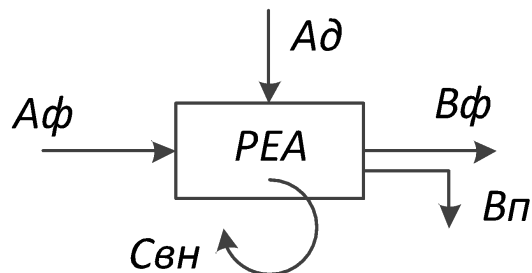


Класифікація дестабілізуючих факторів

Розділ 4

- *Класифікація дестабілізуючих факторів.*
- *Умови експлуатації:*
 - *Кліматичні умови.*
 - *Механічні умови.*
 - *Біологічні умови.*
 - *Електромагнітні умови.*
 - *Температурні умови.*
 - *Радіаційні умови.*

Вплив дестабілізуючих факторів



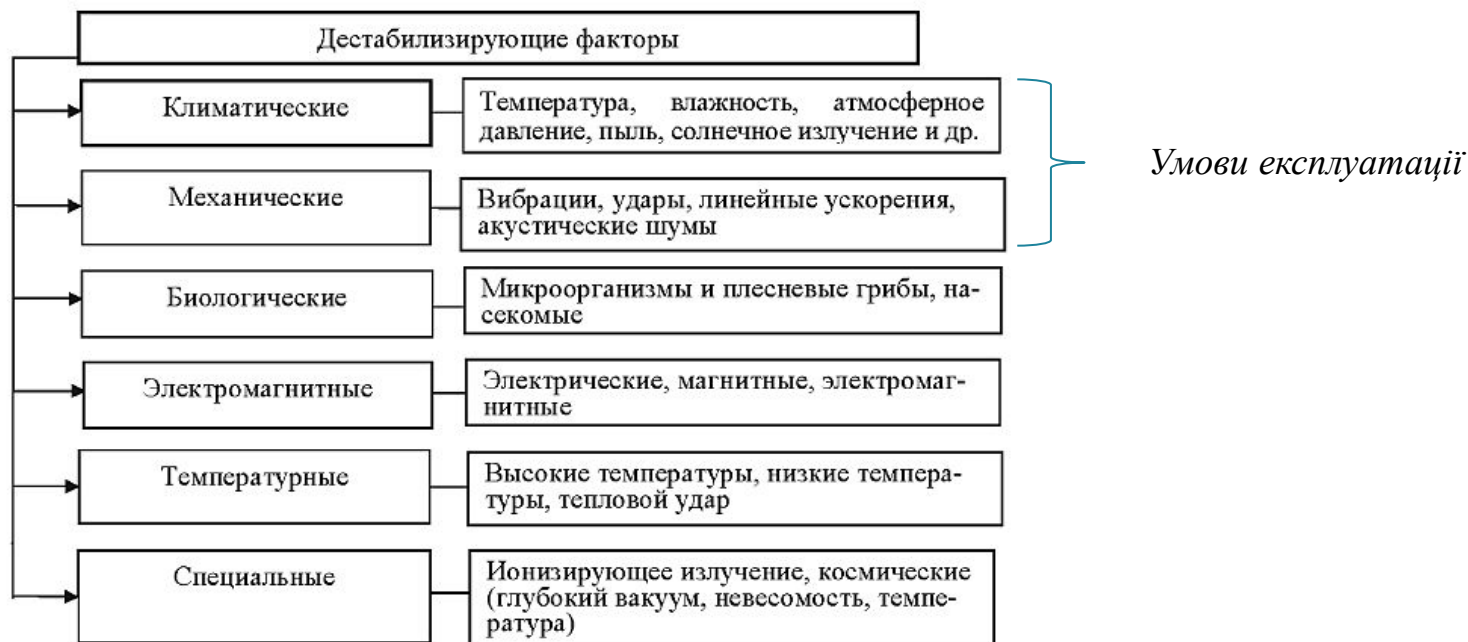
Af – функціонально обумовлений вхідний вплив (вхідний сигнал);

Vf – функціонально обумовлений вихідний сигнал;

Ad – зовнішні дестабілізуючий вплив;

Vp – паразитний вихідний вплив (температура, шум, ...);

SvN – паразитний внутрішній вплив PEA на його ж елементи



Умови експлуатації

До умов експлуатації входять:

- кліматичні умови;
- механічні умови чи об'єкт установки за ГОСТ 16019;
- інші об'єктивні умови (корозійна агресивність атмосфери за ГОСТ 9.039, радіаційний і біологічний вплив).

Сукупність кліматичних чинників, що впливають на конструкцію РЕА і їх характеристики визначаються кліматичною зоною, в якій вона експлуатується (табл.1) і категорією виконання (табл.2) за ГОСТ 15150.

Уся земна куля розділена на кліматичні зони, клімат яких визначається як холодний, помірний, тропічний вологий, тропічний сухий, помірно холодний морський і тропічний морський.

