



**Коммерциялық емес
акционерлік қоғам**

**ҒҰМАРБЕК ДӘУКЕЕВ
АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ
ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ
БАЙЛАНЫС
УНИВЕРСИТЕТІ**

Телекоммуникация және
инновациялық технологиялар
кафедрасы

РАДИО-ЭЛЕКТРОНДЫҚ ҚҰРАЛДАРДЫҢ ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ҮЙЛЕСІМДІЛІГІ

6B06201 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар оқу бағдарламасы бойынша оқитын студенттерге есептік-сызба жұмыстарды жұмыстарды орындау бойынша әдістемелік нұсқаулық

ҚҰРАСТЫРУШЫЛАР: Байкенов А.С. және Ермекбаев М.М. Радио-электрондық құралдардың электромагниттік үйлесімділігі. 6В06201 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар оқу бағдарламасы бойынша оқитын студенттерге есептік-сызба жұмыстарды орындау бойынша әдістемелік нұсқаулық. - Алматы: АЭЖБУ КЕАҚ, 2022. – 23 б.

6В06201 – «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» білім беру бағдарламасы бойынша оқитын студенттерге арналған есептік-сызба жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулық табиғи және жасанды текті кездейсоқ радиокедергілер болған кездегі радиоэлектрондық жабдықты және радиотехникалық жүйелерді қорғау әдістерін анықтау болып табылады.

Студенттер есептік-сызба жұмыстарды орындайды, нәтижесінде олар электронды жабдықтар мен радиотехникалық жүйелерді радиокедергілердің жағымсыз әсерінен қорғауды үйренуі болып табылады.

Кесте- 10, әдебиет көрсеткіші – 17 атау.

Пікір беруші: к.ф.-м.н., профессор

Искакова А.К.

«Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының 2022 ж. басылым жоспары бойынша басылады.

© «Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті», КЕАҚ 2022 ж.

Мазмұны

	Кіріспе	4
1.	1 №1 Есептік-сызба жұмысы	5
	1.1 1.1-тапсырма	5
	1.1.1 1.1 есепті шешудің мысалы	5
	1.2 1.2-тапсырма	6
	1.2.1 1.2 есепті шешудің мысалы	6
	1.3 1.3-тапсырма	7
	1.3.1 1.3 есепті шешудің мысалы	7
	1.4 1.4-тапсырма	8
	1.4.1 1.4 есепті шешудің мысалы	8
	1.5 1.5-тапсырма	9
	1.5.1 1.5 есепті шешуге мысал	9
2.	2 №2 Есептік-сызба жұмысы	10
	2.1 2.1-тапсырма	10
	2.1.1 2.1 есепті шешудің мысалы	11
	2.2 2.2-тапсырма	11
	2.2.1 2.2 есепті шешудің мысалы	12
	2.3 2.3-тапсырма	12
	2.3.1 2.3 есепті шешудің мысалы	13
	2.4 2.4-тапсырма	13
	2.4.1 2.4 есепті шешудің мысалы	14
3.	3 №3 Есептік-сызба жұмысы	16
	3.1 №3 үшінші есептік-сызба жұмыстың мазмұны	16
	3.2 №3 Есептік-сызба жұмыстың мазмұнына қойылатын қосымша талаптар	17
	3.3 №3 Есептік-сызба жұмыстың тапсырма нұсқасын таңдау	17
	3.4 №3 есептік-сызба жұмыстарды жобалауға қойылатын жалпы талаптар	18
4.	А қосымшасы	19
5.	В қосымшасы	21
6.	Әдебиеттер тізімі	23

Кіріспе

«Радиоэлектрондық құралдардың электромагниттік үйлесімділігі» пәні бойынша есептік-сызба жұмыстарды орындау бойынша әдістемелік нұсқаулар 6В06201 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар білім беру бағдарламасы бойынша оқитын студенттерге арналған.

Есептеу-сызбалық жұмыстың мақсаты – табиғи және жасанды шыққан кездейсоқ радиокедергілер болған кезде радиоэлектрондық жабдықты және радиотехникалық жүйелерді қорғау әдістерін анықтау болып табылады..

Есептік-сызба жұмыстың міндеті студентті әртүрлі радиотехникалық құрылғыларда жүретін процестердің сапалық және сандық аспектілерін білу негізінде арнайы радиотехникалық пәндерде қойылған есептерді сәтті және сауатты шешуге дайындау болып табылады.

Есептік-сызба жұмыстарды шешу мамандардың ғылыми дүниетанымын қалыптастыру үшін ерекше маңызға ие және «Радиоэлектрондық құралдардың электромагниттік үйлесімділігі» курсы студенттердің игерту дәрежесін тексеруге көмектеседі, өз ойларын нақты және дәл білдіру дағдыларын қалыптастырады.

«Радиоэлектрондық құралдардың электромагниттік үйлесімділігі» тақырыбы бойынша үш есептік-сызбалық жұмыс берілген: №1 ЕСЖ – «Экрандардың тиімділігін есептеу тапсырмалары», №2 ЕСЖ – «Экрандау параметрлерін есептеуге арналған тапсырмалар», №3 ЕСЖ– «Түрлі техникалық құралдардың сыртқы әсерлерден қорғалу дәрежесін бақылау әдістерімен және өз бетінше жұмыс істеу дағдыларын дамыту мен бекіту үшін жағдай жасаумен танысу».

Есептік-сызба жұмыстарды нәтижесінде студент табиғи және жасанды текті кездейсоқ радиокедергілер болған кезде радиоэлектрондық жабдықтың электромагниттік үйлесімділігінің параметрлерін есептей алуы керек. Сонымен қатар студентте әртүрлі техникалық құралдарды сыртқы әсерлерден қорғау дәрежесі бойынша стандарттар талаптарының сақталуына талдау жүргізудің өз бетінше дағдысын дамыту болып келеді.

1 №1 Есептік-сызба жұмысы

№1 Есептік-сызба жұмыста 5 тапсырманың шешуі қарастырылған

1. Экрандардың тиімділігін есептеуге арналған тапсырмалар

1.1-тапсырма

0, f_1 және $2f_1$ жиіліктері бар тұрақты және баяу өзгертін магниттік фонның экрандау тиімділігін текше экранмен, қалыңдығы $\delta_{ЭКР}$, қабырға ұзындығы D үшін, ферромагниттік материалдан (тұрақты қоспа немесе болат) жоғары салыстырмалы магниттік өткізгіштік үшін μ үшін анықтау керек. Студент топ журналында жазылған нөмірге сәйкес f_1 , D , $\delta_{ЭКР}$ және μ сандық мәндері таңдалады, олар 1.1-кестеде көрсетілген.

