

№8 ТӘЖІРИБЕЛІК ЖҰМЫС

Эвакуацияны ұйымдастыру кезінде ғимарат учаскесі бойынша адам ағынының қозғалыс уақытын есептеу

8.1 Өрттің пайда болу кезіндегі эвакуациялық жолдардағы қозғалыс уақытын анықтау

- эвакуация барысындағы адамдардың қозғалу түрі мен сипаттамасымен танысу;

- қалыпты қозғалыстағы жұмыс орындарынан дәліз , ойық және баспалдақ арқылы эвакуациясының толық уақытын есептеу. Есептелген уақытты нормативті уақытпен салыстыру;

- Дәлізден еркін қозғалу үшін керекті ойықтың енін анықтау;

- Жоспарлы қозғалыс уақытын ұйымдастыруға қорытынды жасау;

- Орындалған жұмыстың есептік және теориялық бөлімін қорғау.

Адамдардың қозғалыс кез келген ғимараттың сипаттамасына келетін функционалды процесс болып келеді.

Адамдардың қозғалыс заңдылығын білу адам ағыны пайда болатын, яғни, барлық адамдардың бір бағытта қозғалысы болатын ғимараттарды дұрыс құруға, бөлмелерді жобалауға көмегін тигізеді.

Қазіргі таңда практикада адамдар ағынының жобасын құруды негізінен төтенше жағдайдағы эвакуациялаумен (өрт шығу, жарылыс, жер сілкінісі) байланыстырады.

Қозғалыс түрлерінің жіктелуі:

- жеке;

- көпшілік қозғалыс;

- бей-берекет (топтағы адамдар әртүрлі бағытта қозғалады);

- ағынды (бір бағыттағы қозғалыс);

- келісілген (аяқпен-аяқ жүру);

- келісілмеген (әдеттегі жағдайдың көпшілігіне тән);

- еркін, ағындағы әрбір адамның, басқаларға кедергі жасамай, өз бағытын, жылдамдығын өзгертуі;

- қысылған, жеке қозғалыс еркіндігі ағында келе жатқан адамдармен шектеледі;

- созылмалы, бүкіл жұмыс уақыты бойы адамдардың қозғалысы бар үлкен дүкендерге тән;

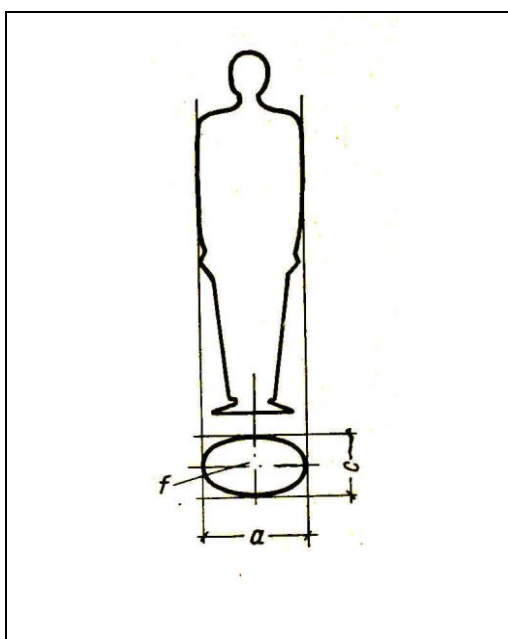
- қысқа уақытты қозғалысты театрдан, стадионнан және т.б. көруге болады. Мұнда антрактта немесе аяқталған кезде бүкіл адамдар қысқа уақыт ішінде қозғалысын бастап, аяқтайды.

- қалыпты, қозғалыс байсалды және бірқалыпты жүреді. Кідіріс уақыты жағымсыз жағдайға әкелмейді, ал қозғалыс жылдамдығы авариялық жылдамдықтан біршама аз.

- жайлы қозғалыс (қалыпты қозғалыстың түрі), негізгі адам ағыны асықпай залдан шығады, қозғалғанда нығыздалмайды. Мысалы театрда спектакль аяқталған соң.

- апаттық қозғалыс, экстремалды жағдайдағы мәжбүрлі эвакуация. Қалыптыдан айырмашылығы қозғалыстың байқаусыз, кенеттен басталуы. Процесстің қарбаластылығымен, адамдардың жүйке қозуымен, қатысушының қауіпті аймақтан тез кетуіне тырысуымен ерекшеленеді. Соның салдарынан авариялық қозғалыста жоғары жылдамдық байқалады.

