;

150 — 500 кГц — 79 дБмкВ;

500 кГц — 30 МГц — 73 дБмкВ.

Ширина полосы пропускания приемника при измерениях в частотном диапазоне от 10 кГц до 150 кГц должна быть 200 Гц, а в частотном диапазоне от 150 кГц до 30 МГц — 9 кГц.

Соединительные кабели между клеммами электропитания испытываемого оборудования и эквивалентом сети питания должны быть экранированными и не превышать по длине 0,8 м. Если испытываемое оборудование состоит из нескольких приборов с индивидуальными клеммами для постоянного и переменного тока, то клеммы питания с одинаковым номиналом напряжения могут быть подключены параллельно.

При выполнении измерений все измерительные приборы и испытуемое оборудование должны быть установлены на заземленной плоскости и подсоединены к ней. При отсутствии возможности использования заземленной плоскости должно быть выполнено эквивалентное заземление на металлическую раму или корпус испытуемого оборудования.

12.6.17 Испытания на нераспространение горения.

Испытания проводятся в соответствии со стандартами МЭК 60695-11-5.

Испытанию подлежит та часть оболочки изделия, которая наиболее вероятно может быть подвержена пламени в процессе нормальной эксплуатации или при возникновении неисправности.

Испытания проводятся при следующих условиях:

количество приложений пламени: 5 раз по 15 с каждый;

перерыв между каждым приложением: 15 с или один раз 30 с.

Испытанию подлежит оборудование или корпус оборудования.

Критерии оценки результатов испытания:

длина выгоревшего или поврежденного участка образца не превышает 60 мм;

отсутствие пламени и накаливания или, в случае возникновения горения или накаливания, самостоятельное прекращение горения в течение 30 с при устранении тестового пламени без полного сгорания образца;

капли расплавленного материала должны самостоятельно прекращать горение, чтобы не воспламенять защитное покрытие оборудования при высоте падения горящих капель 200 ± 5 мм.

Для изделий единичного производства или при разовой поставке изделий, оформление СТО на которые не требуется, допускается не проводить испытания на нераспространение горения, при этом изготовитель должен подтвердить (предоставить соответствующие сертификаты на материалы изделия или письменное подтверждение изготовителя о соответствии) соответствие изделия требованиям о нераспространении горения.

12.6.18 Испытания на грибостойкость.

Испытания проводятся в соответствии со стандартом МЭК 60068-2-10 (тест J), вариант испытаний 2.

Испытанию на грибостойкость подвергаются изделия, устанавливаемые в сырых помещениях, за исключением изделий в герметизированных оболочках, в которых применены грибостойкие покрытия.

Перед началом испытаний проверяются электрические параметры и функционирование изделия.

Оборудование считается грибостойким, если при наблюдении через лупу с 50-кратным увеличением на нем не обнаруживаются очагов грибковой плесени или видны лишь единичные проросшие споры, а также не обнаружено изменений физических и механических свойств образца, и оборудование находится в работоспособном состоянии.

**СОСТАВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ, ПОДЛЕЖАЩЕЙ ПРЕДСТАВЛЕНИЮ В РС,
И ОБЪЕМ ПРОВОДИМЫХ ИСПЫТАНИЙ**

Таблица 1

Код объекта технического наблюдения	Объект технического наблюдения	Головной, опытный образец, изделие при установившемся производстве при оформлении СТО (форма 6.8.3) или С (форма 6.5.30) при отсутствии СТО		Изделие при установившемся производстве при оформлении С (форма 6.5.30) при наличии СТО	
		перечень документации	перечень испытаний	перечень документации ¹	перечень испытаний ²
1	2	3	4	5	6
15000000	АВТОМАТИЗАЦИЯ				
15010000	Комплексная система управления техническими средствами (КСУ ТС) (Интегрированные системы автоматизации)	С1, Т1—Т4, Т5 ⁴ , D3, I1 ⁵	12.4.13, 12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7-12.6.16) ³	С1, Т1—Т4, Т5 ⁴ , D3, I1 ⁵	12.4.13, 12.6.1—12.6.4
15020000	Система аварийно- предупредительной сигнализации (АПС), в том числе микропроцессорные (компьютерные)	С1 ⁷ , Т1—Т4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7—12.6.16) ³	С1 ⁷ , Т1—Т4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1—12.6.4
15030000	Системы дистанционного автоматизированного управления (ДАУ):				
15030100	Системы дистанционного автоматизированного управления (ДАУ) главными ДВС	С1 ⁷ , Т1—Т4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7—12.6.16) ³	С1 ⁷ , Т1—Т4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1—12.6.4
15030200	системы ДАУ главными механизмами с ВРШ	то же	то же	то же	то же

