Қазақстан Республикасы Білім және ғылым Министрлігі

«Алматы энергетика және байланыс университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Н.С.Бекмуратова, А.А.,Абикенова

ЕҢБЕК ҚОРҒАУ

Оқу-құралы. Барлық мамандықтар үшін.

Алматы
АЭжБУ
2019

УДК 331№45:628,517 (075·8)
А 14

Пікір берушілер:
М.Тынышбаев атындағы қазақ көлік және коммуникациялар академиясының, техника ғылымының кандидаты, доцент
Курманова Ш.К.
Қазақ қатынас жолдары университетінің, техника ғылымының кандидаты, доцент
Естекова К.Ж.
Электр станциялары және электрэнергетикалық жүйелер кафедрасының доценті
Курпенов Б.К.

Алматы энергетика және байланыс университетінің Ғылыми кеңесінде басылымға ұсынылды (07.12. 2018 жылғы № 2 хаттама).АЭжБУ дың 2018 жылғы (позиция 9) салалық әдебиеттерді шығару тематикалық жоспары бойынша басылымға жіберіледі.

Бекмуратова Н.С., Абикенова А.А.

А14 Бұл әдістемелік кешен (барлық мамандықтар бойынша оқитын студенттерге арналған) /Бекмуратова Н.С.,Абикенова А.А.-Алматы: АУЭС, 2018.-78б.: кесте 30, атауы 12.

ISBN 978-601-7939-20-5

Әдістемелік кешен жинағы еңбек қауіпсіздігі бойынша есептеулерді жүзеге асыруға студенттерге көмектесуге арналған. Дыбыс қысымының деңгейін анықтауға арналған есептердің мысалдары берілген. Қажетті шу деңгейін төмендетіп, дыбыс шығаратын қабықтың қалай таңдауы керек екені қарастырылған. Электрлік жарақаттардың нақты жағдайлары бойынша жасалған электр қауіпсіздігі мәселелерінің және төтенше жағдайларда қауіпсіздік мәселелері бойынша тапсырмалар бар. Әр жұмысқа теориялық мәліметтер, жұмыстың орындалу тәртіптері және қажетті көрсеткіштерді есептеуі келтірілген және әдебиеттер тізімі берілген.

УДК 331№45:628,517 (075·8)
А 14

ISBN 978-601-7939-20-5

© АЭжБУ, 2019
Бекмуратова Н.С.
Абикенова А.А.

Мазмұны

1 Шу деңгейінің есебі..... 4
2 Жарықтандыру бойынша тапсырмалар..... 20
3 Электрқауіпсіздігі бойынша тапсырмалар..... 38
4 Өміртіршілік қауіпсіздігі бойынша тапсырмалар..... 55
5 Пайдаланған әдебиеттер..... 76

1 Шу деңгейін есептеу

Біздің заманымызда шу адамға ерекше әсер етеді. Дыбысты энергия барлық жерде пайда болады және жасанды жолмен жаратылып барлық жерге енеді. Дыбыс толқындары көбінесе ретсіз қиылысып, әсерлі күшке дейін жетеді де, адамға қатты әсерін тигізеді, сол кезде біз шуға шағым білдіреміз.

Шу – өндірістік факторлардың ең зияндысы, әрі ең жағымсыз тітіркендіргіш және қауіпті.

Шу – дегеніміз әрбір жағымсыз тітіркенгіштік дыбысты немесе кейбір жиіліктегі дыбыстар жиынтығы.

Дыбыс - толқын түрінде таралатын қатты ортаның бөлшектерінің тербелмелі қозғалысы. Дыбыс - дыбыстық қысыммен, жылдамдықпен және дыбыстық толқындардың таралу бағытымен, дыбыстық энергияның өту қарқындылығымен сипатталады.

Көп жағдайда ауадағы тербелмелі процесті адиабаттық деп есептесек онда дыбыс жылдамдығын, есептеуге мүмкіндік беретін мына формула бойынша (дыбыстық толқынның температурасының градиентінің аздығы соншама көршілес бөлшектер мен жылуалмасудың арасын ескермеуге болады) анықтауға болады:

$$c = \sqrt{x \cdot p_c/\rho_c}\ , \qquad (1.1)$$

мұндағы p_c және ρ_c - тыныштағы сәйкес қысымы (Па), және тығыздығы ($кг/м^3$);

x - адиабат көрсеткіші (ауа үшін x = 1,41; бу үшін x = 1,3).

Қалыпты атмосфералық жағдайда (t = 20°c және p_c=1,013 МПа) ауада дыбыс жылдамдығы 344 м/с құрайды, ал температура өзгерген кезде формуламен анықталады:

$$c = 20{,}1\sqrt{273 + t_c}\ , \qquad (1.2)$$

мұндағы t_c – ауа температурасы, °C.

Практикада жиілік, толқын ұзындығы және дыбыстың жылдамдығының арасындағы өзара байланыс өрнегі жиі қолданылады:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{2\pi}{k}, \qquad (1.3)$$

мұндағы λ - толқынның ұзындығы, м;

c - дыбыстың жылдамдығы, м/с;

f –жиілік, Гц;

k -толқынды сан.

Дыбыстық диапазонда толқын ұзындығының жиілігі бірнеше ондық метрден бірнеше сантиметрге дейін өзгереді. Дыбыстық толқын тараған кезде энергия тасымалы болады. Оның қандайда бір уақыт бірлігінде ортаның нүктесіне, беттің аудан бірлігіне жататын, толқынның таралу бағытына

қалыпты орташа ағын берілген нүктеде дыбыс қарқындылығы I (Вт/м^2) деп аталады және мына формуламен анықталады:

$$I = \overline{\vartheta \cdot p}, \qquad (1.4)$$

мұндағы ϑ - шапшаң тербелмелі жылдамдық, м/с;

p- шапшаң дыбыстық қысым , Па;

ϑp - үстіндегі сызықша сипаты уақытындағы орталандыруды білдіреді.

Қарқындылық - векторлық шама. Еркін өрісте (толқынның бейнесі жоқ) дыбыстық толқынның таралуын мына формуламен анықталады:

$$\vartheta = p/(\rho \cdot c), \qquad (1.5)$$

мұндағы $\rho \cdot c$ - ортаның толқынды (акустикалық) кедергісі, Па.с/м.

Сонымен қатар еркін өрісте дыбыс қарқындылығы былай анықталады:

$$v = \overline{p^{2}}/(\rho \,.\, c). \qquad (1.6)$$

Егер шу көзі s ауданы бар тұйық бетпен қоршалса, онда көздердің дыбыстық қуаты:

$$P = \oint \bar{I} dS. \qquad (1.7)$$

Едәуір үлкен радиусы (сфера үшін $s = 4\pi \cdot \tau^2$), бар шартты ортамен шу көзін айнала қоршай отырып осы ортаның бетіне дыбыстың орташа қарқындылығын алуға болады:

$$\bar{I}_{cp} = P/S\,. \qquad (1.8)$$

Энергетикалық жабдықтардың көп бөлігі барлық бағыттар бойынша біркелкі емес дыбыстық энергияны сәулелендіреді. Бұл біркелкі емес сәулелену сол бір дыбыстық қуатқа ие бағытталмаған көздерден сол нүктеде болатын орташа қарқындылыққа $I_{орт}$ берілген нүктеде $I_н$ дерек көздердің қарым-қатынасы болып табылатын бағыттылықпен немесе Ф коэффициентімен сипатталады. Осылайша Ф коэффициентін есептеуге болады:

$$Ф = I_н/I_{орт.} \qquad (1.9)$$

Энергетикалық жабдықтың шуы тек мөлшерлік сипаттамамен ғана емес, әсер ету уақытымен, спектрдің (жеке диапазон бойынша дыбыстық энергияның таралуымен) сипаттамасымен сипатталады.

Агрегаттардың шуының маңызын анықтау үшін децибелда өлшенетін дыбыстық қысым мен дыбыс қуатының, дыбыс қарқындылығының деңгейінің - логарифмдік шамасын пайдаланады.

Дыбыс қарқындылығының деңгейі, дБ:

$$L_1 = 10\lg I/I_0\,, \qquad (1.10)$$

мұндағы, $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м^2 - шекті деңгейге сәйкес келетін дыбыс қарқындылығы.

Дыбыстық қысымының деңгейі, дБ:

$$L = 10\lg(p/p_0)^2, \qquad (1.11)$$

немесе

$$L = 20\lg(p/p_0), \qquad (1.12)$$

мұндағы $p_0 = 2\,.\,10^{-5}$ - шекті дыбыстық қысым, Па.

Дыбыстық қуаттың деңгейі, дБ,:

$$L_r = 10\lg\left(\frac{P}{P_0}\right), \qquad (1.13)$$

мұндағы $P_0 = 10^{-12}$ - шекті дыбыстық қуат, Вт.

Логарифмдік шаманы пайдалану қарастырылған көрсеткіштердің маңыздылығының диапазонын күрт азайтуға және адамның шуды қабылдауының физиологиялық ерекшелігін өте толық ескеруіне мүмкіндік береді. Мысалы, өзімізді қоршаған ортада өзінің нақты орны бар дыбыстық қысым 2.10^{-4}- ден 2 Па-ға дейін өзгерген кезде дыбыстық қысымның деңгейі 20-дан 100 дБ дейін өзгереді.

Үш шу деңгейінің сипаттамасының арасында өзара байланыс бар. Дыбыс қарқындылығы мен дыбыстық қысым деңгейлерінің арасындағы арақатынас мына формула бойынша анықталады:

$$L_1 = L + 10lg[\rho_c c_0\,/(\rho.c)]\,, \qquad (1.14)$$

Мұндағы ρ_0 = 1,2 кг/м^3;

c_0 = 344 м/с - қалыпты атмосфералық жағдайдағы ауа тығыздығы мен дыбыс жылдамдығы.

Көп жағдайлар үшін (1.14) -гі екінші қосындыны ескермеуге болатыны көрініп тұр. Дыбыстық қуат, қарқындылық және дыбыстық қысым деңгейлерінің арасындағы байланыс келесідегідей:

$$l_p = 10lg(P\,/\,P_0) = 10\lg(I\,/\,I_0) + 10\lg(S\,/\,S_0) = L + 10\lg(S/S_0) \qquad (1.15)$$

немесе

$$L = L_P + l0\lg\Phi - 20\lg r - l0\lg\Omega, \qquad (1.16)$$

мұндағы I = ФР/S - дыбыстың қарқындылығы, Вт/м^2;

S = Ωr^2 - өлшенетін беттің ауданы; S_0 =1 м^2;

Ω - дене бұрышы (кеңістікте сәулелену кезінде Ω = 4π-, жартылай орта Ω = 2π, ортаның төрттен бір бөлігі Ω = π);

Ф - бағыттылық факторы; r - өлшенетін беттің дереккөзінен нүктеге дейінгі ара қашықтығы, м.

$L_п$=10lgФ шамасы бағыт көрсеткіші деп аталады; таңдалған бағыт арасындағы бұрыштан дереккөз өсіне және бақылаушыға шу өлшегішпен өлшенеді. Бірнеше көздерден алынған дыбыстық қысымның жалпы деңгейі мына формула бойынша анықталады:

$$L_c = 10\lg\left(\sum_{i=1}^{n} 10^{0,1L,}\right), \qquad (1.17)$$

мұндағы n - дереккөздер саны;

L_i *i*-ші көздің дыбыстық қысым деңгейі.

Егер әрбірімен құрылған L_i дыбыстық қысым деңгейі бар n бірдей дереккөздері болса, онда (1.17)-ден алатынымыз:

$$L_c = L_i + 10\lg n. \qquad (1.18)$$

Дыбыстық қысымның жалпы деңгейін есептеген кезде келесі ережелерді пайдаланады. Алдымен, екі жинақталған теңдеудің айырмашылығын, сосын осы айырмашылыққа сәйкес Δ қосымшасын анықтайды:

Δk	дБ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	15
Δ	дБ	2	2,5	2	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,5	0,2

Осыдан соң қосымшаны жинақталған теңдеулердің ішінен үлкеніне қосу керек. Егер қосылғыштардың саны екеуден және т.с.с. көп болса алынған теңдеуді келесіге жинақтайды.

10 дб-дан көп екі жинақталған теңдеудің айырмашылығы болған кезде қосымша 0,5 дБ-дан аз болады, сондықтан практикалық есептерде мұндай деректердің үлесі ескерілмейді.

1.1 Мысал. Төрт қосылғыш теңдеулер үшін жалпы деңгейін табу: L_1 =105дБ, L_2=100дБ, L_3= 111дБ, L_4 = 104дБ.

Жоғарыда көрсетілген кестені пайдалана отырып L_1 және L_3 қосындысын шығарады. Қосылған теңдеулердің айырмашылығы ΔL = 6 дБ құрайды. Кесте бойынша көп деңгейге қосымша 1 дБ, жинақталған деңгей $L_{қос}$ = 111+1 = 112дБ. $L_{қос}$ және L_4, ΔL = 8 дБ қосындысын шығарамыз. Кесте бойынша көп деңгейге қосымша 0,6 дБ. $L_{қос2}$ = 112 + 0,6 = 112,6 дБ. $L_{қос2}$ және L_2 қосып $L_{қос}$ =112,6+0,3 = 112,9 дБ барлық деңгейлердің қосындысын аламыз.

Кейбір жағдайларда агрегаттың «акустикалық жетілуін» бағалау үшін оның жалпы қуатына агрегатпен сәулеленген дыбыстық қуаттың қатынасын пайдаланады. Агрегаттан сәулеленген дыбыстық энергия 10^{-4} - 10^{-9}

құрайды. Жалпы қуаттың 10^{-8} көп емес тұратын дыбыстық қуат қанағаттанарлық, ал жалпы қуаттың 10^{-5} көп тұратын дыбыстық қуат қанағаттанарлықсыз болып есептеледі.

1.2. Мысал. 100 МВт электрлік қуаты бар бу құбырымен сәулеленген дыбыстық қуаттың жалпы деңгейі шамамен 130 дБ құрайды. Құбырдың дыбыстық және электрлік қуатын салыстыру керек.

Шешуі. Құбырдың P, Вт дыбыстық қуатын (1.13) формула бойынша табамыз:

$$P=P_0 \cdot 10^{0,1Lp} = 10^{-12} \cdot 10^{13} = 10.$$

Дыбыстық және электрлік қуаттың ара қатынасы:

$$P/P_{эл} = 10/100 \cdot 10^6 = 10^{-7}.$$

Агрегаттағы шу энергетикаға төмен, орташа және жоғары жиілікті болуы мүмкін. Төмен жиілікті шудың спектрі жиілік ауданында максимум 300 Гц-тен төмен, орташа жиілікті шудың спектрі жиілік ауданында 300-800 Гц және жоғары жиілікті шудың спектрі 800 Гц-тен жоғары болады.

Шу жиілік диапазоны бойынша энергияны таратуға нұсқалатын жиілік спектрімен сипатталады. Бұл егер онда басқа жиіліктерде дыбысқа ие болса үндестік шуы болуы мүмкін; бірыңғай аумаққа дискретті құраушылар қойылғанда ені бір октавадан көп үздіксіз спектрі бар кең жолды шу.

Үндестік құраушылары 10 дБ қарағанда аз емес көршілес бір жолда артуы бойынша жиіліктердің үш октавалық жолдарында спектралды талдау кезінде анықталады. Шуды жиілікті талдау үшін негізінен октавалық және үш октавалық жолдар пайдаланылады. Октавалық жолдар - ол жоғарғы шекаралық жиілік $f_в$ төменгіні $f_н$ 2 есе арттыратын жиіліктер жолы. Үш октавалық жиіліктер жолы - ол жоғарғы шекаралық жиіліктің қатынасы төменгіге 1,26 құрайтын жол.

Жолдардың орташа геометриялық жиілігін анықтауын бойынша мына түрде жазуға болады:

$$f_{ср} = \sqrt{f_н f_в}\,. \qquad (1.19)$$

А (дБА) шкаласы бойынша дыбыс деңгейлері октавалық және үш октавалық жолдарда дыбыстық қысымның деңгейлері бойынша есептелуі мүмкін:

$$L = 10lg\left(\sum_{i=1}^{n} 10^{0,1(L_i+\Delta K)}\right), \qquad (1.20)$$

1.3 Мысал. Шудың үш қайнар көзі бар. Ашық ауада есептік дәлдікте олардың әрқайсысындағы дыбыстық қысымның деңгейі L_1= 70 дБ, L_2= 80 дБ, L_3= 90 дБ құрайды. Осы үшеуінің біреуі бөлініп қалған кезде дыбыстық қысымның деңгейінің қаншалықты максималды азаюы мүмкін екендігін анықтау керек. Шуды өшіру бойынша іс шараларды қайсы көзден бастау қажет?

Шешуі. Дыбыстық қысымның соммалық деңгейін анықтау (1.17) формула бойынша жүргізіледі.

Шуды өшіру бойынша іс-шараларды қарқынды көздерден бастау қажет. Шынында бұл жағдайда соммалық деңгей келесідей төмендейді:

$$\Delta L_C = L_C - L_{C1,2} = 90{,}4 - 80{,}4 = 10 \text{дБ},$$

мұндағы

$$L_c = 10\lg(10^7+10^8+10^9) = 90{,}4 \text{ дБ};$$

$$L_{c1,2} = 10\lg(10^7+10^8) = 80{,}4 \text{ дБ}.$$

Бірінші көздің бөлінуі дыбыстық қысымның соммалық деңгейіне ешқандай да әсер етпейді:

$$L_{2,3} = 10\lg(10^8+10^8+10^9) = 90{,}2 \text{ дБ}.$$

Екінші көздің ажырауы дыбыстық қысымның соммалық деңгейін аз ғана төмендетеді:

$$L_{1,3} = 10\lg(10^7+10^9) = 90 \text{ дБ}.$$

Тұрақты шудың сипаттамасы орташа геометриялық жиілікпен көрсетілгеннен жоғары октавалық жолдардағы дыбыстық қысымның деңгейі болып табылады.

Тұрақсыз шудың сипаттамасы формула бойынша анықталатын дыбыстың эквиваленттік деңгей болып табылады:

$$L_{Аэкв} = 10\lg \frac{1}{T}\int_0^T \left(\frac{p_{A(t)}}{P_0}\right) dt\,, \qquad (1.21)$$

мұндағы $p_{A(t)}$ - орташа квадратты дыбыстық қысымның алдыңғы мәні, Па;

Т- шу әсерінің уақыты.

Т уақыт аралығында тұрақсыз шу энергиясына тең энергия осындай тұрақты шудың деңгейіне $L_{Аэкв}$саны жағынан сәйкес келеді.

31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц орташа геометриялық жиілікті октавалық жолдарда дыбыстық қысымның деңгейі тұрақты шудың қалыпты көрсеткіштері болып табылады. L_A, дБА дыбыс деңгейін қабылдау тұрақты кең жолды шудың сипаттамасы ретінде рұқсат етіледі. Тұрақсыз шудың қалыпты көрсеткіштері эквивалентті (энергия бойынша) және максималды дыбыс деңгейі болып табылады. Эквиваленттік дыбыс деңгейі ((1.21 қараңыз)) есептеуге ыңғайлы болу үшін:

$$L_{Аэкв} = 10\lg\left(\frac{1}{T}\sum_{i=1}\tau_i 10^{0,1L,}\right) \qquad (1.22)$$

сияқты анықталуы мүмкін

мұндағы Т - 8-сағаттық жұмыстық ауысым ішіндегі жалпы әсер ету уақыты, мин;

τ_i - дыбыстық қысымның деңгейі L_i тұрақты болып қалатын уақыт, мин;

L_i – r_i дб уақыт ішінде дыбыстық қысымның октавалық деңгейінің тұрақты мәні.

Тұрақсыз шу әсер еткен жағдайда түзетудің өлшенген деңгейінің мәнінен алу жолымен әсер ету уақытына эквиваленттік деңгейді есептеу жүргізіледі.

Әсер ету уақыты	сағ.	8	7	6	5	4	3	2	1	0,5
Түзетулер	дБ.	0	0,6	1,2	2	3	4,2	6	9	1,2

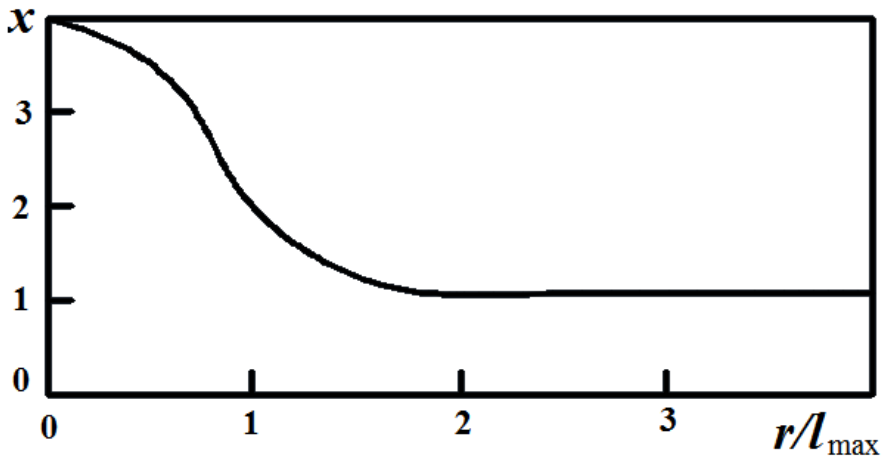
Энергетикалық объектілерде көп мөлшерде қарқынды шу көздері бар. Бөлмеден келетін шуды анықтау үшін алдымен оның ішіндегі шудың деңгейін есептеу қажет.

Бөлменің ішіндегі шудың деңгейін, дБ есептеу формула бойынша жүргізіледі:

$$L = 10lg\left(\sum_{i=1}^{m}\frac{\Lambda_i x^{\Phi}}{S_1} + 4\frac{\Psi}{B}\sum_{i=1}^{n}\Lambda_i\right), \qquad (1.23)$$

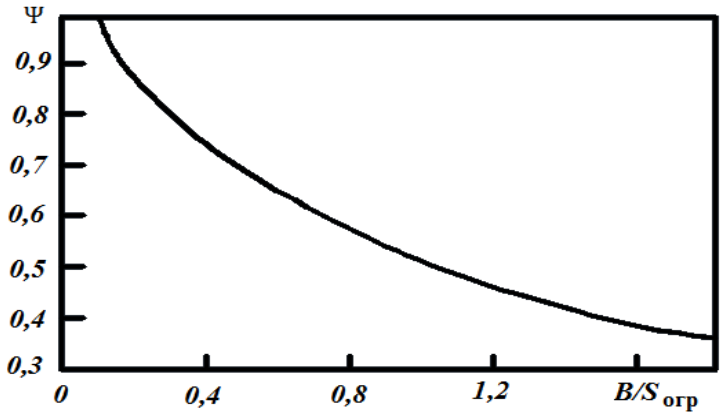
мұндағы $\Lambda_i = 10^{0,1L/\}}$ - шу көздерінен пайда болған дыбыстық қуаттың октавалық деңгейі, дБ;

x i - есептеу дәлдігінің орналасуына және көздердің максималды үлкен өлшеміне байланысты дыбыстық өрістің сипатын ескеретін коэффициент (1.2 сурет);



1.2 сурет - x коэффициентінің l_{max} көзінің максималды сызықты өлшеміне қатынасының байланысын анықтауға арналған сызба

S_i - көздермен қорғалған және есептік шегі арқылы өтетін дұрыс геометриялық пішіннің жорамалданған бетінің ауданы ($S_i = 2\pi \cdot r_i^2$ көздердің бетте орналасқан кезінде), м^2; В - тұрақты орын, м^2; Ψ - бөлмелерде дыбыстық өрістердің диффузиялық бұзылуын ескеретін коэффициент (1.3 сурет);



1.3 сурет - В тұрақты орынның $S_{корш}$ қоршаған бетінің ауданына қатынасының байланыс коэффициентін анықтауға арналған сызба.

Ф - бағыттылық факторы (Ф=1); т - $r_i < 5r_{мин}$ ($r_{мин}$ - оған шу көздері жақын есептік нүктеден акустикалық орталыққа дейінгі ара қашықтық, м) үшін шу көздерінің есептік нүктесіне жақын); n - бөлмедегі шу көздерінің жалпы саны.

Есептеуді жақын қарқынды көздерден бастау керек, жойылған көздердің салымы көбінесе аз болады. Екеуден кем емес есептік нүктені қарастыру қажет, оның біреуі қамтылған дыбыс аймағындағы жұмыс орнында, екіншісі - шу көздерінен пайда болған тікелей дыбыс аймағындағы жұмыс орындарында таңдалады.

1.1 кестеде Ішінде дыбыс деңгейі көрсетілген жылу электр станциясының ең көп шулы бөлмелерінің тізімі келтірілген. Турбина цехы, газ тарату пункті ғимараты, көмір ұсақтау бөлмесі ең шулы болып табылады.

1.1. кесте - Жылуэлектр станциясыныңең шулы бөлмелеріндегі дыбыс деңгейі

Бөлме	Дыбыс деңгейі, дБ А
Турбина цехы	85-101
Қазандық цехы	82-92
Сығымдағыш	89-102
Мазут сорғысы	90-94
Көмірді ұсақтау үшін	93-95
Багерлі	87-91
Газ тарату пункті (ГТП)	90-105

Басқару қалқанындағы дыбыс деңгейі 60-70 дБА құрайды, РТС жабдығының жанындағы дыбыс деңгейі - 80-97 дБА, ал ЖЭО жабдығының жанындағы дыбыс деңгейі - 85-105 дБА құрайды. Өлшеу орны дыбыс деңгейіне едәуір әсер етеді. Дыбыстың максималды деңгейі жабдықтың жанына тікелей, минималды деңгейі - одан қашықтықта қолданылады. Дыбыс деңгейі тіпті біртекті бөлмелер үшін де айтарлықтай ерекшеленеді.

