

**Ә.М. Харифолла, А.Е. Шакенов\*,  
Е.С. Сарыбаев, Д.Н. Сулейменова**

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,  
Алматы, Қазақстан

**Авторлар жайлы ақпарат:**

Харифолла Әділ Мутиғоллаұлы – магистрант, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

ORCID ID: 0009-0000-8978-3141; email: adilgarifolla@gmail.com

Шакенов Абзал Ержанұлы – магистрант, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

ORCID ID: 0009-0008-5956-0228; email: abzal\_2000.04.08@mail.ru

Сарыбаев Едил Саутович – доцент м.а., әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

ORCID ID: 0000-0003-4081-1361; email: edilait@mail.ru

Сулейменова Диана Нұрбақытовна – докторант, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

ORCID ID: 0000-0003-1880-0615; email: suleymenovad81@gmail.com

\*Автор корреспондент: abzal\_2000.04.08@mail.ru

## **КӨП ҚАБАТТЫ ТҰРҒЫН ҮЙ КЕШЕНІНІҢ ҚҰРЫЛЫСЫ БАРЫСЫНДАҒЫ ДЕФОРМАЦИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУ (Алматы қаласындағы «Теремки» тұрғын үй кешені мысалында)**

**Аңдатпа.** Мақалада қазіргі уақыттағы көп қабатты биік үйлер мен құрылымдардың көптеп салынуына байланысты, олардың пайдалану кезіндегі тұрақтылығы, яғни беріктігі туралы мәселелер қарастырылған. Құрылыстағы қазіргі заманғы үрдістер, атап айтқанда, ғимараттардың қабаттарының санының өсуі, құрылыс салынатын алаңдардың тығыздығы, құрылыс асты және іргелес тектоникалық, сейсмикалық факторлардың әсерлері инженерлік коммуникациялық желілердің орналасуы құрылыстың теріс техногендік көрсеткіштеріне әкеліп соғады. Бұл параметрлерді бақылау және анықтау үшін күнделікті практикада негізінен дәстүрлі геодезиялық әдістер, соның ішінде, құрылыстың шөгуді заманауи аспаптарды пайдаланып, геометриялық нивелирлеу кеңінен қолданылады. Осы зерттеуде «Теремки» тұрғын үй кешенінің құрылысы кезіндегі шөгуді анықтау үшін НА-500 аспабымен II-классты нивелирлеу жұмысы жүргізілді. Алынған нәтижелерге талдау жасалды, бұл өлшеулер жүргізілген кезде байқалған деформациялық процестер болжамды сипатта болады деп айтуға мүмкіндік береді. Өлшеу іс-шараларының кешенін жетілдіру бойынша ұсыныстар берілді, сондай-ақ болжау мүмкіндігі қарастырылды және келесі бақылау циклінде алынған нақты мәндермен іс жүзінде сәйкес келетін деформациялық маркалардың шөгуді болжамды мәндері есептелді.

**Түйін сөздер:** геометриялық нивелирлеу, деформациялық мониторинг, көп қабатты құрылыс, ғимараттардың шөгуді, деформациялық марка, шөгу кестесі.

### **Кіріспе**

Қазіргі кезде Алматы Қазақстан Республикасындағы ең ірі мегаполис болғандықтан, «құрылыстық бум» ұшығып тұр. Себебі жер қымбаттап, қала аумағындағы кеңістікті игеру интенсивті түрде жүріп жатыр. Сол себепті көп

қабатты үйлер, биік ғимараттар мен құрылымдар салу тенденциясы байқалуда, яғни бір қабатты үйлер үй-жайлар сүріліп, орындарына биік зәулім ғимараттар мен құрылымдар салынуда. Осыған байланысты салынатын құрылыстардың деформациялық үдерістерін бақылау қажеттілігі туындайды. Себебі қаланың орналасу орыны өте жоғары сейсмикалық-тектоникалық жағдайда. Осы саланы дамытуға бағытталған зерттеулердегі белгілі ғалымдар: Г.А. Уставич, С.В. Середович, В.А. Сальников, В.А. Скрипников, Ю.П. Гуляев, В.С. Хорошилов және т.б. еңбектерін атап айтуға болады [4-11]. Осы еңбектердің нәтижелерін пайдалана отырып, бүгінгі күннің талабына сай жұмыстар орындалуда.