Код объекта технического наблюдения	Объект технического наблюдения	Головной, опытный образец, изделие при установленном производстве при оформлении СТО (форма 6.8.3) или С (форма 6.5.30) при отсутствии СТО		Изделие при установленном производстве при оформлении С (форма 6.5.30) при наличии СТО	
		перечень документации	перечень испытаний	перечень документации ¹	перечень испытаний ²
1	2	3	4	5	6
15030300	системы ДАУ главными паротурбинными установками	то же	то же	то же	то же
15030400	системы ДАУ главными пропульсивными винторулевыми колонками	то же	то же	то же	то же
15030500	системы автоматизированного управления динамическим позиционированием судов и ПБУ	С1 ⁷ , Т1—Т4, Т5 ⁴ , D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7—12.6.16) ³	-	-
15030510	системы компьютеров, их программное обеспечение и интерфейсы, предназначенные для автоматизированного управления пропульсивными механизмами с применением одного органа управления (джойстика) или нескольких органов управления	то же	то же	С1 ⁷ , Т1—Т4, Т5 ⁴ , D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1—12.6.4
15030520	система операторских пультов с органами управления и информационными мониторами	С1 ⁷ , Т1—Т4, D2, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7—12.6.16) ³	С1 ⁷ , Т1—Т4, D2, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1—12.6.4

Код объекта технического наблюдения	Объект технического наблюдения	Головной, опытный образец, изделие при установленном производстве при оформлении СТО (форма 6.8.3) или С (форма 6.5.30) при отсутствии СТО		Изделие при установленном производстве при оформлении С (форма 6.5.30) при наличии СТО	
		перечень документации	перечень испытаний	перечень документации ¹	перечень испытаний ²
1	2	3	4	5	6
15030530	системы определения местоположения (точки) позиционирования	C1 ⁷ , T1—T4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7—12.6.16) ³	-	-
15030600	системы автоматизированного управления гребными электрическими установками с погружными поворотными гребными электродвигателями	C1 ⁷ , T1—T5, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7—12.6.16) ³	C1 ⁷ , T1—T5, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1—12.6.4
15030700	системы автоматизированного управления механизмами подъема и спуска самоподъемных ПБУ	C1 ⁷ , T1—T4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7—12.6.16) ³	C1 ⁷ , T1—T4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1—12.6.4
15030800	системы дистанционного автоматизированного управления и контроля балластными системами полупогружных ПБУ	то же	то же	то же	то же
15030900	системы ДАУ азимутальными и туннельными подруливающими устройствами	T1-T4, D3, I1 ⁵	12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7—12.6.16) ³	T1 — T4, D3, I1 ⁵	12.6.1 — 12.6.4
15031000	системы управления стабилизацией и положением корпусов высокоскоростных судов	C1 ⁷ , T1-T4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7 — 12.6.16) ³	C1 ⁷ , T1 — T4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1—12.6.4

Код объекта технического наблюдения	Объект технического наблюдения	Головной, опытный образец, изделие при установившемся производстве при оформлении СТО (форма 6.8.3) или С (форма 6.5.30) при отсутствии СТО		Изделие при установившемся производстве при оформлении С (форма 6.5.30) при наличии СТО	
		перечень документации	перечень испытаний	перечень документации ¹	перечень испытаний ²
1	2	3	4	5	6
15040000	Системы управления электроэнергетическими установками:				
15040100	системы дистанционного автоматизированного пуска и остановки дизель-генераторов	С1 ⁷ , Т1-Т4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7 — 12.6.16) ³	С1 ⁷ , Т1—Т4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1—12.6.4
15040200	системы дистанционного автоматизированного пуска и остановки турбогенераторов	то же	то же	то же	то же
15040300	системы дистанционного автоматизированного пуска и остановки валогенераторов (при наличии системы управления муфтой)	то же	то же	то же	то же
15040400	системы автоматизированного управления судовых электростанций	то же	то же	то же	то же
15050000	Системы управления котельными установками:				
15050100	системы автоматизированного управления главными котельными установками	С1 ⁷ , Т1—Т4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7—12.6.16) ³	С1 ⁷ , Т1 — Т4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1—12.6.4