Ағын тығыздығы. Адам ағынының өлшемдері осы ағынды құрайтын адамдардың саны мен өлшемдеріне байланысты. Адамдардың өлшемдері әртүрлі болып келеді, өйткені ол адамның физикалық мәліметтеріне, жасына және киіміне байланысты. 1 суретте ересек адамдардың әртүрлі киімдегі өлшемдері берілген.



- қыстық киімде $a_1=0,5$ м, $C_1=0,32$ м, $f_1=0,125$ м²
- күздік киімде $a_2=0,48$ м, $C_2=0,3$ м, $f_2=0,113$ м²
- үй киімінде $a_3=0,46$ м, $C_3=0,28$ м, $f_3=0,1$ м².

Сурет 1 – Ересек адамның өлшемдері

Адам ағынының тығыздығы деп адам санының эвакуация жолының ауданына қатынасын айтады.

$$D = N / F, \text{ адам / м}^2$$

немесе

$$D = N \cdot \Sigma f / F, \text{ м}^2 / \text{м}^2$$

мұндағы, N – ағындағы адам саны; Σf - көлденең проекция қосындысы, барлық адамдікі $f_i \times N$ (м²); F – адам ағыны алатын қозғалыс жолының ауданы;

Қима арқылы бірлік уақытта өтетін адамдар саны өткізу қабілеттілігі деп аталады.

$$Q = D \cdot v \cdot \delta, \text{ м}^2 / \text{мин}$$

мұнда, D – ағын тығыздығы м²/м²; v – ағын жылдамдығы (м/мин); δ – жолдың ені, м.

Ағын тығыздығының жылдамдыққа көбейтіндісі қозғалыс интенсивтілігі деп аталады.

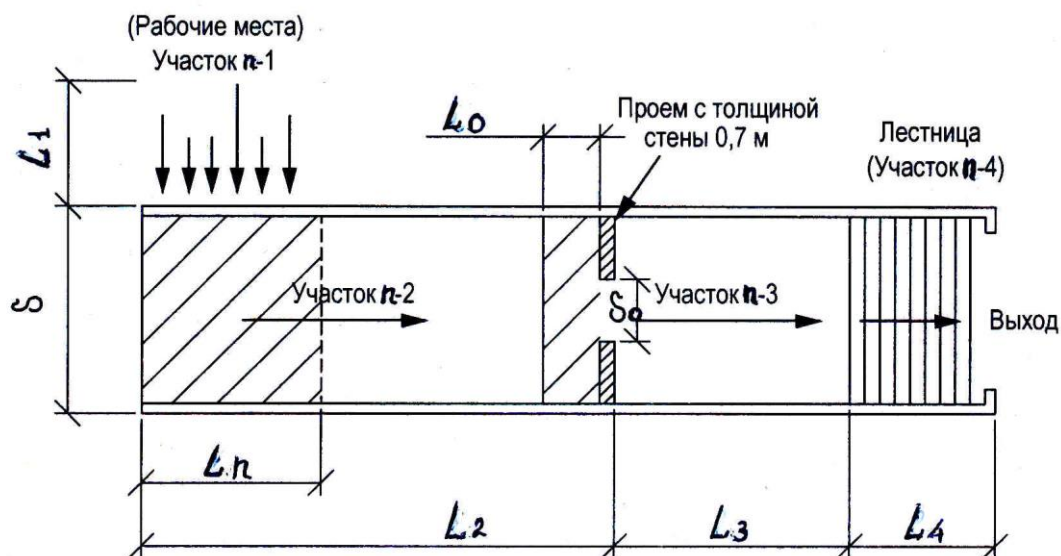
Шекті жағдай деп эксплуатациялық талапта келтірілген қозғалыс жолының қолайлылық және қозғалыс жылдамдығын айтады.

Шекті шарты былай көрсетілуі мүмкін:

$$D_p < D_{пр} \quad \text{немесе} \quad t_p < t_{пр}$$

мұнда, D_p , t_p – адам ағынының есептелінген тығыздығы мен қозғалыс уақыты; $D_{пр}$, $t_{пр}$ – адам ағынының белгіленген тығыздығы мен қозғалыс уақыты.

Адам ағыны қозғалысының жалпы сұлбасы 2 суретте көрсетілген.



δ ; δ_0 ; $L_{1,2,3,4}$; L_n – берілген мәліметтер («Б» қосымшасы)

Сурет 2 – Адам ағыны қозғалысының жалпы сұлбасы

Есептеу мысалы.