Осындай әртүрлі құрылыстардың деформациялық өзгерістерін, әсіресе тұрғын үй құрылыстарының қайталану кезіндегі өзгерістерді анықтау үшін заманауи геодезиялық өлшеу әдістері қолданылады.

Құрылыс кезеңі мониторингі – көп жағдайда құрылыстың салыну барысындағы ықтимал өзгерістер туралы ақпарат алу және жинау мақсатында жүргізіледі. Бұл кезеңде құрылыс кезінде пайда болатын техногендік фактілердің әсерінен деформациялық процестердің ықтимал жандануы мен дамуына тексеру және бақылау жүргізіледі [3-5]. Бұл ретте бақылау әдетте ғимараттар мен құрылыстардың шөгуіне және ғимараттар мен құрылыстың көлденең жылжуына бағыттала отырып жүргізіледі [6-8].

Құрылыс кезеңіндегі ғимараттар мен құрылыстардың шөгуіне мониторинг жүргізу барлық объектілердің шөгу маркалары мен реперлерінің жағдайын бақылауды көздейді. Бұл учаскелерде бақылау маусым бойынша, яғни жылына 4 ретке дейін жүзеге асырылады. Белсенділігі маусымдылығымен сипатталатын процестер үшін бақылау маусымдыққа сәйкес жүзеге асырылады. Қажет болса, белсенді дамып келе жатқан процестерде бақылаулар жоғары жиілікте жүргізілуі мүмкін: айына бір ретке дейін [9, 10].

Құрылыстардың мониторингін ұйымдастыруда орын алатын деформациялық процестер тұрғысынан өлшеу нәтижелерін түсіндіруге, сондай-ақ жекелеген маркалардың орын ауыстыруларының өзгеруін болжауға және уақыт өте келе бүкіл құрылым үшін деформациялық процестердің дамуына байланысты мәселелер ерекше қызығушылық тудырады [11-13].

Инженерлік құрылымдар негіздерінің шөгуін анықтау және олардың уақыт бойынша жүруін зерттеу үшін әртүрлі физикалық-математикалық модельдер қолданылады. Осы модельдерді тексеру және оларды сәйкесінше түзету әртүрлі инженерлік-геологиялық жағдайларда салынған және пайдаланылған құрылымдардың шөгуіне жасалатын табиғи геодезиялық бақылаулардың нәтижелеріне негізделген [14].

Бұл мақалада мысал ретінде алынған, салынып жатқан тұрғын үйдің деформациялық мониторингін жүзеге асыру үшін геодезиялық жұмыстар кешені қарастырылады, алынған нәтижелерге талдау жасалады, мониторинг жүйесін жақсарту бойынша ұсыныстар берілді, сондай-ақ деформациялық маркалардың шөгулерінің болжамды мәндерін есептеу мүмкіндігі бағаланып олардың уақыт бойынша жүруін зерттеу моделі анықталды.

## Материалдар мен әдістер

Салынып жатқан ғимараттың іргетастарының вертикаль деформацияларын (шөгуі, көтерілуі) бақылау Алматы қаласының Түрксіб ауданындағы Сейфуллин және Кассин көшелерінің қиылысындағы «Теремки-2» көп қабатты тұрғын үй кешенінің ғимараты үшін орындалды. Тұрғын үй 10 қабаттан тұрады, ал ғимараттың бөлме биіктігі 2.7 метр болады. Барлық ғимараттар жер сілкінісіне төзімді етіп салынған. Ғимаратқа жасалған бақылаулардың негізгі мақсаты құрылымның тұрақтылығын бағалау және деформацияларды жою немесе алдын алу бойынша шараларын уақытылы қабылдау үшін деректер алу болды. 1-суретте құрылыс пен мониторингтің әртүрлі кезеңдеріндегі бақылау жүргізілген объектінің жалпы көрінісі ұсынылған.



a)

б)

в)

Сурет 1 – Нысанның жалпы көрінісі;  
а) цикл 2; б) цикл 10; в) цикл 13  
[авторлардың материалдары].