Код объекта технического наблюдения	Объект технического наблюдения	Головной, опытный образец, изделие при установленном производстве при оформлении СТО (форма 6.8.3) или С (форма 6.5.30) при отсутствии СТО		Изделие при установленном производстве при оформлении С (форма 6.5.30) при наличии СТО	
		перечень документации	перечень испытаний	перечень документации ¹	перечень испытаний ²
1	2	3	4	5	6
15050200	системы автоматизированного управления вспомогательными паровыми котельными установками	T1—T4, D3, I1 ⁵	12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7-12.6.16) ³	T1—T4, D3, I1 ⁵	12.6.1—12.6.4
15050300	системы автоматизированного управления утилизационными котельными установками	то же	то же	то же	то же
15050400	системы автоматизированного управления водогрейными котельными установками	то же	то же	то же	то же
15060000	Системы управления вспомогательными механизмами:				
15060100	системы автоматизированного управления компрессорами	T1—T4, D3, I1 ⁵	12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7—12.6.16) ³	T1—T4, D3, I1 ⁵	12.6.1—12.6.4
15060200	системы автоматизированного управления сепараторами	то же	то же	то же	то же
15060300	системы автоматизированного управления фильтрами	то же	то же	то же	то же

Код объекта технического наблюдения	Объект технического наблюдения	Головной, опытный образец, изделие при установленном производстве при оформлении СТО (форма 6.8.3) или С (форма 6.5.30) при отсутствии СТО		Изделие при установленном производстве при оформлении С (форма 6.5.30) при наличии СТО	
		перечень документации	перечень испытаний	перечень документации ¹	перечень испытаний ²
1	2	3	4	5	6
15060400	системы автоматизированного управления насосами (масла, топлива, охлаждения и т.п.)	то же	то же	то же	то же
15060500	системы автоматизированного управления топливоподготовки (температуры, вязкости)	С1 ⁷ , Т1—Т4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7—12.6.16) ³	С1 ⁷ , Т1—Т4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1—12.6.4
15070000	Системы дистанционного управления судовыми системами и системы дистанционного измерения уровня:				
15070100	системы дистанционного управления арматурой и насосами балластных и осушительных систем и системы дистанционного измерения уровня	С1 ⁷ , Т1—Т4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7—12.6.16) ³	С1 ⁷ , Т1—Т4, D3, I1 ⁵	12.4.13 ⁷ , 12.6.1—12.6.4
15070200	системы дистанционного управления креновой и дифферентной систем	то же	то же	то же	то же
15070300	системы дистанционного управления грузовыми системами нефтеналивных судов	то же	то же	то же	то же
15070400	системы дистанционного управления грузовой системой газозовов	то же	то же	то же	то же

Код объекта технического наблюдения	Объект технического наблюдения	Головной, опытный образец, изделие при установленном производстве при оформлении СТО (форма 6.8.3) или С (форма 6.5.30) при отсутствии СТО		Изделие при установленном производстве при оформлении С (форма 6.5.30) при наличии СТО	
		перечень документации	перечень испытаний	перечень документации ¹	перечень испытаний ²
1	2	3	4	5	6
15070500	системы дистанционного управления грузовой системой химовозов	то же	то же	то же	то же
15080000	Системы автоматизации палубных механизмов	T1—T4, D3, I1 ⁵	12.6.1, 12.6.2 ³ , 12.6.3 ³ , 12.6.4, 12.6.5 ³ , 12.6.6 ^{3,6} , (12.6.7—12.6.16) ³	T1—T4, D3, I1 ⁵	12.6.1—12.6.4
15090000	Устройства:				
15090100	устройства автоматизации, входящие в состав систем управления, перечисленных в кодах 15010000 — 15080000	T1—T4, D2, D3, I1 ⁵	12.6.1 — 12.6.5, 12.6.6 ⁶ , 12.6.7—12.6.17	-	-
15090500	устройства обнаружения масляного тумана в картерах ДВС (а также системы контроля температуры подшипников ДВС и другие равноценные устройства для предохранения от взрыва в картере)	то же	то же	T1—T4, D2, D3, I1 ⁵	12.6.1—12.6.4
15090600	компьютеры и программируемые логические контроллеры	то же	то же	-	-
15090700	электронные устройства управления рабочим процессом ДВС	T1—T4, D2, D3, I1 ⁵	12.6.1 — 12.6.5, 12.6.6 ⁶ , 12.6.7—12.6.17	-	-

Код объекта технического наблюдения	Объект технического наблюдения	Головной, опытный образец, изделие при установившемся производстве при оформлении СТО (форма 6.8.3) или С (форма 6.5.30) при отсутствии СТО		Изделие при установившемся производстве при оформлении С (форма 6.5.30) при наличии СТО	
		перечень документации	перечень испытаний	перечень документации ¹	перечень испытаний ²
1	2	3	4	5	6
15100000	Регуляторы непрямого действия:				
15100101	уровня	T1—T4, D2, D3, I1 ⁵	12.6.1 — 12.6.5, 12.6.6 ⁶ , 12.6.7—12.6.17	-	-
15100102	давления	то же	то же	-	-
15100103	температуры	то же	то же	-	-
15100104	вязкости	то же	то же	-	-
15100105	частоты вращения	то же	то же	-	-
15110000	Датчики и сигнализаторы:				
15110101	уровня	T1—T4, D2, D3, I1 ⁵	12.6.1 — 12.6.5, 12.6.6 ⁶ , 12.6.7—12.6.17	-	-
15110102	давления	то же	то же	-	-
15110103	температуры	то же	то же	-	-
15110104	потока	то же	то же	-	-
15110105	солености	то же	то же	-	-
15110106	вибрации	то же	то же	-	-
15110107	положения	то же	то же	-	-
15110108	датчики положения судна и воздействующих на него внешних сил	то же	то же	-	-
15110110	концентрации газа	то же	то же	-	-
15119999	другие	-	-	-	-
15120000	Пульты, щиты и другие оболочки для систем автоматизации	-	-	-	-