Шулы жабдықтан сәулеленетін спектрдің ерекшелігіне назар аудару қажет. Мысалы, газ таратқыш пунктісінен және газ құбырларынан жоғары жиілікті шу, ал сығымдағыштан, көмір ұсақтағыштан - төмен жиілікті шу шағылысады. Айтылған бөлмелердегі шудың деңгейі көптеген факторларға байланысты: жабдықтың саны мен құрамына, бөлменің акустикалық қасиетіне және т.б.

Тұрақты бөлме:

$$B = \frac{A_{\text{жалпы}}}{\left(1 - a_{\text{орт}}\right)}, \qquad (1.24)$$

мұндағы $A_{\text{жалп}} = \sum a_{\text{i}} S_{\text{i}} + \sum A$ - дыбыс жұтудың соммалық эквиваленттік ауданы, м^2 (мұндағы a_{i} – i –нші беттің дыбыс жұту коэффициенті;

S, - беттік ауданы, м^2; - басқа объектілердің қосымша дыбыс жұтқыштығы, мысалы, даналап дыбыс жұтқыштармен, адамдармен және т.б.

(1.24) формуласы бойынша В есептеудің күрделілігін ескере отырып көлемі мен бөлме түріне байланысты тұрақты бөлмені анықтау жалпы мақұлданған:

$$\text{B} = \mu_i \cdot B_{1000}, \qquad (1.25)$$

мұндағы $B_{1000} = V/k_1$ f =1000 Гц кезіндегі тұрақты бөлме;

V - бөлменің көлемі, м^3; k_1 - бөлменің түрін ескеретін коэффициент (1.2 кесте);

μ - жиілікті көбейткіш (1.3 кесте).

1.2 кесте - k_1 коэффициентінің мәні

Бөлменің сипаттамасы	k_1
Азғантай адам санымен (генераторлық, машиналық зал, цехтар және т.б.)	20
Көптеген адам санымен және қатты жиһаздармен немесе азғантай адам санымен және жұмсақ жиһаздармен (зертханалар, кабинеттер және т.б.)	10
Көптеген адам санымен және жұмсақ жиһаздармен (басқару ғимараттарының, құрылма бюросы, тұрғын үй бөлмелері және т.б..)	6
Дыбыстық оқшауланған кабинет	2,3

1.3 кесте - μ жиілікті көбейткіш

Бөлменің көлемі V, м^3	Орташа геометриялық жиілік, Гц							
	63	125	250	500	1000	1000	4000	8000
200-ден кем	0,8	0,75	0,7	0,8	1	1,4	1,8	2,5
200 – 900	0,65	0,62	0,64	0,75	1	1,5	2,4	4,2
900-ден көп	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3,0	6,0

Тікелей дыбыс аймағында практикалық есептеу кезінде:

$$\sum_{i=1}^{m} \frac{\Lambda_i x_i \Phi_i}{S_i} \gg \frac{4\Psi}{в} \sum_{i=1}^{n}.$$

Сондықтан (1.23) формулада логарифмді екінші қосылғыш ескерілмейді, ал тойтарылған дыбыс аймағында:

$$\frac{4\Psi}{в} \sum_{i=1}^{n} \Lambda_i \gg \sum_{i=1}^{m} \frac{\Lambda_i x_i \Phi_i}{S_i},$$

сондықтан бірінші қосындыны ескермейді.

1.4 мысал. Турбинадан 25 м және сорғыдан 5м ара қашықтықта тұрған і есептік нүктеде бөлмедегі f = 1000 Гц орташа геометриялық жиілікпен бірге октавалық жолдардағы дыбыс қысымының деңгейін есептеу. Осы октавалық жолда турбинадан шағылысатын дыбыстық қуаттың деңгейі 120 дБ құрайды, ал сорғыдан шағылысатын - 115 дБ құрайды. Турбина үшін максималды өлшем l_{max}=15м, сорғы үшін l_{max} = 1м. Бөлменің көлемі 45000 м^3- қа тең, ал қоршалатын беттің ауданы 7000 м^2 құрайды.

Екі агрегат жұмыс істеген кезде дыбыстық қысымның соммалық деңгейі арқылы жеке турбинамен және сорғымен жұмыс істеген кезде дыбыстық қысымның деңгейін салыстыру.

Шешуі. Жақын маңдағы әсерін ескеретін *x* коэффициенті турбина үшін *x* = 1,5, сорғы үшін *x* = 1 1.2 сурет бойынша анықталады. Бөлмелерде дыбыстық өрістің диффузиялылығының бұзылуын ескеретін ψ коэффициенті ψ= 0,77 екеуі үшін де 1.3 сурет бойынша анықталады. Тұрақты бөлме B = V/20 = 2250. B/$S_{кор}$ = 2250/7000 = 0,32. сияқты анықталады. Бөлменің есептік нүктесіндегі L, дБ дыбыстық қысымның деңгейі (1.23) формуласы бойынша табылады.

Екі агрегат жұмыс істеп тұрған кезде дыбыстық қысымның деңгейі

$$L = 10\lg\left(10^{12}\frac{1,5}{2\pi 25^2} + 10^{11,5}\frac{1}{2\pi 5^2} + 4\frac{0,77(10^{12} + 10^{11,5})}{2250}\right) = 96,2 \text{ дБ}.$$

Турбина жұмыс істеп тұрған кезде

$$L = 10\lg\left(10^{12}\frac{1,5}{2\pi 25^2} + 4\frac{0,77.10^{12}}{2250}\right) = 92,4 \text{ дБ}.$$

Сорғы жұмыс істеп тұраған кезде

$$L = 10\lg\left(10^{11,5}\frac{1,5}{2\pi 5^2} + 4\,.\,0,77\frac{10^{11,5}}{2250}\right) = 93,9 \text{ дБ}.$$

Агрегаттардың біреуі тоқтап қалған кезде дыбыстық қысымның деңгейінің максималды азаюы 3,8 дБ тең; демек тек сорғы жұмыс істеп тұрған кезде дыбыстық қысымының деңгейі турбина жұмыс істеп тұрған кезге қарағанда жоғары.

Кәсіпорын немесе тұрғын үй құрылыстарының территориясында өндірістік орындарда шудың қажет төмендеуі формула бойынша анықталады:

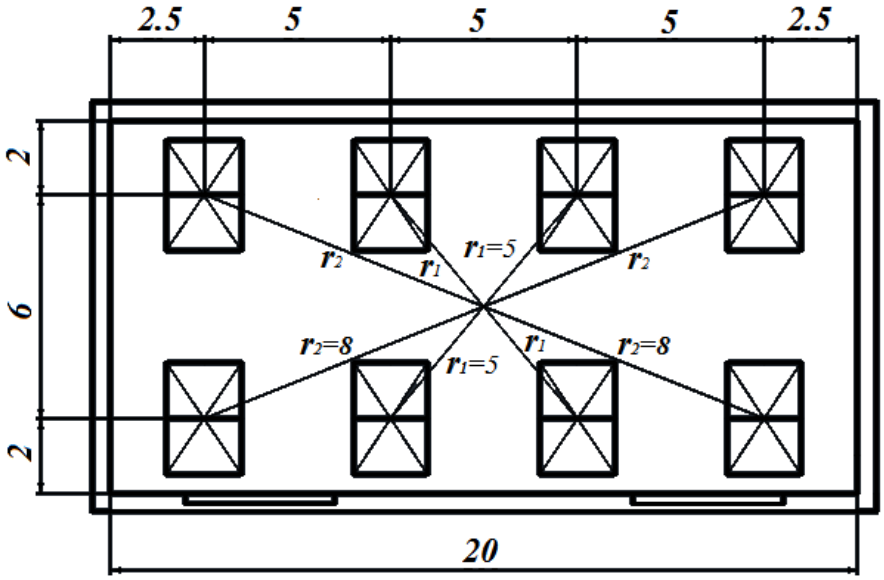
$$\Delta L_{\text{тр}} = L - L_{\text{қос}}, \qquad (1.26)$$

мұндағы L - дыбыстық қысымның есептік немесе өлшенген дыбыстық қысымы, дБ;

$L_{\text{кос}}$ - норма бойынша анықталған дыбыстық қысымның рұқсат етілген деңгейі, дБ.

Барлық есептер децибелдың ондық үлесіне дейінгі дәлдікпен 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц орташа геометриялық жиілікте сегіз стандартты октавалық жолдарда жүргізіледі. Сәйкес іс-шаралардың жүргізілу есебінен ΔL шудың азаюы $\Delta L \geq \Delta L_{\text{тр}}$ шартын қанағаттандыруы қажет.

1.5 мысал. Бір типті 8 қос иінді сыққыштар орналасқан көлемі 950м^3 темір соғатын-сығатын цехтың есептік нүктесінде шудың талап етілген төмендеуі мен дыбыстық қысымның болжалды деңгейін анықтау (1.4 сурет). Есептік нүкте (ЕН) жақын жердегі төр сыққыштан $r_2 = 5\text{м}$ ара қашықтықта және қалған төртеуінен $r_2 = 8\text{м}$ ара қашықтықта жатыр. Әрбір сыққыштың L_P дыбыстық қысым деңгейінің сыққыштығының максималды өлшемі $l_{max} = 2,4\text{м}$ көрсетілген (1.4 кесте, 1-ші жол).



1.4 сурет - Цехтың бөлмелерінде есептік нүктелер мен шу көздерінің орналасуы

Шешуі. Барлық сыққыштардың бір уақытта жұмыс істеген кезінде есептік нүктедегі дыбыстық қысымының деңгейі:

$$L = L_{mp} + 10lg\left(\sum_{i=1}^{m}\frac{x}{S_i} + \frac{4n}{B_ш}\right) дБ, \qquad (1.27)$$

мұндағы т- есептік нүктеге жақын шу көздерінің саны.

Біздің жағдайда r_1 және r_2 ара қашықтығы $4r_{min}$ (r_{min} аз болғандықтан ($m = 8$), барлық көздерді ескеру керек, егер қажет болса дәлдік нүктеден жақын көздің акустикалық ортасына дейінгі ара қашықтық, яғни $r_{min} = r_1 = 5м$, ал $4r_{min} = 20м$, болса, онда m-ді төртке тең деп қабылдау керек); $^{x}{}_{i}$ - $2L_{max} < r_1$, т.е $r/l_{max} = 5/2{,}4 = 2{,}08$ болғандықтан бұл жағдайда 1-ге тең (1.2 сурет).

Графиктен (1.2 сурет): есептік нүкте арқылы өтетін және i-ші көзді қоршайтын жарты шардың Si - ауданы $x = 1$ екендігін көруге болады. Қашықтықтағы төрт сыққыштар үшін $r_1 = 5м$, $S_i = 157м^2$, басқа сыққыштар үшін ($r_2 = 8м$), $S_i = 402м^2$; $n = 8$ – сыққыштар саны:

$$S_i = 2\pi r^2 = 2\pi 5^2 = 157м^2 \text{ және } S_i = 2\pi 8^2 = 402м^2.$$

В - тұрақты бөлме былай анықталады:

$$B = B_{1000} \cdot \mu. \qquad (1{,}28)$$

Мұнда B_{1000} - 1000 Гц жиіліктегі тұрақты бөлме (орын).

$$B_{1000} = \frac{V}{K_1},$$

мұндағы $V = 950м^3$- бөлменің көлемі;
K_1 - бөлменің түрін ескеретін коэффициент (1.2 кесте);
μ 1.3 кесте бойынша анықталатын жиілікті көбейткіш.

1.4-кестенің 2-ші жолына мәніне жазамыз:

$$\sum_{i=1}^{m} \frac{\chi}{S_i} = \frac{4}{157} + \frac{4}{402} = 0{,}035.$$

1.3 кестесіндегі μ мәнін 1.4 кестесінің 4-ші жолына жазамыз.

1.28 формула бойынша әрбір жиіліктер үшін мәні есептеледі және 1.4 кестенің бесінші жолына жазылады. Бұдан әрі 1.27 формула бойынша әрбір жиіліктер үшін есептік нүктедегі (жетінші жол) дыбыстық қысымның деңгейлері есептеледі. Сегізінші жолда [9] норма бойынша анықталған дыбыстық қысымның рұқсат етілген деңгейі. Есептеулер 250-8000 Гц жиілік диапазонында қажет етілген ΔL_{mp} шудың төмендеуі 6 -12 дБ құрайтынын көрсетеді.

Нақты шарттарға байланысты шудың қажетті төмендеуіне сәйкес іс-шаралардың жүргізілуінің есебінен қол жеткізуі мүмкін, көбінесе дыбыс жұтатын қаптама қондырғылар, дыбыс оқшаулағыш қоршаулар және т.б.

1.4 кесте

№	Шама	Сілтеме	Октавалық жолдардың орташа геометриялық жиіліктері, Гц							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	$L_{Р}$дБ	[7]	91	95	96	96	95	95	98	100
2	$\sum_{\mu}^{m} \frac{x_1}{s_i} = \frac{4}{157} + \frac{4}{402} = 0{,}035$		0,035 барлық жиіліктер үшін							
3	B_{1000}		-	-	-	-	150	-	-	-
4	μ	1.3 кесте	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3,0	6,0
5	В, м^2	-	75	75	83,5	105	150	240	450	900
6	$101g(\sum_{\mu}^{m} \frac{x_i}{s_i} + \frac{4n}{B})$	-	-	-3	-4	-5	-6	-8	-10	-12

7	L, дБ	1.27 ф-ла	88	92	92	91	89	87	88	88
8	$L_{\text{қос}}$ дБ		99	92	86	83	80	78	76	74
9	$\Delta L_{тр}$ дБ	1.26 ф-ла	-	-	6	8	9	9	12	12

Бөлменің дыбыс жұтатын қаптамасы шағылысқан дыбыстың аймағында орналасқан есептік нүктеде шуды ΔL-ға төмендетеді. Шу көзінен $r \geq r_{гр}$ осы нүктеге дейінгі ара қашықтықта (шекаралық радиус $r_{гр} = \sqrt{B/5}$):

$$\Delta L = 10lg\frac{B_1}{B}, \text{дБ}, \qquad (1.29)$$

мұндағы B_1 - қаптаманы орнатқаннан кейінгі тұрақты бөлме:

$$B_1 = \frac{A_1 + \Delta A}{1 - \alpha_1}. \qquad (1.30)$$

мұндағы $A_1 = \overline{\alpha}(S - S_{айм})$ - дыбыс жұту қаптамасымен қамтылмаған беттік дыбыс жұтудың эквиваленттік ауданы;

$\overline{\alpha}$ - қаптаманы орнатқанға дейінгі бөлмедегі дыбыс жұтудың орташа коэффициенті, $\overline{\alpha} = B/(B + S)$;

S - беттік қоршалатын бөлменің суммалық ауданы, $м^2$;

$\overline{\alpha_1}$ - орнатылған қаптамасы бар бөлменің дыбыс жұтқыштығының орташа коэффициенті:

$$\overline{\alpha_1} = (A_1 + \Delta A)/S.$$

Қаптамамен енгізілген соңғы формуладағы қосымша дыбыс жұту ΔA:

$$\Delta A = \alpha_{айм}.S_{айм},$$

мұндағы $\alpha_{айм}$ - [7] мәліметтері бойынша анықталған қаптаманың таңдалған құрылмасының дыбыс жұтқыштығының жаңғырықтыру коэффициенті;

$S_{айм}$- қаптаманың ауданы, $м^2$.

1.6 мысал. Шудың талап етілген төмендеуін анықтау, дыбыс жұтатын қаптаманың құрылымын таңдау және биіктігі 3,5 м, ұзындығы 55 м және ені 20 м металл өңдеу цехының бөлмесінде оның қондырғыларында шудың төмендеуін есептеу.

Бөлменің көлемі 3850 $м^3$, ал бөлменің қоршалатын бетінің суммалық ауданы S = 2725 $м^2$ бөлменің жартысын алып жатқан цехтардың біреуінде 25 станок орнатылған. Цехтың қалған бөлігінде аз қуатты жабдықтар

орналасқан. $r = 11$м, ара қашықтықта жақын станоктарда жойылған және цехтың аз шулы бөлігінде орналасқан есептік нүктесінде өлшенген дыбыстық қысымның деңгейі 1.5 кестеде келтірілген.

1.5 кесте

№	Шама	Сілтеме	Октавалық жолдардың орташа геометриялық жиіліктері, Гц							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	L, ДБ	[7]	80	83	90	89	87	84	80	78
2	$L_{\text{қос}}$ дБ		99	92	86	83	80	78	76	74
3	$\Delta L_{тр}$ дБ	1.26 ф-ла	-	-	4	6	7	6	4	3
4	B_{1000}, м^2		-	-	-	-	350	-	-	-
5	μ	1.2 кесте	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3,0	6,0
6	В, м^2	-	175	175	192	245	350	560	1050	2100
7	$r_{\text{гр}}$, м	-	2,7	2,7	2,75	3,2	3,7	4,7	6,5	9,2
8	а	-	0,06	0,06	0,066	0,085	0,0114	0,071	0,278	0,436
9	$a_{\text{айм}}$	[7]	0.05	0.32	0.76	1	0.95	0.9	0.98	0.95
10	ΔA , м^2	-	55	352	836	1100	1045	990	1078	1045
11	A_1 , м^2	-	98	98	107	138	195	115	452	710
12	$A_1 + \Delta A$, м^2	-	153	450	943	1238	1230	1105	1530	1755
13	$\overline{a}_1$, м^2	-	0.06	0.17	0.35	0.45	0.45	0.40	0.56	0.64
14	B_1 , м^2	1.30 ф-ла	162	542	1450	2260	2260	2350	3450	5800
15	ΔL_1 ,дБ	1,29 ф-ла	4,4	4,7	8,8	9,5	8,1	6,2	5,2	4,4

Шешуі. Төмендетілген қажет шуды (1.26) формула бойынша анықтап, 1.5 кестеге енгіземіз. ΔL_{mp} алынған мәндер 500-8000 Гц жиілік диапазонында берілген бөлменің шуын 3-7 дБ-ға төмендету қажет екендігін көрсетеді.

Шуды төмендету үшін ($S_{\text{айм}}$=1100 м^2) цехтың төбесінің дыбыс жұтқыш қаптамасын қарастырамыз. Қаптаманың құрылымын 6 мм саңылауы және 46% перфорация коэффициенті бар қалыңдығы 1,2 мм металл тесік бетке

орнатылған және Э-01 әйнек кездеме қабатымен қорғалатын, қалыңдығы 100 мм тесілген минералдық плита түрінде таңдаймыз.

(1.29) формуласының қолданылуын негіздеу үшін есептік нүкте шағылысқан дыбыс аймағынан табыла ма, яғни $r \geq r_{гр}$ шарты орындала ма, соны тексереміз. B' тұрақты бөлмені 1.5 мысалдағы сияқты анықтаймыз, ал алынған мәндерді 1.5 кестеге енгіземіз. $r > r_{гр}$ болғандықтан (1.29) формуласының қолданылуы дұрыс. Осыдан кейінгі есептеулерді жоғарыда көрсетілген формулалармен жүргіземіз, ал нәтижесін 1.5 кестеге енгіземіз. Соңғы нәтижеден (п.15) көріп тұрғаныңыздай дыбыс жұтқыш қаптамасын орнату $(\Delta L > \Delta L_{mp})$ барлық октавалық жиіліктерде шудың қажетті төмендеуін қамтамасыз етеді.

Дыбыс оқшаулағыш қоршаулар. Жұқарту станоктарының операторларын, автоматты құю сызықтарын және басқа да шулы жабдықтарды шудан қорғау үшін ең тиімдісі бақылау кабинасы және дистанционды басқару түрінде дыбыс оқшаулағыш қоршауын қолдану болып табылады. Кабинаның құрылыстық қоршауының (қабырғалар, терезелер, есіктер) R_{mP} қажетті дыбыс оқшаулағыштық қабілеті формула бойынша анықталады:

$$R_{доқ} = L - 10\lg B_k + 10\lg S_{іқорш} - L_{қосым} + 10\lg n \text{ , дБ,} \qquad (1.31)$$

мұндағы L - кабинаны орнату орнындағы дыбыстық қысымның деңгейі, дБ;

B_k - кабинаның тұрақты бөлмесі, $м^2$;

$S_{іқор}$- қарастырылған і-ші қоршаудың (қабырғалар, үстіңгі жабыны) немесе жеке элементтердің (терезе, есік) ауданы, $м^2$;

n - осы элементтердің саны .

Табылған $R_{доқ}$ мән бойынша [7] анықтамасынан $R \geq R_{mp}$ шартын қанағаттандыруы қажет R дыбыс оқшаулағыш қабілеті, қоршаудың құрылымы таңдалады.

1.7 мысал. Шудың қажетті төмендеуін анықтау және 1.6 кестеде келтірілген мәні бар дыбыстық қысымының деңгейі өлшенген жұмсарту цехының басқару постының операторлары үшін санитарлық нормаларды орындауды қамтамасыз ететін дыбыс оқшаулағыш кабиналардың құрылымын таңдау. Жоспардағы кабинаның өлшемі 3х4 м, биіктігі 2,5 м; оның ішінде маңдай терезе (1,5х1 м) және есік (0,8х2,0 м) болуы керек.

Шешуі. Шудың қажетті төмендеуін телефон бойынша сөйлеусіз дистанционды басқару және бақылау кабинасы үшін рұқсат етілген дыбыстық қысымның деңгейі ретінде қабылдай отырып (1.26) формуласы бойынша анықтаймыз.

Қабырға, терезе және есіктер үшін сәйкесінше қажетті дыбыс оқшаулағыштық қабілеттігін $R_{доқ}$ (1.31) формуласы бойынша анықтаймыз. Кабинада бір терезе мен бір есік, ал қабырғасы мен төбесі бірдей

болғандықтан, әрбір қоршаулар үшін $R_{доқ}$ есептеу кезінде n = 1. 1.8-1.9 кесте бойынша немесе [7] анықтамасы бойынша қажетті $R_{доқ}$, дыбыс оқшаулағышты қамтамасыз ететін, қабырға, терезе және есіктердің жарамды құрылымын таңдаймыз және таңдау нәтижесін 1.7 кестеге енгіземіз. Кабина қабырғасының ішкі бетін дыбыс жұтқыш қаптамамен (қалыңдығы 50 мм минерал мақталы плита; 3-0,1 әйнек кездеме; тесік метал бет) жабамыз. Есептеулер нәтижесі 1.6 кестеде көрсетілген.