Жұмыстар екі кезеңде жүргізілді: далалық және камералдық. Далалық кезең салынып жатқан ғимараттан қысымның таралу аймағынан тыс биіктік негізінің 3 бастапқы реперлерін (1-кесте), сондай-ақ бақыланатын ғимараттың қабырғаларында 15 деформациялық маркаларды (2-кесте), нивелирлеу нәтижелерін алдын ала өңдеуді, тексеруді және бақылауды қамтыды.

Кесте 1 – Деформациялық бақылау үшін қолданылған негізгі реперлер [авторлардың материалдары]

№	пп 12010	Рп1	Рп2	Рп3
X	7802.8877	7779.3818	7791.6069	7783.4682
Y	-996.2399	-1013.5767	-1004.6966	-985.3698
H	692.633	692.693	692.715	692.730

Кесте 2– Деформациялық бақылау үшін қолданылған деформациялық маркерлер [авторлардың материалдары]

Маркер №	X	Y	H
M1	7822.4319	-1017.9305	691.402
M2	7845.0493	-1008.4395	691.413
M3	7853.2287	-1014.1127	691.393
M4	7862.7630	-1018.0768	691.503
M5	7877.0520	-1017.7873	691.494
M6	7886.5757	-1040.4828	691.364
M7	7880.9622	-1049.5894	691.403
M8	7873.1202	-1061.5128	691.295
M9	7870.5600	-1071.0468	691.356
M10	7846.7534	-1081.0366	691.283
M11	7839.8325	-1075.4820	691.425
M12	7848.3113	-1063.0296	691.443
M13	7864.9864	-1030.6434	691.273
M14	7834.4071	-1030.3657	691.336
M15	7820.0586	-1028.3619	691.408

Белгіленген маркалардың биіктік жағдайын анықтау II классты нивелирлеу дәлдігімен жүзеге асырылды [15]. Бастапқы II классты нивелирлеу реперлерінің желісін байланыстыру Алматы қаласының жергілікті биіктік жүйесіндегі желі реперлерінің белгілерін анықтау мақсатында бақылаулардың бірінші (бастапқы) цикліндегі №12010 полигонометрия пунктіне орындалды.

Бастапқы негіз ретінде бақыланатын объекіден 210 м қашықтықта орналасқан үш қабырға реперлері алынды (нормативтік құжаттарға сәйкес – объектінің биіктігінен 1,5-тен кем емес) [16]. Кейінгі нивелирлеу циклдарында белгілерді есептеу кезінде бастапқы репер ретінде тұрақтылықты талдау нәтижелері бойынша биіктігі іргелес циклдар арасында шамалы өзгерген алаңдағы репер қабылданады. Алдыңғы бақылау цикліндегі осы репердің белгісі берілген циклдегі реперлердің белгілерін есептеу кезінде бастапқы деп қабылданады [17].