1.1 кесте – Тапсырманың нұсқалары кестесі

Нұсқау санының бірінші саны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
f_1 , кГц	0,1	0,2	0,15	0,25	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,3
Нұсқау санының екінші саны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$\delta_{ЭКР}$, мм	0,6	0,8	0,9	0,7	1,1	0,65	0,85	0,95	0,75	1
D , мм	100	75	60	80	95	65	90	70	110	120
Нұсқау санының үшінші саны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
μ	100	5000	3000	2000	500	3500	7.6	200	4000	100

1.1 Есепті шешудің мысалы

Экрандау тиімділігін 0...1 кГц жиіліктегі текше экранын анықтау керек, егер қалыңдығы $\delta_{ЭКР} = 0,8$ мм, қабырға ұзындығы $D = 100$ мм; материалдар: а) болат ($\mu = 100$); б) тұрақты қоспа ($\mu = 5000$).

Шешімі:

Болат экран үшін $\mu = 100$ кезінде есептеулерді жүргізе аламыз

$$A = 20 \lg \left(1 + \frac{\mu \delta_{ЭКР}}{D} \right) = 20 \lg \left(1 + \frac{100 \cdot 0.8}{100} \right) = 20 \lg 1,8 = 5,1 \text{ дБ}$$

$$B = \ln 1,8 = 0,59 \text{ Нн}$$

Яғни, болат экран магнит өрісінің күшін небәрі 1,8 есе азайды.
Тұрақты экран үшін $\mu = 5000$ кезінде біз аламыз

$$A = 20 \lg \left(1 + \frac{\mu \delta_{\text{экp}}}{D} \right) = 20 \lg \left(1 + \frac{5000 \cdot 0.8}{100} \right) = 20 \lg 41 = 32,25 \text{ дБ}$$

Тұрақты экран магнит өрісінің күшін 41 есе азайды.

1.2 тапсырма

f жиілігі бар берілген конфигурациядағы мыс экранының экрандау тиімділігін анықтау керек. Тік бұрышты экран үшін $m = 1$, цилиндрлік экран үшін $m = 2$, ал сфералық экран үшін $m = 3$. Тік бұрышты экранның ені немесе цилиндрлік және сфералық экрандардың диаметрі D . Студент топ журналында жазылған нөмірге сәйкес $\delta_{\text{ЭКР}}$, f , D , $\delta_{\text{ЭКР}}$ және m сандық мәндері таңдалады, олар 1.2-кестеде көрсетілген.

1.2 кесте – Тапсырманың нұсқалары кестесі

Нұсқау санының бірінші саны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
f , МГц	0,1	0,2	0,15	0,25	0,35	0,1	0,2	0,15	0,25	0,35
Нұсқау санының екінші саны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
D , мм	90	75	60	80	95	65	70	80	80	75
$\delta_{\text{ЭКР}}$, мм	0,6	0,8	0,9	0,7	0,75	0,65	0,85	0,95	0,75	0,9
Нұсқау санының үшінші саны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
m	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1

1.2 есепті шешудің мысалы

Жиілігі $\nu = 0,1$ МГц мыс цилиндрлік экранның ($\delta_{\text{ЭКР}} = 0,08$ см, $D = 8$ см) экрандау тиімділігін анықтаңыз.

Шешімі:

1.3-кестеге сәйкес, меншікті өткізгіштік $\sigma = 57 \cdot 10^4$ С/см және салыстырмалы магниттік өткізгіштік $\mu = 1$ болатын мыстың мәнін табу керек.

1.3 кесте – Жеке металдардың электрофизикалық параметрлері

	Мыс	Жез	Алюминий	болат	Пермаллой
Өткізгіштік σ , См/см	$57 \cdot 10^4$	$16.6 \cdot 10^4$	$33 \cdot 10^4$	$10 \cdot 10^4$	$1.54 \cdot 10^4$
Салыстырмалы магниттік өткізгіштік μ	1	1	1	50...100	12000

Мыстың абсолютті магниттік өткізгіштігін есептейміз

$$\mu_{ABC} = \mu \cdot \mu_o = 1 \cdot 1,256 \cdot 10^{-8} = 1,256 \cdot 10^{-8} \text{ Гн/см}$$

Экранға енудің эквивалентті тереңдігін есептейміз

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu_{ABC} \sigma}} = \sqrt{\frac{2}{2\pi \nu \mu_{ABC} \sigma}} = \sqrt{\frac{2}{2 \cdot \pi \cdot 0,1 \cdot 10^6 \cdot 1,256 \cdot 10^{-8} \cdot 57 \cdot 10^4}} = 0,0211 \text{ см}$$

$\delta_{ЭКР} / \delta = 0,08 / 0,0211 = 3,79 (\delta_{ЭКР} > \delta)$, үшін, онда Э' уақытындағы экрандау тиімділігін табу керек

$$\mathcal{E}' = e^{\delta_{RH} / \delta} \left(\frac{1}{2} + \frac{D}{2,8 t \mu \delta} \right) = e^{3,79} \left(\frac{1}{2} + \frac{8}{2,8 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,021} \right) = 3033$$

дБ-де қорғау тиімділігі тең $A = 20 \lg \mathcal{E}' = 69,6 \text{ дБ}$

Непердегі экран тиімділігі $B = \ln \mathcal{E}' = 8 \text{ Нп}$

1.3 тапсырма

Алдыңғы тапсырмадағы экран $\mu = 40$ болатын болаттан жасалған болса, Э мәні қалай өзгертінін анықтау керек. Студент топ журналында жазылған нөмірге сәйкес сандық мәндері таңдалады, олар 1.2-кестеде көрсетілген.

1.3 есепті шешудің мысалы

Алдыңғы мысалдағы экран $\mu = 100$ болаттан жасалған болса, Э мәні қалай өзгертінін анықтау керек.

Шешімі:

1.3-кестеге сәйкес мыстың мәнін табамыз, мұндағы меншікті өткізгіштік $\sigma = 10 \cdot 10^4 \text{ См} \cdot \text{см}$, ал салыстырмалы магниттік өткізгіштігі.

$\mu = 100$

Мыстың абсолютті магниттік өткізгіштігін есептейміз

$$\mu_{ABC} = \mu \mu_o = 100 \cdot 1,256 \cdot 10^{-8} = 1,256 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/см}$$

Экранға енудің эквивалентті тереңдігін есептейміз

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu_{ABC} \sigma}} = \sqrt{\frac{2}{2\pi \nu \mu_{ABC} \sigma}} = \sqrt{\frac{2}{2 \cdot \pi \cdot 0,1 \cdot 10^6 \cdot 1,256 \cdot 10^{-8} \cdot 10 \cdot 10^4}} = 0,00504 \text{ см}$$

$\delta_{ЭКР} / \delta = 0,08 / 0,00504 = 15,9 (\delta_{ЭКР} > \delta)$, үшін, онда \mathcal{E}' уақытындағы экрандау тиімділігін табу керек

$$\mathcal{E}' = e^{\delta_{RH} / \delta} \left(\frac{1}{2} + \frac{D}{2,8 m \mu \delta} \right) = e^{15,9} \left(\frac{1}{2} + \frac{8}{2,8 \cdot 2 \cdot 100 \cdot 0,00504} \right) = 2,681 \cdot 10^7$$

дБ-де қорғау тиімділігі тең $A = 20 \lg \mathcal{E}' = 148 \text{ дБ}$

Непердегі экран тиімділігі $B = \ln \mathcal{E}' = 17,1 \text{ Нп}$

1.4 тапсырма.