1.6 кесте

№ п/п	Шама	Сілтеме	Октавалық жолдың орташа геометриялық жиілігі, Гц							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	L, дБ		95	97	99	102	10	100	95	90
2	$L_{ъоп}$ дБ	[7]	94	87	82	78	75	73	71	70
3	$\Delta L_{тр}$ дБ	(1.26) ф-ла	1	10	17	24	28	27	24	20
4	B_{1000} , м^2	-	-	-	-	-	13	-	-	-
5	μ	1.3 кесте	0,8	0,75	0,7	0,8	1	1,4	1,8	2,5
6	В, м^2	-	10,4	9,7	9Д	10,4	13	18,2	23,4	32,5
7	$R_{тр}$ $а) S_{Iқорш} = 33{,}9$ м жабын қабырға	(1.31) ф-ла	10	15	23	29	32	30	26	20
	б) $S_{Зқорш} = 1{,}5$ м^2 терезе	и	-	2	10	16	19	17	13	7
	в) $S_{Зқорш} = 1{,}6$ м^2 есік	II	-	2	10	16	19	17	13	7

1.7 кесте

Құрылымы	Сілтеме	Октавалық жолдың орташа геометриялық жиілігіне, Гц, дыбыс оқшаулағыш қабілеті, R (дБ).							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1.Қалыңдығы 80 мм гипс бетонды плитадан жасалған қабырға және үстіңгі жабыны	1.8 кесте	-	28	23	37	39	44	44	42
2. Резеңкеден жасалған нығыздағыш төсемі бар қарапайым қималы есік	1.9 кесте	12	18	19	23	30	33	32	32
3. Силикат шыны терезе қалыңдығы	1.9 кесте	12	18	18	20	' 23	25	25	25

1.8 кесте

Құрылым материалы	Қалың-дығы	Орташа беттік тығыздығы кг/м^2	Октавалық жолдардың орташа геометриялық жиілігі, Гц							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Қабырғалар мен қалқандардың дыбыс оқшаулағыштық қабілеті R, ДБ										
Кірпіш қалау, екі жағынан қалақтау	1/2 кірп.	220	32	39	40	42	48	54	60	60
	1 кірпіш	420	36	41	44	51	58	64	65	65
	$1^1/_2$ кірпіш.	620	41	48	48	55	61	65	65	65
	2 кірпіш	820	45	52	52	59	65	70	70	70
	$2^1/_2$ кірпіш.	1000	45	47	55	60	67	70	70	70
Қалыңдығы 20 мм цемент ерітіндісімен екі жағынан қалақталған 120 мм діріл кірпішті панель	160 мм	250	-	34	40	42	48	53	53	-
Темір бетонды Плита	40 мм	100	-	32	36	35	38	47	53	-
	50 мм	125	28	34	35	35	41	48	55	55
	100 мм	250	34	40	40	44	50	55	60	60
	160 мм	400	-	43	47	51	60	63	-	-
	200 мм	500	40	42	44	51	59	65	65	65
	300 мм	750	44	44,5	50	58	65	69	69	69
	400 мм	1000	45	47,5	55	61	67,5	70	70	70
Гипс бетонды	80 мм	115	-	28	33	37	39	44	44	42

плита										
Керамзит бетонды плита	80 мм	100		33	34	39	47	52	54	54
Газ бетонды Плита	240 мм	270	-	39	42	51	56	54	62	62
Екі жағынан қалақталған кеуектас бетонды панель	130 мм	255	-	37	34	46	50	60	65	65
Қож-бетонды панель	250 мм	400	-	30	45	52	59	64	64	64
Екі жағынан қалақталған қож-блок	220 мм	360	-	42	42	48	54	60	63	65
Ағаш жоңқалайтын плита	30 мм	12	-	23	26	26	26	26	26	26

1.9 кесте

Құрылым элементтері	Периметрі бойынша жанасу шарты	Октавалық жолдардың орташа геометриялық жиілігі, Гц							
		63	125	240	500	1000	2000	4000	8000
Қалыңдығы 3 мм 6 мм силикат әйнекті терезе	Терезе мен есіктердің дыбыс оқшаулағыштық қабілеті, дБ								
	Нығыздағыш төсемінсіз								
		8	12	16	18	20	22	20	20
		12	18	18	20	23	25	25	25
Екі жақтауы бар терезе кәсегі, терезенің қалыңдығы 3 мм, ауа саңылауы 170 мм	Сондай-ақ	22	27	26	28	30	28	27	27
	Кеуекті резіңкеден жасалған нығыздағыш төсеммен	27	33	33	36	38	38	38	38
Қалыңдығы 4 және 7 мм әйнегі және 200 - 300 мм ауалық саңы-лауы бар екі есе шынылану	Сондай-ақ	-	27	36	41	47	49	55	55
		-	32	39	43	47	51	55	55
БК-98 типті әйнек блоктар БК-98	-	-	37	40	42	45	48	50	50

Қалыңдықтары 4мм 10 мм 18 мм 30 мм органикалық әйнегі бар 1х1,2 м өлшемді терезе	Тұмшалап жабу арқылы	13	17	21	25	29	33	36	30
		18	23	26	31	34	34	32	40
		22	30	32	35	35	33	38	45
		30	35	34	35	40	40	48	-
Қарапайым қималы есік	Нығыздағыш төсемінсіз	7	12	14	16	22	22	20	20
	Нығыздағыш төсемімен	12	18	19	23	30	33	32	32
Қалыңдығы 4 мм фанермен екі жағынан қапталған қалыңдығы 40 мм ДБ-8 таңбалы саңылаусыз қалқанды есік	Нығыздағыш төсемінсіз	17	22	23	24	24	24	23	23
	Нығыздағыш төсемімен	22	27	27	32	35	34	35	35

2 Жарықтандыру бойынша тапсырмалар

1. Күрделі сәулеленудің жарық ағыны:

$$\Phi_g = K_m \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} V(\lambda)\, \Phi_{e\lambda}(\lambda) d\lambda, \qquad (2.1)$$

мұндағы K_m — максималды спектрлі жарық тиімділігі;

$V(\lambda)$ — монохроматтық сәулеленудің салыстырмалы спектрлі жарық тиімділігі:

$V(\lambda) = \frac{K_\lambda}{K_m}$;

$\Phi_{e,\lambda}(\lambda)\, d\lambda$ — спектрлік λ, $\lambda + d\lambda$ аралықта сәулелену ағыны;

K_λ— спектрлі жарық тиімділігі.

2. λ толқын ұзындығы бар монохроматтық сәулеленудің жарық ағыны:

$$\Phi_{v,\lambda} = K_m \Phi_{e\lambda} V(\lambda). \qquad (2.2)$$

λ = 555 нм $K_m \approx$ 680 лм/Вт кезінде және

$$\Phi_{v\lambda} = 680 \Phi_{e\lambda} V(\lambda). \qquad (2.2')$$

3. Жарық көзінің тұратын шыңында дене бұрышының шамасында изотроптық көздермен шығарылатын жарық ағыны:

$$\Phi_v = 1_v\Omega, \qquad (2.3)$$

мұндағы I_v — жарық күші;

Ω=А/г^2 — дене бұрышы;

А — сфераның ортасында төбесі бар конустың ішіндегі бұрышта болатын беттік ауданы;

г — осы сфераның радиусы (көзден жарықтандыру бетіне дейінгі ара қашықтық).

Егер жарық ағыны айналма конустың бүйір жақ бетімен қоршалған болса, онда конустың денелік бұрышы төмендегідей анықталады:

$$\Omega = 2\pi(1 - \cos\sigma_A) = 4\pi\sin^2\left(\frac{\sigma_A}{2}\right) \approx \pi\sin^2\sigma_A, \qquad (2.4)$$

мұндағы σ_A — денелік бұрышқа Ω сәйкес келетін тегіс бұрыш.

Таңбалы көздердің толық жарық ағыны

$$\Phi_{gnол} = 4\pi\, I_v. \qquad (2.5)$$

Жарықтың берілуі

$$\eta = \Phi_v/P, \qquad (2.6)$$

мұндағы Φ_v — жарық ағыны; Р — жарық көзін тұтынатын қуат.

5. Жарық көзін тұтынған қуатқа λ = 555 нм толқын ұзындығы үшін жарық сәулесінің қуатының қатынасы - көздердің пайдалы әсер коэффициенті:

$$\eta = \Phi_v/(680\ P). \qquad (2.7)$$

6. Дене бұрышының ішінде жарық ағынын біркелкі тарату кезіндегі жарық күші:

$$I_v = \Phi_v/\Omega. \qquad (2.8)$$

Жарқырайтын нүкте үшін:

$$I_v = \Phi_v/(4\pi).$$

7. Жарық ағынының біркелкі таралуы кезіндегі жарықтану:

$$E_\nu = \Phi_\nu / A, \qquad (2.9)$$

мұндағы A - беттің жарқыраған жерінің ауданы.

Сәуленің құлау бұрышындағы алаңқайдан r ара қашықтықта жатқан изотропты нүктелік жарық көзінен пайда болған жарықтандыру:

$$E_\nu = \frac{\Phi_\nu \cos\varepsilon}{A} = \frac{\Phi_\nu \cos\varepsilon}{\Omega r^2} = \frac{I_\nu \cos\varepsilon}{r^2}. \qquad (2.10)$$

Жарықтандыруды есептеген кезде, егер осы беттен көрінетін жарық көздерінің өлшемінен олардың бетінің жарық көзінен жарықтануына дейінгі г ара қашықтық едәуір үлкен болса жарық көзін шексіз жіңішке деп қабылдауға болады. Егер (г/а) қатынасы >10 болса, онда (2.10) формуласы бойынша жарықтандыруды есептеген кездегі қателік 1%-дан аз.

8. Соңғы өлшемдердің біркелкі жарық көздерінің беттік жарық беруі:

$$M_\nu = \Phi_\nu / A, \qquad (2.11)$$

мұндағы A - жарқырау бетінің ауданы.

9. Сәулеленудің тұрақты ағыны мен жарық күші үшін жарқырау бетінің жарықтығы:

$$L_\nu = \Phi_\nu / (\Omega A \cos\varepsilon) = I_\nu / (A \cos\varepsilon) = E_\nu (\Omega \cos\varepsilon), \qquad (2.12)$$

мұндағы ε - бетке қарастырылған бағыт пен нормалардың арасындағы бұрыш

10. Шағылысу, жұту және өткізу коэффициенттері:

а) шағылысу коэффициенті:

$$\rho = \Phi_f / \Phi = \frac{1}{2}\left[\frac{\sin^2(\varepsilon - \varepsilon')}{\sin^2(\varepsilon + \varepsilon')} + \frac{\mathrm{tg}^2(\varepsilon - \varepsilon')}{\mathrm{tg}^2(\varepsilon + \varepsilon')}\right],$$

мұндағы ε және ε' - құлау және сыну бұрыштары.

Құлаудың кіші бұрыштары (30° дейін) үшін жеткілікті нақтылықпен $\rho = (n' - n)^2 / (n' + n)^2$ жеңілдетілген өрнегі бойынша ρ мәнін есептеуге болады, мұндағы n және n - сынғанға дейінгі және кейінгі ортасының сыну көрсеткіші;

б) жұту коэффициенті $\alpha = \Phi_a / \Phi$;

в) өткізу коэффициенті $\tau = \Phi_\tau / \Phi$.

Барлық үш коэффициент те теңдікпен байланысты:

$$\rho + \alpha + \tau = 1.$$

11. Тек жұтуға шығынды ескерген кезде қалыңдығы l (сантиметрмен) ортаны өткізу коэффициенті:

$$\tau_a (1 - \alpha)^l. \qquad (2.13)$$

12.Оптикалық жүйені өткізу коэффициентін есептеуді жеңілдету үшін жуық формула:

$$\tau = 0{,}96^{k} \cdot 0{,}95^{f} \cdot 0{,}98^{m_1} \cdot 0{,}99^{m_2} \cdot 0{,}995^{m_3} \cdot 0{,}99^{d} \cdot 0{,}94^{s_1} \cdot 0{,}85^{s_2} \cdot 0{,}98^{s_3} \quad (2$$

мұндағы к - жарық емес ауа бетінің саны - бояу;

j - жарық емес ауа бетінің саны - флинт;

m_1- бірқабатты ашық беттің саны;

m_2 - екі қабатты жарықтанған беттердің саны;

m_3 — үш және одан көп жарық беттердің саны;

d - оптикалық бөлшектердің әйнегіндегі өстік сәуленің жүрісінің суммалық ұзындығы, см;

S_1 - күміс қорғау жабындарының саны; s_2 - алюминнен жасалған шағылу жабынының саны;

ss - күміс және алюминий жарқырау жабынының саны. Тұтас ішкі жарықтануы бар призманың жарықтандыру бетінің жабысу беті бұл кезде ескерілмейді.

Егер жүйеде сүзгі болса, онда өткізу коэффициентінің жуық мәні К сүзгісінің еселігі арқылы анықталады:

$$\tau_{\text{с в}} = 1/K.$$

13. Жарықтандырудың диффузиялық шағылысу беттері үшін:

$$E_\nu = \frac{\Phi_\nu}{A}, \qquad (2.15)$$

жарықтығы

$$M_\nu = \rho E_\nu. \qquad (2.16)$$

14. Диффузиялық өткізгіш пен диффузиялық шағылысу беттерінің жарықтығы (Ламберт заңына жүгінетін беттер үшін):

$$L_\nu = \tau E_\nu/\pi; \qquad (2.17)$$

$$L_\nu = \rho E_\nu/\pi. \qquad (2.18)$$

15. Ламберта Заңы (2.1 сурет):

$$I = I_{max} \cos \varepsilon, \qquad (2.19)$$

мұндағы I_{max}— бетке нормалдың бағытындағы жарық күші;

ε — қарастырылатын бағыт пен норманың арасындағы бұрыш.

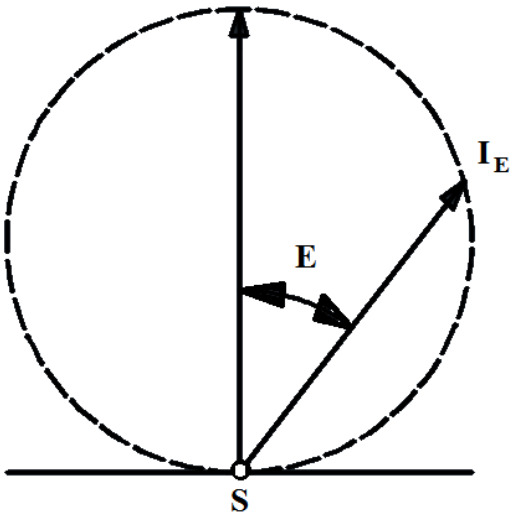
Осы заңға сәйкес барлық бағыт бойынша біркелкі жарықтығы бар тегіс бет косинус заңы бойынша өзгеретін жарық, күш таратады. Мұндай жағдайда қисық таралған жарық күші шеңбер түрінде болады (2.1 сурет).

Ламберт заңына жүгінетін беттерді диффузиялық ыдыратушы немесе диффузиялық өткізуші, ал жарық көзін - жарықты теңдей таратушы деп атайды.

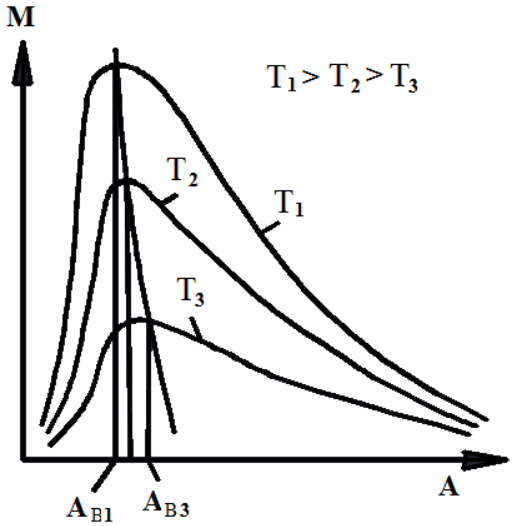
16. Стефан — Больцман заңы (абсолютті қара дене үшін):

$$M_в^0 = \sigma T^4 \ , \qquad (2.20)$$

$\sigma = 5{,}6697 \cdot 10^{-8}$ Вт $\cdot$ м$^{-2} \cdot$ К$^{-4}$ – Стефана – Больцман тұрақтысы;
Т— Кельвин шкаласы бойынша температурасы.



2.1сурет - Ламберт заңына бағынатын жарық күшінің таралуы



2.2 сурет - Қара дененің толқын ұзындығы мен температуға тәуелдігі

17. Голицына — Вина Заңы (орын ауыстыру заңы):

$$\lambda_{max} = \frac{b}{T} \ \text{немесе} \ \lambda_{max} T = b, \qquad (2.21)$$

мұндағы b$\approx$ 2898мкм. К;
Т— Кельвин шкаласы бойынша температурасы.

18. Планк Заңы:

$$M_e(\lambda, T) = C_1 \lambda^{-5} \left[\exp(C_2/\lambda T) - 1\right]^{-1}, \qquad (2.22)$$

мұндағы $C_1 = 3{,}7415 \,.\, 10^{-16}$Вт $\cdot$ м;
$C_2 = 1{,}43879.\, 10^{-2}$м $\cdot$ К.

Мұндағы $\lambda T < 3мм \cdot К$. (2.22) формуласын практикалық есептеу үшін мынадай түрде ұсынуға болады:

$$M_{e,\lambda} = C_1 \lambda^{-5} \exp(-C_2/\lambda T).$$

Планк формуласын да Планк қисығы деп аталатын графикалық түрде ұсынуға болады (2.2 сурет). Планк қисығын пайдалануға байланысты есепті жеңілдету үшін Планк формуласында $\lambda, M_{e\lambda}$ ауысуын жаңа ауысумен алмастырудан алған бірыңғай изотермиялық қисықты қарастыру ыңғайлы:

$$x = \lambda/\lambda_{max}, y = M_{e,\lambda}/M_e, \lambda_{max.}$$

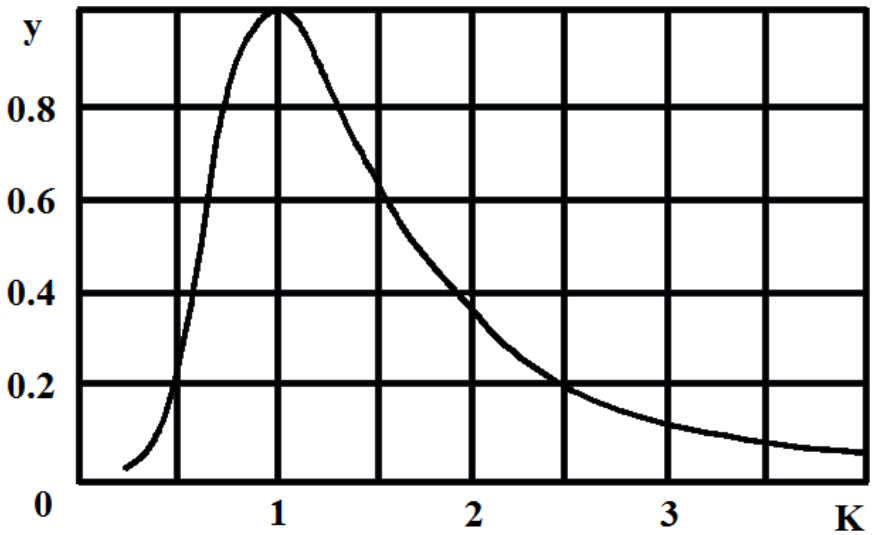
Сонымен қатар Планк формуласы:

$$y = 142{,}32x^{-5}[\exp(4{,}9651)/\ x) - 1]^{-1}. \qquad (2.23)$$

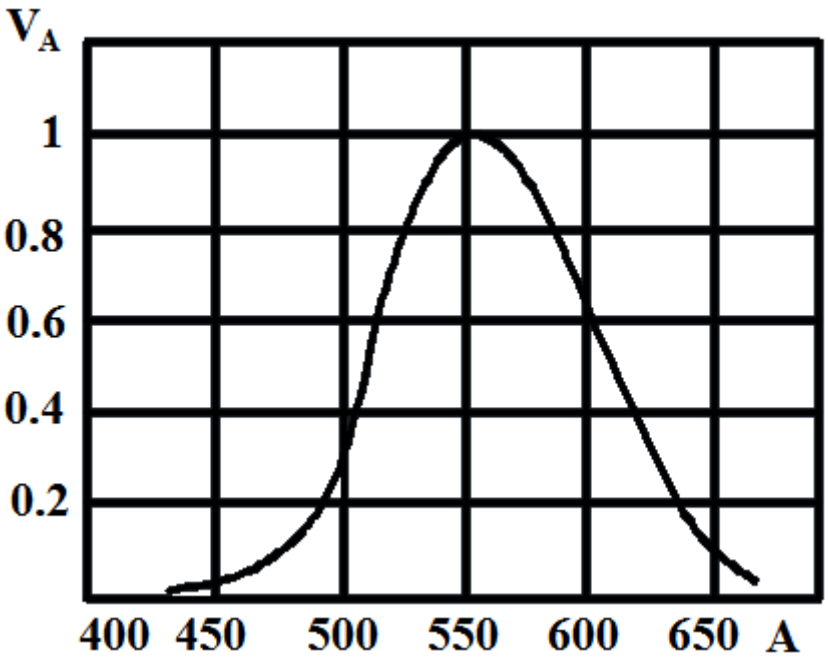
Түрінде болады.

Бірыңғай изотермиялық қисық 2.3 суретте келтірілген. Берілген Т температура үшін бұдан Планк қисығына өту үшін қажеттілер:

1) $\lambda_{max} = 2898/T$ (мкм) анықтау.
2) $M_e, \lambda_{max} = 1{,}2864\ .10^{-11}.T^5$(Втхсм $^{-3}$); анықтау.
3) λ таңдалған мәндер үшін $x = \lambda/\lambda_{max}$ анықтау.
4) бірыңғай изотермиялық қисық бойынша y -ті табу.
5) λ -ң әрбір мәніне $M_e, \lambda_{max} = M\lambda_{e,\lambda max}$ y мәндерінің сәйкестігін анықтау.



2.3 сурет - Бірыңғай изотермиялық қисық



2.4 сурет - Монохроматты таралудың қисық салыстырмалы спектрлі жарық-тиімділігі

Тапсырмалар.

1 2.4 суретте көрсетілген V (λ), монохроматты таралудың қисық салыстырмалы спектрлі жарық-тиімділігінің көмегімен табу қажет:

1) $\lambda_1 = 520$ нм и $\lambda_2 = 650$ нм; толқын ұзындығы бар 10 лм монохроматты жарық ағынына сәйкес энергия ағыны.

2) 580.....630 нм толқын ұзындығына келетін жарық ағыны, егер осы ара қашықтықтың барлық ұзындығына бірдей таралған, сәйкес энергия ағыны 5.10^{-3} Вт тең болса. Берілген спектрлі интервалда V(λ) функциясы λ толқын ұзындығына сызықты байланысты деп есептеу керек.

Шешуі. Берілген жарық ағыны мен толқын ұзындығы бойынша энергетикалық ағыны үшін (2.2) ара қатынасын пайдаланамыз, онда:

$$\Phi_{e,\lambda} = \Phi_{\upsilon,\lambda}/680\ V\ (\lambda).$$

2.4 суретте көрсетілген сызбақ бойынша $\lambda_1 = 520$ нм и $\lambda_2 = 650$ нм берілген толқын ұзындықтары үшін $V_{\lambda=520} = 0{,}7$, $V_{\lambda=650} = 0{,}1$ мәнін табамыз, онда

$$\Phi_{e\lambda_1} = \frac{10}{680\ .\ 0{,}7} = 0{,}021\text{Вт}; \qquad \Phi_{e\lambda_2} = \frac{10}{680\ .\ 0{,}1} = 0{,}147\text{Вт}.$$

$\lambda_1 = 520$ және $\lambda_2 = 630$ нм және $V_{\lambda_1} = 0{,}85, V_{\lambda_1} = 0{,}25$; толқын ұзындықтарының берілген аралығында келетін жарық ағынын есептейміз;

$$\Phi_{9\lambda} = \Phi_e 680 \frac{V_{\lambda 1} + V_{\lambda 2}}{2} = 5 \cdot 10^{-3} \cdot \ 680 \frac{0{,}25 + 0{,}85}{2} = 1{,}87 лм.$$

2. Жарық көзі $\sigma_A = 60^0$. бұрышты конус түріндегі жарықтың шоқ сәулесін береді. Жарық ағыны конустың ішінде біркелкі таралған және 10 000 лм-ға тең. Көздің жарық күшін анықтау.

Шешуі. Изотроптық көздердің жарық күші жарық ағыны, яғни $I_v = \Phi_v/\Omega$ шамасында таралатын Φ_v жарық ағынының Ω дене бұрышына қатынасына тең. Дене бұрышын оған сәйкес келетін тегіс бұрыш арқылы өрнектейміз:

$$\Omega = 2\pi(1 - \cos\sigma_A) = 4\pi\sin^2(\sigma_A/2).$$

Онда көздердің жарық күшін формула бойынша анықтаймыз:

$$I_g = \frac{\phi_g}{4\pi\sin^2(\sigma_A/2)} = \frac{10000}{4.3{,}14(1/2)^2} = 3{,}18 \cdot 10^3 кд.$$

3. Егер жарықтың нүктелі көзі 650 мм ара қашықтықта конденсордың оптикалық өсіне орналасса, жарық диаметрі 30 мм конденсор үшін дене бұрышын анықтау.

Шешуі. Конденсор үшін дене бұрышы жарық көзінен конденсорға дейін, яғни $\Omega = A/r^2$, квадратқа конденсордың жарық саңылауының ауданының қатынасы ретінде анықталады, $A = \pi D/4$ болғандықтан:

$$\Omega = \frac{\pi D^2}{4r^2} = \frac{3{,}14 \ \cdot \ 0{,}03^2}{4 \cdot \ 0{,}65^2} = 0{,}00167 ср.$$

4. Егер конденсордың жарығының диаметрі 60 мм-ге тең, ал оптикалық өсте орналасқан конденсордан жарық көзіне дейінгі ара қашықтық $r = 90$ мм болса, конденсорға 100 кд күшпен нүктелі көзден келіп түсетін жарық ағынын есептеу.

Шешуі. $D = 60$ мм диаметрмен конденсорға келіп түсетін жарық ағыны дене бұрышында $\Omega = A/r^2$ таралады және

$$\Phi_v = I_9\Omega = I_9 \frac{A}{r^2} = 100 \frac{3{,}14 \ \cdot \ 0{,}03^2}{0{,}09^2} = 34{,}9 лм.$$

5. 500 кд жарық күшінің көзі жарықтандыратын беттен 3 м биіктікте орналасқан. Жарық көзінен 5 м ара қашықтықта алыстатылған жарық көзі және бет нүктесі бойынша жарықтандыруды анықтау.

Шешуі. Жарық көзінен пайда болған жарықтандыру формула бойынша анықталады

$$E_v = \Phi_v/A = (I_v \cos\varepsilon)/r^2.$$

ε = 0 болғанда жарық көзі үшін жарықтандыру:

$$E_v = I_v/r^2 = \frac{500}{9} = 55{,}5 \text{ лк.}$$

Жарық көзінен 5 м ара қашықтыққа алыстатылған нүкте үшін $\cos\varepsilon = 3/5$ және

$$E_g = \frac{I_g \cos\varepsilon}{r^2} = \frac{500 \cdot 3}{5 \cdot 25} = 12 \text{ лк.}$$

6. Столдың ортасындағы жарықтылығы 26 лк болу үшін, толық 1300 лм жарық ағынын беретін столдың ортасында қандай биіктікте шамды ілу қажет?

$$E_v = \frac{I_v}{r^2}, \quad I_v = \Phi \text{ болғандықтан.}$$

Шешуі. Бетте (ε=0) сәуленің қалыпты құлаған кезінде жарықтандыруды есептеуге арналған қатынасты пайдаланамыз:

$$E_v = I_v r^2 \text{ , болғанда } I_v = \Phi_v/4\pi, \qquad \text{яғни } E_v = \Phi_v/(4\pi\, r^2),$$

Сонда

$$r = \sqrt{\frac{\Phi_v}{4\pi E_g}} = \sqrt{\frac{1300}{4 \cdot 3{,}14 \cdot 26}} = 1{,}99\text{м.}$$

7. 15 кд және 60 кд жарық күші бар екі шам бір бірінен 180 см ара қашықтықта орналасқан. Оның жарықтығы екі жағынан да бірдей болуы үшін 15 кд жарық күші бар шамнан қаншалықты ара қашықтықта мөлдір емес қалқанды шамның арасына орналастыру қажет?