Таблиця 1

Обозначения климатических исполнений изделий РЭС

Климатические исполнения изделий	Обозначения		
	буквенные		цифровые
	русские	латинские	
Изделия, предназначенные для эксплуатации на суше, реках, озерах			
Для макроклиматического района с умеренным климатом	У	(N)	0
Для макроклиматических районов с умеренным и холодным климатом	УХЛ	(NF)	1
Для макроклиматического района с влажным тропическим климатом	ТВ	(TH)	2
Для макроклиматического района с сухим тропическим климатом	ТС	(TA)	3
Для макроклиматических районов как с сухим, так и с влажным тропическим климатом	Т	(T)	4
Для всех макроклиматических районов, кроме макроклиматического района с очень холодным климатом (общеклиматическое исполнение)	О	(U)	5

Изделия, предназначенные для эксплуатации в макроклиматических районах с морским климатом			
Для макроклиматического района с умеренно-холодным морским климатом	М	(M)	6
Для макроклиматического района с тропическим морским климатом, в том числе для судов каботажного плавания или иных, предназначенных для плавания только в этом районе	ТМ	(TM)	7
Для макроклиматических районов как с умеренно-холодным так и с тропическим морским климатом, в том числе для судов неограниченного плавания	ОМ	(MU)	8
Изделия, предназначенные для эксплуатации во всех макроклиматических районах на суше и на море, кроме макроклиматического района с очень холодным климатом (всеклиматическое исполнение)	В	(W)	9

районів

Дуже холодний регіон розташовується в Антарктиді, середня мінімальна температура нижча -60°C (рекорд $-88,3^{\circ}\text{C}$). Особливістю регіону є поєднання низьких температур з сильним вітром.



У *холодну зону* включені велика частина Росії і Канади, Аляска, Гренландія. Середня мінімальна температура тут досягає -50°C , річний перепад температур досягає 80°C , середньодобовий до 40°C . Особливістю цієї кліматичної зони є висока прозорість атмосфери, що сприятливо для іонізації повітря і, як наслідок, накопиченню на поверхні апаратури статичної електрики. Характерним також є обмерзання, іній, вітер з сніговим пилом.



У *помірний кліматичний регіон* включені частина території Росії, велика частина Європи, США, прибережні території Австралії, Південної Африки і Південної Америки. Для нього характерна річна зміна температур від -35 до $+35^{\circ}\text{C}$, утворення інею, випадання роси, наявність туману, зміна тиску повітря від 86 до 106 кПа.



Волога тропічна зона розташовується поблизу екватора і включає велику частину Центральної і Південної Америки, середню частину Африки, Південь Індії, Індонезію, частину Південно-східної Азії. Для цієї зони характерні середньорічні температури $+20..+25^{\circ}\text{C}$, із з перепадом температури за добу не більше 10°C . Висока вологість і підвищена концентрація солей (особливо поблизу узбережжя морів і океанів) робить атмосферу цієї зони корозійноагресивною. Сприятливе поєднання температури і вологості сприяє існуванню більше 10000 видів грибків і плісняви.



До зони з *сухим тропічним кліматом* відносять північну частину Африки, центральну Австралію, посушливі райони Середньої Азії, Аравійський півострів, частина Північної Америки. Цей регіон характеризується високими температурами (до $+55^{\circ}\text{C}$), низькою вологістю, інтенсивним сонячним випромінюванням (до 1500 Вт/м^2), високим вмістом пилу і піску в атмосфері з абразивною і хімічною дією на апаратуру.

Помірно холодна морська зона включає моря, океани і прибережні території, розташовані на північ від 30° північної широти і на південь від 30° південної широти. Інша частина морів, океанів і прибережних територій відноситься до *тропічної морської зони*. Клімат морських зон відрізняється порівняно невеликими добовими перепадами температур, наявністю високої вологості і значною концентрацією хлоридів в атмосфері.



Категорії виконання

Відповідно до діапазону й ступеня впливу факторів умови експлуатації поділяються на: нормальні, робочі, граничні.

Нормальні умови (НУ) експлуатації — сукупність факторів, що встановлені нормативно-технічною документацією як номінальні; у таких умовах похибки обладнання близькі до нормативних, що можуть бути визначені й гарантуватися. Ці умови є базою, відносно якої виявляються зміни властивостей виробу в інших умовах.

Нормальними кліматичними умовами є:

- температура $+25 \pm 10^\circ\text{C}$,
- відносна вологість 45..80%,
- атмосферний тиск 84 - 106,7 кПа (630..800 мм рт. ст.) — при висотах до 1000 м над рівнем моря
- відсутність активних речовин в навколишній атмосфері.

Робочі умови експлуатації — сукупність факторів, межі яких нормують (регламентують, гарантують) характеристики показників якості виробів, зазначених у технічних умовах та іншій технічній документації.

Граничні умови експлуатації характеризують екстремальні значення факторів, за яких виробу витримують навантаження без руйнування й погіршення якості.

Характеристика категорій виконання РЭС *Таблиця 2*

Укрупненная категория	Обозначение	Дополнительная категория	Обозначение
Для эксплуатации на открытом воздухе (воздействие совокупности климатических факторов, характерных для данного макроклиматического района)	1	Для работы и эксплуатации онного хранения в помещениях категории 4 и для кратковременной работы в других условиях	1.1
Для эксплуатации под навесом или в помещениях, где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе и имеется доступ наружного воздуха (кузова, навесы), а также в изделии категории 1	2	Для эксплуатации в качестве встроенных элементов внутри комплектных изделий категорий 1; 1,1; 2, конструкция которых исключает возможность конденсации влаги на встроенных элементах (например, внутри радиоэлектронной аппаратуры)	2.1
Для эксплуатации в закрытых помещениях (объемах) с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, например, в металлических с теплоизоляцией, каменных и подобных помещениях	3	Для эксплуатации в нерегулярно отапливаемых помещениях	3.1
Для эксплуатации в закрытых помещениях (объемах) с искусственно регулируемыми климатическими условиями, например, в закрытых отапливаемых или охлаждаемых и вентилируемых производственных и других помещениях	4	Для эксплуатации в помещениях с кондиционированным или частично кондиционированным воздухом. Для эксплуатации в лабораторных, капитальных жилых и других подобного типа помещениях	4.1 4.2
Для эксплуатации в помещениях с повышенной влажностью (например, подвалах, судовых, корабельных помещениях, в которых возможно длительное наличие воды)	5	Для эксплуатации в качестве встроенных элементов внутри комплектных изделий категории 5, при условии отсутствия на них конденсации влаги	5.1

Умови експлуатації

Кожне кліматичне виконання з врахуванням категорії виконання характеризується конкретними факторами впливу: температурою, вологістю, тиском, впливом дощу, пилу тощо.