Код объекта технического наблюдения	Объект технического наблюдения	Головной, опытный образец, изделие при установленном производстве при оформлении СТО (форма 6.8.3) или С (форма 6.5.30) при отсутствии СТО		Изделие при установленном производстве при оформлении С (форма 6.5.30) при наличии СТО	
		перечень документации	перечень испытаний	перечень документации ¹	перечень испытаний ²
1	2	3	4	5	6
15130000	Приборы дистанционные контрольно-измерительные	-	-	-	-
15130100	Средства диагностирования оборудования	-	-	-	-

¹ при наличии СТО на изделия и отсутствии внесения изменений в конструкцию оборудования не требуется повторное рассмотрение и одобрение технической документации;

² при наличии СТО на изделия и отсутствии внесения изменений в конструкцию оборудования повторное проведение испытаний в объеме головного/опытного образца не требуется, за исключением 12.6.1—12.6.4;

³ испытания проводятся для каждого элемента системы;

⁴ для интегрированных систем судов, перевозящих газы, и систем динамического позиционирования классов 2 и 3;

⁵ для оборудования, устанавливаемого во взрывоопасной зоне;

⁶ проводятся для оборудования с учетом условий эксплуатации в соответствии с таблицей 12.6.6-1;

⁷ при использовании в составе системы программируемых электронных компонентов.

«-» - означает «не применимо».

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ АНАЛИЗА ПОСЛЕДСТВИЙ ОТКАЗОВ (АПО/ФМЕА) СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Введение

Для проведения АПО систем управления динамическим позиционированием, систем управления рабочим процессом двигателей внутреннего сгорания (ДВС), а также других программируемых электронных систем.

1.2. Цели

Основной целью АПО систем управления является проведение всестороннего, систематического и документированного анализа, на основании которого устанавливаются важные условия возникновения отказов и производится оценка их значимости с учетом критериев безопасности и эффективности функционирования. Целью проведения АПО является демонстрация того, что единичный отказ в системе управления не приведет к выходу рабочих характеристик объекта управления за допустимые пределы, установленные критериями эффективности его функционирования. Единичный отказ предполагает одновременный отказ лишь одного компонента, т.е. отсутствие сочетания различных отказов. При этом, однако, не исключается возможность нескольких отказов по общей причине.

В отчете по АПО должны указываться общие критерии эффективности функционирования и безопасности объекта управления, а также критерии, связанные с конкретным применением объекта управления (для ДВС см. пример в 2.1.1); при этом должна проводиться оценка всех выявленных отказов на соответствие этим критериям. В настоящем приложении представлены рекомендации к АПО и предоставляемой технической документации. Подробное описание порядка и методики проведения АПО приводится в соответствующих нормативно-технических документах (стандартах), в частности, в Приложениях 3 и 4 Международного кодекса по безопасности высокоскоростных судов, также в Руководстве Международной ассоциации морских подрядчиков (ИМСА) М 166.

1.3. Системный АПО

Анализ видов и последствий отказов (АВПО) систем управления должен проводиться в виде системного АПО.

Системный АПО проводится в нисходящем порядке, т.е. начиная с самого верхнего уровня системы с постепенным переходом на более низкий уровень (уровень подсистемы) и далее на уровень отдельного устройства или элемента. Если при возникновении того или иного отказа на некотором уровне последствия для всей системы в целом отсутствуют, и это может быть обосновано продемонстрировано в отчете, то анализ с переходом на более низкий уровень продолжать необязательно. В таком случае также нет необходимости продолжать анализ на всех более низких уровнях системы вплоть до уровня отдельных элементов.

АПО систем управления проводится на основе принципа единичного отказа, при котором предполагается одновременный отказ подсистем или изделий на различных уровнях функциональной иерархии системы по одной вероятной причине (при возникновении инициирующего события). Последствия предполагаемых отказов анализируются и классифицируются по степени их тяжести. Любой отказ, который может привести к выходу характеристик системы за пределы, установленные согласованными критериями, должен быть исключен путем резервирования системы или оборудования. Исключением является скрытый отказ, для проявления которого необходимо возникновение вторичного отказа. Скрытый отказ является особым случаем, поскольку последствия самого такого отказа в нормальных условиях не видны (например, это может быть отказ реле защиты с нормально-разомкнутыми контактами).