Шешуі. $I_v = 15$ кд жарық күші бар шам қалқаннан r_1 ара қашықтықта орналасқан, ал шамдардың ара қашықтығы r = 1,8 м болсын делік, онда екінші шамшың қалқаннан ара қашықтығы $r_2 = r - r_1$. Тапсырма шарты бойынша қалқанның жарықтылығы екі жағынан да бірдей, яғни $E_{v_1} = E_{v_2}$ немесе

$$l_{v_1} / l_1^{\,2} = l_{v_2} / (r - r_1)^2$$

онда

$$I_{v_1}(r - r_1)^2 = I_{v_2}\, r_1^2.$$

Түрлендіруден кейінгі алатынымыз:

$$(I_{v_1} - I_{v_2})\ r_1^2 - 2r_1\, r\, I_{v_1} + I_{v1} r^2 = 0.$$

Шамалардың сандық мәндерін қоя отырып, табамыз:

$$(15 - 60)r_1^2 - 2 \cdot 1{,}8 \cdot 15r_1 + 15 \cdot 1{,}8^2 = 0;$$

$$r_1^2 + 1{,}2r_1 - 1{,}08 = 0; r_1 = 0{,}6\text{м}.$$

8. Софиттер ABC тең қабырғалы үшбұрыштың басында орналасқан (2.5 сурет). Тең қабырғалы үшбұрыштың жан-жағының ұзындығы 7 м-ге тең. OD=1M ара қашықтығына үшбұрыш негізінде D түсірілім объектісі орнатылған. Егер объектіге жақын шамдардың (A және C нүктелеріндегі) 150 кд-дан жарық күші, ал үшіншісі (B нүктесіндегі) - 300 кд екендігі белгілі болса, үш және екі шамға жақын объектілердің жарықтығын анықтау.

Шешуі. Тапсырма шарты бойынша және AB = BC = AC = 7м; OD = r = 1m. 2.5 суретке сәйкес D нүктесіне $E_{vD} = E_{vB} + E_{vA} + E_{vC}$; төрт жарық көзінен берілетін жарықтылығын табамыз.

Жарық көзі ретінде A және C нүктелерінде $I_{vA} = I_{vC}$ бірдей жарық күші болғандықтан олар жарықтандыру объектісінің D нүктесінен (AD=CD) бірдей ара қашықтықта орналасқан, онда $E_{vD} = E_{vB} + 2E_{vA}$. Жарықтандыруды жарықтандыру нүктесіне дейін жарық күші және ара қашықтығы арқылы көрсетеміз:

$$E_{vD} = \frac{I_{vB}}{BD^2} + \frac{2I_{vA}\cos\varepsilon}{AD^2}.$$

Кесіндіні табамыз BD=OB+OD=BC $\sin 60^0 + OD = 7\sqrt{3}/2 + 1 =$ 7,06 м;

$$AD = \sqrt{\left(\frac{AC}{2}\right)^2 + r^2} = \sqrt{3{,}5^2 + 1^2} = 3{,}64\text{м}.$$

$\text{Cos}\ \varepsilon = OD/AD = 1/3{,}64.$

Онда D объектісінің нүктесінде үш жарық көзінен берілетін жарықтық төмендегідей болады:

$$E_{vD} = \frac{1_{vB}}{BD^2} + \frac{2I_{vA}\cos\varepsilon}{AD^2} = \frac{300}{7{,}06^2} + \frac{2 \cdot 150 \cdot 1}{3{,}64^2} = 6{,}02 + 6{,}22 = 12{,}24\ \text{лк}.$$

A және C нүктелеріндегі екі жарық көзінен тарайтын жарықтық 6,22 лк құрайды.

9. Жарықтың нүктелі көзінен 200 см ара қашықтықта орналасқан элементарлы ауданының жарықтылығын анықтау, ескере кететін жайт тік, біріктіруші жарық көзі мен бөлік 30° нормамен пайда болады. Жарық көзін тұтынатын қуат 100 Вт, жарық өткізу коэффициенті η_{CB}=20лм/Вт.

Шешуі. Жарық өткізу коэффициенті мен сәулелену көзінің тұтынатын қуатын біле отырып $\Phi_v = \eta_{CB} p = 100 \cdot 20 = 2000$ лм көзінен шығатын жарық ағынын табамыз. Элементарлы алаңның жарықтығын $E_v = I_v/r^2$, формуласы бойынша есептейміз, мұндағы $I_v = \Phi_v/4\pi$:

$$E_v = \frac{I_g \cos\varepsilon}{4\pi r^2} = \frac{2000 \cdot \sqrt{3}}{3{,}14 \cdot 4 \cdot 0{,}2^2 \cdot 2} = 3{,}45 \cdot 10^3 \text{ лк.}$$

10. 2 м ара қашықтықта 2000 кд жарық көзінің күшімен жарықтандырылатын, $\rho = 0{,}7$ жарықтандыру коэффициенті бар Ламберт заңын қанағаттандыратын алаңшаның жарықтығын табу, ескере кететіні жарық көзінің сәулесі алаңшаға тік (перпендикуляр) түседі.

Шешуі. Ламберт заңын қанағаттандыратын диффузиялық сәулеленетін алаңша үшін (2.18) формуласына сәйкес былай жазуға болады:

$$L_v = \frac{\rho E_v}{\pi} = \frac{\rho I_v}{\pi r^2} = \frac{0{,}7 \cdot 2000}{2^2 \cdot 3{,}14} = 111{,}5 \text{ кд/м}^2.$$

11. Объективтен r = 7500 мм ара қашықтықта тұрған, кіру қарашығының диаметрі D = 50 мм ауданы 100 мм^2 және беттік жарықтығы 10000 кд/м^2 жазық жарық көзінен объективке келіп түсетін жарық ағынын анықтау.

Шешуі. $I_v = L_v A_1$ барлық бағыттарында бірыңғай жарығы бар, жазық көзінің жарық күшін анықтаймыз, мұндағы A_1 - ($A_1 = 0{,}0001\text{м}^2$) бар жазық көздер бетінің ауданы. Объективке түсетін жарық ағыны $\phi_v = I_v \Omega$, мұндағы $\Omega = A_2/r^2$, а$A_2 = \pi D^2/4$ − кіру қарашығының ауданы. Онда

$$\Phi_v = \frac{L_v A_1 \pi D^2}{4r^2} = \frac{10000 \cdot 0{,}0001 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}05^2}{4 \cdot 7{,}5^2} = 3{,}5 \cdot 10^{-5} \text{лм.}$$

12. Әбден қызған металл жіптің ұзындығы l=50 см, диаметрі d = 1 мм. Егер, оның ұзындығына перпендикуляр бағыттағы жарық күші 50 кд-ға тең болса жіптің жарықтығын анықтау керек.

Шешуі. Жарықтылығын есептеу үшін (2.12) формуласын қолданамыз, мұндағы А - бақылауға бағытталған перпендикулярға, жазыққа жарық көзінің созылу кескінінің ауданы.

Цилиндрлі жіп болған жағдайда кескін ұзындығы l және ені d тікбұрышты пішінде болады. Олай болса,$L_v = I_v/(ld)/$. Сандық мәндерді қоя отырып:

$$L_v = \frac{I_v}{Id} = \frac{50}{0{,}5 \cdot 0{,}001} = 1 \cdot 10^5 \text{кд/м}^2 \text{ аламыз.}$$

13. Қалқанның өлшемі 5х4,5 м болса, жарық барлық бағытта бірдей таралатын киноқалқанның жарықтылығын Ev, жарықтығын Mv және Lu

айқындылығын анықтау керек; кинотаспасыз киноаппарат объективінен қалқанға берілетін жарық ағыны 2000 лм; қалқанның сәулелену коэффициенті.

Шешуі. Қалқанның жарықтылығын табамыз:

$E_v = \Phi_v/A = 2000/(5 \cdot 4{,}5) = 88{,}89$лк, онда диффузиялық сәулелену айқындылығы:

$L_v = \rho E_v/\pi = 0{,}75 \cdot 88{,}89/3{,}14 = 21{,}23$кд/м^2 ал жарықтығын (2.16) формуласын пайдалана отырып анықтауға болады:

$$M_v = \rho E_v = 88{,}89 \cdot 0{,}75 = 66{,}7\text{лк}.$$

14. Сәулелену коэффициенті ρ=0,7 және өлшемі 5х5 см^2 ақ қағаздың беті 1 м ара қашықтықта I_v= 150 кд жарық күшінің көзімен жарықтандырылады. Қағаз бетінен 0,5 м ара қашықтықта жұмыстық бетінің диаметрі d=50 мм фотоэлемент орналасқан. Қағазбен шағылысқандағы сәулеленуін, жарық берген кезде фотоэлементтің жұмыстық бетіне түскен жарық ағынын табу. Есептеген кезде фотоэлементтің жұмыстық беті мен қағаздың беті жарық.

Шешуі. Қағаз бетінің диффузиялық сәулелену айқындылығын табамыз:

$$L_v = \frac{\rho E_v}{\pi} = \frac{\rho I_v \Omega}{A\pi} = \frac{\rho I_v}{\pi r^2} = \frac{0{,}7 \cdot 150}{1^2 \cdot 3{,}14} = 33{,}44 \text{ кд/м}^2.$$

Қағаз беті мен фотоэлементтің ара қашықтығы қағаз бетінің көлденең өлшемінен едәуір үлкен болғандықтан фотоэлементке қатысты оны нақты көзі деп есептеуге болады, онда фотоэлементке қағаздан түскен жарықтылық $E_v = L_v A_2/r^2$ болады, ал $\Phi_v = E_v A_1$, болғандықтан:

$$\Phi_v = \frac{33{,}44 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}025^2 \cdot 0{,}05^2}{0{,}5^2} = 0{,}656 \cdot 10^{-3}\text{лм},$$

мұндағы $A_2 = \frac{\pi d^2}{4}$, $A_1 = 0.05^2$ м^2.

15. Қара күйе қабатымен жабылған беттің жарықтылығы E_v=200 лк, бетінің айқындылығы барлық бағыттар бойынша бірдей және L_v= 1 кд/м^2 құрайды. Қара күйенің жұтылу коэффициентін табу керек.

Шешімі. Беттік жарықтылығы барлық бағыттар бойынша бірдей айқын болғандықтан ол Ламбер заңына бағынады, яғни айқындылығы $L_v = \rho E_v/\pi$, онда $\rho = \frac{L_v \pi}{E_v}$ = 13,14/200= 0,02 және жұту коэффициенті а = 1-ρ =1-0,02=0,98.

16. Жарқын емес беті бар алты рет призмаланған дүрбінің өткізу коэффициентін анықтау. Тапсырманы орындау үшін қажетті мәліметтер 2.1 кестеде көрсетілген. Ауамен шекаралас оптикалық беті көрсетілген деп жорамалдап өткізу коэффициентін табу керек.

Жауап: τ = 0,532.

17. λ_1= 525 нм - ден λ_1 = 575 нм дейін толқын ұзындығының аралығында вольфрамдық цилиндрмен сәулеленген жарық ағынын анықтау керек. Сәулелену бетінің ауданы A= 0,5 см^2 ал оның температурасы T=3000 K.

Шешуі. (2.1) формуласына сәйкес жарық ағынынының көзі бірыңғай спектрлі

$$\Phi_v = K_m \int_0^\infty V(\lambda)\Phi_{e,\lambda}(\lambda)d\lambda.$$

Мұндағы $K_m \approx 680$ лм/Вт.

2.1 кесте

Бөлшектердің атауы Жапсырылған объектив:	Жол ұзындығы, см	Әйнектің таңбасы
1-ші линза	0,6	БК4
2-ші линза	028	ТФ1
Призмалар (2 дана.)	8,60	БФ6
Тор	0,20	К8
Көздік		
1-ші линза	0,45	КФ1
2-ші линза	0,46	ЛФ5
3-ші линза	0,10	ТК14

2.2 кесте

λ_i	λ_{max}	M_e, λ_{max} Вт .см$^{-3}$	X	У	$M_e\lambda$ .10^4	V(λ)	$M_{e\lambda}$ V(λ). 10^4, Вт/см^3
Нм							
530 540 550 560 570	0,966	3,13 . 10^6	0,549 0,559 0,569 0,579 0,590	0,3 0,35 0,37 0,38 0,4	93,9 109,6 115,8 118,9 125,2	0,86 0,95 0,99 0,99 0,95	80,75 104,12 114,64 117,71 118,94

λ< 380 нм және $> \lambda$ 780 нм болған кезде V(λ) функциясы нөлге ұмтылатындықтан, онда жарық ағыны:

$$\Phi_v = 680 \int_{\lambda_1=380нм}^{\lambda_2=780нм} V(\lambda)\Phi_{e,\lambda}(\lambda)d\lambda.$$

Интегралдауды мына формуламен жүзеге асыруға болады:

$$\Phi_v = \Delta\lambda \cdot 680 \sum_{i=1}^{n} V(\lambda)_i \Phi_{e,\lambda}(\lambda),$$

мұндағы $\Delta\lambda$ - спектралды аралықтың ені;

п - спектрдің көрінетін ауданы бөлінетін аймақтың саны;

$\Phi_{e,\lambda}$ - аралықтың г -ші спектрінің ортасы үшін сәулелену ағынының тығыздық спектрі, және де $M_{e,\lambda}A = \Phi_{e,\lambda}$;

$V(\lambda)$- аралықтың і-ші спектрінің ортасы үшін көздің жарық тиімділігінің салыстырмалы спектрі.

λ_1= 525 нм -ден $\lambda_2 = 575$ нм -ге дейінгі берілген спектралды диапазонды спектрдің берілген аймағының ортасы үшін оның мәнін энергетикалық жарықтығының спектралды тығыздығы деп қабылдайтын әрқайсысының шамамен (525-535 нм, 535-545 нм, 545-555 нм және т.б.) бес аймаққа бөлеміз.

2.3, 2.4 суретте көрсетілген қисықты пайдалана отырып $M_{e,\lambda}$ және $V(\lambda)$ табамыз.

Спектралды энергетикалық жарықтылықты арнайы кестені немесе бірыңғай изотермиялық қисықты пайдалана отырып анықтаймыз. Ол үшін табатынымыз: 1) λ_{max}= 2898/T; 2).

$M_{e,\ \lambda max}$= $1{,}2864 \cdot 10^{-11}\,T^5$; 3) орташа мәндер үшін x $=\lambda_i/\ \lambda_{max}$ есептейміз. 4) бірыңғай изотермиялық қисық (2.3 сурет) бойынша у және $M_{e,\lambda} = M_{e,\ \lambda max}$ анықтаймыз. Есептеудің нәтижесін 2.2 кестеге енгіземіз.

Онда

$$\Phi_v = A\Delta\lambda \cdot 680 \sum_{1}^{5} V(\lambda)\Phi_{e,\lambda}(\lambda) = 680 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}01 \cdot 536{,}16 = 1822\ 9\ лм.$$

18. I_v= 25кд жарық күшінің көзімен шығарылған толық жарық ағынын табу керек.

Жауап: $I_{vпол}$= 314 лм.

19. Жарық көзінен r = 20,0 см ара қашықтықта орналасқан A=5 м^2 алаңшаға Φ_v = 1000 лм жарық ағынын беретін көздердің жарық күшін анықтау.

Жауап: I_v= 8 кд.

20. Егер оның нормалға 60° бұрыштық бағытындағы жарық күші 60 кд-ға тең және көздердің жарқырайтын алаңшасының жазық беті 20 мм құраса жарық көзінің беттік айқындылығын табу керек.

Жауап: $L_v = 6 \cdot 10^6$ кд/м^2.

21. Тұтыну қуаты 50 Вт шамның η = 0,4 % пайдалы әсер коэффициенті бар. Сол шамның жарық ағынын есептеу керек.

Жауап: Φ_v= 1360 лм.

22. Люминесцентті шамның пайдалы әсер коэффициенті 6,4 %, жарық ағыны $\Phi_v = 1{,}5 \cdot 10^4$ лм тең. Осы шамның тұтынылған қуатын анықтау керек.

Жауап: P = 344 Вт.

23. Кейбір жарық көздерінде жарықтың берілісін анықтау, егер:

а) 100 Вт қуаты бар шамның қызуы 110 В кернеулікте Φ_v= 20000 лм жарық ағыны бар;

б) 15 Вт қуаты бар шамның қызуы 220 В кернеулікте $\eta_{св}$= 80 лм Вт жарық берілісі бар;

в) натрий шамының тәжірибелік үлгісінің $\eta_{св}$= 150 лм жарық өткізуі бар;

г) қуаты 1000 Вт, КГ-220-1000 кварцты түтікшелі галогенді шамның Φ_v= 22000 лм жарық ағыны бар.

Жауап: а) η= 2,94 %; б) η = 1,03 %; в) η = 22 %; г) η = 3,2 %.

24. Жарық күші 150 кд, шамнан бөлменің едені мен төбесіне, қабырғасына түсетін жарық ағынының мәнін анықтау керек. Шам бөлменің төбесіне бекітілген.

Жауап: Φ_v = 1884 лм.

25. Егер оның төбесінде орналасқан 200 кд жарық көзінің күші 1000 лм жарық ағынын тудыратын болса, жарық ағыны таралатын бұрышты табу керек.

Жауап: Ω = 5 ср.

26. Жарық күші 100 кд күйіп кеткен шамды жарық күші 25 кд шаммен алмастырды және ара қашықтығын 4 есе азайта отырып оны жарықтандыру бетіне жақындастырды. Жарықтандыру беті өзгерді ме?

Жауап: жарықтандыру 4 есе артты.

27. r =1,5 м биіктікте жарықтандыру бетінде болатын, жарық күші I_v =150 кд шамды түсірді және E_v =150 лк жарықтандыру бетін алды.

Шамды қаншалықты биіктіктен түсірді?

Жауап: Δr =0,5 м.

28. 5x3,6 м өлшемді қалқанға киноаппарат объективінен $1{,}8 \cdot 10^3$ лм жарық ағыны түседі. Егер қалқанның сәулелену коэффициенті ρ=0,8 болса, қалқанның жарықтандыруы мен жарықтығын анықтау керек.

Жауап: $\Phi_v = 100$ лм, $M_v = 80$ лм/м^2.

29. Шамшырақ R=10 см шар пішіндес болады және столдан r =1 м ара қашықтықта болады. Шамшырақтың жарықтығы $M_v = 4 \cdot 10^3$ лм/м^2. Шамшырақ астындағы столдың жарықтандыруын табу керек.

Жауап:

$$E_v = \frac{M_v R^2}{4r^2} = 10 \text{ лк.}$$

30. I_v = 200 кд күші бар жарық көзін бетті жарықтандыру кезінде L_v=40 кд/м^2 айқындылығын алу үшін қағаз бетінен қанша ара қашықтықта орналастыру қажет. Қағаздың сәулелену коэффициенті ρ = 0,63.

Жауап:

$$r = \sqrt{I_v \rho/(\pi L_v)} = 10 \text{ м.}$$

31. Қара шұғамен жабылған беттің жарықтануы, E_v = 200 лк, жарықтығы барлық бағыттарда бірдей және M_v= 8,0 лм/м^2 құрайды. Шұғаның жұту коэффициентін табу керек.

Жауап: $\alpha = (1 - M_v)/\ E_v = 0{,}96$.

32. Диаметрі 2,5 см және ұзындығы 40 см люминесцентті цилиндрлі шамның өсіне перпендикуляр бағытта 5м ара қашықтықта 1 лк жарықтандыру береді. Шамды тең ашық сәуле шығарғыш деп есептей отырып, осы бағытта жарық күшін, яғни ашық және жарықтығын анықтау.

Жауап: $I_v = E_v\, r^2 = 25$ кд, $L_v = \frac{I_v}{(ld)} = 2{,}5 \cdot \frac{10^3 \text{кд}}{\text{м}^2}, M_v = \pi L_v = 7{,}9 \cdot 10^3$ лм/м^2.

33. Жарқыраған (бір қабатты жарқырайтын жабын қапталған), оның ауамен шекаралас оптикалық бетіне есептей отырып алты есе призмаланған дүрбінің жарық өткізу коэффициентін анықтау керек.

Жауап: τ = 0,704

34. Қуаты 30 Вт, Φ_v= 1450 лм жарық ағыны бар люминесцентті шам. Шамның жарқырайтын бөлігі - цилиндр, диаметрі D = 2,5 см және ұзындығы l = 88 см.

Бойлық жазықтықта біркелкі айқын шамның сыртын қабылдай отырып шамның өсіне тік бағытта шаммен сәулеленген жарық ағынының, айқындылығының және жарық күшінің беттік тығыздығын анықтау керек.

Жауап: $M_v = 2{,}1 \cdot 10$ лм /м^2 $L_v = 0{,}668 \cdot 10^4$ кд/м^2, $I_v = 147$ кд.

35. 40 вт (127 в) қуатты электрлік қыздыру шамы 380 лм жарық ағынын тудырады. Осындай қуатты күндізгі жарықтың шамы 1700 лм ағынын тудырады. Әрбір шамның жарық беруі (л/Вт) қандай?

Жауап: ≈ 10 лм / Вт ; 40лм / Вт; ≈ 4 есе

36. Электр шамы 1 минутта 120 дж жарық энергиясын жұмсайды. Егер шамның қуаты 100 вт болса, шамның жарықтық п.ә.к. қандай?

Жауап: ≈ 2%.

37. Автокөлік шамының екі тармағы бар: 264 лм жарық ағыны бар алыс жарық үшін және 37,7 лм жарық ағыны бар жақын жарық үшін. Әрбір тармақтың жарық күшін табу керек.

Ответ: ≈21.0 св; 3,00 св.

38. Вокзал аумағының мөлшері 32 500 $м^2$. Аумақтың жарықтануы 4 лк болу үшін электр шамшырағы қандай жарық ағынын өндіруі қажет?

Жауап: 130* 10^3 лм.

39. Суретке түсірген кезде жарық ағыны 750 000 лм «фотожарқыл» жарықтандыру аппараты қолданылады. Ауданы 5000 $см^2$ фототүсіру объектісінің егер оған 1 % сәулеленген жарық ағыны түсетін болса оның жарықтануын анықтау керек. Жауап: ≈15000 лк.

40. Шамның астындағы тіректің жарықтануы 4 лк-ға жеткен болса шамға қаншалықты жарық күшін 10 м биіктікке ілу қажет? Жауап: 400 св.

41. Үйдің құрылыс алаңын 25 лк жарықтандырумен қамтамасыз ету қажет. Әрбір жұмыс орнына жарық күші 375 св (300 вт) электр шамын қандай биіктікте ілу қажет? Жауап: ≈3,9 м.

42. Біз затты $2\cdot 10^{-9}$ лк кем емес көз қарашығын жарықтандыруды тудырған кезде көреміз. Егер атмосфераның әсерін ескермесек қандай ара қашықтықта майшамның жалынын көруге болады? Жалынның жарық күшін 1 св.тең деп есептеу. Жауап: ≈ 20 км.

43. Марс ғаламшары Жерге қарағанда Күннен 1,5 есе алыс. Марстың бетінің жарықтануы Жер бетінің жарықтануынан неше есе аз?

Жауап: ≈ 2,25 есе.

44. Бір- бірінен 1 м ара қашықтықта 16 және 64 св. екі таңбалы жарық көзі орналасқан. Араларында жарықтануы бірдей осындай нүктені табу керек. Жауап: ≈ 0,33 бірінші көзден.

45. Жарық күші 10 св таңбалы көзден 50 см ара қашықтықта қалқан қойылған, ал басқа жағынан көзден 40 см ара қашықтықта қалқанға қарама-қарсы жазық айна қойылған. Жарық көзіне жақын нүктедегі қалқанның жарықтануын табу қажет.

Жауап: 46 лк.

46. 45° көкжиек үстінің күн биіктігінде тіректің жазық бетінің жарықтануы шамамен 90 000 лк - ға тең. 15°-қа тең күннің биіктігінде жарықтануын табу. Жауап: ≈ 30000 лк.

47. Егер қалалардың географиялық енділігі 1° дейін дәлдікпен сәйкесінше 38° және 64° болса Ашхабатта Архангельскіге қарағанда көп күн мен түннің теңелуі үшін жарты күнде жазық беттің жарықтандырылуы неше есе? Жауап: 1,8 есе.

48. Діңгекте 10 м биіктікте жарық күші 1118 св электр шамы ілініп тұр. Тіректің 20 м ара қашықтықта діңгек арқылы жарықтануы қандай?

Жауап:≈1 лк.

49. 200 св шамы кітап жатқан столдан 2 м ара қашықтықта тұр. Кітаптың жарықтануы 25 лк. Жарық қандай бұрыштықпен кітапқа түсіп тұр. Стол үстіндегі шам қандай биіктікте ілінген.?

Жауап: 60°; 1 м.

50. Сынып тақтасының қалыпты жарықтануы 150 лк жарықтануы болып есептеледі. Егер шам мен тақтаның орта нүктесінің ара қашықтығы 1,2 м, ал жарық ағынының құлау бұрышы 56^0 болса, тақтаның орта нүктесінің

жарықтануы қалыптыға тең болу үшін шам қандай жарық ағынын беруі қажет?

Жауап:≈4900 лм.

51. Жарықтың құлау бұрышы 45° болғанда жарықтануы 140 лк болу үшін қандай ара қашықтықта және жұмыс орнынан қаншалықты биіктікте 200 св электр шамын ілу қажет?

Жауап:≈ 1м; ≈ 0,7 м.

52. Көшені жарықтандыру үшін 200 св шамдары бар бір желіде орналасқан электр шамдары қолданылған. Егер ілгіштің биіктігі 5 м, ал екі көрші шамдардың арасындағы төсемелі орта нүктесіндегі жобаланған жарықтануы 2 лк болу керек болса, шамшырақтардың арасындағы ара қашықтық қандай болу қажет? Ең алыс жердегі шамшырақтардың бірлескен әрекетін ескермеу керек.