Значення робочих температур повітря для кліматических исполнений РЭС

Исполнение изделия	Категория изделий	Температура воздуха, °C	
		верхняя	нижняя
У	1; 1.1; 2; 2.1; 3	+40	-45
	3.1	+40	-40
	5; 5.1	+35	-5
УХЛ	1; 1.1; 2; 2.1; 3	+40	-60
	3.1	+40	-10
	4	+35	+1
	4.1	+25	+10
	4.2	+35	+10
	5; 5.1	+35	-10
Т, ТС	1; 1.1; 2; 2.1; 3; 3.1	+50	-10
	4	+45	+1
	4.1	+25	+10
	4.2	+45	+10
	5; 5.1	+35	+1

Значення вологості повітря для кліматических исполнений РЭС

Исполнение изделий	Категория изделий	Относительная влажность	Абсолютная влажность, г/м ³
УХЛ	4; 4.1; 4.2	80 % при 25 °C	10
У, УХЛ(ХЛ)	1; 2; 5 1.1; 2.1; 3; 3.1; 5.1	100 % при 25 °C	11
		98 % при 25 °C	10
		98 % при 25 °C	11
ТС	1; 1.1; 2; 3; 3.1; 5 4; 4.1; 4.2; 5.1	100 % при 25 °C	10-13
		80 % при 25 °C	10-13
Т, ТВ, О, В, ТМ, ОМ	1; 2; 5 1.1; 2.1; 5.1	100 % при 35 °C	20
		98 % при 35 °C	17-20
ТВ, Т, В, ТМ, ОМ	3; 3.1; 4; 4.2 4.1	98 % при 35 °C	17
		80 % при 25 °C	10
М	1; 2; 5 1.1; 3; 3.1; 4; 4.2 2.1; 5.1 4.1	100 % при 25 °C	15
		98 % при 25 °C	11
		98 % при 25 °C	15
		80 % при 25 °C	10

Исполнение изделия	Категория изделий	Температура воздуха, °C	
		верхняя	нижняя
ТВ	1; 1.1; 2; 2.1; 3; 3.1; 4	+40	+1
	4.1	+25	+10
	4.2	+45	+10
	5; 5.1	+35	+1
О	1; 1.1; 2; 2.1	+50	-60
	4	+45	+1
	4.1	+25	+10
	4.2	+45	+10
	5; 5.1	+35	-10
М	1; 1.1; 2; 2.1; 3; 5; 5.1	+40	-40
	3.1; 4	+40	-10
	4.1	+35	+15
	4.2	+40	+1
ТМ	1; 1.1; 2; 2.1; 3; 5; 5.1	+40	+1
	4; 4.2	+40	+1
	4.1	+35	+10
ОМ	1; 1.1; 2; 2.1; 3; 5; 5.1	+45	-40
	3.1; 4	+45	-10
	4.1	+35	+15
	4.2	+40	+1
В	1; 1.1; 2; 2.1; 3	+50	-60
	3.1	+50	-10
	4	+45	-10
	4.1	+25	+10
	4.2	+45	+1
	5; 5.1	+45	-40

Чинники впливу

Вологість - один з найбільш агресивних чинників впливу, що проявляють себе при зануренні апаратури у воду, дії крапель дощу і бризок, водяної пари, утворенні роси і інею. Адсорбція води на поверхні елементів РЕА сприяє корозії металевих деталей, старінню неметалів, зміні електроізоляційних характеристик ізоляторів. Здатність води змочувати поверхню і проникати в пори матеріалів і мікротріщини збільшується з підвищенням температури.

Вода в атмосфері завжди забруднена активними речовинами - вуглекислими і сірчистими солями кальцію, магнію, заліза, хлористим кальцієм, газами - що сприяє прояву корозії. Випадання роси на поверхню апаратури відбувається при певній температурі (точка роси), значення якої залежить від відносної вологості атмосфери (T - температура, $^{\circ}\text{C}$; RH - відносна вологість, $0...1$):

$$T_p = \frac{b \gamma(T, RH)}{a - \gamma(T, RH)}, \quad a = 17,27, \quad b = 237,7 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$$\gamma(T, RH) = \frac{a T}{b + T} + \ln RH.$$

$$T_p \approx T - \frac{1 - RH}{0,05}.$$

Температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$)	Температура точки росы ($^{\circ}\text{C}$) при относительной влажности (%)													
	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
30	10,5	12,9	14,9	16,8	18,4	20	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2	29,1
29	9,7	12	14	15,9	17,5	19	20,4	21,7	23	24,1	25,2	26,2	27,2	28,1
28	8,8	11,1	13,1	15	16,6	18,1	19,5	20,8	22	23,2	24,2	25,2	26,2	27,1
27	8	10,2	12,2	14,1	15,7	17,2	18,6	19,9	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2	26,1
26	7,1	9,4	11,4	13,2	14,8	16,3	17,6	18,9	20,1	21,2	22,3	23,3	24,2	25,1
25	6,2	8,5	10,5	12,2	13,9	15,3	16,7	18	19,1	20,3	21,3	22,3	23,2	24,1
24	5,4	7,6	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8	17	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3	23,1
23	4,5	6,7	8,7	10,4	12	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3	21,3	22,2