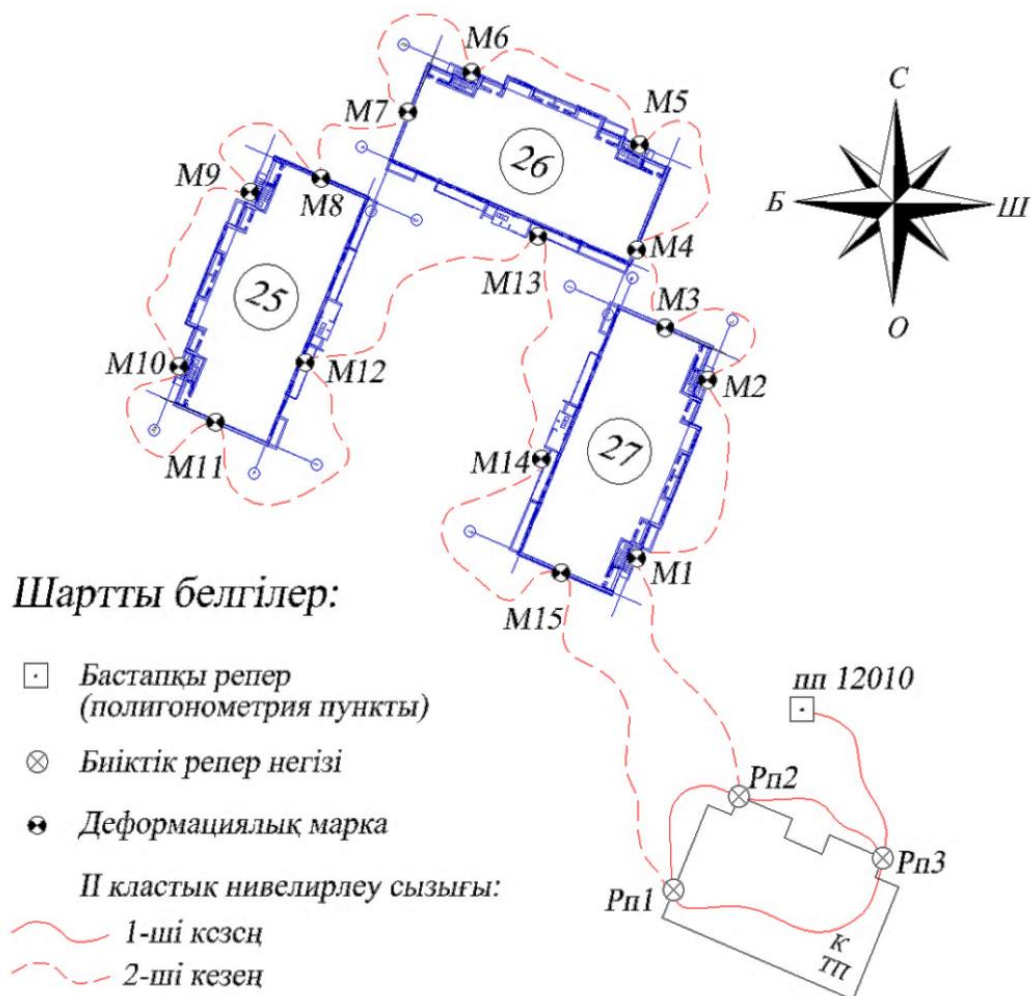
Негізгі 3 репер (Rp1, Rp2, Rp3) бақылаулардың бірінші-тоғызыншы циклынан бастап қолданылды. Оныншы циклде бұл реперлер жойылды және негіз ретінде №12010 полигонометрия пунктіне байланған жаңа реперлер (Rp1H, Rp2H, Rp3H) орнатылды [18].

Реперлердің тұрақтылығын талдау және олардың ықтимал белгілерін есептеу Черников В.Ф. әдісімен орындалды. Оның талдау тәртібі мен формулалары [19] берілген. Екінші сатыдағы нивелирлеу нәтижелерін теңестіру және деформациялық маркалардың белгілерін мен шөгугерін есептеу кезінде реперлердің ықтимал белгілері қолданылады.

Іргетастың вертикаль қозғалысын анықтауға арналған деформациялық маркалар бақыланатын құрылымның бүкіл периметрі бойынша (шамамен 15 м сайын) тірек құрылымдарының төменгі бөлігінде, оның ішінде бұрыштарда,

құрылымдардың түйісулерінде, шөгү немесе температуралық тігістердің екі жағында, бойлық және көлденең қабырғалардың түйісетін жерлерінде орнатады [20].

Бастапқы реперлер мен деформациялық маркаларды орналастыру схемасы сур. 2-де көрсетілген.



Сурет 2 – Бастапқы реперлер мен нивелирлеу желілерін орналастыру [авторлардың материалдары]

Желінің бастапқы реперлері бойынша нивелирлеу және салынған маркалардың биіктік жағдайын анықтау Leica (Швейцария) компаниясының NA500 оптикалық нивелирімен (сур. 3.) орындалды, ол штрихкодтық инварналық рейкалармен жиынтықта бірге жүретін және нивелирлі жүрісте 1 км ге 0,3 мм орташа квадраттық қатені қамтамасыз ететін, дөңгелек деңгейлермен жабдықталған. Бақылаулардың циклдік деңгейі айына бір рет болды.