В целях проверки допущений и подтверждения выводов, сделанных при АПО, должна быть составлена соответствующая выборочная программа испытаний.

1.4. Определения и пояснения

В тексте настоящего приложения приняты определения, указанные в таблице 1.4.

Таблица 1.4

Термин	Определение
ООП, Отказ по общей причине.	Отказы тех или иных изделий, возникающие из-за единичного события, если такие отказы не являются следствием друг друга.
Элемент системы автоматизации, элемент	Определение элемента системы автоматизации см. в 1.2 части XV Автоматизация» Правил классификации и постройки морских судов. Применительно к системам управления элементом является датчик, реле, логический элемент и т.д.
Устройство автоматизации, устройство	Определение устройства автоматизации см. в 1.2 части XV «Автоматизация» Правил классификации и постройки морских судов.
Проектный замысел	Подробное описание идей, концепций и критериев, определенных проектировщиком как имеющих важное значение. Как правило, он включает: требования к системе; проектные условия; ограничения системы.
Ответственные функции	Оборудование и системы, необходимые для осуществления проектного замысла и безопасной работы объекта управления (например, для ДВС – подача топлива, смазки, охлаждающей воды и т.д.)
Отказ	Утрата тем или иным устройством или элементом способности выполнять требуемую функцию в указанных условиях.
Последствие отказа	Непосредственный результат возникновения отказа, влияющий на работу, выполняемую функцию, работоспособность или состояние некоторого устройства или элемента.
Вид отказа	Конкретный способ или характер возникновения отказа в виде потери изделием (тем или иным элементом, устройством или системой (подсистемой)) возможности выполнения соответствующей функции. В общем случае, под видом отказа может пониматься способ его возникновения или наблюдаемое последствие.
АПО	Анализ последствий отказов. Систематический метод анализа отказов систем до любого уровня детализации, требуемого для выявления потенциальных отказов, причин их возникновения и последствий для работы системы.
АПКО	Анализ последствий и критичности отказов. Процедура АПКО, дополненная методами ранжирования отказов по тяжести их воздействий в целях определения приоритетности принимаемых корректирующих мер. Для этого определяется критичность отказа с учетом оценки степени тяжести его последствий и частоты возникновения.
Функция	Назначение системы или изделия оборудования. Каждая функция должна быть документально оформлена с ее описанием, указанием объекта, на который она действует, и нормы Анализ последствий и критичности отказов. Процедура АПКО, дополненная методами ранжирования отказов по тяжести их воздействий в целях определения приоритетности принимаемых корректирующих мер. Для этого определяется критичность отказа с учетом оценки степени тяжести его последствий и частоты возникновения. (норм) эффективности ее исполнения.
Интерфейс	Средство связи между независимыми системами, устройствами или элементами.
Резервирование	Дублирование либо многократное дублирование критических элементов или функций системы в целях повышения ее надежности.
Надежность	Способность того или иного изделия выполнять требуемую функцию в указанный период времени в указанных условиях.
Безопасность	Отсутствие недопустимых прямых или косвенных рисков травмирования или ущерба здоровью людей как прямого или косвенного результата повреждения имущества или ущерба окружающей среде.
Тяжесть	Характеристика значимости влияния последствий того или иного отказа. Тяжесть характеризует наихудшее потенциальное последствие отказа.

Термин	Определение
Система	Группа взаимосвязанных или взаимодействующих элементов и устройств. В рамках АПО система характеризуется: определенным назначением, выраженным в виде выполняемых ею функций; указанными условиями эксплуатации; определенной границей системы; иерархией.
Граница системы	Граница системы образует физический и функциональный раздел между системой и ее окружением, в которое могут входить другие системы, с которыми анализируемая система взаимодействует. Для целей анализа граница системы должна браться в таком виде, в котором она установлена для проектирования и технического обслуживания. Это относится к любому уровню системы. Системы, устройства и элементы, выходящие за границы, должны в явном виде исключаться из рассмотрения.

2. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ АПО

Порядок проведения АПО можно разделить на несколько этапов (см. рис. 2). Подробное описание этапов приводится в пунктах, указанных на рис. 2. В отчете по АПО должны указываться все необходимые сведения, применяемые в качестве основных данных для АПО, а также допущения и результаты. Описание отчета по АПО см. в разд. 3.



Примечание. В процессе может потребоваться проведение итераций, не указанных на данной схеме.