Еден бетіндегі көлденең проекцияның жиынтық мәні, m^2 эвакуацияланатын адамдар санына байланысты анықталады:

$$\sum f = N \times f_i = 100 \times 0,125 = 12,5 \quad m^2$$

N – адамдар ағыны (ғимараттың ішіндегі); f_i – адамның киімімен алғандағы көлденең проекциясының ауданы

Адам ағынының тығыздығын анықтаймыз:

$$D = \frac{N \times f_i}{L_n \times \delta} = \frac{\sum f}{20,8 \times 2} = \frac{12,5}{20,8 \times 2} = 0,3 \quad m^2/m^2$$

мұндағы, L_n – есептелінген адам ағынының ұзындығы, м (тапсырма бойынша); δ – ағынның қалыптасқан жеріндегі дәліздің ені, м.

Ең алыс жұмыс орнынан адамдардың еркін қозғалғалып дәлізге жеткенге дейінгі уақыт төмендегі формула бойынша анықталады:

$$t_1 = \frac{L_1}{v_{св.жол}} = \frac{20}{16} = 1,25 \text{ мин}$$

мұндағы, L_1 – ең алыс жердегі жұмыс орны, м; $v_{св.жол}$ – адамдардың еркін қозғалыстағы жылдамдығы, 1 кестеден алынады.

Кесте 1 – Эвакуация кезіндегі еркін қозғалыстағы адамдардың жылдамдығы

Қозғалыс түрі	$v_{св.}$ м/мин
ойықтар	Есеп бойынша
баспалдақтар (көтерілу)	8,0
баспалдақтар (түсу)	10,0
көлденең жол	16,0

«А» қосымшасында, (D) табылғанда, адам ағынының қозғалыс жылдамдығы анықталады (v_2), және жылдамдықтың интенсивтігі (q_2) в м / мин.

$$v_2 = 21,61 \text{ м / мин}, q_2 = 6,48 \text{ м / мин} < q_{\max} = 10,13 \text{ м / мин}$$

Ескерту: Есепті тексергенде ағынның жылдамдық интенсивтілігімен бірге жүргізіледі. Егер $q_i \leq q_{\max}$ – шарт қанағаттандырады, ал немесе $q_i > q_{\max}$ – тоқталу уақытын қайта есептейміз.

Эвакуация кезіндегі қозғалыс интенсивтілігінің максималды мәндері кесте 2 келтірілген.

Кесте 2 – Интенсивтіліктің максималды мәндері

Қалыпты жағдайдағы қозғалыс түрі	q_{\max} (м/мин)
ойықтар	10,59
баспалдақтар (көтерілу)	7,29
баспалдақтар (түсу)	7,48
көлденең жол	10,13

Ескерту: Келтірілген есептеу адам ағынының қалыпты қозғалысына жатса, онда 2 кестедегі (q_{\max}) барлық максималды мәндер «А» қосымшасындағы (q) берілген мәндеріне сәйкес келеді, ал шешімдер келтірілген есептеу әдістемесін барлық жерде қанағаттандырады.

1) n-2 учаскесінде дәліз бойынша адам ағынының қозғалыс уақыты анықталады.

$$t_2 = \frac{L_2}{v_2} = \frac{40}{21,61} = 1,85 \text{ мин}$$

мұнда L_2 – ең алыс жердегі жұмыс орнынан ойыққа дейінгі дәліз ұзындығы, м; v_2 – қозғалыс тығыздығына (D) байланысты дәліз бойындағы қозғалыс жылдамдығы.

2) Ойықтағы қозғалыс интенсивтілігін, адам ағынының ығысуын қарастыратын формула бойынша анықтаймыз:

$$q_{np} = q_2 \frac{\delta}{\delta_0} = 6,48 \times \frac{2}{1} = 12,96 \text{ м / мин} > q_{\max} = 10,59 \text{ м / мин}$$

мұнда δ - дәліздің ені, м; δ_0 - ойықтың ені, м; q_2 – дәліз бойымен ойыққа дейінгі ағын интенсивтілігі (егер (D) белгілі болса, «А» қосымшасынан ойық үшін q мәндерін алуға болмайды, себебі адам ағыны дәліз кеңістігімен қалыптасып қойған және бұл мәндер дәліз бойымен алынады).

Шыққан мәнге байланысты $q_{np} > q_{\max}$, сондықтан ойықта адам ағынының қозғалысы кідіреді.