Цилиндрлік мыс экранда пайда болатын f_1 және $10f_1$ жиіліктері бар құйынды токтардың скринингтік әсерін анықтау керек. Цилиндрлік экран диаметрі D . Экран қабырғасының қалыңдығы $\delta_{ЭКР}$. Студент топ журналында жазылған нөмірге сәйкес f , D , және $\delta_{ЭКР}$ сандық мәндері таңдалады, олар 1.4-кестеде көрсетілген.

1.4-кесте – Тапсырманың нұсқалары кестесі

Нұсқау санының бірінші саны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
f_1 , кГц	0,1	0,14	0,15	0,12	0,11	0,1	0,14	0,15	0,12	0,11
Нұсқау санының екінші саны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
D , мм	90	75	60	80	95	65	70	80	80	75
Нұсқау санының үшінші саны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$\delta_{ЭКР}$, мм	0,65	0,85	0,95	0,75	0,9	0,6	0,8	0,9	0,7	0,75

1.4 есепті шешудің мысалы

Цилиндрлік мыс экранда пайда болатын 0,1 және 1 кГц жиіліктегі құйынды токтардың экрандаушы әсерін анықтаңыз: $\delta_{ЭКР} = 0,08 \text{ см}$, $D = 8 \text{ см}$.

Шешімі:

1.3-кестеге сәйкес, меншікті өткізгіштігі $\sigma = 57 \cdot 10^4 \text{ См} \cdot \text{см}$, салыстырмалы магниттік өткізгіштігі $\mu = 1$, мыс үшін мәнін табу керек.

0,1 кГц жиіліктегі эквивалентті ену тереңдігін есептейміз

Жиілікте экранға эквивалентті ену тереңдігін есептейміз

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu_{ABC} \sigma}} = \sqrt{\frac{2}{2\pi \nu \mu_{ABC} \sigma}} = \sqrt{\frac{2}{2 \cdot \pi \cdot 0,1 \cdot 10^3 \cdot 1,256 \cdot 10^{-8} \cdot 57 \cdot 10^4}} = 0,67 \text{ см}$$

және 1 кГц жиілікте

$$\delta = 0,211 \text{ см}$$

Екі жиілік үшін де экрандау тиімділігін 0,1 кГц жиілікте $\delta_{ЭКР} < \delta$,
табамыз

$$\mathcal{E}' = \sqrt{1 + \left(\frac{\omega \mu_{ABC} \sigma D \delta_{ЭКР}}{2m} \right)^2} = \sqrt{1 + \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 1,256 \cdot 10^{-8} \cdot 57 \cdot 10^4 \cdot 8 \cdot 0,08}{2 \cdot 2} \right)^2} = 1,2$$

$$A = 1,58 \text{ дБ}, \quad B = 0,18 \text{ Нп}$$

1 кГц жиілікте

$$\mathcal{E}' = \sqrt{1 + \left(\frac{\omega \mu_{ABC} \sigma D \delta_{ЭКР}}{2m} \right)^2} = \sqrt{1 + \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot 1000 \cdot 1,256 \cdot 10^{-8} \cdot 57 \cdot 10^4 \cdot 8 \cdot 0,08}{2 \cdot 2} \right)^2} = 7,3$$

$$A = 17,3 \text{ дБ}, \quad B = 2,0 \text{ Нп}$$

1.5 тапсырма

Алдыңғы есептегі мыс қалқан $\mu = 100$ болатын болатпен ауыстырылғанда, экрандау тиімділігінің мәні қалай өзгертінін табыңыз.

Студент топ журналында жазылған нөмірге сәйкес сандық мәндері таңдалады, олар 1.4-кестеде көрсетілген.

1.5 есепті шешуге мысал

Шешімі:

Болат үшін 1.3-кестеге сәйкес меншікті өткізгіштік қай жерде $\sigma = 10 \cdot 10^4$ См·см болатынын табамыз.

Жиіліктен эквивалентті ену тереңдігін есептейміз 0,1 кГц

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu_{ABC} \sigma}} = \sqrt{\frac{2}{2\pi \nu \mu_{ABC} \sigma}} = \sqrt{\frac{2}{2 \cdot \pi \cdot 0,1 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 1,256 \cdot 10^{-8} \cdot 10 \cdot 10^4}} = 0,159 \text{ см}$$

және 1 кГц жиіліктен

$$\delta = 0,05 \text{ см}$$

0,1 кГц жиіліктен $\delta = 0,159 \text{ см} > \delta_{ЭКР} = 0,08 \text{ см}$.

Қорғау тиімділігін есептейміз

$$\mathcal{E}' = \sqrt{1 + \left(\frac{\omega \mu_{ABC} \sigma D \delta_{ЭКР}}{2m} \right)^2} = \sqrt{1 + \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 1,256 \cdot 10^{-8} \cdot 10 \cdot 10^4 \cdot 8 \cdot 0,08}{2 \cdot 2} \right)^2} = 1,008$$

$$A = 0,069 \text{ дБ}, \quad B = 7,968 \cdot 10^{-3} \text{ Нн}$$

1 кГц жиілікте $\delta_{\text{ЭКР}} = 0,08 \text{ см} > \delta = 0,05 \text{ см}$

Уақыт бойынша экрандау тиімділігін есептейміз

$$\mathcal{E}' = e^{\delta_{RH}/\delta} \left(\frac{1}{2} + \frac{D}{2,8m\mu\delta} \right) = e^{0,08/0,05} \left(\frac{1}{2} + \frac{8}{2,8 \cdot 2 \cdot 100 \cdot 0,05} \right) = 3,892$$

$$\mathcal{E}' = \sqrt{1 + \left(\frac{\omega\mu_{ABC}\sigma D \delta_{\text{ЭКР}}}{2m} \right)^2} = \sqrt{1 + \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot 1000 \cdot 1,256 \cdot 10^{-8} \cdot 57 \cdot 10^4 \cdot 8 \cdot 0,08}{2 \cdot 2} \right)^2} = 7,3$$

дБ-де қорғау тиімділігі тең $A = 20 \lg \mathcal{E}' = 11,8 \text{ дБ}$

Непердегі экран тиімділігі $B = \ln \mathcal{E}' = 1,359 \text{ Нн}$

2 №2 Есептік-сызба жұмысы

№2 Есептік-сызба жұмыста 4 тапсырманы шешуі қарастырылған

2. Экрандардың параметрлерді есептеуге арналған тапсырмалар

2.1 тапсырма

f жиілікте скрининг тиімділігі $A > A_{\min}$ алу үшін меншікті өткізгіштігі σ материалдан жасалған экранның қалыңдығы қандай болуы керек. Студент топ журналында жазылған нөмірге сәйкес f , σ және A_{\min} сандық мәндері таңдалады, олар 2.1-кестеде көрсетілген.