Рис. 2. Порядок проведения АПО систем управления

2.1 Определение и описание применения системы и объекта управления

Для проведения АПО вначале следует подробно описать характеристики анализируемой системы с использованием чертежей и руководств на оборудование. В техническом описании системы, ее режимов работы, границ и функциональных требований должно указываться следующее:

2.1.1 Описание применения объекта управления. Например, для ДВС возможны следующие основные варианты:

главный двигатель в составе однодвигательной пропульсивной установки (и ограничения применения, в частности, только винт регулируемого шага);

главный двигатель в составе многодвигательной пропульсивной установки (дизель-электрической и дизель-механической);

приводной двигатель основного источника электрической энергии; приводной двигатель аварийного источника электрической энергии; приводной двигатель для вспомогательного или палубного механизма.

2.1.2 Функциональное описание работы системы, ее структуры и границ.

Описание границ системы (физических, например, рассматриваемых в анализе элементов системы управления и объекта управления, и эксплуатационных, например, параметров эффективности функционирования):

характеристики сигналов ввода-вывода, датчиков и исполнительных устройств; характеристика сигналов сопряжения;

системы контроля, в том числе интерфейс человек-машина; средства сетевого подключения, например, CAN-шина, Ethernet; конструктивные особенности цепей, например, гальваническая развязка; аппаратные цепи защиты; источники питания и схемы их подключения;

определение характера взаимодействия с внешними системами (например, с судовой системой аварийно-предупредительной сигнализации, системой управления автоматизированной судовой электростанцией);

определение предельных рабочих параметров, регулируемых системой управления, например, температура, давление, мощность, частота вращения и т.п.

Проектный замысел и режимы работы электронной системы управления: описание работы в ручном режиме;

описание режимов местного и дистанционного управления; аварийно-предупредительная сигнализация.

Сопряжения с независимыми системами защиты, если применимо.

Иллюстрация взаимосвязей между функциональными элементами системы в виде блок-схемы (-схем).

На блок-схеме (-схемах) должны быть в графической форме представлена система и входящие в нее устройства и элементы для дальнейшего анализа. На блок-схеме должно как минимум указываться следующее:

разбивка системы на основные подсистемы и/или элементы;

все соответствующим образом промаркированные входы и выходы, а также идентификационные номера, которыми обозначается каждая подсистема/элемент;

все варианты резервирования, альтернативные каналы передачи сигналов и другие технические средства, которые обеспечивают выход из строя в безопасную сторону.

Может потребоваться разработка отдельного комплекта блок-схем для каждого режима работы.

2.1.3 Функциональные связи между элементами системы, включая:

перечень всех устройств и элементов в пределах границы системы управления (с указанием их обозначений, наименований и функций);

уровень и характер резервирования, разделение/разнесение элементов и связей между ними, независимость;

описание работы нескольких процессоров с учетом архитектуры системы; архитектура распределенной системы управления.

2.1.4 Требования и функции системы в допустимых пределах эффективного функционирования системы и ее составных частей при работе во всех типовых режимах эксплуатации:

критерии эффективного функционирования электронной системы управления, в зависимости от применения объекта управления.

2.1.5 Ограничения системы.

2.2 Задание критериев безопасности и эффективности функционирования

Критерии эффективности функционирования задаются в соответствии:

с требованиями класса и флага;

с критериями работы, установленными разработчиком объекта управления с учетом обеспечения безопасности и эксплуатационной готовности;

с применением объекта управления, например, для однодвигательной пропульсивной установки может потребоваться задание более строгих критериев, чем для многодвигательной, в частности, более жестких требований по резервированию и устойчивости к отказам, что означает способность системы обеспечивать безопасную работу при возникновении некоторого количества определенных видов отказов.

2.2.1 Задавать критерии эффективности функционирования следует так, чтобы обеспечивалась возможность оценки каждого вида отказа на соответствие этим критериям. Рекомендуется применять матрицу рисков, в которой используются показатель тяжести последствий (отражающий влияние того или иного отказа на безопасность и эффективность функционирования) и показатель частоты (отражающий частоту возникновения события).

2.2.2 Следует задокументировать допущения, принимаемые при оценке показателей тяжести и частоты возникновения отказа.

2.2.3 Примеры этих показателей и сводная матрица рисков (таблица показателя риска) приведены в табл. 2.2.3-1, 2.2.3-2 и 2.2.3-3, соответственно. В зависимости от конкретного анализа можно использовать различные шкалы и градации показателей матрицу рисков можно разделить на три области: область с допустимым показателем риска (табл. 2.2.3-3, внизу слева, показатели 2 и 3), область с недопустимыми показателями риска (табл. 2.2.3-3, вверху справа, показатели 5, 6 и 7) и область между двумя вышеуказанными (табл. 2.2.3-3, по диагонали, показатель 4), в которой степень допустимости определяется дополнительными свойствами конкретного события (например, наличие средств обнаружения отказа или возможность работы в ручном режиме после возникновения отказа). В этой области необходимо принимать все возможные меры для минимизации рисков.