Есепте L_c арақашықтағы дәліз бойына кеткен кідіру уақытын ескеру керек.

($q_{np} \leq q_{\max}$) осы шарт орындалған кезде, қозғалыстың есептелу уақыты, түзу дәлізге немесе дәліз бойындағы ойықта кедергісіз өтеді деп қабылданады, сондықтан:

$$t_{\text{общ}}^{\text{кор}} = t_2 + t_{np} + t_3, \text{ мин}$$

Ойық арқылы өту қозғалыс уақыты, бөлек алаң деп саналады, бірақ оның есептеу қашықтығы жоқ.

3) Дәліздегі кідіріс уақытын және проем арқылы қозғалыс уақытын есептеу.

«А» қосымшасын пайдалана отырып, $D_{\max}^{np} = 0,92$ болған жағдайда ағынның ойық арқылы максималды өткізу қабілеттілігін қабылдау қажет (кідіріс шарты үшін). Есептеулерде кез-келген кідіріс адам ағынының максималды тығыздығы кезінде орындалады (кестенің соңғы жолы).

Ескерту: Егер $q_{np} \leq q_{\max}$ шарты орындалған жағдайда, ойық арқылы ағынның тығыздығы есептеулерде табылған (D) бойынша қалады, яғни «А» қосымшасы арқылы сәйкес жылдамдықты табу керек және де ойықтың ұзындығы болмағандықтан ойықтың өткізу қабілеттілігін және қозғалыс уақытын табу қажет.

Онда біздің мысалымыз үшін өткізу қабілеттілігі:

$$Q_{np} = D_{\max}^{np} \times v_{\max}^{np} \times \delta_0 = 0,92 \times 9,85 \times 1 = 9,06 \text{ м}^2 / \text{МИН}$$

мұнда: Q_{np} – ойықтың өткізу қабілеттілігі; v_{\max}^{np} – ойықтағы максималды жылдамдық, «А» қосымшасы бойынша анықталады (D_{\max}^{np} м / мин тәуелді); δ_0 – ойықтың ені, метрмен.

4) Бұл өткізу қабілеттілігіндегі адам ағынының ойық арқылы өту уақыты:

$$t_{np} = \frac{\sum f}{Q_{np}} = \frac{12,5}{9,06} = 1,38 \text{ МИН}$$

5) Ойықта кідіру уақыты келесі формула бойынша анықталады:

$$\tau = \sum f \times \left(\frac{1}{Q_{np}} - \frac{1}{Q_{кор}} \right) = 12,5 \times \left(\frac{1}{9,06} - \frac{1}{12,96} \right) = 0,41 \text{ МИН}$$

мұнда: $Q_{кор}$ – дәліз бойындағы адам ағынының максималды өткізу қабілеттілігі келесі формула бойынша анықталады:

$$Q_{кор} = q_{кор} \times \delta = q_2 \times \delta = 6,48 \times 2 = 12,96 \text{ м}^2 / \text{МИН}$$

б) n-3 учаскесінде дәліз бойымен адам ағынының қозғалыс уақыты анықталады.

$$v_3 = v_2 = 21,61 \text{ м} / \text{МИН}$$

$$q_3 = q_2 = 6,48 \text{ м} / \text{МИН} < q_{\max} = 10,13 \text{ м} / \text{МИН}$$

$$t_3 = \frac{L_3}{v_3} = \frac{30}{21,61} = 1,39 \text{ МИН}$$

7) n-4 учаскесінде баспалдақ бойымен адам ағынының қозғалыс уақыты анықталады.

Табылған (D) мәні бойынша қозғалыс интенсивтілігі мен қозғалыс жылдамдығы анықталады (баспалдақ үшін «А» қосымшасы).

$$v_4 = 16,27 \text{ м} / \text{МИН}, \quad q_4 = 4,88 \text{ м} / \text{МИН} < q_{\max} = 7,29 \text{ м} / \text{МИН}$$

Онда баспалдақ бойымен қозғалыс уақыты келесіні құрайды (берілген мысалды көтерілу кезінде):

$$t_4 = \frac{L_4}{v_4} = \frac{4}{16,27} = 0,25 \text{ МИН}$$

Ескерту: Егер баспалдақ торында $q_4 \leq q_{\max}$ шарты орындалмаған жағдайда және де дәліздегі баспалдақ алдында адам ағынының қозғалысы кезінде кідіріс болған жағдайда, 4, 5, 6 формулаларды пайдаланып, баспалдақ бойымен қозғалыс уақытын ($t_{\text{лест}}$) $D_{\text{лест}}^{\max}$ болған жағдайда және баспалдақтағы кідіріс уақытын ($\tau_{\text{лест}}$) анықтау қажет, яғни:

а) $Q_{\text{лест}} = D_{\text{лест}}^{\max} \times v_{\text{лест}}^{\max} \times \delta_{\text{лест}}, \text{ м}^2 / \text{МИН}$

б) $t_{\text{лест}} = \frac{\sum f}{Q_{\text{лест}}}, \text{ МИН}$

в) $\tau_{\text{лест}} = \sum f \times \left(\frac{1}{Q_{\text{лест}}} - \frac{1}{Q_{\text{кор}}} \right), \text{ МИН}$

Баспалдақ бойымен кідіріспен жалпы қозғалысты анықтау кезінде t_4 орнына $t_{\text{лест}}$ және $\tau_{\text{лест}}$ параметрлері қалыптасады.

8) Эвакуацияның жалпы уақыты анықталады:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_{\text{пр}} + \tau + t_3 + t_4 = 1,25 + 1,85 + 1,38 + 0,41 + 1,39 + 0,25 = 6,53 \text{ МИН}$$

Мысал баспалдақтың алдында уақыт кідірісі болмаған жағдайда қарастырылған. Егер кідіріс болған жағдайда есептеу уақыты келесі формула бойынша анықталады:

$$t_p = t_1 + t_2 + \tau + t_{\text{пр}} + t_3 + t_{\text{лест}} + \tau_{\text{лест}}, \text{ МИН}$$

9) Эвакуацияның жалпы (есептік) уақытының мәні, шектік (нормативтік) мәнімен салыстырылады

а) $t_p = t_n$

б) $t_p > t_n$

в) $t_p < t_n$

Қорытынды: Адам ағынының қалыпты қозғалысы кезіндегі ойықтағы кідіру, жоспарланған шешім барлық талаптарды. Эвакуация жолдары қайта жоспарлауды қажет етпейді.

Қосымша А

Кесте А.1 – Қалыпты қозғалыс кезіндегі параметрлердің мәні

D_{M^2/M^2}	Горизонталь жол		Қуыс(проем)		Баспалдақтан төмен		Баспалдақтан жоғары	
	v	q	v	q	v	q	v	q
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,08	42,24	3,35	51,36	4,11	43,97	3,52	35,9	2,87
0,1	39,27	3,93	48,34	4,83	42,18	4,22	33,34	3,33
0,12	36,57	4,39	45,53	5,46	40,3	4,84	30,76	3,69
0,14	34,13	4,78	42,9	6,01	38,46	5,38	28,33	3,97
0,16	31,9	5,1	40,45	6,47	36,59	5,85	26	4,16
0,18	29,9	5,38	38,21	6,88	34,68	6,24	23,92	4,31
0,2	23,1	5,62	36,14	7,23	32,91	6,58	22,06	4,41
0,22	26,47	5,82	34,2	7,52	31,16	6,86	20,43	4,49
0,24	25,04	6,01	32,48	7,8	29,42	7,06	19,08	4,58
0,26	23,75	6,18	30,85	8,02	27,81	7,23	17,93	4,66
0,28	22,62	6,33	29,41	8,23	26,22	7,34	17,01	4,76
0,3	21,61	6,48	28,07	8,42	24,74	7,42	16,27	4,88
0,32	20,72	6,63	26,58	8,59	23,33	7,47	15,69	5,02
0,34	19,95	6,78	25,74	8,75	22	7,48	15,2	5,17
0,36	19,28	6,94	24,76	8,91	20,75	7,47	14,85	5,35
0,38	18,69	7,1	23,83	9,06	19,53	7,42	14,54	5,53
0,4	18,19	7,28	23,01	9,2	18,43	7,37	14,28	5,71
0,42	17,76	7,46	12,27	9,35	17,33	7,28	14,05	5,9
0,44	17,37	7,64	21,5	9,49	16,31	7,18	13,84	6
0,46	17,03	7,83	20,9	9,61	15,36	7,06	13,62	6,27
0,48	16,76	8,04	20,3	9,75	14,41	6,92	13,42	6,44
0,5	16,5	8,25	19,75	9,88	13,51	6,76	13,22	6,61
0,52	16,28	8,47	19,23	10	12,62	6,56	13,01	6,77
0,54	16,05	8,67	18,71	10,12	11,83	6,39	12,78	6,9
0,56	15,86	8,88	18,25	10,22	11,05	6,19	12,56	7,03
0,58	15,67	9,09	17,77	10,31	10,36	6,01	12,36	7,17
0,6	15,48	9,29	17,32	10,39	9,69	5,81	12,15	7,29
0,62	15,28	9,47	16,88	10,46	9,08	5,63	11,75	7,28
0,64	15,07	9,64	16,46	10,53	8,51	5,44	11,36	7,27
0,66	14,83	9,79	15,99	10,55	7,98	5,27	10,97	7,24
0,68	14,59	9,92	15,52	10,57	7,48	5,08	10,59	7,2
0,7	14,31	10,02	15,11	10,58	7,08	4,96	10,22	7,15
0,72	14,02	10,09	14,71	10,59	6,7	4,82	9,87	7,1
0,74	13,67	10,12	14,27	10,56	6,36	4,71	9,51	7,04
0,76	13,32	10,12	13,87	10,54	6,09	4,63	9,19	6,98
0,78	12,92	10,08	13,44	10,48	5,85	4,56	8,86	6,91
0,8	12,48	9,96	12,99	10,39	5,65	4,52	8,55	6,84
0,82	12	9,84	12,53	10,27	5,48	4,49	8,23	6,75
0,84	11,48	9,64	12,03	10,11	5,35	4,49	7,92	6,65
0,86	10,93	9,4	11,53	9,92	5,22	4,48	7,61	6,55
0,88	10,34	9,09	10,99	9,67	5,08	4,47	7,28	6,4
0,9	9,7	8,73	10,41	9,32	4,98	4,48	6,95	6,25
0,92 max	9,08	8,35	9,85	9,06	4,84	4,45	6,59	6,06