Ескерту: меншікті өткізгіштік $\sigma = 57 \cdot 10^4 \text{ С/см}$ мысқа, $\sigma = 16,6 \cdot 10^4 \text{ С/см}$ жезге, $\sigma = 33 \cdot 10^4 \text{ С/см}$ алюминийге сәйкес келеді.

2.1 кесте – Тапсырманың нұсқалар кестесі

Нұсқау санының бірінші саны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
f , МГц	1,2	2,2	1,3	1,4	2,1	3	1,6	2,3	1,35	1,5
Нұсқау санының екінші саны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$\sigma \cdot 10^4$, С/см	57	16,6	33	57	16,6	33	57	16,6	33	57
Нұсқау санының үшінші саны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
A_{\min} , дБ	90	75	60	80	95	65	70	80	80	75

2.1 есепті шешудің мысалы

1 МГц жиілікте $A > 100$ дБ экрандау тиімділігіне жету үшін алюминий қалқанының қалыңдығы қандай болуы керек

Шешімі:

Қорғау тиімділігі

$$B_{\min} = 0,115 \cdot 100 = 11,5 Hn$$

1.3 кестеге сәйкес алюминийдің мәнін табу керек, мұндағы меншікті өткізгіштік $\sigma = 33 \cdot 10^4$ См·см.

1 МГц жиілікте экранға эквивалентті ену тереңдігін есептейміз

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu_{ABC} \sigma}} = \sqrt{\frac{2}{2\pi \nu \mu_{ABC} \sigma}} = \sqrt{\frac{2}{2 \cdot \pi \cdot 1 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 1,256 \cdot 10^{-8} \cdot 33 \cdot 10^4}} = 0,00876 \text{ см}$$

$$\delta_{ЭКР} = B_{\min} \cdot \delta = 11,5 \cdot 0,00876 = 0,101 \text{ см}$$

1 МГц-тен жоғары жиіліктерде қалыңдығы 0,5 ... 1,5 мм болатын әрбір металдан жасалған экран өте тиімді әсер етеді. 10 МГц жоғары жиіліктер үшін қалыңдығы шамамен 0,1 мм мыс пленкасы жақсы экран болып табылады. Сондықтан бұл жиіліктерде экрандық құрылғыларда фольга оқшаулағыш материалдарды, сондай-ақ электр өткізгіш бояулар мен пленкаларды қолдануға болады. ЖЖ кезінде болат экранның тиімділігі магнитті емес экранға қарағанда жоғары. Дегенмен, болат қалқандар жоғары μ мәні мен гистерезис құбылысы нәтижесінде экрандалған тізбектерге жоғары шығындарды енгізуі мүмкін. Сондықтан олар кірістіру шығындарын елемеуге болатын жағдайларда ғана қолданылады.

2.2 тапсырма

Тор өлшемі S және сым диаметрі d болса, f_1 , $10f_1$ және $100f_1$ жиіліктері үшін тор экранының экрандық әлсіреуін есептеңіз. Студент топ журналында жазылған нөмірге сәйкес f_1 , S және d сандық мәндері таңдалады, олар 2.2-кестеде көрсетілген.

2.2 кесте – Тапсырманың нұсқалары кестесі

Нұсқау санының бірінші саны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
f_1 , кГц	0,13	0,14	0,15	0,12	0,11	0,13	0,14	0,15	0,12	0,11
Нұсқау санының екінші саны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
S , мм	2,5	2,1	1,9	2,0	2,0	2,5	2,3	2,4	2,6	2,8

Нұсқау санының үшінші саны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
d , мм	2,8	2,2	2,0	2,3	2,1	2,6	2,4	2,5	2,7	2,9

2.2 есепті шешудің мысалы

Тор аралығы $S = 3 \text{ мм} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ және сым диаметрі $d = 0,3 \text{ мм} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ м}$ болса, $f = 100 \text{ кГц}$, 1 МГц және 10 МГц жиіліктер үшін торлы экранның экрандық әлсіреуін есептеу керек.

Шешімі:

$f = 100 \text{ кГц}$, 1 МГц және 10 МГц жиіліктер үшін $\lambda = 3 \cdot 10^8 / f$ формуласы арқылы толқын ұзындығын орнатамыз, содан кейін торлы экранның экрандық әлсіреуін есептейміз

$$f = 100 \text{ кГц}, \quad \lambda = 3000 \text{ м}, \quad A = 113 \text{ дБ} \text{ жиілігі үшін}$$

$$f = 1 \text{ МГц}, \quad \lambda = 300 \text{ м}, \quad A = 93 \text{ дБ} \text{ жиілігі үшін}$$

$$f = 10 \text{ МГц}, \quad \lambda = 30 \text{ м}, \quad A = 73 \text{ дБ} \text{ жиілігі үшін}$$

2.3 тапсырма

Меншікті өткізгіштігі σ , қалыңдығы $\delta_{\text{ЭКР}}$, f жиіліктегі материалдан жасалған фольга экранының тиімділігін анықтаңыз. Студент топ журналында жазылған нөмірге сәйкес f_1 , S және d сандық мәндері таңдалады, олар 2.3-кестеде көрсетілген.

Ескерту: меншікті өткізгіштік $\sigma = 57 \cdot 10^4 \text{ С/см}$ мысқа, $\sigma = 16,6 \cdot 10^4 \text{ С/см}$ жезге, $\sigma = 33 \cdot 10^4 \text{ С/см}$ алюминийге сәйкес келеді.

2.3-кесте – Тапсырманың нұсқалары кестесі

Нұсқау санының бірінші саны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
f , МГц	12	18	13	14	21	11	16	20	17	15
Нұсқау санының екінші саны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$\sigma \cdot 10^4$, С/см	57	16,6	33	57	16,6	33	57	16,6	33	57
Нұсқау санының үшінші саны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$\delta_{\text{ЭКР}}$, мм	0,13	0,14	0,15	0,12	0,11	0,13	0,14	0,15	0,12	0,11

2.3 есепті шешудің мысалы

$\nu = 10$ МГц жиілікте $\delta_{\text{ЭКР}} = 0.01$ см қалыңдығы бар алюминий фольга экранының тиімділігін анықтау керек

Шешімі:

1.3 кестеге сәйкес алюминийдің мәнін табу керек, мұндағы меншікті өткізгіштік $\sigma = 33 \cdot 10^4$ См·см.