Жауап:≈ 17 м.

53. Ақтөбе қ. орналасқан жөндеу цехтары үшін табиғи бір жақты қапталынан жарықтандыру жүйесін есептеу. Цехтың өлшемдері: L = 20 м, B = 10 м, H = 3,5 м, h раб. = 0,8 м. Бөлменің тереңдігі 8 м. Көршілес, жеті қабатты ғимарат 9 м ара қашықтықта орналасқан.

54. Ақтөбе қ. орналасқан жөндеу-құрастыру цехы үшін табиғи бір жақты қапталынан жарықтандыру жүйесін есептеу. Цехтың өлшемдері: L = 25 м, B = 10 м. H- 4,5 м, h раб. = 0,9 м. Бөлшектердің өлшемі 1-2,5 мм. Жарық ойықтарының орналасу сұлбасын келтіру.

55. Жөндеу цехтары үшін (Ташкент қ.) бір жақты қапталды табиғи жарықтандыруды есептеу. Цехтың өлшемдері: L = 35 м, B = 15 м, H = 8,0 м, h раб.= 0,8 м.

Жабдықтар барлық цехтарға орнатылады, цехтың тереңдігі - 16 м. Көлеңкелі ғимараттар жоқ.

56. Алматы қ. орналасқан металл өңдеу цехтары үшін екі жақты қапталды жарықтандыруды есептеу. Цехтың өлшемі: L = 35 м, B = 15 м, H = 6,5 м, h раб.= 0,8 м. Станоктар цех территориясында 3 қатармен біркелкі орналасқан. Көлеңке ғимараттар жоқ.

57. Павлодар қ. орналасқан металл өңдеу цехы үшін табиғи екі жақты қапталды жарықтандыру жүйесін есептеу. Цехтың өлшемі: L = 15 м, B = 8 м, H = 6,5 м, h раб.= 1,2 м. Станоктар цех территориясында біркелкі орналасқан. Жарық ойықтарының орналасу сұлбасын келтіру.

58. Алматы қ. орналасқан бір жақты қапталды табиғи жарықтандыруды есептеу. Алматы қ. орналасқан металл өңдеу цехы үшін екі жақты қапталды жарықтандыруды есептеу. Цехтың өлшемі: L = 10 м, B – 6 м, H = 3,5 м, h раб.= 0,8 м. Жөндеу үстелдері цехтың ортасында. Бөлшектердің өлшемі > 0,5 мм. Көлеңке ғимараттар жоқ.

59. Алматы қ. орналасқан құрылмалық бюролары үшін табиғи бір жақты қапталды жарықтандыру жүйесін есептеу. Бөлменің өлшемі: L = 8 м, B = 4,5 м, H = 3,2 м, h раб.= 1,2 м. Жарық ойықтарының орналасу схемасын келтіру.

60. Платты өңдеу жүргізілетін цехтың табиғи бір жақты жарықтандырылу жүйесін есептеу. Цех Орал қаласында. Цехтың өлшемі: L =10 м, B = 5 м, H = 3,5 м, h раб.= 1,2 м. Жарық ойықтарынан 4 м ара қашықтықтағы ең алыс жұмыс орны. Көлеңке ғимараттар жоқ.

61. Ташкент қ. орналасқан диспетчерлік үшін табиғи бір жақты капталды жарықтандыруды есептеу. Бөлменің өлшемі: L=15 м, B = 8 м, H = 5 м, h раб.= 1,1 м. Көлеңке ғимараттар жоқ.

62. Петропавловск қ. орналасқан диспетчерлік үшін жоғарғы табиғи жарықтандыру жүйесін есептеу. Бөлменің өлшемі: L = 6 м, B = 4 м, H = 35 м. Пульттар қабырғадан қашықтықта қойылған. Жарық ойықтарының орналасу схемасын келтіру.

63. Астана қ. орналасқан жөндеу шеберханасы үшін табиғи екі жақты капталды жарықтандыру жүйесін есептеу. Бөлменің өлшемі: L = 15 м, B = 8 м, H = 5 м, h раб.= 1,2 м. Станоктар қабырғадан алыс орналасқан.

64. Петропавловск қ. орналасқан құрастыру цехы үшін табиғи екі жақты капталды жарықтандыру жүйесін есептеу. Цехтың өлшемдері: L = 40 м, B = 15 м, H = 5 м. Ең алыстағы жұмыс орны жарық ойықтарынан 12 м ара қашықтықта. Көлеңке ғимараттар жоқ.

65. Павлодар қ. орналасқан металл өңдеу цехы үшін табиғи бір жақты капталды жарықтандыру жүйесін есептеу. Цехтың өлшемдері: L = 30 м, B = 15 м, H = 8 м, h раб.= 0,7 м. Бөлшектердің өлшемі > 1 мм. Ең алыстағы жұмыс орны жарық ойықтарынан 12 м ара қашықтықта. Көлеңке ғимараттар жоқ.

66. Ақтөбе қ. орналасқан жөндеу цехы үшін табиғи бір жақты капталды жарықтандыру жүйесін есептеу. Цехтың өлшемдері: L = 20 м, B = 10 м, H = 3,5 м, h раб.= 0,8 м. Бөлменің ауқымдылығы 8 м. Көршілес жеті қабатты ғимарат 9 м ара қашықтықта орналасқан.

67. Ақтөбе қ. орналасқан жөндеу-құрастыру цехы үшін табиғи бір жақты капталды жарықтандыру жүйесін есептеу. Цехтың өлшемі: L = 25 м, B=10 м, H = 4,5 м, h раб.= 0,9 м. Бөлшектердің өлшемі 1-2,5 мм. Жарық ойықтарының орналасу схемасын келтіру.

3 Электр қауіпсіздігі бойынша тапсырмалар

Дара жердегі тұйықтағыштар.

3.1 тапсырма. $I_3 = 100$ А тогы радиусы r = 0,5 м шарға ұқсас болуы мүмкін қате пішіннің металл бұйымы арқылы жерге жиналады. Бұйым жерге t_1= 3 м тереңдікпен жүктеледі. Оған тоқ жердің ρ =100 Ом·м оқшауланған меншікті кедергісі бойынша беріледі.

Талап етіледі: x = 3м шардың ортасынан көлденеңі бойынша аралығы t_2= 4м тереңдікте жерге төсеу арқылы металл құбырына кеткен φ_c потенциалды анықтау.

Шешуі. Жерге тұйықтағышты жинайтын I_3 А тоқпен пайда болған кейбір жердің нүктесінің φ потенциал жеріне шарлы жерге тұйықтағыштың

шексіз үлкен тереңдікке батқан кезінде келесі тәуелділікпен көрсетілетіні белгілі:

$$\varphi = I_3\rho/(4\pi x).$$

Алайда мұндай жағдайда шар жер қабатына жақын жатыр, сондықтан тапсырманы шешу үшін айна сәулесі әдісін пайдалану қажет. Сонымен қатар кейбір нүктеге φ_c потенциал жалған тұйықтағыш сияқты шындығында жиналатын осы нүктеде пайда болған тоқтардың φ_∂ және φ_Φ, потенциалдарының қосындысына тең болады:

$$\varphi_c = \varphi_\partial + \varphi_\Phi.$$

Жоғарыда көрсетілген теңдеулерді ескеріп былай жазуға болады:

$$\varphi_c = I_3\frac{\rho}{4\pi\,.\,m} + I_3\frac{\rho}{4\pi\,.\,n} = I_3\frac{\rho}{4\pi}\left(\frac{1}{m}+\frac{1}{n}\right).$$

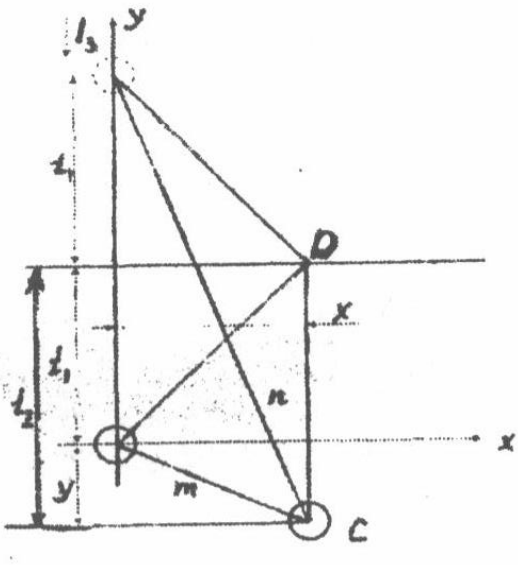
Сонымен:

$$m = \sqrt{x^2+y^2} = \sqrt{x^2+(t_2-t_1)^2} = \sqrt{3^2+(4-3)^2} = 3{,}16 \text{ м};$$

$$n = \sqrt{x^2+(t_1+t_2)^2} = \sqrt{3^2+(3+4)^2} = 7{,}6 \text{ м}.$$

С құбырындағы ізделіп отырған потенциал:

$$\varphi_c I_3\frac{\rho}{4\pi}\left(\frac{1}{m}+\frac{1}{n}\right) = 100\frac{100}{4\pi}\left(\frac{1}{3{,}16}+\frac{1}{7{,}6}\right) = 360B.$$



3.1, 3.2 тапсырмаларына - жерге тоқ жинайтын жерге тұйықтағышта және D жердің бетінде, С құбыр желісінде потенциалдарды анықтауға арналған.

3.2 - тапсырма. t_1= 3м тереңдікте, радиусы r = 0,5 м жерге батқан метал шардан оқшауланған сым арқылы шарға берілетін I_3= 80 А тоқ жиналады.

Талап етіледі: шардың ортасы және жерге тұйықтағыш (шар) φ_3.потенциалы арқылы өтетін тігінен x = 3м ара қашықтықта D нүктесінде жер бетіндегі φ_C потенциалын анықтау: Жердің меншікті кедергісі ρ = 90 Ом·м.

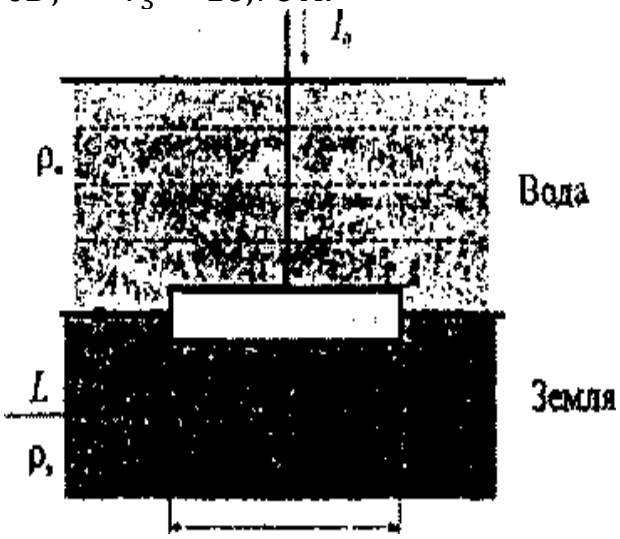
Жауап: $\varphi_D = 270B$; $\varphi_3 = 1240B$.

3.3. тапсырма. Жерге тұйықтағыш ретінде аса үлкен терең қатпайтын өзеннің түбіне жіберілген метал жіңішке диск пайдаланылған (өзен беті жерге тұйықтағыш арқылы тоқтың жайылу сипатына әсер етпейтін кезде). Апат тоғы оқшауланған сым арқылы жерге тұйықтағышқа барады.

Берілген: дисктің диаметрі D = 1 м; дисктен жиналған тоқ I_0 = 471 А; судың меншікті кедергісі ρ_B = 50 Ом м; дисктің ортасынан нүктеге дейінгі ара қашықтық A_L = 2,5 м.

Талап етіледі: дисктың ортасынан L ара қашықтықта көлдің түбінде болатын А нүктесінің φ_A потенциалын анықтау керек; формуланы шығарып және оның көмегі арқылы дискті жерге тұйықтағыш тоқтың жайылуының кедергісін есептеу.

Жауап: $\varphi_A = 1000B$, $r_3 = 16{,}7O$м.



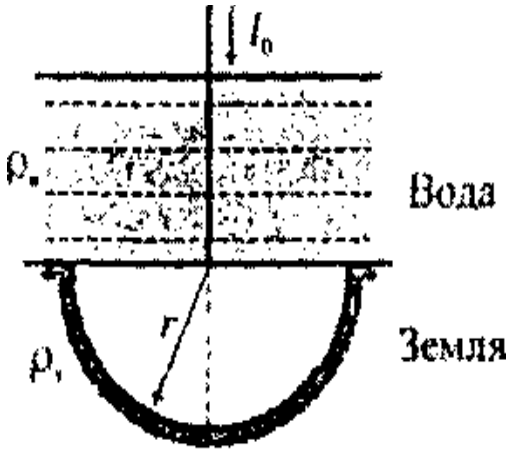
3.3 тапсырмаға. Жерге тұйықтағыш (электрод) – су қоймасының түбіндегі жіңішке металл диск.

3.4 Тапсырма. Радиусы r жарты шарлы жерге тұйықтағыш су бетінің әсерімен жерге тұйықтағыштан тоқтың жайылу сипатын ескермеуге болатын өте үлкен тереңдіктегі су қоймасының түбіне (теңіз, көл, өзен) орналасқан. Ток жерге тұйықтағышқа оқшауланған сым арқылы беріледі.

Берілген: жерге тұйықтағыштың радиусы r = 0,25 м; судың меншікті кедергісі ρ_3 = 180 Ом·м.

Талап етіледі: теңдеуді шығарып және жерге тұйықтағыштың кедергісін есептеу.

Жауап: R_3= 3,4 Ом.



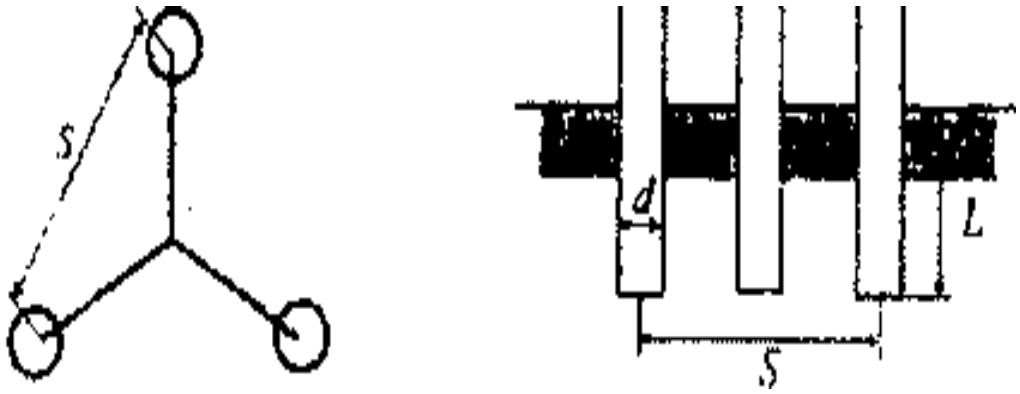
3.4 - тапсырмаға. Су қойманың түбіндегі жарты шарлы жерге тұйықтағыш (электрод).

Қарапайым топтық жердегі тұйықтағыштар

3.5 тапсырма. I_3 = 60А ток диаметрі d = 0,05 м бір-бірімен біркелкі жалғанған үш негізгі электродтардан тұратын топтық жерге тұйықтағыш арқылы жерге жиналады. Негізгілері L = 2м тереңдікте жерге қағылған және тең қабырғалы үшбұрыштың төбесіне орналасқан. Жер тегіс, оның меншікті кедергісі ρ =100 Ом·м.

Талап етіледі: топтық жерге тұйықтағыштың φ_3 потенциалын және екі жағдай үшін оның өткізгіштігін пайдалану коэффициентін анықтау: электродтардың орта аралық ара қашықтығында s = 2м и 10м.

Жауап: $\varphi_{31} = 1090В$; $\eta_1 = 0{,}73$; $\varphi_{32} = 870B$; $\eta_2 = 0{,}93$.



3.5 тапсырмаға. Үш негізгі сатылас электродтардан тұратын, тең қабырғалы үшбұрыштың төбесінде орналасқан топтық жерге тұйықтағыш: а - жоғарыдан көрінісі; б - бүйірінен көрінісі

3.6 тапсырма. Екі жарты шарлы жерге тұйықтағыш (электрод) бір-бірінен S= 5м ара қашықтықта орналасқан. Олар бір бірімен сыммен жалғанған және олардың әрқайсысы I=5A ток жинайды.

Берілген: жерге тұйықтағыштың радиусы r = 0,05м; жер тегіс, оның меншікті кедергісі ρ=50 О м·м; адам адымының ұзындығы a = 0,8м.

Талап етіледі: электродтардың потенциалын, олардың ток жинау кедергісін, сонымен қатар олардың ортасын қосатын тікелей жерге тұйықтағыштардың арасында болатын адам үшін адым және жанасу кернеуінің максималды мәнін анықтау.

Нұсқау: адамның аяғынан токтың жиналу кедергісі және оның аяқ киімінің кедергісі нөлге тең деп жорамалдап есептеуді жүргізу; электродтардың орналасу сұлбасын, шамалардың потенциалды қисық және әріптік белгілерін көрсету.

Жауап: $\varphi_З$= 804В, $R_З$=80,4Ом, Uпр=772В, Uш=747В.

3.7 тапсырма. Дөңгелек қималы екі бірдей негізгі жерге тұйықтағыш барлық ұзындығымен тігінен жерге қағылған. Олардың орталарының арасының ара қашықтығы s = 5 м. Электродтар өзара сым арқылы жалғанған, олардың әрқайсысы жерге I = 5 А ток жинайды.

Берілген: электродтардың ұзындығы L = 5м, электродтардың диаметрі

d = 0,05 м, жер тегіс, оның меншікті кедергісі р = 100 Ом·м, адам адымының ұзындығы a = 0,8 м.

Талап етіледі: электродтардың потенциалын, олардың ток жинау кедергісін, сонымен қатар олардың ортасын қосатын тікелей жерге тұйықтағыштардың арасында болатын адам үшін адым және жанасау кернеуінің максималды мәнін анықтау

Нұсқау: адамның аягынан токтың жиналу кедергісі және оның аяқ киімінің кедергісі нөлге тең деп жорамалдап есептеуді жүргізу; электродтардың орналасу сұлбасын, шамалардың потенциалды қисық және әріптік белгілерін көрсету.

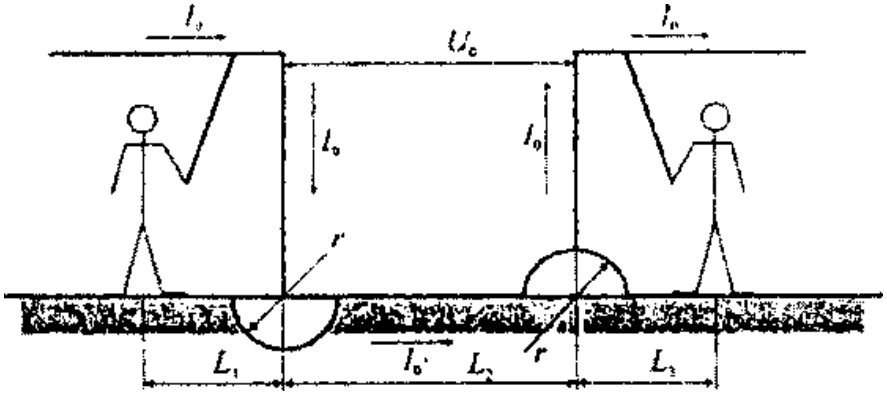
Жауап: $\varphi_з$ =110 В, $R_з$ =11.2 Ом, $U_{пр}$ = 63 В, $U_ш$ = 53 В.

3.8 тапсырма Азғантай ұзындық аумағында жер тоқтың бір жарты шарлы электродтан басқасына өтетін сым ретінде пайдаланылады.

Берілген: I_0 = 1,0 А ток, жердің меншікті кедергісі $\rho = 200$ Ом·м, жерге тұйықтағыштың радиусы r = 0,05 м, ара қашықтығы: $L_1 = 3$м, $L_2 = 40$м, $L_3 = 20$ м, адам денесінің кедергісі $R_h = 1000$ Ом.

Талап етіледі: екі адамнан тоқ өткен кезде сымдар жанасуына ұшыраған жанасу кернеуінің әсерін, сонымен қатар жерге тұйықтағыштардың арасындағы кернеуді анықтау.

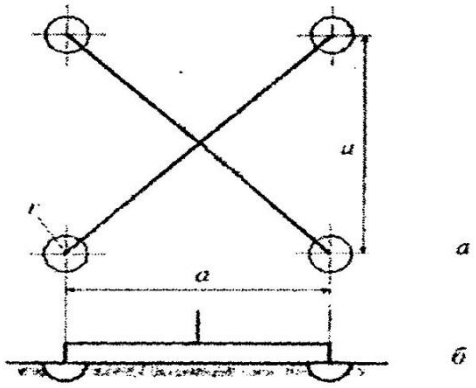
Жауап: $U_{пр1} = 482\ B,\ U_{пр2} = 768\ B,\ U_0 = 1636\ B.$



3.8 тапсырмаға. Тоқтың жер және жарты шарлы электрод арқылы өту сұлбасы

3.9. тапсырма. Жан жағынан а = 3м шаршының ұшында орналасқан төрт жарты шарлы элетродтардан тұратын пайдалану коэффициенті мен топтық жерге тұйықтағыштың кедергісін есептеу. Электродтардың радиусы r = 0,5 м, жер тегіс, оның меншікті кедергісі $\rho = 157$ Ом·м .

Жауап: $\eta = 0{,}65$, $R_{гр} = 19{,}2$Ом м.



3.9 тапсырмаға. Шаршының ұшында орналасқан төрт жарты шарлы электродтардан тұратын топтық жерге: а - жоғарыдан көрініс, б - бүйірінен көрініс .

3.10 тапсырма. $I_{гр}$ тогы тең қабырғалы үшбұрыштың ұшында орналасқан радиусы r = 0,5 м үш бірдей жарты шарлы электродтардан тұратын топтық жерге тұйықтағыштан жиналады.

Талап етіледі: электродтардың орталықтарының арасындағы ара қашықтықтары s = 2,5; 10;40 м; жердің (жер тегіс) меншікті кедергісі 120 Ом·м болған кезде $I_{гр}$ анықтау.

Шешуі. Электродтар бірдей және бірдей жағдайда болатындықтан олар төмендегілерге тең:

- токтың таралу кедергісі $R_0 = \frac{\rho}{2\pi \cdot r} = \frac{120}{2\pi \cdot 0{,}5} = 40$ Ом;

- олар арқылы жерге жиналатын токтар $I_0 = \frac{I_1}{n} = \frac{30}{3} = 10A$;

- өзіндік потенциалдар $\varphi_0 = I_0 \cdot R_0 = 10 \cdot 40 = 400$ В.

Екі басқа электродтардың потенциалды электродтардың біреуіне бағытталған, $\varphi_н$ потенциалдарды ескере отырып топтық жерге тұйықтағыштың потенциалы:

$$\varphi_{гр} = \varphi_0 + (n-1)\varphi_н ,$$

немесе $\varphi_н = \varphi_0 \frac{r}{S-r}$,

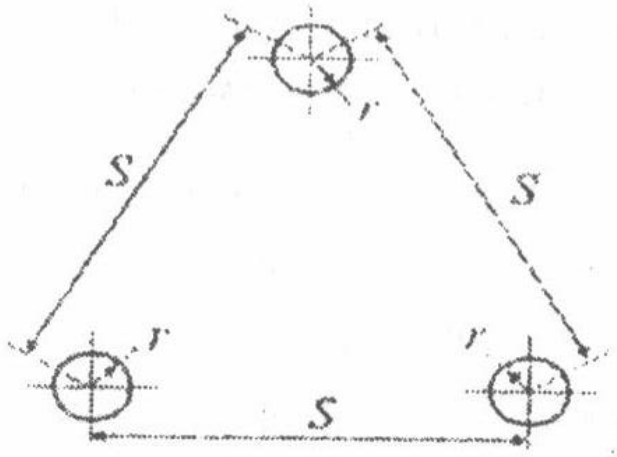
ескере отырып

$$\varphi_{гр} = \varphi_0 \frac{S+r}{S-r} = 400 \frac{S+0,5}{S-0,5}.$$

аламыз.

Топтық жерге тұйықтағыштардың потенциалының ізделіп отырған мәні:

S = 2,5 м	$\varphi_{гр} = 1,5$	$\varphi_0 = 600\ B$;
S = 10 м	$\varphi_{гр} = 1,1$	$\varphi_0 = 440\ B$;
S = 40 м	$\varphi_{гр} = 1,0$	$\varphi_0 = 400\ B$.



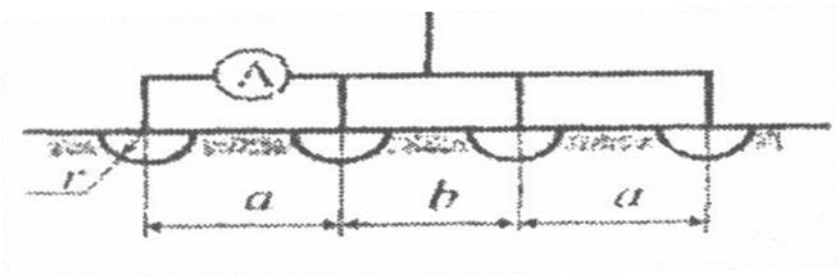
3.10 тапсырмаға. Жердің бетінде тең қабырғалы үшбұрыштың ұшында орналасқан үш жарты шарлы электродтардың ішінен топтық жерге тұйықтағыш.