Қосымша Б

Кесте Б.1 – Берілген мәліметтер

№ нұсқа	Эвакуацияланатын адамдардың киімі	δ (м)	δ_0 (м)	Учаске ұзындықтары (м)					Адам саны, N	Нормативті уақыт t_H (мин)
				L_1	L_2	L_3	L_4	L_n		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	қыстық	2,4	1,2	24	37	12	6Т	22,6	180	10
2	күздік	2,6	1,3	15	36	16	8Ж	26	200	9
3	үй	2,8	1,4	18	45	18	4Т	28	220	8
4	қыстық	3,0	1,5	30	40	20	5Ж	23	150	10
5	күздік	2,4	1,3	16	47	22	5Т	25	180	9
6	үй	2,6	1,4	12	44	24	4Ж	21	140	6
7	қыстық	2,8	1,5	17	42	26	4Т	20	120	7
8	күздік	3,0	1,6	14	35	28	6Ж	24	176	10
9	үй	2,4	1,0	22	32	32	7Т	27	210	9
10	қыстық	2,6	1,2	26	32	15	8Ж	22	130	8
11	қыстық	3,2	1,7	30	36	18	6Ж	28	250	12
12	күздік	3,0	1,5	28	38	16	8Т	26	220	8
13	үй	2,8	1,4	26	30	14	5Ж	24	180	7
14	қыстық	2,4	1,2	24	40	12	4Т	20	160	6
15	күздік	2,6	1,3	20	28	10	6Т	18	140	8
16	күздік	2,8	1,4	22	37	12	8Ж	22,6	240	8
17	күздік	2,8	1,6	16	36	16	4Т	26	210	10
18	үй	2,4	1,1	22	45	18	6Ж	28	200	9
19	қыстық	3,2	1,6	32	40	20	8Ж	23	170	8
20	қыстық	2,6	1,5	16	47	22	5Т	25	150	10
21	үй	2,8	1,3	14	44	24	6Ж	21	160	8
22	қыстық	2,4	1,2	18	42	26	6Т	20	140	6
23	күздік	3,2	1,1	20	35	28	8Ж	24	150	8
24	үй	2,6	1,2	26	32	32	6Т	27	200	10
25	күздік	2,8	1,4	24	32	15	6Ж	22	150	6
26	қыстық	2,4	1,3	20	28	10	4Ж	18	230	6
27	күздік	2,6	1,4	22	30	12	6Т	20	210	7
28	күздік	2,8	1,5	24	32	14	8Ж	22	190	8
29	уй	3,0	1,6	26	34	16	7Т	24	170	9
30	қыстық	3,2	1,7	28	36	18	4Т	26	150	10

Ескерту: т – төмен
ж – жоғары