10 МГц жиіліктегі экранға эквивалентті ену тереңдігін есептейміз

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu_{\text{ABC}} \sigma}} = \sqrt{\frac{2}{2\pi \nu \mu_{\text{ABC}} \sigma}} = \sqrt{\frac{2}{2 \cdot \pi \cdot 10 \cdot 10^6 \cdot 1,256 \cdot 10^{-8} \cdot 33 \cdot 10^4}} = 0,00277 \text{ см}$$

$$Z_{\text{С.МЕТ}} = \sqrt{\frac{\omega \mu_{\text{ABC}}}{\sigma}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \pi \cdot 10 \cdot 10^6 \cdot 1,256 \cdot 10^{-8}}{33 \cdot 10^4}} = 1,55 \cdot 10^{-3}$$

$$\mathcal{E}' = e^{\frac{\delta_{\text{ЭКР}}}{\delta}} \frac{Z_{\text{CO}}}{4Z_{\text{С.МЕТ}}} = e^{\frac{0,01}{0,00277}} \frac{377}{4 \cdot 1,55 \cdot 10^{-3}} = 2,25 \cdot 10^6 \text{ Ом}$$

$$B = 14,6 \text{ Hn}, A = 127 \text{ dB}$$

Берілген \mathcal{E}' мәні өте үлкен. Жоғары жиіліктерде тиімділік тиімді болады. Сірә, \mathcal{E}' нақты мәні электромагниттік толқынның экранның қалыңдығы арқылы емес, экрандағы саңылаулар арқылы және сымдар бойымен енуімен анықталады.

2.4 тапсырма

Жез қалқанның тиімділігін (қарсылығы $\rho = 0.72 \cdot 10^{-7}$ Ом·м, $\mu_a = \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м) f жиілікте қалқан кедергі көзі жақын зонасында болған жағдайда анықтау керек, ал қашықтықтағы кедергі көзі r . Экранның қалыңдығы $\delta_{\text{ЭКР}}$. Экранның екі жағындағы орта $Z_{\text{CO}} = 377$ Ом толқындық кедергісі бар ауа. Студент топ журналында жазылған нөмірге сәйкес f , r және $\delta_{\text{ЭКР}}$ сандық мәндері таңдалады, олар 2.4-кестеде көрсетілген.

2.4 кесте – Тапсырманың нұсқалары кестесі

Нұсқау санының бірінші саны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
f , МГц	1,2	2,2	1,3	1,4	2,1	3	1,6	2,3	1,35	1,5
Нұсқау санының екінші саны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
r , м	0,13	0,14	0,15	0,12	0,11	0,13	0,14	0,15	0,12	0,11

Нұсқау санының үшінші саны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$\delta_{ЭКР}$, мм	0,29	0,4	0,5	0,2	0,25	0,23	0,24	0,26	0,28	0,22

2.4 есепті шешудің мысалы

Жағдай үшін $f = 1$ МГц (толқын ұзындығы $\lambda = 300$ м) жиілікте жезден жасалған экранның тиімділігін анықтаңыз (қарсылығы $\rho = 0.72 \cdot 10^{-7}$ Ом·м, $\mu_a = \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м) экран кедергі көзінің жақын аймағында $r = 0,1$ м қашықтықта болғанда экранның қалыңдығы $\delta_{ЭКР} = 0,3$ мм $= 3 \cdot 10^{-4}$ м. Экранның екі жағындағы орта $Z_{CO} = 377$ Ом толқындық кедергісі бар ауа.

Шешімі:

1. Толқындық коэффициенті есептейміз

$$\alpha = 2\pi r / \lambda = 2,1 \cdot 10^{-3} \ll 1$$

2. Экран материалының толқындық кедергісін есептейміз

$$Z_2 = \sqrt{2\pi f \mu_0 \rho} = 7,54 \cdot 10^{-7} \sqrt{f} = 7,54 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}$$

3. Өрістің электрлік компоненті үшін ауаның толқындық кедергісін есептейміз

$$Z_1^E = \frac{Z_{CO}}{\alpha} = 1,795 \cdot 10^5 \text{ Ом}$$

4. Магнит өрісінің құрамдас бөлігі үшін ауа кедергісін есептейміз

$$Z_1^H = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} = 0,79 \text{ Ом}$$

5. Шағылысқан E және H құрамдастары үшін экранның әлсіреуін есептейміз

$$A_{ШАФ}^E = 20 \lg \frac{Z_1^E + Z_2}{2Z_2} = 161,5 \text{ дБ}$$

$$A_{ШАФ}^H = 20 \lg \frac{Z_1^H + Z_2}{2Z_1^H} = 54,4 \text{ дБ}$$

Жақын аймақта Z^E көп нәрсе бар және өрістің электрлік құрамдас бөлігі үшін экранның тиімділігі үлкен және Z^H кіші, ал магнит өрісі экранға енеді.

6. Қайта шағылысқан E және H құрамдастары үшін экранның әлсіреуін есептейміз (экран сыртындағы шағылысу)

$$A_{КШАФ}^E = 20 \lg \frac{Z_2 + Z_{CO}}{2Z_{CO}} = -6 \text{ дБ}$$

$$A_{\text{ҚШАҒ}}^H = 20 \lg \frac{Z_2 + Z_{CO}}{2Z_{CO}} = 108 \text{ dB}$$

7. Экранға эквивалентті ену тереңдігін 1 МГц жиіліктен және экран қалыңдығындағы энергияны сіңіруге байланысты экранның әлсіреуін есептеңіз

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu_{ABC} \sigma}} = \sqrt{\frac{2}{2\pi \nu \mu_{ABC} \sigma}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,72 \cdot 10^{-7}}{2 \cdot \pi \cdot 1 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 1,257 \cdot 10^{-6}}} = 1,351 \cdot 10^{-4} \text{ см}$$

$$B_{\text{СІҢ}}^E = B_{\text{СІҢ}}^H = \frac{\delta_{\text{ЭКР}}}{\delta}$$

$$A = 8,7 \text{ В}$$

$$A_{\text{СІҢ}}^E = A_{\text{СІҢ}}^H = 8,7 \frac{\delta_{\text{ЭКР}}}{\delta} = 8,7 \frac{3 \cdot 10^{-4}}{1,351 \cdot 10^{-4}} = 19,32 \text{ dB}$$

8. Қосындылау арқылы E және H құрамдастары үшін экранның жалпы әлсіреуін есептейміз

$$A_{\text{ЖАЛПЫ}}^E = A_{\text{ШАҒ}}^E + A_{\text{СІҢ}}^E + A_{\text{ҚШАҒ}}^E = 161,5 - 6 - 19,32 = 174,82 \text{ dB}$$

$$A_{\text{ЖАЛПЫ}}^H = A_{\text{ШАҒ}}^H + A_{\text{СІҢ}}^H + A_{\text{ҚШАҒ}}^H = 54,4 + 108 + 19,32 = 181,72 \text{ dB}$$

Экран дизайнының жетілмегендігін, яғни оның электрлік тығыздығының жоқтығын ескеріңіз. Экран 5% теориялық ықтималдықпен қолданылады деп санаймыз, яғни оның нақты тиімділігі теориялық ықтималдықтан 20 есе аз. Сондықтан алынған нәтижелерден мәнді алып тастау керек

$$20 \lg 20 = 26 \text{ dB}$$

Батыл түрде қабылдаймыз

$$A_{\text{ЖАЛПЫ}}^E = A_{\text{ЖАЛПЫ}}^E - 26 = 174,82 - 26 = 148,82 \text{ dB}$$

$$A_{\text{ПАЙД}}^H = A_{\text{ЖАЛПЫ}}^H - 26 = 181,72 - 26 = 155,72 \text{ dB}$$

Қорытынды: экран жақсы әлсіретуді қамтамасыз етеді

3 №3 Есептік-сызба жұмысы

Әртүрлі техникалық құралдардың сыртқы әсерлерден қорғалу дәрежесін бақылау әдістерімен және өз бетінше жұмыс істеу дағдыларын дамыту мен бекіту үшін жағдай жасаумен таныстыру.