3.11 тапсырма. Түзу сызықта орналасқан бірдей өлшемдегі төрт жарты шарлы электродтардан тұратын топтық жерге тұйықтағыштың $\varphi_г$ потенциалын, $R_г$ кедергісін және өткізгіштігін пайдалану коэффициентін

анықтау. Электродтар өзара жердің үстінде орналасқан сымдармен жалғанған.

Берілген: әрбір жарты шарлы электродтың радиусы r = 0,05м; көршілес электродтардың арасындағы ара қашықтық a = 1м, b = 25 м, меншікті $\rho =$ 100О м·м: кедергісі бар жер тегіс: амперметрдің көрсеткіші I = 5 А.

Жауап: $\varphi_г = 1670B, R_г = 83{,}7$Ом, $\eta = 0{,}95$.



3.11. тапсырмаға. Төрт жарты шарлы электродтардан тұратын топтық жерге тұйықтағыштың потенциалын, кедергісін және өткізгіштікті пайдалану коэффициентін анықтауға

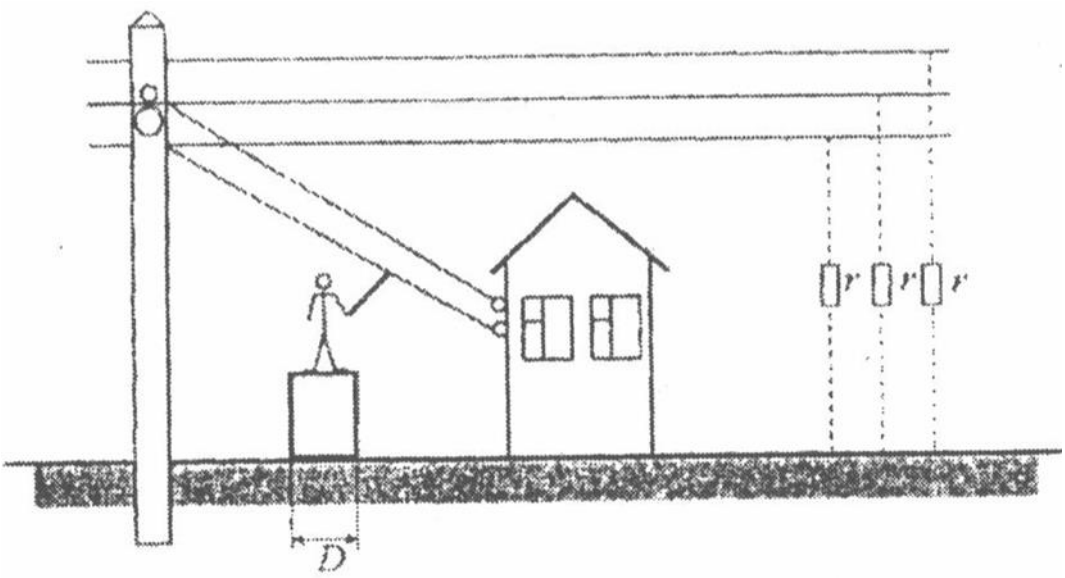
Адамдарға электр тогының әсерінен болған жазатайым жағдайлар

3.12 тапсырма. Бейтарап оқшауланған 220 В электр желісінен тұрғын үйге ауаның енуін жақсартуға талпына отырып адам метал бөшкеде түрегеп тұрып енгізу сымының біреуіне жалаңаш қолмен кездейсоқ тиіп кетті. Нәтижесінде ол электр соққысының әсеріне ұшырады, бірақ тірі қалды. Бөшкенің екі түбі бар және ол түбінің барлық аумағымен жерге жанасып тігінен тұр.

Берілген: жазатайым жағдайдан кейін бірден өлшенген жерге қатысты сымдардың оқшаулау кедергісі $r_1 = r_2 = r_3 = r$ = 4320 Ом; жерге қатысты сымдардың сыйымдылығы аз, сондықтан есептеген кезде оларды ескермеуге болады, жердің меншікті кедергісі ρ =200Ом·м; бөшкенің диаметрі D = 1,0м; адам денесінің кедергісі R_h= 1000 Ом. Зақымданушының аяқ киімі ылғалды болған, сондықтан есептеген кезде оның кедергісін нөлге тең деп қабылдауы тиіс.

Талап етіледі: зақымданушының денесі арқылы өткен токты анықтау.

Жауап: I_h= 50 мА.



3.12 тапсырмаға сымға жалаңаш қолмен жанасу нәтижесіндегі тоқтың әсерімен тұрған адам

3.13 тапсырма. Кернеуі 35 кВ электр берудің ауа сызығында сым үзіліп кетті және жерде жатқан метал құбырға тұйықталып қалды.

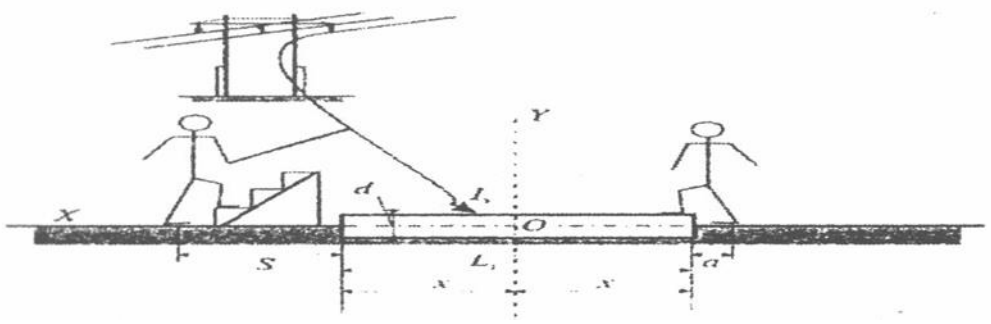
Құбырға жақын тұрған екі адам кернеу астында қалды. Біріншісі құбырдың дөңбегіне жақын жерде бір аяғымен тігінен тұрып үзілген сымды, ал басқасы - құрғақ ағаш баспалдақтың басқышын кездейсоқ ұстады. Екінші зақымдалушы құбырда бір аяқпен, басқасы - жерде жатқан құбырдың бойлық өсінде тұрды. Бұл тапсырмада бірінші зақымдалушының электр тоғымен зақымдалу жағдайы қарастырылады, ал екіншісі - 3.14 тапсырмада қарастырылады.

Берілген: құбырдың ұзындығы $L_{\text{Т}} = 10$ м; құбырдың диаметрі d=0,1м; бір бөлігі $L_{\text{в}}$ = 210 км зақымданған сызық болып табылатын, электр желісінің электрлік байланысты ауа сызығының ұзындығы 35 кВ, жердің меншікті кедергісі ρ=150Ом*м; жерде тұрған құбырдың ұшынан адамның аяғына дейінгі ара қашықтық, S =1м; адам денесінің кедергісі R_h= 1000 Ом.

Талап етіледі: a_1 жанасу кернеуінің коэффициентін, сонымен қатар баспалдақта жұмыс істеген зақымдалушының U_{np} жанасу кернеуін есептеу.

Нұсқау: құбыр жерге оның диаметрінің жартысына дейін батқан, соның салдарынан құбырдың бойлық өсі жердің бетінде жатыр деп есептеу; зақымдалушының аяқ киімінің кедергісін нөлге тең деп қабылдау; зерттеу көрсеткендей төменгі сатының аумағындағы баспалдақтың өткізгіштігі өте аз және есептеген кезде де нөлге тең деп қабылдау керек.

Жауап :$a_1 = 0{,}77$; $U_{np} = 283B$.



3.13 тапсырмаға. Адамдардың жанасу кернеуіне тиіп кетуі, үзіліп кеткен кездегі адым кернеуі және бейтарап оқшауланған ВЛ35 кВ сымының жерге түсуі

3.14 тапсырма. Кернеуі 35 кВ электр берудің ауа сызығындағы сым үзіліп, жерде жатқан метал құбырға тұйықталды.

Құбырға жақын тұрған екі адам кернеу астында қалды. Сонымен қатар олардың біреуі құбырдың дөңбегінде бір аяқпен, ал екінші аяғымен - дөңбектен адым ара қашықтығында құбырдың бойлық өсіндегі жерде тігінен тұрды.

Берілген: құбырдың ұзындығы $L_{\text{т}} = 10$ м; құбырдың диаметрі d = 0,1м; бір бөлігі $L_{\text{в}}$ = 210 км зақымданған сызық болып табылатын, электр желісінің электрлік байланысты ауа сызығының ұзындығы 35 кВ, жердің меншікті кедергісі ρ =150 Ом*м; адам денесінің кедергісі $R_h = 1000$ Ом; адам адымының ұзындығы а = 0,8 м.

Талап етіледі: β_1 и β_2 адым кернеуінің коэффициентін есептеу, сонымен қатар құбырда бір аяқпен тігінен тұрған зақымдалушының адым кернеуін есептеу.

Нұсқау: құбыр жерге оның диаметрінің жартысына дейін батқан, соның салдарынан құбырдың бойлық өсі жердің бетінде жатыр деп есептеу; зақымдалушының аяқ киімінің кедергісін нөлге тең деп қабылдау.

Шешуі: адым кернеуін формула бойынша табамыз

$$U_{\text{ш}} = \varphi_3 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2,$$

мұндағы φ_3-жерге тұйықтағыш потенциалы (құбырдың);

$$\varphi_3 = \mathrm{I}_3 \frac{\rho}{\pi \cdot L} \mathrm{In}\,(\frac{2L}{d})\,.$$

β_1 және β_2, коэффициенттерін анықтау кезінде адам құбырда жерге тигізбей бір аяқпен түрегеп тұрғанын, ал екінші аяғымен бірінші аяғынан бір адым ара қашықтығында жерде тұрғандығын ескеру қажет.

Бірінші аяқтың табанының потенциалы $\varphi_x = \varphi_3$ болғандықтан β_1 коэффициенті:

$$\beta_1 = (\varphi_x - \varphi_{x+a})/\varphi_x;$$

тәуелділігінің қарастырылған жағдайы үшін көрсетіледі:

$$\beta_1 = 1 - \varphi_{x+a}/\varphi_3.$$

Екінші аяқтың табанының потенциалы оның бойлық өсі бойынша потенциалды қисық жерге тұйықтағыш (құбыр) теңдеуімен көрсетіледі:

$$\varphi_{x+a} = \frac{I_3\rho}{2\pi L} In \frac{2(x+a)+L}{2(x+a)-L}.$$

β_1 мәнін есептейміз:

$$\beta_1 = 1 - \frac{\varphi_{x+a}}{\varphi_3} = 1 - \frac{\frac{I_3\rho}{2\pi L} In \frac{2(0{,}5+10+1)+10}{2(0{,}5+10+1)-10}}{\frac{I_3\rho}{2\pi L} In \frac{2\ \cdot 10}{0{,}1}\ .} = 0{,}7737 \approx 0{,}77\ .$$

β_2 мәні белгілі формуламен есептеледі:

$$\beta_2 = R_h/(R_h + 2R_{\text{н}}) = R_h/(R_h + 3\rho)\ ,$$

мұндағы $R_{\text{н}} = \rho$ - бір аяқтың табанының кедергісі.

Біздің жағдайда табанның кедергісі $\beta_2 = R_h/(R_h + R_H) = R_h/(R_h + 3\rho) = 1000/(1000 + 3\ .\ 150)0{,}69$
болғандықтан тек бір аяқ ескеріледі.

$$\beta_2 = R_h/(R_h + R_H) = R_h/(R_h + 3\rho) = 1000/(1000 + 3\ \cdot 150)0{,}69\ .$$

Токтың тұйықталуын анықтаймыз:

$$I_3 = \frac{U}{350}(35L_K + L_{\text{в}}) = \frac{35}{350}\ \cdot\ 210 = 21A;$$

- адымдық кернеу:

$$U_{\text{ш}} = \varphi_3\ \cdot\ \beta_1\ \cdot\ \beta_2 = 21\frac{150}{\pi\ \cdot\ 10} In\left(\frac{2\ \cdot 10}{0{,}1}\right)\ \cdot\ 0{,}77\ \cdot\ 0{,}69 = 282B.$$

3.15 тапсырма. Үш фазалы үш өтпелі 660 В электр желілі мекеменің территориясында азғантай ұзындықта радиусы R_1. Жарты сфералы түбі бар бөшке түріндегі метал ыдыста бір фаза тұйықталды. Ыдыс оның жарты сферасының ортасына дейін жерге көмілген.

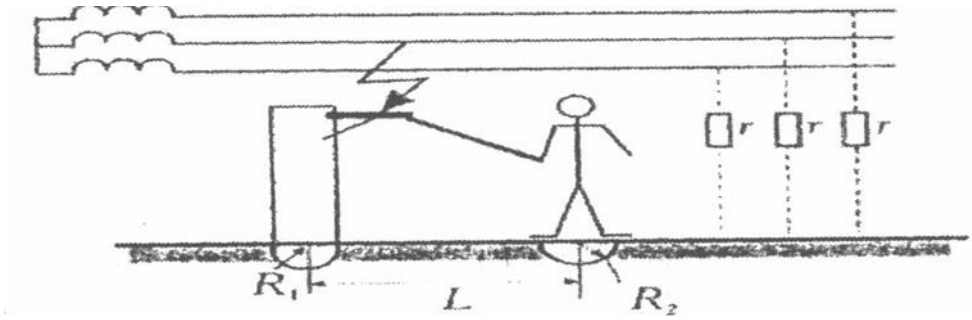
Ыдысқа тұйықталу кезінде ортасына дейін жерге көмілген радиусы R_2 шарды пішіні бойынша салыстыруға болатын металл затта тұрған адам ұстады. Адам электр соққысын алды және қолын күйдірді, бірақ ол тірі қалды.

Берілген: зақымдалушы тұрған ыдыс пен жарты сфераның радиусы $R_1 = R_2 = 0{,}15$м; көрсетілген жарты сфералардың арасындағы ара қашықтық L= 20м; жердің меншікті кедергісі ρ = 160 Ом·м; жерге қатысты әрбір сымның оқшаулағышының кедергісі $r_1 = r_2 = r_3 = r = 1800$ Ом; адам денесінің кедергісі $R_h = 1000$ Ом.

Талап етіледі: I_h тоғын және зақымдалушы ұшыраған жанасу әсерінің кернеуін анықтау.

Нұсқау: жерге қатысты оның ұзындығының аздығының салдарынан болған электр желісі сымдарының сыйымдылығынU_{np} нөлге тең деп қабылдау; өлшеу нәтижелеріне сәйкес екі зақымдалушының да кедергілерін нөлге тең деп есептеу қажет.

Жауап: I_h = 64 мА; $U_{\text{пр}}$ = 64 В.



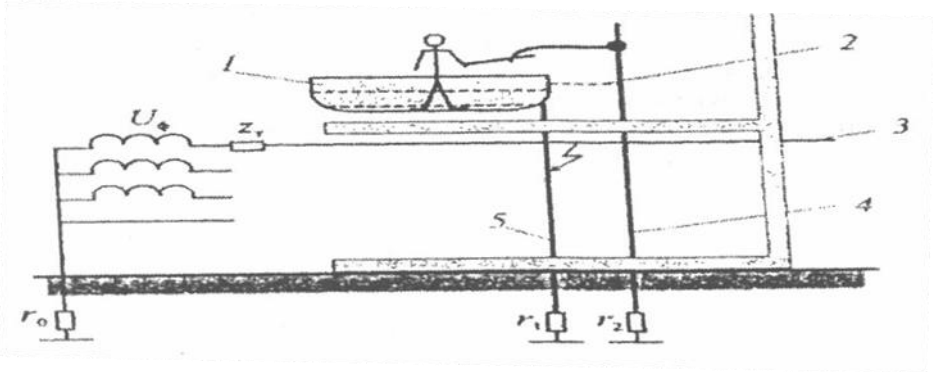
3.15 тапсырмаға. Металл құрылымға электр желісінің фазасы тұйықталған кезде адамның электр тоғымен зақымдануы

3.16 тапсырма -Тұрғын үйдің жуынатын бөлмесінде адам электр тоғына өлім тудыратындай зақымданды. Зерттеулер зақымданушы душ қабылдауға дайындалып, ваннада тігінен тұрып азғантай су мөлшерін ұстап қолына су ағатын құбырдың 4 металл шүмегін ұстап зақымданғандығын көрсетті. Сондай-ақ электр кернеуі 5 төккіш құбырда пайда болған, нәтижесінде электр өткізу фазасының оқшаулағышы және оның 5 құбырмен түйісуінің зақымдалуы сіздің бөлмеңізден тыс. Оның үстіне ванна, демек 5 төккіш құбыр зақымданушыға әсер еткен 4су ағатын құбырмен байланыста болған. Бұл жағдай жөндеу сапасының төмендігі және электр өткізгіш және су құбырының желілерін пайдаланудың қанағаттандырылмағандығының салдары болып табылды.

Берілген: электр өткізгіш қоректенетін трансформатордың қуаты мен кернеуі, P = 63кВА, U = 6/0,4 кВ; трансформатордың бейтарап жерге тұйықталу кедергісі $r_0 = 8$ Ом; төккіш құбырының жерге тұйықталу кедергісі r_1 = 200 Ом; су жіберу құбырының жерге тұйықталу кедергісі r_2 = 4 Ом.

Талап етіледі: адам зақымданған тоқты анықтау.

Нұсқау: адам денесінің R_h кедергісін 1000 Ом-ға тең деп қабылдау.
Жауап: I_h = 208 мА.



3.16 тапсырмаға ваннаны пайдалану кезінде адамның электр тоғымен қатты зақымдануы

1 -ванна; 2-ваннаны 4 су ағатын құбырмен жалғайтын метал түтікшенің орны; 3-электр өткізгіш; 5-төккіш құбыр; r_0 - желінің бейтарап жерге тұйықталу кедергісі; z - трансформатор орамасының кедергісі

3.17 тапсырма. Металл корпусы бар, кернеуі 42 В, қол электр аспабымен (бұрғымен) метал сыйымдылықта (бакта) жұмыс істеген кезде электромонтер тоқпен қатты зақымданды.

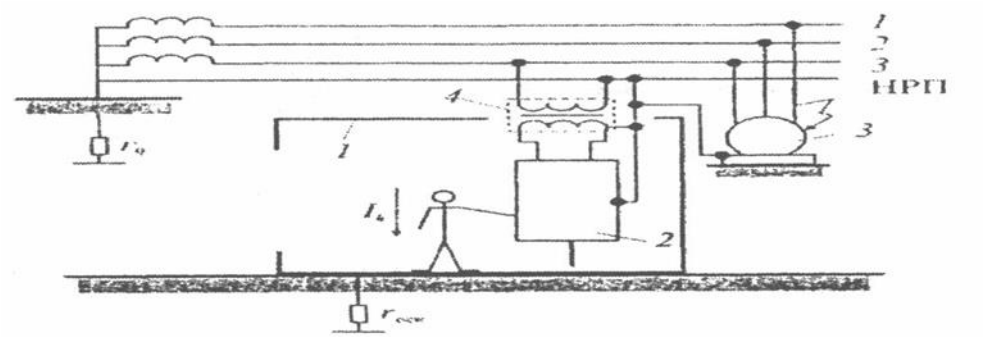
Бұрғының қоректенуі нөлдік жұмыстық сымның қайта жерге тұйықталуынсыз 380/220 В желісінен қоректенетін 220/42 В бір фазалы түсіруші трансформатордан жүзеге асырылған. Түсіруші трансформатордың екінші орамасы мен электр аспабының корпусы нөлденген.

Электромонтер сыйымдылықта жұмыс істеп жатқан кезде бактың сыртында тұрған электрқозғалтқыштың нөлденген корпусына 380 В сызығының фазасының тұйықталуы болды, ол монтердің тоқпен зақымдануына әкеп соқты..

Берілген: нөлдік сымның кедергісі фазалық кедергіден 2 есе көп: $R_H = 2R_ф$; адам денесінің кедергісі R_h=1000 Ом; зақымданушының аяқ киімінің кедергісі $R_{об} = 1400$ Ом; адам түрегеп тұрған табанының кедергісі, $r_{осн} = 8$ Ом; тоқ көзінің бейтарап жерге тұйықталу кедергісі $r_0 = 4$ Ом.

Талап етіледі: зақымданушының денесі арқылы өтетін тоқты анықтау және КЗ кезінде электромонтердың зақымдану қауіпін болдырмау үшін қандай шаралар орындау керектігін көрсету.

Жауап: $I_h = 61$мА.



3.17 тапсырмаға Метал сыйымдылықтың ішінде кернеуі 4,2 В қол электр аспабымен жұмыс істеген кезде адамның тоқпен қатты зақымдануы: 1- металл сыйымдылық (бак); 2 - қол электр аспап; 3 - кернеуі 380 В электрқозғалтқыш; 4 - 220/42 В түсіруші трансформатор.

3.18 тапсырма. 380/220 В электр бергіш ауа сызығының ағаш діңгектің - аяқ жағындағы тіреуіште осы тіреуішке орнатылған сыртқы жарықтандырудың жарық түсіргіш арматурасына баратын нөлдік жұмыстық сым (НЖС) үзіліп кетті. Нәтижесінде арматурадағы шам өшіп қалды.

Электромонтер бүлінген жерлерді қалпына келтіру үшін металл приставканың биік тіреуішіне шықты және шамшырақтан келіп түсетін үзілген нөлдік сымның ұшынан ұстады. Сонымен қатар ол токпен қатты зақымданды.

Жазатайым жағдайды зерттеу шам қоректенген фазалық сымның - жарықтандыру сызығы өшіп тұрғанын көрсетті, бірақ НЖС үзілуінің салдарынан шам жанбаған, ал электромонтер ұстаған НЖС-ң үзілген ұшы жерге салыстырмалы U= 220 В кернеуде болған. Электромонтер сымды ұстаған уақытта жерге көмілген теміржол рельсінің кесіндісіне - тіреуішке қойылған приставкада екі аяғымен тігінен тұрған.

Берілген: адам денесінің кедергісі R_h= 1000 Ом; аяқ киімнің кедергісі $R_{об} = 800$ Ом; трансформатор қоректенетін бейтарап жерге тұйықталу кедергісі r_0=8 Ом; жердің меншікті кедергісі ρ= 90 Ом·м; жерге көмілген рельс аумағының ұзындығы, L= 1,5 м; шамшырақтағы шамның қуаты P = 200 Вт.

Талап етіледі: электромонтер зақымданған токты есептеу.

Нұсқау: рельстің кедергісін есептеген кезде білік тәрізді болаттың диаметрін d = 0,1 м деп қабылдау.

Шешуі. Электромонтер үзілген сымды ұстаған кезде біртіндеп жалғанған кедергілердің тұйық тізбегі пайда болды: қыздыру шамы $r_л$, адам денесі R_h , өзекті электродтардың (рельстің) $r_З$, аяқ киімдері $R_{об}$, r_0 трансформатордың бейтарапты жерге тұйықталуы.

Шамның кедергісі

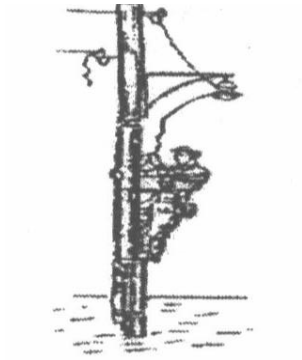
$$r_л = U_{ф^2}/P = 220^2/200 = 242 \text{ Ом}$$

Электрод кедергісі:

$$r_з = \frac{\rho}{2\pi L} In \frac{4L}{d} = \frac{90}{2\pi \cdot 1{,}5} In \frac{4 \cdot 1{,}5}{0{,}1} = 39 \text{ Ом.}$$

Осы тізбекпен өтетін тоқ ізделіп отырған зақымдаушы ток болып табылады:

$$I_h = U_Ф/(r_л + R_h + R_{об} + r_з + r_0) = 220/(242 + 1000 + 800 + 39 + 8) = 0{,}105A.$$



3.18 тапсырмаға. Электромонтердың ВЛ380/220 В нөлдік жұмыстық сымының үзілгенін қайта қалпына келтіруге әрекеттенуі кезінде тоқпен зақымдануы

3.19 тапсырма. Жер полы бар кішігірім аумақта қосалқы үй-жайдың бір мекемесінде үш фазалы желінің 380/220 В кернеумен қоректенетін, электрқозғалтқыштың әрекетімен алынған екі механизм пайдалынылған. Бұл жерде қоректенуші трансформатордан тікелей анықталған, бөлмелердің барлық электр желілілерінің ажыратқышпен ажырату арқылы оның құрылыстық бөлігіне үш күн бойы жөндеу жүргізілді. (тапсырма суретін қараңыз).

Жөндеу жұмыстары біткеннен кейін міндеттеріне берілген бөлменің электр жабдықтарына қызмет көрсету жататын аға электромонтер мен оның көмекшісі агрегаттан жөндеу кезінде салынған қауіпсіздік белгісі мен брезент жаппасын алып тастады, агрегаттың шаңын сүртті, агрегатқа жақын басқа заттардың жоқ екендігіне көздерін жеткізді, механизм мен электрқозғалтқыштардың басқару органдарының дұрыс тұруын және жөнделгендігін тексерді, нөлдеу магистралына электрқозғалтқыштың тұрқысының жалғанғандығына көз жеткізді. Сонан соң олар трансформатор будкасының ажыратқышын қосты, яғни нұсқалған бөлмеге кернеу берді және электрқозғалтқышты қосты. Олар қалыпты жұмыс істеді. Біраз уақыттан соң аға монтер көмекшіге жарықтандыру өткізгіштің дұрыстығын тексеруді - бөлменің (төбеге ілінген қыздыру шамы бар үш шамшырақты) шамын өшіруді бұйырды.