Тиск повітряного середовища і діапазон його зміни залежить від висоти над рівнем моря місця, де експлуатується РЕА. На висоті 5 км тиск повітря може падати до 40 кПа, при цьому погіршується відведення тепла конвективним теплообміном, зменшується електрична міцність повітря, підвищується іонізація повітря, вміст хімічно активних іонів і радикалів. Зміст вологи в атмосфері із зростанням висоти зменшується. Температура в тропосфері (80 % усієї повітряної маси) убуває в середньому на 6 градус на кожному кілометрі.

Атмосферний пил містить вуглекислі і сірчано-кислі солі і хлориди, які, внаслідок взаємодії з вологою, прискорюють процеси корозії, сприяє витоку зарядів і може викликати пробій між контактами з високим потенціалом.

Стандартами визначені три рівні концентрації пилу : 0,18; 1,0; 2,0 г/м³.

Чинники впливу



Групи РЕА за призначенням

Вплив на РЕА визначається не тільки кліматом і категорією виконання, але й призначенням РЕА і об'єктом встановлення. В ГОСТ 16019-2001 («Апаратура сухопутного рухомого зв'язку») визначені такі 7 груп виробів РЕА, для яких встановлюються норми як кліматичного, так і механічного впливу:

- С1 – стаціонарна, встановлюється в опалюваних наземних і підземних спорудах;
- С2 – стаціонарна, встановлюється під навісом, на відкритому повітрі чи в неопалюваних наземних і підземних спорудах;
- В3 – возима, встановлюється у внутрішніх приміщеннях річкових суден;
- В4 – возима, встановлюється в автомобілях, мотоциклах, в сільськогосподарській і іншій техніці;
- В5 – возима, встановлюється в рухомих залізничних об'єктах;
- Н6 – носима, розміщується при експлуатації в одязі чи під одягом оператора, чи в опалюваних наземних чи підземних спорудах;
- Н7 – портативна, призначена для довготривалого перенесення на відкритому повітрі при полегшеному зовнішньому впливі чи в опалюваних наземних чи підземних спорудах і працюючих на ходу.

для побутової апаратури – ГОСТ 11478-88 (чотири групи I – 4.2; II – 2.1; III, IV – 1.1),

для засобів обчислювальної техніки – ГОСТ 21552,

для малих обчислювальних машин – ГОСТ 20397,

для засобів вимірювання – ГОСТ 22261.

Міцність апаратури – здатність апаратури зберігати свої параметри в межах встановлених допусків після впливу механічних і кліматичних факторів.

Сталість апаратури – здатність апаратури зберігати свої параметри в межах встановлених допусків під час впливу механічних і кліматичних факторів.

Стійкість апаратури – здатність апаратури зберігати свої параметри в межах встановлених допусків, виміряні під час та після впливу механічних і кліматичних факторів.

Умови експлуатації за групами РЕА

Стационарна РЕА – це апаратура, експлуатована в опалюваних і неопалювальних приміщеннях, приміщеннях з підвищеною вологістю, на відкритому повітрі, у виробничих цехах.

Умови експлуатації і транспортування такої апаратури характеризуються дуже широким діапазоном робочих ($-50..+50\text{ }^{\circ}\text{C}$) і граничних ($-50..+65\text{ }^{\circ}\text{C}$) температур, вологістю до $90..98\%$, вібрацією до 120 Гц при $4..6\text{ г}$, наявністю багатократних (до 5 г) і поодиноких (до 75 г) ударів, дією дощу до 3 мм/мін і соляного туману з дисперсністю крапель до 10 мкм і вмістом води до 3 г/м^3 .

РЕА, що транспортується – це апаратура, що встановлюється і експлуатується на автомобілях і автопричепях, залізничному і гусеничному транспорті, на судах різних класів, на борту літаків і вертольотів. Специфіка роботи цього виду апаратури зумовлює підвищена дія механічних чинників.

На РЕА, встановлену на **автомобільному транспорті**, можуть діяти вібрація частотою до 200 Гц і удари, викликані нерівною дорогою. При русі **залізничного транспорту** можливі раптові поштовхи (при маневруванні - удари з прискоренням до 40 г). Биття коліс об стики рейок викликають вібрацію з частотою до 400 Гц при прискоренні до 2 г . Особливо жорстким діям піддається конструкція РЕА, експлуатована на **гусеничному транспорті**. Тут внаслідок "стукання" гусениць частота вібрацій може доходити до 7000 Гц з амплітудою $\pm 0,025\text{ мм}$. Крім того, постійний вплив акустичного шуму. РЕА в **морському** виконанні встановлюються на великих порівняно тихохідних кораблях і малих швидкохідних судах. Характерними умовами роботи являється наявність вібрацій, ударних навантажень і агресивної (морської) атмосфери. Вібрація на судні викликається роботою гвинтів, гребного валу, двигунів і гідродинамічними силами при русі судна по неспокійному морю. Діапазон частот вібрацій на кораблях зазвичай не перевищує 25 Гц з невеликою амплітудою вібрацій. **На літаках** електронна апаратура знаходиться, як правило, у фюзеляжі. При цьому на неї впливають вібраційні навантаження частотою до 500 Гц з амплітудою до 10 мм і акустичний шум, рівень якого досягає 150 дБ при частоті $50..10000\text{ Гц}$.