3.1 №3 Үшінші есептік-сызба жұмыстың мазмұны

3.1.1 Үшінші есептік-сызба жұмыста студенттер Қазақстан Республикасы стандарттарының, мемлекетаралық стандарттардың (ГОСТ), халықаралық электр комиссиясының талаптарына сәйкес радиоэлектрондық жабдықты сертификаттау мәселелерін келесі бағыттар бойынша талдайды:

а) Халықаралық электр комиссиясының (СТ МЭК 68) талаптарына сәйкес сыртқы әсерлерге (механикалық және климаттық) төзімділік;

б) қорғаныс қабықшаларының жұмыс жағдайларына арналған техникалық құралдарға сәйкестігі үшін (СТ МЭК 529);

в) техникалық құралдардың электромагниттік үйлесімділік (ЭМУ) талаптарына (СТ МЭК 61000) сәйкестігі үшін.

3.1.2 Есептік-сызба жұмыс – төрт тармақтан тұратын нұсқа бойынша қолайлы таңдалған техникалық құралдарды тексерудің әзірленген бағдарламасы.

3.1.2.1 Бірінші абзацта таңдалған техникалық құралдардың қысқаша сипаттамасы берілуі керек, ол келесіде көрсетілген:

- осы техникалық құралдардың негізгі техникалық сипаттамаларын;
- таңдалған техникалық құралдарға ықтимал климаттық және физикалық әсерлерді көрсететін жұмыс жағдайлары;
- таңдалған техникалық құралдар бойынша операторлар мен қызмет көрсету персоналының жұмысының ерекшеліктері;
- техникалық объектінің пайдалану аймағында күтілетін электромагниттік орта.

3.1.2.2 Екінші абзацта онда көрсетілген ХЭК стандарттарына сәйкес оның техникалық құралдары қай топқа жататынын және осы техникалық құралға сыртқы факторлардың әсер етуіне кез келген сынақтар қарастырылғанын анықтау қажет.

Сол тармақта таңдалған техникалық құралдарды сыртқы әсерлерге төзімділікке сынау үшін қажетті технологиялық жабдықтың түрін, маркасын және негізгі сипаттамаларын көрсету қажет.

Осы тармақ бойынша жұмыс істеу үшін ХЭК стандарттарының негізгі талаптарын қамтитын мемлекетаралық стандартты пайдалануға рұқсат етіледі (Қосымша А, В).

3.2 №3 Есептік-сызба жұмыстың мазмұнына қойылатын қосымша талаптар

3.2.1 Жұмыста тиісті тармақтарда сыналатын техникалық құралдардың және қолданылатын құрылғылардың сыртқы түрін көрсететін қажетті иллюстрациялар (сызбалар, фотосуреттер), сондай-ақ сынақ жабдықтары мен құрылғыларының қажетті қосылу сұлбалары орналастырылуы керек.

Пайдаланылатын аспаптар мен жабдықтар үшін өндірушіні көрсету міндетті болып табылады.

Сынақ жабдығын таңдағанда [13, 15, 16, 17] берілген ұсыныстарды пайдалану қажет.

3.2.2 Сынақ бағдарламаларын құру үшін қолданылатын нормативтік құжаттарға сілтеме ретінде Қазақстан Республикасының кәсіпорындарында қолданылатын басқа мемлекеттердің (Еуропа Одағы, Германия және т.б.) стандарттары, егер олар индекстік тізімдерге енгізілген болса, пайдаланылуы мүмкін [14].

3.3 №3 Есептік-сызба жұмыстың тапсырма нұсқасын таңдау

Үшінші есептік және сызбалық жұмыс үшін төмендегі тізімнен студенттің топ журналында жазылған нөміріне сәйкес техникалық құрал таңдалады.

Үшінші есеп есептік-сызбалық жұмыстарды орындауға арналған техникалық құралдардың тізбесі:

- 1) LCD телевизоры;
- 2) Ұялы телефон;
- 3) Транкингтік радиостанция;
- 4) Спутниктік телефон;
- 5) Автокөлік DVB-T2 тюнері;
- 6) Сандық мультитестер;
- 7) Осциллограф;
- 8) Сигнал генераторы;
- 9) DVD-плееры;
- 10) Музыкалық орталық (акустикасыз);
- 11) Сабвуфер белсенді;
- 12) Компьютердің жүйелік блогы;
- 13) Компьютердің ЖК-мониторы;
- 14) Ethernet маршрутизаторы;
- 15) Принтер;
- 16) Қағаз құжаттарының сканері;
- 17) Спектр анализаторы;
- 18) WiFi маршрутизаторы;
- 19) Сервер;
- 20) Ұялы байланыстың базалық станциясының тірегі (шкафы);
- 21) Кір жуғыш машина;

- 22) Тұрмыстық тоңазытқыш;
- 23) Тұрмыстық кондиционер;
- 24) Арнайы құрылғы түріндегі брендмауэр;
- 25) Стационарлық спутниктік терминал;
- 26) Сымсыз шаңсорғыш;
- 27) Микротолқынды пеш;
- 28) Ноутбук;
- 29) PlayStation.

3.4 №3 Есептік-сызба жұмыстарды жобалауға қойылатын жалпы талаптар

3.4.1 Студенттер есептеу-сызбалық жұмысты қолданыстағы АЭЖБУ стандартына сәйкес өрістердің өлшемдерін, қаріпті, жоларалық интервалды, беттердің нөмірленуін, бөлімдер мен кіші бөлімдерді ресімдеу ережелерін, сілтемелер мен әдебиеттер тізімін міндетті түрде сақтай отырып, А4 форматындағы парақтарда көлемі 20-40 беттен тұратын толық реферат түрінде орындайды.

Реферат ұқыпты безендірілуі керек, мәтін парақтың бір жағында анық жазылған (компьютерлік теру). Парақтың екінші жағы жұмысты тексеру нәтижелері бойынша түзетулер мен толықтырулар енгізуге арналған.