Таблица 2.2.3-1

Примерная таблица показателей тяжести

Показатель тяжести	Наименование	Определение
3	Высокий	Серьезное ухудшение безопасности, в частности, гибель людей и (или) серьезное ухудшение работы объекта управления, например, останов ДВС.
2	Средний	Умеренное ухудшение безопасности, в частности, травмирование людей, и (или) умеренное ухудшение работы объекта управления, например, снижение мощности ДВС.
1	Низкий	Ничтожно малое ухудшение безопасности и (или) ничтожно малое ухудшение работы объекта управления.

Таблица 2.2.3-2

Примерная таблица показателя частоты появления отказа

Показатель частоты	Наименование	Определение
4	Высокий	1 и более отказов за год работы
3	Средний	От 1 отказа в 10 объектах до менее чем 1 отказа в одном объекте за год работы
2	Низкий	От 1 отказа в 100 двигателях до менее чем 1 отказа в десяти объектах за год работы
1	Очень низкий	Менее 1 отказа в 100 двигателях за год их работы

Таблица 2.2.3-3

Пример матрицы показателя риска

		Показатель частоты	1	2	3	4
Показатель тяжести			Очень низкий	Низкий	Средний	Высокий
3	Высокий	4	5	6	7	
2	Средний	3	4	5	6	
1	Низкий	2	3	4	5	

2.2.4 Определение всех потенциальных видов отказов и причин их возникновения.

Вид отказа характеризуется конкретным последствием, по которому наблюдается тот или иной отказ. Эти проявления, анализируемые совместно с описанием работы системы (входные и выходные параметры) и ее блок-схемой, позволяют определить и описать все потенциальные виды отказов.

Рассмотрение каждой системы (подсистемы) проводится в нисходящем порядке, начиная с результатов функционирования системы. При этом предполагается, что отказ возникает в какой-то момент времени по одной возможной причине. Поскольку тот или иной отказ может быть вызван несколькими причинами, следует определить все возможные независимые друг от друга причины возникновения каждого отказа.

Следует выявить все потенциальные отказы по общей причине; недостаточно учитывать лишь случайные и независимые отказы. Возможны отказы по общей причине (вызывающие отказ или ухудшение рабочих характеристик системы за счет одновременного отказа нескольких компонентов системы), вызванные одной причиной, воздействием внешней среды или ошибкой человека. Отказы по общей причине не подпадают под фундаментальное допущение о независимости всех отказов, рассматриваемых в рамках проведения АПО. При отказах по общей причине несколько изделий отказывают одновременно (либо через промежуток времени, достаточно короткий, чтобы последствия были как при одновременном отказе). Как правило, к источникам возникновения отказов по общей причине относятся факторы внешней среды, в частности, электрические помехи, циклическое изменение температур, вибрация, а также человеческий фактор (в частности, некорректная эксплуатация или техническое обслуживание).

2.2.5 Оценка последствий каждого вида отказа.

Под последствием отказа понимается влияние того или иного отказа на работу, функцию или состояние элемента или системы. Оценка последствий отказов следует проводить с учетом их влияния на безопасность и эксплуатационную готовность изделия на двух уровнях: на местном уровне (т.е. в отношении самого объекта управления с учетом последствий и для системы защиты объекта, при ее наличии) и на общем уровне (т.е. в отношении условий применения объекта, например, главный двигатель в составе однодвигательной или многодвигательной пропульсивной установки).

2.2.6 Определение средств обнаружения отказов.

Средствами обнаружения отказов могут быть визуальные или звуковые устройства АПС, автоматические устройства обнаружения, контрольно-измерительная аппаратура, осмотр или другие особые средства индикации. Следует, по мере необходимости, определять и указывать средства обнаружения для каждого вида отказа и причин его возникновения.

2.2.7 Оценка тяжести и частоты возникновения отказов на соответствие критериям безопасности и эффективности функционирования.

Оценку степени тяжести и частоты возникновения каждого отказа следует проводить, например, с применением таблиц показателей с учетом критериев эффективности функционирования и безопасности (см. 2.2). При определении показателя тяжести последствий следует учитывать влияние местных и общих последствий для безопасности и эксплуатационной готовности изделия.

2.2.8 Оценка установленного показателя риска.

Оценка показателя риска для каждого вида отказа должна проводиться в соответствии с 2.2.3 и примером в табл. 2.2.3-3.

2.2.9 Определение корректирующих мер в отношении видов отказов.