Портативна РЕА включає апаратуру і спеціалізовані обчислювачі, що знаходяться в розпорядженні військового, геолога, геофізика, будівельника, та ін. Сюди можна віднести і переносну радіоприймальну і передавальну апаратуру. Умови роботи портативної РЕА повинні відповідати зоні комфорту людини, яка характеризується температурою докільця $18..24\text{ }^{\circ}\text{C}$, рівнем акустичного шуму $70..85\text{ дБ}$, вологістю $20..90\%$ і заввишки до 3000 м над рівнем моря. Якщо температура стає менше $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$ або вище $+43,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, рівень шуму досягає 120 дБ , вологість складає менше 1% , а висота над рівнем моря більше 6000 м , то вважається, що такі умови перевищують фізіологічні можливості людини, але граничні умови для переміщення апаратури можуть бути багато вище. З точки зору фізичних можливостей людини портативна апаратура ділиться на легку (до 29 кг для чоловіків і до 16 кг для жінок), середню (відповідно до 147 кг і 80 кг) і важку (до 390 кг і до 216 кг). На портативну апаратуру може впливати вібрація частотою до 20 Гц з прискоренням до 2 г і удари до 10 г при тривалості $5..10\text{ мс}$.

Механічні умови експлуатації

З механічних параметрів (ГОСТ 16019, ГОСТ 22261, ...) зазвичай виділяють міцність і стійкість до механічним ударів і вібрації, а також лінійних прискорень.

В процесі транспортування і експлуатації РЕА піддається дії вібрацій, в основному, від зовнішніх джерел коливань.

Особливо небезпечні вібрації, частота яких близька до власних частот коливань вузлів і елементів конструкції. Властивість апаратури протидіяти їх впливу характеризується віброміцністю і вібростійкістю.

Вібростійкість визначає здатність РЕА виконувати задані функції у включеному стані в умовах дії вібрації.

Віброміцність характеризує здатність протистояти руйнівній дії вібрації в неробочому стані і нормально працювати після зняття вібраційних навантажень.

Вібрації характеризуються діапазоном частот і величиною прискорення (у одиницях g).

Явище удару в конструкції РЕА виникає при швидких змінах прискорення. Удар характеризується прискоренням, тривалістю і числом ударних імпульсів.

Розрізняють удари поодинокі і багатократні.

Лінійне прискорення характеризується прискоренням (у одиницях g) і тривалістю дії.

При дії вібрації і ударних навантажень на елементи конструкції РЕА в них виникають статичні і динамічні деформації, оскільки будь-який елемент конструкції є коливною системою, що має зосереджене і розподілене навантаження.

Ударно-вібраційні навантаження впливають на елементи конструкції РЕА через їх точки кріплення. Ефективність дії визначається також положенням елементів відносно його спрямованості. Деталі кріплення елементів до певної міри є демпферами, що ослабляють дію джерела вібрації.

Акустичний шум від зовнішніх джерел характеризується тиском звуку, потужністю коливань джерела звуку, силою звуку, спектром звукових частот.

Акустичний шум піддає механічним навантаженням практично в рівній мірі усі елементи конструкції. За інших рівних умов дія акустичного шуму більш руйнівна, ніж дія ударно-вібраційних навантажень.

Сфери застосування РЕА, що усе більш розширюються, посилюють вимоги до стійкості їх конструкції дії механічних чинників.

Реакція на механічне збудження

Відгуком чи реакцією конструкції на механічний вплив називають будь-яку форму трансформації чи перетворення енергії механічного збудження. Різновиди відгуків:

- механічні напруги в елементах конструкції;
- зміщення елементів конструкції та їх удар;
- деформації і руйнування конструктивних елементів;
- зміни властивостей і параметрів конструкції.

Механічні дії призводять до непередбачуваних переміщень деталей і вузлів, через що виникають інерційних сил і, як наслідок, деформації кріпильних, несучих та інших елементів конструкцій.

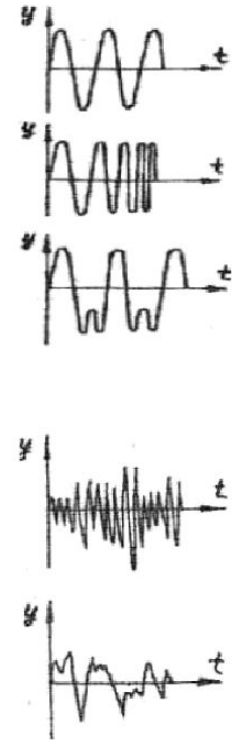
При незначних механічних впливах в елементах конструкцій виникають пружні деформації, що фактично не позначаються на працездатності апаратури.

Збільшення навантаження призводить до появи залишкової деформації і за певних умов руйнуванню конструкції.

Відмови апаратури бувають:

***відновлюваними** після зняття або ослаблення механічної дії (чисто механічне прояв вібрацій і ударів, зміна параметрів компонентів, виникнення електричних шумів)*

***невідновлюваними** (обриви і замикання електричних з'єднань, відшаровування провідників друкованих плат, порушення елементів кріплення і руйнування несучих конструкцій).*



Біологічні фактори

До біологічних факторів належать мікроорганізми, комахи, гризуни, тварини і птахи.