3.4.2 Есептеу-сызба жұмыстың титулдық парағы оқу-әдістемелік және оқу жұмыстарын ресімдеу қағидаларына сәйкес ресімделеді. Онда жұмыс жүргізіліп жатқан университеттің, кафедраның, пәннің атауы, есептік-сызбалық жұмыстың нөмірі, реферат тақырыбы, студенттің тегі мен аты-жөні, топ нөмірі, қорғауды қабылдайтын оқытушының тегі мен аты-жөні қамтылуы керек.

3.4.3 Пайдаланылған әдебиеттер тізімін құрастыру кезінде (егер оның құрастырылуы орындалатын есептеу-сызба жұмыстың сипатымен қарастырылса) дереккөздер мәтінде көрсетілгендей нөмірленеді. Есептеу-сызба жұмыс мәтнінде төртбұрышты жақшада оларға сілтеме жасалуы керек.

3.4.4 Барлық иллюстрациялардың, кестелердің және формулалардың нөмірленуі (жұмысты қоспағанда) сәйкес болуы керек, реферат мәтнінде оларға сілтеме жасалуы керек, мысалы, (1 сурет). Кестелерді, суреттерге жазуларды және формулаларға енгізілген символдар мен сандық коэффициенттерді түсіндіруді жобалау қолданыстағы стандартқа сәйкес жүзеге асырылуы керек.

3.4.5 Есептеу-сызба жұмыста оның бет нөмірлерін көрсете отырып, бөлімдер мен бөлімшелердің нөмірлері мен тақырыптарын қамтитын «Мазмұны» тармағы болуы керек. «Мазмұны» сөзі тақырып ретінде (беттің ортасында) бас әріппен кіші әріптермен енгізіледі және қою шрифтпен ерекшеленеді. Есептік-сызбалық жұмыстың екінші бетінде «Мазмұны» орналастырылған.

Көрсетілген талаптар сақталмай орындалған есептеу-сызба жұмыстар пысықтауға қайтарылады.

А қосымшасы

ГОСТ 16019-2001 стандартынан үзінділер

Жабдықтарды пайдалану шарттарына байланысты А.1 кестеде келтірілген топтарға бөлу керек.

А.1 кесте – Құрал-жабдықтар топтары

Жабдықтар тобы	Жабдықтың тағайындалуы және пайдалану шарттары
С1	Стационарлық, жылытылатын жерге және жер асты құрылымдарына орналастырылған
С2	Ашық ауада немесе жылытылмаған жердегі және жер асты құрылымдарында шатырдың астына орналастырылған стационарлық
В3	Тасымалданған, өзен кемелерінің ішкі бөлігіне орналастырылған
В4	Ауыл шаруашылығы, жол және құрылыс техникаларында көліктерге, мотоциклдерге тасымалданады, орналастырылады
В5	Тасымалданатын, жылжымалы темір жол объектілеріне орналастырылған
Н6	Оператордың киімдерінде, сонымен қатар киімдерінің астында немесе жылытылатын жерүсті және жерасты құрылыстарында пайдалану кезінде орналастырылатын, киілетін
Н7	Киюге жарамды, ашық ауада немесе жылытылмаған жер және жер асты құрылымдарында қолданылады

Міндетті сынақтардың деңгейі және оларды өткізудің ұсынылатын сериялары А 2 кестеде келтірілген

А.2 кесте — Міндетті тестілеу деңгейі

Тест түрі	Жабдықтардың топтары бойынша міндетті сынау деңгейі						
	С1	С2	В3	В4	В5	Н6	Н7
1 Төмендетілген температура сынағы	О	О	О	О	О	О	О
2 Жоғары температура сынағы	О	О	О	О	О	О	О
3 Температураның өзгеруі сынағы	-	О	О	О	О	Н	О
4 Синусоидалы діріл сынағы	Н	Н	О	О	О	О	О
5 Механикалық соққы сынағы	Н	Н	О	О	О	О	О
6 Төмендетілген атмосфералық қысым сынағы	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
7 Үздіксіз режимде жоғары температурада ылғалдылық сынағы	-	О	О	О	О	О	О
8 Тұз тұманының циклі сынағы	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
9 Құм немесе шаң сынағы	-	Н	-	О	О	-	О
10 Суға батырылған кезде ағып кету сынағы	-	-	-	-	-	Н	Н
11 Атмосфералық жауын-шашын (жаңбыр) сынағы	-	-	Н	Н	Н	Н	О
12 Жеңіл түсу сынағы	-	-	-	-	-	О	О
13 Аяз бен шық сынағы	-	Н	О	О	О	Н	О
14 Тасымалдау беріктігін тексеру	О	О	О	О	О	О	О

В қосымшасы

Қазақстан Республикасының стандарттау жөніндегі нормативтік құжаттар көрсеткішінен үзінді. Негізгі ЭМУ стандарттарының тізімі

1 ҚР СТ 2.124-2007 Қазақстан Республикасының өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесі. Техникалық құралдардың үйлесімділігі электромагниттік болып табылады. Жеке электронды есептеуіш машиналарының электромагниттік кедергілерге тұрақтылығы. Талаптар және сынақ әдістері.

2 ҚР СТ 2.125-2007 Қазақстан Республикасының өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесі. Техникалық құралдардың үйлесімділігі электромагниттік болып табылады. Қоректендіру кернеуінің жиілігінің өзгеруіне қарсылық. Талаптар және сынақ әдістері.

3 ҚР СТ 2.126-2007 Қазақстан Республикасының өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесі. Техникалық құралдардың үйлесімділігі электромагниттік болып табылады. Тұрақты ток көзінің кернеуінің толқындық кедергісі. Талаптар және сынақ әдістері.

4 ҚР СТ 2.135-2007 Қазақстан Республикасының өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесі. Техникалық құралдардың үйлесімділігі электромагниттік болып табылады. Иммуниетет сынақтары. Тест түрлері.

5 ҚР СТ 2.136-2007 Қазақстан Республикасының өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесі. Техникалық құралдардың үйлесімділігі электромагниттік болып табылады. Электромагниттік жағдай. Техникалық құралдарды орналастыру орындарындағы электромагниттік кедергілердің жіктелуі.

6 ҚР СТ 2.145-2008 Қазақстан Республикасының өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесі. Техникалық құралдардың үйлесімділігі электромагниттік болып табылады. Радиожиілік электромагниттік өрістерден туындаған өткізілетін кедергілерге иммунитет. Талаптар және сынақ әдістері.

7 ҚР СТ 2.157-2009 Қазақстан Республикасының өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесі. Техникалық құралдардың үйлесімділігі электромагниттік болып табылады. Өнеркәсіптік, ғылыми, медициналық және тұрмыстық (ПНМБ) жоғары жиілікті құрылғылардың өнеркәсіптік радиокедергілері. Нормалар және сынақ әдістері.

8 ҚР СТ 2.159-2009 Тұрғындар мен коммерциялық аудандарда және электр қуатын аз тұтынатын өнеркәсіптік аумақтарда қолданылатын техникалық құралдардың кедергілер шығарындылары. Нормалар және сынақ әдістері.