Көмекші шамдар тізбегіндегі (3 поз.) бір полюстік ажыратқышты қосты, осы кезде жұмыс істеп тұрған электрқозғалтқыштың жанында оның тұрқысына қолымен сүйеніп тұрған аға монтер тоқпен зақымданып құлады.

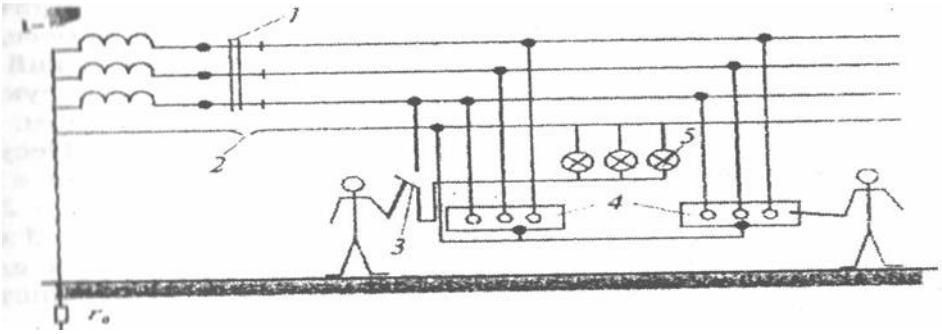
Мекеменің дәрігерге дейінгі көмегі, сондай-ақ жедел жәрдеммен келген медициналық көмек, зардап шегуші жеткізілген аурухана дәрігері де оң нәтиже бермеді. Зақымдану аса қатты болған.

Жазатайым жағдайдың себебі бөлмені жөндеу кезінде болған желінің нөлдік жұмыстық сымының үзілуі болып табылды.

Берілген: топырақтың меншікті кедергісі ρ =120 Ом-м; қоректенетін трансформатордың бейтарап жерге тұйықталу кедергісі r_0 = 8 Ом; шамның номиналдық кернеуі U = 220 В; шамның қуаты P = 300 Вт; адам денесінің кедергісі R_h = 850 Ом.

Талап етіледі: адамды зақымдаған тоқты I_h және оның жанасу кернеуін $U_{пр}$ анықтау.

Жауап: $I_h = 200$ мА; $U_{пр} = 170\ B$.



3.19 тапсырмаға. Нөлдік жұмыс сымының үзілуі салдарынан электромонтердың тоқпен қатты зақымдануы кезіндегі желінің сұлбасы:

1- бөлменің электржелісінің ажыратқышы; 2 -ЖС үзілген орны; 3- жарықтандыруды ажыратқыш; 4 - электрқозғалтқыштар; 5- қыздыру шамы.

3.20 тапсырма. 380/220 В ВЛ қызмет бөлмесіне енгізу орнында сыртты жарықтандыру шамшырағына баратын сымдар жүргізілген метал құбырда бір фаза тұйықталды. Бұл құбыр осы кермеге қатысты апат кезінде электромонтердің токпен аса зақымдануының нәтижесінде ВЛ ағаш тіреуіштің металл арқанды кермесімен байланыста болған. Керменің төменгі ұшынан белгілейтін зәкір(якорь) ретінде жерге керменің жауып бекітілген орнында жерді ашып көрсеткендей белгісіз пішінде шойын машиналық бөлшек пайдаланылады. Бұл бөлшекті есептеу кезінде диаметрі d=0,8 м метал шармен салыстыру қажет.

Берілген: тұйықталу кезінде керме арқылы жерге жиналған тоқ; құбырдағы фаза,

I_3 = 4 А; адам денесінің кедергісі R_h=1000; Ом; зақымданушының аяқ киімінің кедергісі $R_{об} = 0$;. Жердің меншікті кедергісі р = 200 Ом -м; шардың жерге көмілуі t=1,2 м; шардың ортасынан зақымданушыға дейінгі ара қашықтық x = 2м.

Талап етіледі: $U_{пр}$ жанасу кернеуін және адамды зақымдаған Ih тоқты анықтау.

Жауап: $I_h = 101$ м А $\quad U_{\text{пр}} = 101$ В.

3.21 тапсырма. Апат болған кезде электр беру ВЛ-ң бір сымы метал күркеге жанасты, нәтижесінде метал столға шынтақпен сүйеніп, күркеде метал орындықта отырған бала тоқпен аса зақымдалды. Зақымданушының киімі - шолақ дамбал және қысқа жеңді жейде. Оның денесінің ашық жерлері стол мен отырғышқа соқтығысып қалды.

Берілген: Күрке тұтастай металдан жасалған. Оның құрылымының салмақ түсетін элементтері үш діңгек - диаметрі d=0.05м болат құбыр болып табылады. Құбырлар бірі бірінен S=3 м ара қашықтықта тең қабырғалы үшбұрыштың ұшында L_1=2,5 м тереңдікте жерге қағылған (6 тапсырманың суретін қараңыз). Діңгектер болат табақтан және бұрыш темірден жасалған бірыңғай метал құрылымға бекітілген.

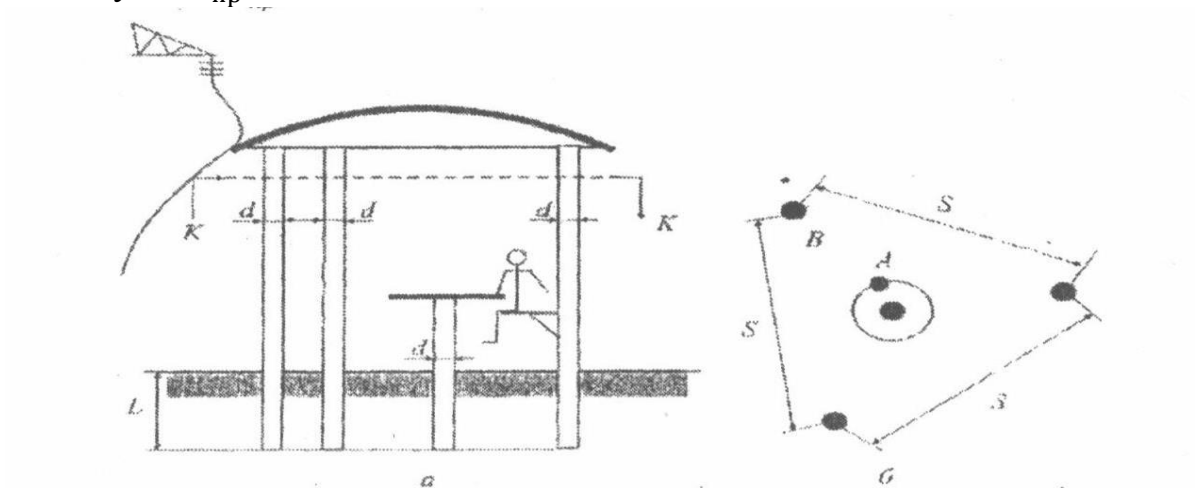
Стол мен отырғыштар да тұтастай металдан жасалған. Столдың үстіңгі тақтайы - күркенің діңгектерінен пайда болған үшбұрыштың ортасынан жерге қағылған, болат құбырға бекітілген метал табақ.

Жазатайым жағдайдан кейін өлшеу арқылы топырақтың меншікті кедергісі

$\rho = 200$ Ом·м және I = 60 А, күрке арқылы жерге сымнан жиналатын тоқтың мәні анықталды.

Талап етіледі: діңгек (отырғыш) пен столдың арасындағы потенциалдардың айырмашылығын анықтау. Мұндай жағдайда бұл потенциалдардың айырмашылығын зақымданушы үшін $U_{\text{пр}}$ жанасу кернеуі деп есептеуге болады.

Жауап: $U_{\text{пр}} = 847$ В.



3.21 тапсырмаға. Баланың метал күркеде электр тогымен зақымдануы: а - күркенің жалпы көрінісі; б - күрке діңгектерінің салмақ түсу жүктемесінің орналасуы (жоғарыдан көрінісі).

4. Өміртіршілік қауіпсіздігі бойынша тапсырмалар

4.1 тапсырма.

Қаланың солтүстік ауданы аймаққа 70-90 кПа артық қысыммен келіп түседі. Құрылыс салыну тығыздығы 30%, көшенің ені 30 - 40 м., ғимараттар негізінен сегіз қабатты. Үйінді пайда болу мүмкіндігі мен олардың биіктігін анықтау керек.

Шешуі. Берілген 4.2 кесте бойынша үйінділер тұтастай 50 кПа артық қысымда пайда болады. 30% құрылыс салу тығыздығы үшін мүмкінді үйінділердің биіктігін 4.3 кесте бойынша табамыз, ол 3,1 м-ге дейін болуы мүмкін. Осы мәліметтер негізінде көшелердегі үйінділерді тазалау бойынша жұмыстар жүргізуді жоспарлауға болады.

4.1 кесте - Өзіндік шешу үшін нұсқаулар

Көрсеткіштер	Мысалға арналған нұсқаулар									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Қысымы	50 кПа	40 кПа	30 кПа	90 кПа	70 кПа	60 кПа	110 кПа	100 кПа	40 кПа	50 кПа
Құрылыстың салыну тығыздығы	20	30	40	50	60	30	40	50	20	60
Көшенің ені	10	20	30	40	20	30	40	10	60	50
Қабаттылық	6	5	4	2	3	7	8	6	5	3

4.2 кесте

Ғимараттың қабаттылығы	Көшенің ені, м		
	10-20	20-40	40-60
	Артық қысым, кПа		
2-3	50	90	-
4-5	40	70	110
6-8	30	50	100

4.3 кесте

Ғимарат тығыздығы	Қабаттылық				
	1	2	4	6	8
	Жазық үйіндінің биіктігі, м				
20	0,3	0,6	1,3	1,7	2,1

30	0,5	0,9	1,9	2,8	3,1
40	0,6	1,2	2,5	3,7	4,2
50	0,8	1,6	3,1	4,6	5,2
60	0,9	0,9	3,8	5,6	6,2

4.2 тапсырма.

Радиациялық жағдайды бағалау бойынша тапсырманы шешу кезінде әдетте радиацияның деңгейін бір уақытқа келтіреді. Жарылыс уақыты белгілі болған кезде радиацияның деңгейін формула бойынша анықтайды:

$$P_t = P_0(\frac{t}{t_0})^{-1,2} \text{ немесе } P_1 = P_t \cdot K_t, \quad (4.1)$$

мұндағы P_0- жарылыстан кейін to уақыт мезетіндегі радиацияның деңгейі;

P_t- жарылыс мезетінен саналған, t уақыт мезетінде қарастырылған радиация деңгейі;

$K_t = (t/t_0)^{-1,2}$ - жарылыстан кейін әртүрлі уақытта радиацияның қайта саналу коэффициенті. Теңдеуді шеше отырып радиацияның деңгейі уақыттың жеті есе артуы кезінде 10 рет кемитініне көз жеткізуге болады. Жарылыстан кейін әртүрлі уақытта радиацияның қайта саналуы үшін K_t коэффициентінің мәні 4.4 кестеде келтірілген.

4.4 кесте

t,с	$К_t$	t,с	$К_t$	t,с	$К_t$
0.5	2,300	9	0,072	18	0,031
1	1,000	10	0,063	20	0,027
2	0,435	11	0,056	22	0,024
3	0,267	12	0,051	24	0,022
4	0,189	13	0,046	26	0,020
5	0,145	14	0,042	28	0,018
6	0,116	15	0,039	32	0,015
7	0,097	16	0,036	36	0,013
8	0,082	17	0,033	48	0,010

4,5 кесте - Өз бетімен шығару нұсқалары

Көрсеткіштер	Мысал үшін нұсқалар									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Радиацияның өлшенген деңгейі	15 р/с	30 р/с	50 р/с	18 р/с	25 р/с	35 р/с	40 р/с	20 р/с	23 р/с	45 р/с
Өлшеу	11.2	11.0	13.0	15.0	12.0	14.0	17.0	16.0	18.0	21.0

уақыты	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ядролық соққы берілді	7.20	8.00	9.00	11.00	6.00	10.00	12.00	13.00	14.00	17.00

11 сағат 20 минутта объект территориясындағы радиацияның деңгейі 5,3 р/с құрады. Егер ядролық соққы 8 сағат 20 минутта болса, жарылыстан кейін 1 сағатта радиацияның деңгейін анықтау.

Шешуі. 1. Радиация деңгейін өлшеу уақыты мен ядролық жарылыс уақытының арасындағы айырмашылықты анықтаймыз. Ол 3 сағ. тең.

11 сағ. 20 мин. - 8 сағ. 20 мин.=3 сағ.

2. 4.4 кесте бойынша жарылыстан кейін 3 сағат өткен соң радиация деңгейін қайта есептеу үшін коэффициент K_3=0,267.

3. K_1 1 сағ. жарылыстан кейін $K_t = 1,3$ үш сағатқа $- K_3 = 0,267$. болғандықтан ядролық жарылыстан кейін 1 сағ. радиация деңгейін (4.1) формула бойынша анықтаймыз $P_1 = P_t/K_3 = 5,3/0,267 = 19,8$ р/сағ

4.3 тапсырма.

Сел жүрген кезде зақымдану ошағы адам өлімі, жануарлар және ауылшаруашылық мәдениетінің егінінің зақымдануы, шикізаттардың, отын, азық-түліктердің, тыңайтқыштардың бұзылуы мен жойылуымен берілетін жерлерді су басу, ғимараттардың және басқа объектілердің бүлінуі мен қирауы болатын шамадағы территория деп аталады.

Сел жүру масштабы судың қауіпті деңгейінің тұру ұзақтығы мен биіктігіне, су басу ауданына, су басу уақытына және т.б (көктемде, жазда, қыста) байланысты.

Гидротехникалық құрылыстардың бұзылған кезінде су басу және бөгеттерді жарып өткенде сел жүру өлшемдерін анықтау.

Су қоймасының көлемі W=70 млн. м^2, проранның ені В = 100 м, бөгеттің алдындағы судың тереңдігі (глубина прорана) Н = 50 м, су жіберу қозғалысының орташа жылдамдығы V=5 м/сек. Ол бүлінген кезде бөгеттен 25, 50 және 100 км ара қашықтықта жіберу толқынының көрсеткіштерін анықтау.

Шешуі. 1 фомуласы бойынша

$$t_{\text{пр}} = \frac{R}{V}, \text{сағ}, \qquad (4.2)$$

мұндағы R - бөгеттен бері қарай берілген ара қашықтық, км, берілген ара қашықтықта жіберу толқынының келу уақытын анықтаймыз.

$$t_{25} = \frac{25}{5 * 3,6} = 1,4, \text{сағ}, \qquad t_{50} = \frac{50}{5 * 3,6} = 2,8, \text{сағ}, \qquad t_{100} = \frac{100}{5 * 3,6} = 5,6, \text{сағ}.$$

2. 4.6 кесте бойынша берліген ара қашықтықта жіберу толқынының биіктігін табамыз:

$h_{25} = 0{,}2H = 0{,}2 \cdot 50 = 10$ м
$h_{50} = 0{,}15H = 0{,}15 \cdot 50 = 7{,}5$ м
$h_{100} = 0{,}075H = 0{,}075 \cdot 50 = 3{,}75$ м.

3. Берілген ара қашықтықта (t) жіберу толқынының өту ұзақтығын формула бойынша анықтаймыз:

$$T = \frac{W}{NB3600} \tag{4.3}$$

мұндағы W - су қоймасының көлемі, м;

B - бүлінбеген бөгеттің жотасы арқылы су құю аумағы мен ағысының, м;

N - проранның 1 м еніне кеткен судың максималды шығыны (бөгеттің қыры арқылы судың құйылу аймағы), м^3 /с·м,

H, м	5	10	25	50
N, м^3/с·м	10	30	125	350

4.6 кесте – өткізгіштік толқынның шамамен биіктігі және бөгеттің әр түрлі қашықтығындағы өту ұзақтығы

Көрсеткіш атауы	Көрсеткіш атауы						
	0	25	50	100	150	200	250
Өткізу толқынының биіктігі h,м	0,25H	0,2H	0,15H	0,75H	0,05H	0,03H	0,02H
Өткізу толқынаның өту ұзақтығы t,сағ.	T	1,7T	2,6T	4T	5T	6T	7T

Су қоймасының босатылу уақытын табамыз:

$$T = \frac{70\ .\ 10^6}{350 \cdot 100 \cdot 3600} = 0{,}55, \text{сағ},$$

Сонда $t_{25}1{,}7;\ \ T = 1{,}7\text{x}0{,}55 = 1$ сағ.;
$t_{100} = 4; T = 4\text{x}0{,}55 = 2{,}2$ сағ.

4.7 кесте - Өзіндік жұмыстар үшін нұсқаулар

Нұсқаулар	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Су қоймасының көлемі, $м^3$, млн.	20	30	40	50	60	65	70	75	85	90
Проранның ені, м	15	20	25	40	60	70	80	85	90	95
Плотина алдындағы су тереңдігі Н, м	20	25	30	45	50	60	65	70	75	80
Жіберу толқынының қозғалысының орташа жылдамдығы V, м/с	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Объектіге дейінгі ара қашықтық, км	25	50	100	60	70	80	90	75	95	65

4.4 тапсырма

Зақымдану ошағы жер сілкінісі кезінде зақымданумен және адам, жануар, өсімдіктердің өлімімен болған, көптеген ғимараттар мен құрылыстардың және басқа да объектілердің қирауы мен бүлінуі болу шегіндегі территория болып табылады. Зақымдану ошағын ғимараттар мен құрылыстардың қирау сипаты бойынша жер сілкінісі болған кезде ядролық зақымдану ошағымен салыстыруға болады, сонымен қатар көптеген ғимараттар мен құрылыстар орташа және күшті қиратулар жасайды.

Объект территориясындағы болжалды жер сілкінісінің қарқындылығы - Рихтер шкаласы бойынша IX балл. Объектіде жүк көтергіштігі 25-50 т метал қаңқасы мен кранды жабдығы бар өндірістік және әкімшілік ғимараттар, қоймалық кірпіш ғимараттар және метал және термірбетонды эстакадағы құбыр желілері бар.

4.8 кесте- Жер сілкінісі кезіндегі болжалды қираудың сипаты мен дәрежесі.

№ р/с	Ғимараттар мен құрылыстардың сипаттамасы	Қирау, балдары			
		Әлсіз	Орташа	Күшті	Толық
1	Метал қаңқасы және кранды жабдығы бар көлемді өнеркәсіптік ғимараттар	VII-VIII	VIII-IX	IX-X	X-XII
2	Жүк көтергіштігі 25-50 т, жеңіл металды ғимарат	VI	VII-VIII	VIII-IX	IX-XII
3	Шыны ауданы металл жақтау және нақты толтыру 30% өнеркәсіптік ғимарат	VI-VII	VII-VIII	VIII-IX	IX-XII
4	Метал каркаспен және қабырғалары мен төбесі тұтас	VI-VII	VII-VIII	VIII-IX	IX-XII

	нашар толтырылған				
5	Құрама темірбетоннан жасалған ғимарат	VI-VII	VII-VIII	–	VIII-IX
6	Темірбетонды құрама элементтерден жасалған үстіңгі жабыны бар кирпиш қаңқалы өндірістік-көмекші бір және көп қабатты ғимарат	VI-VII	VII-VIII	VIII-IX	IX-XI
7	Бұл да жабыны бар ағаштан салынған бір және көп қабатты	VI	VI-VII	VII-VIII	VIII-ден көп
8	Металл немесе темірбетон қаңқасы бар әкімшілік көп қабатты ғимарат	VII-VIII	VIII-IX	IX-X	X-XI
9	Кирпиштен салынған аз қабатты ғимарат (бір-екі қабат)	VI	VI-VII	VII-VIII	VIII-IX
10	Кирпиштен салынған көп қабатты ғимарат (үш және одан көп қабатты)	VI	VI-VII	VII-VIII	VIII-IX
11	Қоймалы кирпиштен салынған ғимарат	V-VI	VI-VIII	VIII-IX	IX-X
12	Метал немесе т/б эстакададағы құбыр желісі	VII-VIII	VIII-IX	IX-X	-

Жер сілкінісі болған кездегі объект элементтерінің қирау сипатын анықтау.

Шешуі. 4.8 кесте бойынша өнеркәсіптік, әкімшілік ғимараттар және құбыр желілері орташа қиратулар, ал қоймалық кірпіштен жасалған ғимараттар - күшті қираулар болатынын табамыз.

Ғимараттар мен құбыр желілерінің орнықтылық шегі IX балдан аз болғандықтан, олар IX балдық сейсмикалық толқынның әсеріне ауытқушылық болады. 4.8 кесте бойынша балдарда қарқынды жер сілкінісі болған кезде қирау сипатын анықтау

4.9 кесте - Өзіндік шешу үшін нұсқаулар

Нұсқалар	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Жер сілкінісінің интенсивтілігі баллмен	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	VI-VII	VIII-IX

Жер сілкінісі кезіндегі жағдайды бағалау бойынша 4.5 - кешенді тапсырма.

Тапсырманың шарттары:

1. Қала халқының саны 230 мың адам.

2. Қалада 24 ірі өнеркәсіптік кәсіпорын, олардың 4-уі - химиялық және жарылуға қауіпті.

- 15 мектеп;
- 20 балабақша;
- сыйымдылығы әрқайсысына 150 кереуеттен 13 емдеу мекемесі ;
- 54 қоғамдық тамақтану мекемесі;
- 12 қазандықтар;
- 10 тонна хлоры бар тазарту құрылыстарындағы жабық су қоймасы;
- 47 тонна аммиагы бар т/ж жолдарындағы цистерна.

3). Су жүргізу желісінің жалпы ұзындығы - 300 км;

- Кәріз желісі - 240 км.

4). Қалада 12450 үйлер бар, әрбір үйде орташа 20 адамнан тұрады.

5). Қаланың шетінде әрқайсысының сыйымдылығы 300 адамнан 2 демалыс үйі бар.

6). Жетекші құжаттардың талабына сәйкес құтқарушылардың жалпы саны. Азаматтық қорғаныс инженерлік және арнайы техникамен жоғары дайындықта қалыптасуының қамтамасыз етілуі - 90%.

7). Қаланы ГО күшімен басқару үшін радио байланыс құралдар бар.

8). Қала төңірегінде мотоатқыш полктар орналастырылады.

Ғимараттың сипаттамасы

Тұрғын:

- А типті - 20%, Б типті - 50%, В типті - 30%.

Өнеркәсіптік:

- Б типті - 60%, В типті - 40%.

Мектептер:

- Б типті - 100%.

Балабақша:

- А типті - 20%, Б типті - 50%, В типті - 20%.

Емдеу мекемелері:

- А типті -10%, Б типті - 70%, В типті - 20%.

Қоғамдық тамақтану кәсіпорны:

- А типті - 50%, Б типті - 30%, В типті - 20%.

Қазандықтар:

- Б типті - 100%.

Метеожағдайы.

Жұмыс істеу күніне нақты жыл, тәулік уақыты және метеожағдайы.

1 Жетекші маман - инженердің рөлін 4.10 кесте бойынша есептеу:

- қираған ғимараттардың дәрежесі мен саны;

- баспанасыз қалған тұрғындардың саны;
- санитарлық және қайтарымсыз шығындардың саны;
- Өнеркәсіп, коммуникация, тіршілік қамтамасыз ету жүйелер объектісінің қирау дәрежесі;
- СДЯВ зақымдануы мүмкін аймақтарын анықтау;
- өте қауіпті өрт аймағы.

Табиғи апаттардың, ірі апаттар мен зілзаланың салдарын жою

табиғи апаттардың немесе ірі апаттардың (зілзала) салдарын жоюға жататындар:

- тұрғындар мен апат қауіптілігі туралы объектілерді немесе апаттың пайда болған қауіптілік салдарын хабарлау.
- шолу жасау, бүлінудің дәрежесі мен көлемін анықтау, зақымданған аймақтардың өлшемдерңн, таралу жылдамдығын және су басу және сел жүруі мүмкін шекараларды, ошақтар мен аудандардың өлшемін және өрттің таралу бағытын анықтау және басқа да мәліметтердің анықталуы.
- Табиғи апаттың (апат, зілзала) қауіптілігі тікелей қауіп төндіретін объектілер мен елді мекендерді анықтау.
- құтқару және басқа да жұмыстарға қатыстырылатын күштер мен құралдардың топталуының санын, құрамын анықтау.
- апат (зілзала) болған аудандарда күшпен және құралмен басқаруды ұйымдастыру.
- зақымдалғандарға медициналық көмек ұйымдастыру және оларды емдеу мекемелеріне көшіру, сонымен қатар халықты қауіпсіз орындарға шығару;
- құтқару жұмыстарын жүргізу кезінде сәйкес қауіпсіздік шараларын дайындау және жүзеге асыру.
- апат болған (зілзала) және оған жақын аудандарда комендантты қызметті ұйымдастыру.
- құтқару жұмыстарын дайындауға және қамтамасыз етуге, апат салдарын жоюға бағытталған материалдық, техникалық және тасымалдық қамтамасыз етуді, ГО күштерінің әрекетін, сонымен қатар басқа да шараларды ұйымдастыру.

Дүлей зілзалалардың салдарын жою, ірі авариялар мен апаттар

Табиғи зілзаланың салдарын жою немесе ірі авария (апат) мыналарды қамтиды:

1) Халықты және апаттар немесе жазатайым (апаты) кез келген қауіпті салдарын қауіп туралы ескертулер.

2) Барлау, инфекция, таралуы және ықтимал су басу ставка немесе шекаралары, өлшемдері қалта, бағыттары мен өрттен және басқа да деректерді анықтау таралу бағыттарын су аймақтарын мөлшерін анықтау, зиянның дәрежесі мен көлемін белгілейді.