Цвіль.

Цвіль руйнує органічні діелектрики, посилює корозію і потрапляючи на плату може викликати коротке замикання. Вражаючи скло цвіль може викликати зміну його оптичних властивостей.

Цвіль розвивається в приміщеннях з підвищеною вологістю і зниженою освітленістю.

Ізоляційні матеріали на основі целюлози при впливі цвілевих грибків погіршують свої механічні і електричні параметри і можуть навіть зруйнуватися.

Комахи.

Комахи нерідко пошкоджують РЕА. Потрапляючи всередину викликають несанкціоноване спрацьовування контактів. Найбільш небезпечні для РЕА, що працює в тропічних умовах, терміти. Терміти проїдають деревину, пластмасу з деревним наповнювачем і високомолекулярні штучні сполуки. Ізоляція на основі целюлози є живильним середовищем для термітів і мікроорганізмів. Залишки комах так само є живильним середовищем для розвитку мікроорганізмів.

Гризуни.

Кабелі в пластмасовій і не армованій гумовій ізоляції можуть пошкоджувати гризуни (щури, миші). Для захисту ізоляції застосовують сталеве плетіння, але зазвичай пошкодження кабелю і проводів гризунами не перевищують 2%, тому доцільніше усунути випадкове пошкодження, ніж застосовувати дорогі захисні заходи.

Способи захисту від біологічних факторів.

цвіль:

- протирання від цвілі.
- нормальна освітленість
- провітрювання приміщення

гризуни:

- уникати застосування органічних матеріалів
- апаратуру встановлювати на високий бетонний фундамент

комахи:

- просочування фунгіцидами
- захисна сітка в перфорації
- уникати застосування органічних матеріалів
- бетонний фундамент будівель

Електромагнітний вплив

Під електромагнітної сумісності радіоелектронних засобів (ГОСТ 23611-79) розуміють здатність цих засобів одночасно функціонувати в реальних умовах експлуатації з необхідною якістю при впливі на них ненавмисних перешкод і не створювати неприпустимих радіоперешкод іншим радіоелектронним засобам.

При цьому **ненавмисною** вважають будь-яку радіоперешкоду, створювану джерелом штучного походження, не призначену для порушення функціонування ЕС.

З кожним роком зростає актуальність питань електромагнітної сумісності розроблюваної і експлуатованої ЕА:

- 1) збільшується швидкодія напівпровідникових приладів чи електронних схем;
- 2) збільшується кількість і насиченість використовуваних робочих діапазонів радіохвиль;
- 3) збільшується кількість електро- і радіокерованих об'єктів (безперервне зростання загального числа ЕА);
- 4) збільшується чутливість радіоприймальних пристроїв;
- 5) впровадження енергоресурсозберігаючих технологій призводить до збільшення кількості пристроїв, що працюють в режимі мікродструмів і знижених напруг живлення (менше 3 В);
- 6) з розвитком технологій більш просто вирішується питання створення джерел електромагнітного випромінювання високої потужності (передавачі в даний час можуть генерують випромінювання потужністю в одиниці мегават).

Проблема електромагнітної сумісності ЕС стала настільки актуальною, що в рамках узгодження національних норм були розроблені європейські стандарти на електромагнітну сумісність, оформлені 9 листопад 1992 в Законі про електромагнітну сумісність (ЕМС).

Джерела та приймачі завад

Для аналізу паразитних електромагнітних впливів необхідно визначити наступні моменти:

- характер прояву перешкоди;
- шляхи поширення перешкоди;
- причину наведень.

Перешкода може **проявлятися** в такий спосіб:

- нестабільність джерела живлення;
- імпульсна завада по живленню;
- провали по напрузі живлення;
- «перенапруження» по ланцюгах живлення;
- порушення в ланцюгах управління і синхронізації;
- перешкоди по ланцюгах зв'язку;
- спотворення сигналу в ланцюгах зв'язку.

До шляхів **поширення** можна віднести:

- фізичні лінії зв'язку (проводи, кабелі, хвилеводи);
- ефір як середовище поширення.

Причини наведень:

- джерела високих напруг;
- джерела великих струмів;
- джерела електромагнітного поля;
- неузгодженість ліній зв'язку по вхідному і вихідному імпедансу (особливо для ВЧ- і НВЧ-трактів);
- неідеальність ліній зв'язку (наявність втрат та їх залежність від частоти);
- термоЕРС.

Джерела та приймачі завад



Джерелами наведень є:

- генератори високої напруги;
- генератори великого струму;
- генератори електромагнітного поля;
- електричні машини (особливо колекторні);
- вихідні каскади підсилювачів;
- навантаження на загальний опір джерела і приймача наводок;
- «довгі» лінії;
- термопари.

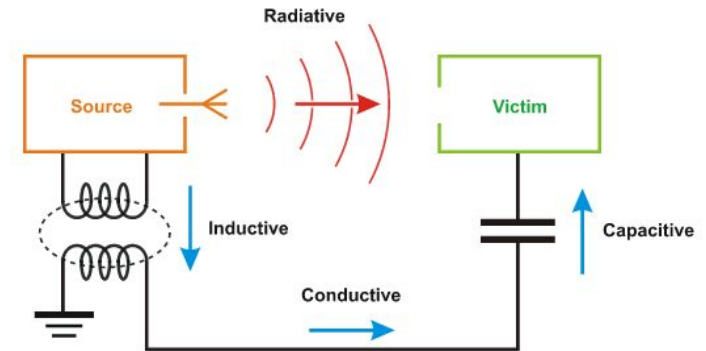
Електромагнітні перешкоди, створювані пристроями, що не призначені для випромінювання електромагнітної енергії (джерела електричної енергії, системи запалювання двигунів, електродвигуни, апаратура промислового і широкого споживання і т. д.), називаються індустріальними перешкодами.