9 ҚР СТ 2.160-2009 Қазақстан Республикасының өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесі. Техникалық құралдардың үйлесімділігі электромагниттік болып табылады. Тұрғын үйлерде, коммерциялық аудандарда және қуатты аз тұтынатын өнеркәсіптік аймақтарда

қолданылатын техникалық жабдықтардың электромагниттік кедергілеріне иммунитет. Талаптар және сынақ әдістері.

10 ҚР СТ 2.177-2009 Қазақстан Республикасының өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесі. Техникалық құралдардың үйлесімділігі электромагниттік болып табылады. Ақпараттық технология жабдықтарының өндірістік радиокедергілері. Нормалар және сынақ әдістері.

11 ҚР СТ ГОСТ Р 51317.4.2-2008 Техникалық құралдардың электромагниттік үйлесімділігі. Электрстатикалық кедергісі және талаптары және сынау әдістері.

12 ҚР СТ ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96) Техникалық құралдардың электромагниттік үйлесімділігі. Радиожиілік электромагниттік өрістерден туындаған өткізілетін кедергілерге иммунитет.

13 ҚР СТ ГОСТ Р 51317.4.11-2008 Қазақстан Республикасының өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесі. Техникалық құралдардың үйлесімділігі электромагниттік болып табылады. Қуат кернеуінің динамикалық өзгеруіне төзімділік. Техникалық талаптар және сынақ әдістері.

14 ҚР СТ ГОСТ Р 51317.6.5-2009 Техникалық құралдардың электромагниттік үйлесімділігі. Сымды байланыс жабдығының электромагниттік кедергілерге иммунитеті және талаптар мен әдістер.

15 ҚР СТ ГОСТ Р 51318.14.1-2009 Қазақстан Республикасының өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесі. Электромагниттік үйлесімділік. Тұрмыстық электр аспаптарына, электр аспаптарына және ұқсас құрылғыларға қойылатын талаптар. Кедергі эмиссиясы.

16 ҚР СТ ГОСТ Р 51318.14.2-2009 Қазақстан Республикасының өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесі. Электромагниттік үйлесімділік. Тұрмыстық электр аспаптарына, электр аспаптарына және аналогтық құрылғыларға қойылатын талаптар. Шуға қарсы иммунитет. Өнім тобының стандарты.

17 ҚР СТ ГОСТ Р 51318.24-2009 Қазақстан Республикасының өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесі. Техникалық құралдардың үйлесімділігі электромагниттік болып табылады. Ақпараттық технология жабдықтарының электромагниттік кедергілерге тұрақтылығы. Талаптар және сынақ әдістері.

18 ҚР СТ ГОСТ Р 51320-2009 Қазақстан Республикасының өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесі. Техникалық құралдардың үйлесімділігі электромагниттік болып табылады. Өндірістік радиокедергілер. Техникалық құралдарды сынау әдістері – өндірістік радиокедергілердің көздері.

19 ҚР СТ ГОСТ Р 51515-2009 Техникалық құралдардың электромагниттік үйлесімділігі, хабар тарататын қабылдағыштардың, теледидарлардың, басқа да тұрмыстық радиоэлектрондық жабдықтың шуға төзімділігі мен талаптары, сынау әдістері.

20 ҚР СТ ГОСТ Р 51856-2009 Техникалық құралдардың электромагниттік үйлесімділігі. 3 кГц-тен 400 ГГц-ке дейінгі жиілікте жұмыс істейтін қысқа диапазондағы радиобайланыс. Талаптар, сынақ әдістері.

Әдебиеттер тізімі

1. Седельников Ю.Е. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств: учебное пособие для вузов / Ю.Е. Седельников, Д.А. Веденькин: под редакцией Ю.Е. Седебникова – М.: Юрайт, 2022.
2. Стукалов С.Б. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных систем: учебное пособие. / С.Б. Стукалов. — Воронеж: ООО «МИР», 2019.
3. Куксенко С.П. Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем: учеб. метод. пособие. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2016.
4. Ефанов В.И., Тихомиров А.А. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем. Учебное пособие. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.
5. Артёмова, Т. К. Электромагнитная совместимость: задачник / Т. К. Артёмова, А. С. Гвоздарёв, Н. И. Фомичёв; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль: ЯрГУ, 2012.
6. Костиков В.Г., Костиков Р.В., Шахнов В.А. Электромагнитная совместимость в электронной аппаратуре. М.: МГТУ им.Н.Э. Баумана, 2012.
7. Белов Л. А. Обеспечение электромагнитной совместимости в радиопередающих устройствах: учебное пособие. / Л.А. Белов; М.: МЭИ, 2011.
8. Малков, Н.А. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств: учеб. пособие / Н.А. Малков, А.П. Пудовкин. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007.
9. Князев А.Д. Элементы теории и практики обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств. М.: Радио и связь, 1984.
10. Ефанов В.И., Тихомиров А.А. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем. Томск: ТУСУР, 2004.
11. Кравченко В.И. и др. Радиоэлектронные средства и мощные электро-магнитные помехи. М.: Радио и связь, 1987.
12. Бадалов А.Л. Нормы на параметры ЭМС РЭС: Справочник / А.Л.Бадалов, А.С.Михайлов. М.: Радио и связь, 1990.
13. ГОСТ 30372-95 (ГОСТ Р 50397-92). Межгосударственный стандарт. Совместимость технических средств электромагнитная. Термины и определения.
14. Указатель нормативных документов по стандартизации Республики Казахстан РГП «Казахстанский институт стандартизации и сертификации», 2010.
15. Оборудование для климатических и механических испытаний / Сайт воронежского НПФ «РЕОМ». <http://npf-reom.ru>.
16. Оборудование для климатических и механических испытаний / Сайт московского ООО «САНТЕК 2». <http://www.santek2.ru>.
17. Оборудование для испытаний на ЭМС / Сайт АО «ТЕСТПРИБОР». <http://www.test-expert.ru>.

Алимжан Сергеевич Байкенов
Муратбек Мадалиевич Ермекбаев

РАДИО-ЭЛЕКТРОНДЫҚ ҚҰРАЛДАРДЫҢ ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ҮЙЛЕСІМДІЛІГІ

6B06201 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар оқу бағдарламасы бойынша оқитын студенттерге есептік-сызба жұмыстарды жұмыстарды орындау бойынша әдістемелік нұсқаулық

Редактор:
Стандарттау бойынша маман:

Изтелеуова Ж.Н.
Ануарбек Ж.А.

Басылымға қол қойылды __. __. __.
Таралымы 50 дана.
Көлемі – 1,0 оқу- бас.ә.

Пішімі 60x84 1/16
Баспаханалық қағаз № 1
Тапсырыс Бағасы 500 тг.

«Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының
көшірме – көбейту бюросы
050013 Алматы, Байтұрсынұлы көшесі, 126/1