3) Тікелей апат (авариялар, апаттар) арқылы қорқытқан объектілер мен елді мекендердің, анықтау.

4) Құрамын анықтау, күштер топтардың саны мен құтқару және басқа да жұмыстар үшін тартылған білдіреді.

5) Апат аймағында бақылау күштер мен ресурстарды (апаттар, апаттар) ұйымдастыру.

6) Медициналық қызмет көрсету және аурухана, сондай-ақ қауіпсіз орындарда және тұру үшін халықтың жасасу оларды зардап шеккен эвакуациялау ұйымдастыру.

7) Дайындау және құтқару жұмыстарын жүргізу кезінде тиісті қауіпсіздік іс-шараларды жүзеге асыру.

8) Апат аймағында коменданты қызмет ұйымдастыру (апаттар, апаттар) мен оның маңындағы аудандар.

9) Материалды ұйымдастыру, сондай-ақ оқыту және құтқару және төтенше жағдайларды басқару (апаттар, апаттар) қамтамасыз етуге бағытталған тасымалдау, азаматтық іс-қимыл Force, сондай-ақ басқа да шаралар.

4.10 кесте – Жер сілкінісі кезінде шаруалықты жүргізудің мүмкін жағдайы

№ п/п	Атауы	Балдық жер сілкінісінің қарқындылығы					
		5	6	7	8	9	10
1	Жер сілкінісінің әсері	Барлық адамға сезіледі, заттардың аударылуы	Адамдар қорқып, тыныштығынан айырылады және жиһаздар төңкері-леді	Ғимараттардың бүлінуі	Ғимараттардың жаппай қирауы, жаппай дүрбелең	Ғимараттардың жаппай қирауы	
2	Сейсмикалық зерттеусіз ғимараттар мен құры-лыстардың жағдайы						
	«А» түрі - сынған тастардан жасалған ғимарат, ауылдық құрылыс, өңделмеген кірпіштен салынған үй, балшықтан салынған үйлер	1-ші дәрежелі зақымдалу	зақымдалу 1-ші дәреже-50% 2-ші дәреже - 5%	зақымдалу 3-ші дәреже - 50% 4-ші дәреже - 5%	зақымдалу 1 - 3-ші дәреже -75% 4-ші дәреже - 20% 5-ші дәреже - 5%	зақымдалу 5 -ші дәреже - 75%	зақымдалу 5-ші дәреже - 100%
	«Б» түрі - кәдімгі кірпіш үйлер, ірі блок және панель түріндегі ғимараттар	өзгерістер жоқ	зақымдалу 1-ші дәреже - 5%	зақымдалу 2-ші дәреже 50% 3-ші дәреже- 5%	зақымдалу 1-ші дәреже-75% 2-ші дәреже-20% 3-ші дәреже - 5%	зақымдалу 4 - ші дәреже - 50% 5 - ші дәреже - 5%	зақымдалу 5 - ші дәреже - 75%

№ п/п	Атауы	Балдық жер сілкінісінің қарқындылығы					
		5	6	7	8	9	10
3	Сейсмикалық зерттелген ғимараттар мен құрылыстар.«В» түрі – каркас т/б ғимарат, жақсы салынған ағаш үйлер	өзгерістер жоқ	өзгерістер	1 - ші дәреже - 5%	1 -ші дәреже - 25%	3 - ші дәреже - 50% 4 - ші дәреже - 5%	4 - ші дәреже . - 50% 5 - ші дәреже .- 5%
4	ОНХ қирау дәрежесі	өзгерістер жоқ	өзгерістер жоқ	әлсіз	орташа	Күшті	Толық
5	Коммун.,энергетикалық желілердің жағдайы: - Электр беру линиялары	өзгерістер жоқ	өзгерістер жоқ	Жеке апаттар	Сансыз көп апаттар	Барлық жердегі апаттар	Толық қирау
	- байланыс линиялары	өзгерістер жоқ	өзгерістер жоқ	өзгерістер жоқ	Жеке апаттар	Байланыстардың бұзылуы	полные разрушения
	Су жүргізу, кәріз және жылумен қамдау желілері	өзгерістер жоқ	өзгерістер жоқ	5%-ға дейін қосылған жерлер бұзылады	Құбыр желілерінің 50% дейін айырылуы	Құбыр желілерінің 75% дейін айырылуы	Су жүргізу, кәріз және жылумен қамдау желілері
6	Жолдар мен көпірлердің жағдайы	өзгерістер жоқ	өзгерістер жоқ	Жолдардағы жарықшақтар және көшкіндер	Жарықшақтар бірнеше см, жүру қиын	толық қирау	Жолдар мен көпірлердің жағдайы
7	Су көздерінің жағдайы	Су көздерінің дебиті өзгереді	Су көздерінің дебиті өзгереді	Құдықтардағы судың деңгейі өзгереді	Дебит 50 %-ға өзгереді	Су көздері бұзылады	Су көздерінің жағдайы

8	Өртенудің - екіншілік себептері	жоқ	Жоқ	Жеке ошақтар	Жеке ошақтар	Тұтас өртену	Өртенудің - екіншілік себептері
	- су басу (тасқын)	жоқ	Жоқ	Су басу	Су басу	тасқын	тасқын
	- көшкіндер	жоқ	Жоқ	Көшкін	Көшкін	Көшкін	Көшкін
	- СДЯВ ошағы	жоқ	жоқ	Жоқ	СДЯВ ошағы	СДЯВ ошағы	Ошақтары
	- СДЯВ ошағы	жоқ	жоқ	Жоқ	СДЯВ ошағы	СДЯВ ошағы	ошақтары
9	Елді мекендердің қирау дәрежесі	жоқ	жоқ	әлсіз	орташа	күшті	толық
10	Халық шығыны (барлығы)	жоқ	жоқ	11%	30%	43%	60%
	- санитарлық	жоқ	жоқ	10% 2/3санитарлық	25%	11%	20%
	- қайтарымсыз	жоқ	жоқ	1%	5%	32%	40%

Зақымданудың жіктелуі

1-ші дәреже	2-ші дәреже	3-ші дәреже	4-ші дәреже	5-ші дәреже
Жеңіл зақымдану /жіңішке жарықшақтар, Сылақтың кішкене бөлігінің шашырауы	әлсіз зақымдану /керегедегі азғантай жарықшақтар Керегелердегі сылақтың көп бөлігінің шашырауы мен құлауы	орташа керегелердің үлкен және терең жарықшақтары мұржалардың құлауы	күшті қирау тесілген жарықшақтар және ойықтар ішкі керегелерінің қулауы	/ғимараттардың толық қирауы

Апат болған, жаппай өртену, зілзала болған ауданда ыстық және газдалған ғимараттар мен құрылыстардан, сынықтардан, үйінділерден зақымданғандарды табу бойынша барлау, комендантты қызмет және жұмыстар; зақымданғандарға алғашқы медициналық көмек көрсету және оларды медициналық пункке немесе стационарлық емдеу мекемелеріне көшіру бойынша іс-шаралар; апат болған (өрт, апат, зілзала) аудандардан және елді мекенде күшті әсер ететін улы заттардың әсер ету аймағын жинау және шығару ұйымдастырылады. Сонымен қатар індеттердің пайда болуын тудырмау мақсатында санитарлық-гигиеналық және індетке қарсы, сондай-ақ халықты сумен, азық-түлікпен және қажетті заттармен қамдау ұйымдастырылады.

4.11 кесте - Әртүрлі қарқынды жер сілкінісі болған кезде тапсырманы өзіндік шешуге арналған нұсқаулар

№ р/с	Көрсеткіштер-дің атауы	Жер сілкінісінің балдары және нұсқаулар									
		VI	VII	VIII	IX	X	V	VII	VI	VIII	IX
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	Қала тұрғындарының саны	100 мын.	200 мын	150 мын.	80 мын.	130 мын.	220 мын.	180 мын.	120 мын.	230 мын.	250 мын.
2	Ірі өнеркәсіп кәсіпорындары	12	14	10	8	9	20	18	11	22	24
3	Оның ішінде химиялық жарылуға	2	3	1	1	2	4	4	3	4	5
4	Мектептер	4	10	9	3	10	12	13	8	15	16
5	Балабақшалар	5	10	8	6	7	15	14	12	18	20
6	әрқайсысы 150 кереуеттен емдеу	4	8	6	3	5	10	9	7	12	13
7	Қоғамдық тамақтану кәсіпорны	10	20	18	8	12	24	22	25	30	35
8	Қазандықтар	5	10	8	4	6	12	9	11	13	14
9	Хлор сақталатын жердегі жабық су қоймасы	5	8	6	4	7	10	12	9	14	16

10	т/ж жолдарындағы аммиагы бар цистерналар	40 т.	45 т.	47 т.	50 т.	30 т.	35 т.	46 т.	48 т.	43 т.	50 т.
11	Электр өткізгіш желілердің жалпы ұзындығы	300 км	250 км	200 км	230 км	280 км	320 км	290 км	270 км	220 км	240 км
12	Изадионды желілер арнасы	240 км	200 км	220 км	210 км	230 км	250 км	180 км	190 км	240 км	195 км
13	Қалаларда, үйлерде	12450	12400	125 00	125 50	124 30	124 80	121 00	121 50	12410	12180
14	әрбір үйде тұратындарды ң орташа саны В	20 адам.	25 адам.	28 адам.	30 адам.	18 адам.	22 адам.	27 адам.	31 адам.	32 адам.	34 адам.
15	Қала шетінде әрқайсысы 300 кереуеттен тұратын екі демалыс үйі бар	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
16	УКВ радиостанция лары	Барлық шаруашылық жүргізу объектілерінде 2-3 данадан									

4.6 тапсырма

Элементтердің құлауы (төңкерілуі).

Биік элементтер (ЛЭП тіреуіштері, мұнарасы және жебесі бар крандар, діңгектер, биік станоктар және аспаптар, т.б.) толқын соққысынан құлауы немесе аударылуы мүмкін.

Элементке жылжыту күші әсер етеді. Жылжыту күшінің моментіне ауырлық күші мен Q бекіту күшінің моменті қарсы әсер етеді. Бекітілмеген элементтер үшін құлау шарты ауырлық күшінің моментінде жылжыту күшінің моментінің артуы болады:

$$P_{см \cdot в > Ga} \quad \text{және} \quad P_{см} > \frac{а}{в}\boldsymbol{Q} \qquad (4.4)$$

мұндағы в -аэродинамикалық жылжыту күшінің иіні;

Q - ауырлық күшінің иіні.

$F_{тр} \leq P_{см} = G_x S P_{ск}$, өрнегінен $P_{см}$ мәнін қоя отырып, мұндағы $F_{тр} = fG$, , мұндағы f - үйкеліс коэффициенті (4.12 кестеде берілген),G - заттың салмағы,

Элемент құлаған кезде жылдамдық тегеурінін аламыз, G_x=l,6 аэродинамикалық кедергі коэффициенті (4.13 кесте):

$$P_{ск} \geq \frac{aG}{вGS}. \qquad (4.5)$$

Күрделі кескіндеме және іргетас, тіреуіштің әртүріне бекітілген элементтер үшін құлау шарты ауырлық күші мен бекіту күшінің моментіндегі жылжыту күші артық болады:

$$P_{см^в} \geq G\frac{a}{2} + Qa \qquad (4.6)$$

мұндағы в - $P_{см}$ аэродинамикалық жылжыту күшінің иіні ;

а - Q бекіту күшінің иіні;

а/2 - ауырлық күшінің иіні.

Мұндай жағдайда кейбір қиындықтар құлайтын заттың бейнесінің ауданы шамамен қысым орталығында болатын жылжыту күшінің иініне салу, қолдану нүктесі болып табылады. Егер заттың әрбір бөлігінің S_i ауданы және осы ауданның b_i ауырлық орталығының биіктігі белгілі болса, онда $P_{см}$ иін күші шамамен мына формуламен анықтайды:

$$P_{св}\ в \geq\ G\frac{a}{2} + Q_a. \qquad (4.6)$$

Мысал: тегіс бетте орнатылған бағдарламалық құрылғының блогы құлаған кезде соққы толқынындағы артық қысымды анықтау.

Аспаптың салмағы 250 Н, биіктігі 40 см, ұзындығы 20 см, ені 20 см, аспаптың ортасындағы жылжыту күшінің қысым орталығы және ауырлық орталығы.

Шешуі: Көлденең қимасының ауданы үшін (4.5) формула бойынша S=0,2 *0,4=0,08 м^2 анықтаймыз:

$$P_{ск} \geq \frac{0,1}{0,2} \cdot \frac{250}{1,6\ \cdot\ 0,08} = \frac{980н}{м^2} \approx 1кПа.$$

Сонымен қатар 17 кПа (4.12 кесте) соққы толқынында жылдамдықты тегеурін немесе артық қысым болған кезде аспап құлайды.

4.12 кесте - Жылдамдықтағы тегеурін және артық қысым

Артық қысым,кПА	Жылдамдық		Ауа бөлшегінің тығыздығы	Қысым	
	фронтта, м/с	Ауа бөлшектері, м/с	кг/м	Жылдамдықты тегеуріннің, кПа	Тойтарылған толқын шебінде, кПа
0	340	0	12,9	0	0
1	341	2,3	1,30	0,0035	2,0
10	354	22,3	1,38	0,35	20,8
20	367	43,2	1,46	1,37	43,8
30	380	62,3	1,54	3,04	67,3
40	392	80,5	1,63	5,34	93
50	404	97,5	1,70	8,23	120
60	416	113,7	1,78	11,7	148
80	439	143,7	1,93	20,3	209
100	460	171,0	2,04	30,9	274
120	480	196,7	2,20	43,4	344
140	500	220,4	2,34	57,7	418
160	519	242,7	2,46	73,6	497
180	537	263,6	2,58	91,1	579
200	555	283,6	2,69	110	664
300	635	371,1	3,18	223	1135
400	707	444,5	3,59	361	1666
500	772	508,7	3,94	517	2240

(4.5) формуласынан немесе 4.12 кестеден табылған жылдамдықтағы тегеурін бойынша затты жылжытқан кездегі соққы толқынындағы артық қысымды анықтауға болады.

4.13 кесте - Үйкеліс коэффициенті

Үйкеліскен материалдардың атауы	Үйкеліс коэффициенті
Сырғанау үйкеліс коэффициенті	
Болаттың болат бетінде	0,16
Линолеум бойынша металл	0,2 - 0,4
Ағаш бойынша металл	0,2 - 0,5
Қатты топырақ, линолеум және резіңке бойынша	0,4 - 0,6
Ағаш бойынша резіңкелер	0,5 - 0,8
Ағаш бойынша ағаш	0,2-0,5
Тербелу үйкеліс коэффициенті	
Рельс бойынша болат дөңгелектің	0,05
кафельді плитка бойынша	0,1
линолеум бойынша	0,15-0,2
ағаш бойынша	0,12-0,15

4.14 кесте - Аэродинамикалық кедергі коэффициенті

Дене пішіні	G*	Ауа қозғалысының бағыты
Шаршының үш еселенген жағына тең төртбұрышты қыры бар параллелепипед	0,85	Төртбұрышты қырға перпендикуляр
Текше (куб)	1,6	Қырына перпендикуляр
Диск	1,6	Дискіге перпендикуляр
Қабырғаларының қалыңдығы 1/5 тең шаршылы пластина	1,45	Пластинаға перпендикуляр
Цилиндр h/d=l h/d=4 h/d=9	0,4 0,43 0,45	Цилиндрдің өсіне перпендикуляр h - биіктік, d - цилиндрдің диаметрі
Сфера Жарты сфера	0,25 0,3	Жарты сфераның жазық табанына параллель
Шаршы табаны бар пирамида	1,1	Табанға параллель және табанның қырына перпендикуляр

4.17 кесте - 4.6 тапсырманы өзіндік шешу үшін нұсқалар

Көрсеткіштер	№ 4.6 тапсырманың нұсқалары									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Аспаптың салмағы, Н	25	300	200	180	220	190	150	320	100	280
Биіктігі, см	40	50	35	45	55	25	48	60	58	70
Ұзындығы, см	20	30	25	35	40	90	28	45	50	70
Ені, см	25	35	30	40	45	85	32	48	55	65

4.7 тапсырма.

Химиялық зақымдану ошағына ұшыраған және тұрғын үйде орналасқан (барлығы 300 адам) адамдардың шығындалу мүмкінділігін анықтау. Адамдар 90%-ға газтұтқышпен қамтамасыз етілген.

Шешуі: 4.16 кесте бойынша П=9% (27 адам) табамыз, оның ішінде жеңіл дәрежедегі зақымданғандар 27х0,25=7 адам, орташа және ауыр зақымданғандар 27х0,4=11 адам, аса ауыр зақымданғандар 27х0,35=9 адамды құрайды

4.16 кесте - Зақымдану ошағында СДЯВ-тан адам шығынының болу мүмкінділігі, %

Адамдардың орналасу жағдайы	Адамдардың газтұтқышпен қамтамасыз етілуі, %									
	0	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Ашық жерлерде	90-100	75	65	58	50	40	35	25	18	10
Аса қарапайым баспана, ғимараттарда	50	40	35	30	27	22	18	14	9	4
Ескерту: зақымдану ошағындағы адам шығынының болжама құрылымы: жеңіл дәрежеде зақымдану - 25%, орташа және ауыр дәрежеде - 40%, аса ауыр зақымдану - 35 % құрайды.										

4.17 кесте - 4.7 тапсырманы өзіндік шешу үшін нұсқалар

Адамдардың орналасу жағдайы	Нұсқалар									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Ашық жерлерде газтұтқышпен қамтамасыз етілуі, %	0	30	20	40	50	60	70	80	90	100
Аса қарапайым баспаналарда газтұтқышпен қамтамасыз етілуі, %	30	20	40	20		50	60	70	80	90
Тұрғындардың саны, адам	300	100	500	450		550	350	550	700	750

4.8 тапсырма.

Елді мекеннен 9 км ара қашықтықта орналасқан объектілердің апатының нәтижесінде сұйытылған аммиакпен бірге коммуникациялар бұзылған. Метеожағдайы: изотермия, желдің жылдамдығы 5 м/с. Түтіннің елді мекенге жақындау уақытын анықтау.

Шешуі.4.18 кесте бойынша изотермия үшін v=5 м/с жел жылдамдығын ескере отырып w=7,5 м/с бұзылған ауаның түтінінің тасымалдануының орташа жалдамдығын табамыз. Елді мекенге бұзылған ауаның түтінінің жақындау уақыты.

$$t = \frac{R}{W} = \frac{9000}{7{,}5 \cdot 60} = 20 \text{ мин.}$$

4.18 кесте - Заттармен бұзылған түтіннің тасымалдануының орташа жылдамдығы, м/с

Желдің жылдамдығы, v, м/с	Инверсия		Изотермия		Конвекция	
	R<10 км	R>10км	R<10 км	R>10 км	R<10 км	R>10 км
1	2	2,2	1,5	2	1,5	1,8
2	4	4,5	3	4	3	3,5
3	6	7	4,5	6	4,5	-
4	-	-	6	8	-	-
5	-	-	7,5	10	-	-
6	-	-	9	12	-	-
Ескерту - Желдің жылдамдығы 3 м/с-тан көп болған кезде инверсия мен конвекция сирек жағдайларда бақыланады						

4.19 кесте - 4.8 тапсырманы өзіндік үшін нұсқалар

Көрсеткіштер (шарт)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Объектіден ара қашықтық, км	9	6	4,5	4	5	8	5,5	3,5	7,5	8,5	9,5	1,0
Желдің жылдамдығы, м/с	5	4	3	2	1	2	3	1,5	2	1	3	1,5
Ауа райы	изотермия				инверсия				конвекция			

4.9 тапсырма.

Объектіде массасы G = 20 т жарылғыш заты бар (аммонит) вагон жарылды. (R) жарылыс және (D) болжамды дәрежелі зақымданудың нәтижесіндегі жарылғыш заттың қуатының тиімді массасын ($G_{эф}$), панельден және кірпіштен салынған ғимараттардың бұзылу аймағының радиусын анықтау:

1) Жарылғыш заттың қуатының тиімді салмағы:

$$G_{эф} = kG, \text{ кг},$$

мұндағы G - жарылғыш заттың салмағы (ЖЗ), кг G=20000 кг, к - ЖЗ сапасының коэффициенті.

К коэффициенті ЖЗ түріне байланысты 4.20 кестеден алынады.

4. 20 кестеден к=0,94 $G_{эф}$=0,94х20000=19400 кг.

2) ЖЗ сапасына, түріне байланысты бұзылу аймағының радиусы:

- панельден салынған ғимараттарда d = 0,3 м:

$$R = 0{,}6\sqrt{\frac{G_{эф}}{d}} = 0{,}6\sqrt{\frac{19400}{0{,}3}} = 152 \text{ м};$$

- кірпіштен салынған ғимарттарда d=0,5 $R = 0{,}6\sqrt{\frac{19400}{0{,}5}} = 118$ м.

4.20 кесте - ЖЗ сапасының коэффициентін анықтау

ЖЗ түрлері	ЖЗ сапасының коэффициенті, к
Тритонол	1,53
Гексоген	1,28
Пикрин қышқылы	0,97
Аммонит	0,94

3) Объектінің болжамды (D) зақымдану дәрежесін формула бойынша есептеуге болады:

$$D = \frac{S_{3.p}}{S_0},$$

мұндағы S3 р - бұзылу ауданы, м^2;

$S_{3.p} = \pi R^2 = \pi 152^2 = 72546$м^2;

Зақымдану дәрежесі	Бұзылу аймағы
D<0,2	Әлсіз
D<0,2 - 0,5	Орташа
D<0,5 - 0,8	Күшті
D>0,8	Толық

S_0 - объект территориясының ауданы,м^2;

S_0=300000 м^2.

$$D = \frac{72546}{300000} = 0.24.$$

4.21 кесте - Бұзылу аймағын анықтау

Демек бұзылу аймағы орташа.

Панельден салынған ғимаратардың қабырғасының қалыңдығы d = 0,3 м.

Кірпіштен салынған ғимараттардың қабырғасының қалыңдығы d = 0,5 м.

4.22 кесте - Өзіндік шешу үшін нұсқалар

Нұсқаулар	(ЖЗ) Жарылғыш заттардың түрлері	ЖЗ Салмағы G, т	Объект территориясының ауданы, м2
1	Гексоген	30,0	250000
2	Тритонал	25,0	200000
3	Аммонит	40,0	300000
4	Пикрин қышқылы	35,0	280000
5	Гексоген	25,0	230000
6	Тритонал	20,0	220000
7	Аммонит	35,0	280000
8	Пикрин қышқылы	30,0	250000
9	Гексоген	20,0	300000
10	Тритонал	15,0	250000
11	Аммонит	45,0	100000
12	Пикрин қышқылы	20,0	150000

13	Гексоген	35,0	200000
14	Тритонал	30,0	280000
15	Аммонит	30,0	150000
16	Пикрин қышқылы	45,0	200000
17	Гексоген	40,0	150000
18	Тритонал	35,0	300000
19	Аммонит	25,0	200000
20	Пикрин қышқылы	15,0	300000

Әдебиеттер тізімі

Негізгі:

1. Долин П. А., Медведев В. Т., Корочков едев В. В. Электробезопасность. Задачник: учеб. пособие/ Под ред. проф. В.Т. Медведева – М:Гардарики, 2003-215 с.
2 Сохранов М. Т., Хакимжанов Т. Е. Основы безопасности жизнедеятельности. Методические указания к выполнению расчетно-графических работ. Часть 1. Алматы.: АИЭС, 2002-24 с.
3 Сохранов М. Т., Хакимжанов Т. Е. Основы безопасности жизнедеятельности. Методические указания к выполнению расчетно-графических работ. Часть 2. Алматы.: АИЭС, 2003-41 с.
4 Тупов В. Б. Снижение шума от энергетического оборудования: Учеб. пособие для вузов. М.: Изд-во МЭИ, 2005-232 с.

Қосымша:

1 Апенко М. И., Свешникова И.С. Задачник по оптике: Учеб.пособие для техникумов.М.:Машиностроение , 1987-192 с.
2 Демкович В. П. Сборник вопросов и задач по физике. М. Учпедгиз, 1963-240 с.
3 Долин П. А. Основы техники безопасности в электроустановках. М.: Энергоатомиздат,1984
4 Долин П. А. Справочник по технике безопасности. М. : Энерго-атомиздат,1984.- 824 с.
5 Журавлев В. П., Пущенко С. Л., Яковлев А. М. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях. М.: Изд-во Ассоциаций строительных вузов,1999-369 с.
6 Защита от шума. Справочник проектировщика. М.: Стройиздат,1974.
7 СНиП П-12-77. Защита от шума. М. Стройиздат,1978.
8 Сборник типовых расчетов по курсу «Охрана труда». Под редакцией С. В. Белова. Москва,1979.- 80 с.

2018 ж., жиынтық жоспары, 9

Бекмуратова Нуржамал Сарсембаевна
Абикенова Асель Амангельдиевна

ЕҢБЕК ҚОРҒАУ

Оқу - әдістемелік кешені. Барлық мамандықтар үшін

Редактор Ж.Н.Изтелеуова
Стандарттау бойынша маман Г.И.Мухаметсариева

Басуға 24.06.2019ж.қол қойылды
Таралымы 100 дана.
Көлемі 4,9 есептік-баспа табак

Пішімі
Баспаханалық қағаз №1
Тапсырыс 860. Бағасы 2500

«АЭжБУ» коммерциялық емес АҚ
Алматы қ, Байтұрсынұлы, 126/1

«Алматы энергетика және байланыс университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамының
көшірмелі-көбейткіш бюросы
050013, Алматы қ, Байтұрсынұлы, 126/1