Приймачами наведень є:

- радіомовні приймачі (особливо широкосмугові);
- вхідні каскади підсилювачів;
- каскади з великим вхідним опором.

Шляхи розповсюдження:

- електричне поле (ємнісний зв'язок);
- магнітне поле (індуктивний зв'язок);
- електромагнітне поле;
- провідники (гальванічний зв'язок).



На конструкторсько-технологічному етапі розробки ЕА основним способом забезпечення ЕМС є завадозахист за допомогою:

- екранування;
- фільтрації перешкод;
- заземлення;
- коректного виконання зв'язків.

Температурні дестабілізуючі фактори

Температурні умови впливають на місце встановлення РЕА, розташування джерел зовнішнього підігрівання, виділення тепла активними елементами усередині. Необхідно забезпечувати, щоб температура нагріву чутливих до температури радіоелементів знаходилася в допустимих межах. Крім того, для багатьох конструктивних матеріалів характерне теплове старіння.

Працездатність РЕА визначається температурним діапазоном роботи, в якому РЕА повинна виконувати задані функції в робочому стані. Для виключення виходу з ладу РЕА в процесі зберігання і транспортування в неробочому стані необхідно, щоб вона витримувала температури, великі робочого діапазону. Ці граничні температури характеризують тепло- і холодо- стійкість конструкції РЕА.

ЕА мають невисокий ККД, а отже більша частина споживаної енергії перетворюється на енергію теплових втрат.

Теплові втрати викликають перегрів елементів конструкції відносно температури навколишнього середовища. Температура нагріву елементів або приладу в цілому може перевищити допустиму температуру для ЕРЕ.

Тому виникають завдання розрахунку температури елементів і конструкції в цілому і проектування локальних і загальних систем охолодження.

Всяке нагріте тіло віддає тепло і охолоджується за рахунок 3-х основних факторів:

- Конвекції,*
- Випромінювання,*
- Теплопровідності (кондукції).*

Тепловий удар - це різка зміна температури довкілля, при якому час зміни температури обчислюється хвилинами, а її перепад - десятками градусів. Найбільш сильно тепловий удар проявляється в елементах конструкції, де є локальна механічна напруга, сприяючи утворенню мікротріщин.

Температурні дестабілізуючі фактори

Конвекція.

Конвективно охолоджуються нагріті тіла за рахунок руху газу або рідини, які, нагріваючись, відбирають теплову енергію.

Інтенсивність теплового потоку охолодження при конвекції можна оцінити:

$$Q_K = \alpha_K \cdot (t - t_c) \cdot S,$$

де Q_K - інтенсивність теплового потоку, ккал / год; S - площа поверхні нагрітого тіла, m^2 ; t - температура нагрітого тіла, $^{\circ}C$; t_c - температура навколишнього середовища, $^{\circ}C$; α_K - коефіцієнт конвекції рідини чи газу для охолодження нагрітого тіла, ккал / (год $m^2 K$).

Полішити умови конвективного охолодження можна за рахунок:

1. Збільшують площу поверхні нагрітого тіла (збільшення площі відбувається, перш за все, за рахунок ребріння поверхні).

2. Збільшують коефіцієнт конвекції рідини чи газу.

Так для спокійного повітря α_K знаходиться в межах від 2 до 8 ккал / (год $\cdot m^2 \cdot K$).

Коефіцієнт α_K не однозначний, тому що залежить від геометричних розмірів нагрітого тіла, його температури і розташування площин. Тому в інженерних розрахунках цей коефіцієнт уточнюють до конкретних значень виходячи з особливостей пристрою.

Таблиця 1. Значення коефіцієнта конвекції жидкості или газу

Среда	α_K , ккал/(час $\cdot m^2 \cdot K$)
Движущийся воздух	20...100
Спокойная жидкость	200...600
Движущаяся жидкость	1000...3000
Испарение жидкости	40000...120000

Збільшувати коефіцієнт конвективного охолодження можна за рахунок природної вентиляції через застосування перфорації, примусової вентиляції, рідинного охолодження з нерухомою або з рухомою рідиною або застосовуючи випаровування рідини з нагрітого тіла.

Температурні дестабілізуючі фактори

Випромінювання.

Всяке нагріте тіло випромінює енергію. Інтенсивність теплового потоку можна оцінити за законом Стефана-Больцмана:

$$Q_{\text{п}} = \varepsilon \cdot C_0 \cdot \left(\left(\frac{T}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_c}{100} \right)^4 \right) \cdot S, \quad \left[\frac{\text{ккал}}{\text{час}} \right]$$

де S - площа поверхні нагрітого тіла, м^2 ; T - температура нагрітого тіла, K ; T_c - температура навколишнього середовища, K ; C_0 - коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла, $\text{ккал} / (\text{час} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{K})$; ε - ступінь чорноти нагрітого тіла.

Поліпшити умови охолодження випромінюванням можна за рахунок:

1. Збільшуючи площа поверхні нагрітого тіла, наприклад, вводячи ребра.
2. Збільшуючи ступінь чорноти поверхні нагрітого тіла за рахунок збільшення шорсткості поверхні і фарбування її в темні кольори, найкраще в чорний колір.