Следует определить и оценить действия любого резервного оборудования и любые корректирующие меры (ручные или автоматические), принимаемые на уровне данной системы для предотвращения или уменьшения последствий отказа того или иного элемента или устройства системы.

2.2.10 Документальное оформление АПО.

Результаты АПО могут оформляться в виде рабочей таблицы по форме, приведенной ниже.

Таблица начинается с самого верхнего уровня системы с постепенным переходом на более низкие уровни.

Форма рабочей таблицы АПО

Наименование системы	Ссылочный(-ые) документ(ы)
Режим работы	Блок-схема системы
Лист №	
Дата	
ФИО лиц, проводивших АВПО	Чертежи

Идентификационный №	Наименование объекта	Функция	Вид отказа	Последствия отказа		Показатель тяжести последствий отказа	Причины отказа	Показатель частоты отказа	Показатель риска	Средство обнаружения	Корректирующие меры	Примечания, проверка
				местные	общие							
	См. 2.1	См. 2.1.4	См. 2.2.4	См. 2.2.5	См. 2.2.5	См. 2.2.7	См. 2.2.4	См. 2.2.7	См. 2.2.8	См. 2.2.6	См. 2.2.9	См. 2.2.11

2.2.11 Описание исходных данных для разработки программы проверки.

В целях подтверждения выводов по результатам АПО и проверки всех сделанных допущений следует разработать программу испытаний.

3 ОТЧЕТ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АПО

В отчете по результатам АПО должно содержаться техническое описание системы управления, ее подсистем и выполняемых ими функций, с указанием предполагаемых условий эксплуатации и окружающей среды, которое позволяет понять характер, причины и последствия отказов. В отчет должны быть включены сделанные в ходе анализа допущения, блок-схемы систем, критерии эффективности функционирования, рабочие таблицы (см. 2.2.10), а также программа проверок и любые иные протоколы испытаний. В отчете должно быть кратко приведены основные выводы, в частности, результаты проверки на соответствие выбранным критериям.

ЧЕК-ЛИСТ СОСТАВА ДОКУМЕНТАЦИИ

Наименование оборудования (системы): Обозначение оборудования (системы):		
Код документа	Наименование документа	Обозначение
C1	Документация на программируемые электронные системы в соответствии с разделом 7 части XV «Автоматизация» Правил классификации и постройки морских судов	
D1	Сборочный чертеж	
D2	Чертеж общего вида	
D3	Схема структурная	
D4	Схема принципиальная	
T1	Спецификация	
T2	Пояснительная записка	
T3	Технические условия	
T4	Программа и методика испытаний	
T5	Анализ последствий отказов (АПО) (FMEA)	
I1	Свидетельство о взрывозащите	

ЧЕК-ЛИСТ ПРОГРАММЫ ИСПЫТАНИЙ

Наименование оборудования (системы): Обозначение оборудования (системы):		
№ пункта испытаний	Наименование испытания	Протокол испытаний ¹
12.4.13	Испытания программируемых электронных систем	
12.6.1	Осмотр	
12.6.2	Измерение сопротивления изоляции	
12.6.3	Испытание электрической прочности изоляции	
12.6.4	Функциональные испытания	
12.6.5	Вибрационные испытания	
12.6.6	Испытания на удар	
12.6.7	Испытания на устойчивость к качке и к длительным наклонам	
12.6.8	Испытания на теплоустойчивость	
12.6.9	Испытания на холодоустойчивость	
12.6.10	Испытания на влагоустойчивость	
12.6.11	Испытания на воздействие соляного тумана (коррозионную стойкость)	
12.6.12	Испытания защитного исполнения оболочек	
12.6.13	Испытания на отклонение питания от номинальных значений	
12.6.14	Испытания на уровень излучаемых электромагнитных помех	
12.6.15	Испытания на устойчивость к воздействию внешних электромагнитных помех:	
12.6.15.1	испытания на устойчивость к кондуктивным низкочастотным помехам	
12.6.15.2	испытания на устойчивость к кондуктивным радиочастотным помехам	
12.6.15.3	испытания на устойчивость к наносекундным импульсным помехам в цепях источников питания переменного тока, сигнальных и управляющих цепях	
12.6.15.4	испытания на устойчивость к микросекундным импульсным помехам	
12.6.15.5	испытания на устойчивость к электростатическим разрядам	
12.6.15.6	испытания на устойчивость к электромагнитному полю	
12.6.16	Испытания на уровень излучаемых кондуктивных помех	
12.6.17	Испытания на нераспространение горения	
12.6.18	Испытания на грибоустойкость	
¹ Указывается номер протокола и дата проведения испытаний в случае проведения испытаний ИКО или без присутствия инспектора в признанной РС лаборатории.		