Наприклад, для полірованої поверхні, чи поверхні металу після прокату $\varepsilon = 0,02 \dots 0,08$. Для дерева, гуми і більшості пофарбованих поверхонь ε збільшується до $0,9 - 0,95$.

При цьому максимальне значення ε має для поверхні, пофарбованої в чорний матовий колір.

Температурні дестабілізуючі фактори

Кондукція (теплопровідність).

Нагріте тіло може віддавати тепло через теплопровід за рахунок теплопровідності матеріалу. Інтенсивність теплового потоку кондукцією можна оцінити за законом Фур'є:

$$Q_T = \frac{\lambda \cdot \Delta t \cdot S}{\delta},$$

де S -площа поперечного перерізу теплопроводу, m^2 ; δ - довжина теплопроводу, m ; Δt - різниця температур нагрітого і охолодженого країв теплопроводу, K ; λ - коефіцієнт теплопровідності матеріалу, $ккал/(год \cdot m \cdot ^\circ C)$.

Значення λ для деяких матеріалів наведені в таблиці 2.

Таблиця 2. Значення коефіцієнта теплопроводности материала

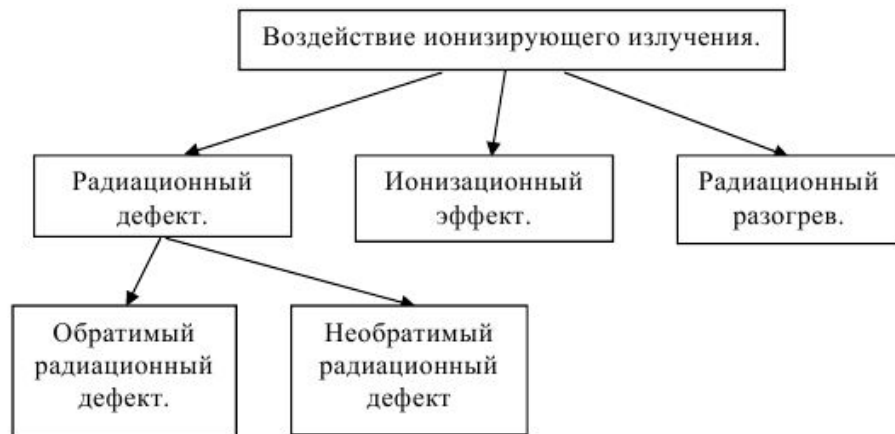
Материал	λ , ккал/(час·м·°С)
Медь	330
Алюминий	175
Сталь	50
Вода	0,5
гетинакс, прессованная бумага, фанера	0,1...0,2
воздух	0,02

Звідси видно, що якщо EPE або EA великої потужності теплових втрат розміщені на діелектричній основі (наприклад, на друкованій платі), то кондуктивне охолодження практично відсутня.

Для поліпшення охолодження таких елементів і пристроїв рекомендують:

- використовувати для них теплопроводи з матеріалів високою теплопровідністю (алюміній, мідь і ін. метали);
- збільшувати площу S теплопроводу до можливих значень;
- зменшувати довжину δ теплопроводу, розміщуючи елемент з теплопроводом на несучих конструкціях S , або використовувати несучі конструкції в якості теплопроводу;
- збільшити перепад температур Δt , охолоджуючи кінець теплопроводу.

Радіаційні чинники



Радіаційні чинники

Радіаційний вплив викликає як негайну, так і накопичувальну реакцію елементів, що становлять конструкцію РЕА. Серед існуючих видів випромінювань найбільшу небезпеку представляють електромагнітне випромінювання і іонізуючі частинки високих енергій.

Повний спектр електромагнітних випромінювань охоплює діапазон довжин хвиль від десятків тисяч метрів до тисячних доль нанометра. Найбільш значущу дію на РЕА створюють гамма- і рентгенівське випромінювання (довжини хвиль менше 10 нм). Ці види випромінювання мають значну проникну і іонізуючу здатність.

Істотний вплив на конструкцію РЕА можуть також здійснювати заряджені частинки: альфа, бета і протони, а також нейтрони, що мають високу проникну здатність.

Найбільш стійкі до дії опромінення метали.

Найменшу радіаційну стійкість мають магнітні матеріали і електротехнічні сталі.

Деякі метали, наприклад марганець, цинк, молібден та ін., після опромінення нейтронами самі стають радіоактивними.

Дія випромінювання на полімери призводить до руйнування міжмолекулярних зв'язків, утворення зернистих структур і мікротріщин. В результаті полімерні деталі втрачають еластичність, стають крихкими.

Найменш стійкими до опромінення є напівпровідникові прилади і інтегральні мікросхеми. Безповоротні дефекти в напівпровідниках призводять до втрати випрямних властивостей діодів, транзистори усіх типів при опроміненні втрачають підсилювальні властивості, в них зростають струми витоку, пробивна напруга знижується. Їх радіаційна стійкість складає $10^{12}..10^{14}$ нейтронів/см² при опроміненні нейтронами і $10^4..10^7$ рад при гамма-опроміненні.

У інтегральних мікросхемах (МС) при опроміненні істотно змінюються характеристики внаслідок зміни параметрів резисторів, конденсаторів, діодів, транзисторів, що входять в них. Так само змінюються ізолюючі властивості розділових р-п-переходів, зростають струми витоку, з'являються численні паразитні зв'язки між елементами структури мікросхем, що в результаті призводить до порушення їх функціонування.