Он үшінші циклде құрылыс жұмыстарын жүргізу нәтижесінде M7 – M14 деформациялық маркалары қол жетімсіз болып, M6 және M15 маркалары жойылып кетті.



Сурет 3 – Leica NA 500 оптикалық нивелирі [23]

Камералдық кезеңде өлшеу нәтижелерінің дәлдігін өңдеу, теңестіру және талдау орындалды, нивелирлеу жүрістерінің схемалары және бақыланатын кезеңдегі деформациялық маркалардың тұнбасының графикалық көрінісі жасалды. II классты нивелирлік желіні теңестіру компьютерде сертификатталған бағдарламалық өнімді «Кредо Нивелир 3.3» қолдана отырып, қатаң параметрлік түрде орындалады. Ал құрылымдар негіздерінің шөгуін анықтау және олардың уақыт бойынша жүруін зерттеу үшін физикалық-математикалық модель қолданылды.

Сондай-ақ, деформациялық маркалардың болжамды мәндерін іздеу жүргізілді. Ол үшін әр бақылау циклінен кейін орташа өлшеу қателігі қатынасы орташа квадраттық қате қатынасына алдын-ала есептеліп отырды. Осы критерий негізінде болжамды мәндерді анықтау мүмкіндігі туралы шешім қабылданды [11, 13].

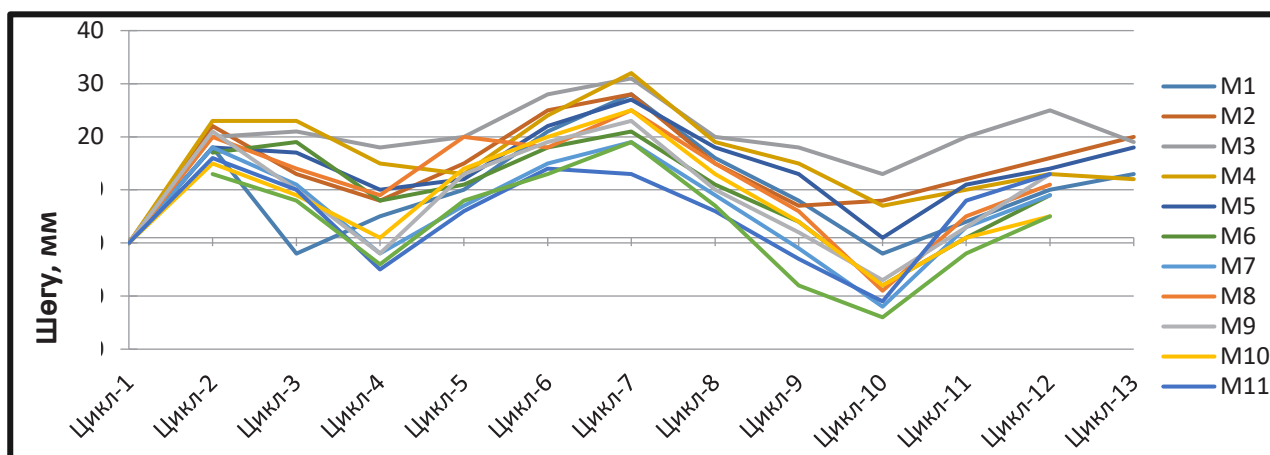
### **Нәтижелер мен талқылау**

Алынған сәйкессіздіктерді талдау барлық сәйкессіздіктер рұқсат етілген шамадан едәуір аз екенін көрсетеді, осылайша теңдеуден алынған дәлдіктің қорытынды бағасы II классты нивелирлеумен орындалған қолданыстағы нормативтік құжаттардың талаптарына сәйкес келетіндігін көрсетті [15, 21] және бақылау нүктелерінің белгілері жеткілікті дәлдікпен анықталған.

Шөгу маркаларының теңестірілген белгілеріне сәйкес олардың шөгуі көршілес бақылау циклдары арасында есептелді.

$$S' = H_i - H_{i-1} \quad (1)$$

Бұл жердегі,  $H_i$  – “ $i$ ” бақылау цикліндегі шөгу маркасының  $H_i$  белгісі;  $H_{i-1}$  – “ $i-1$ ” бақылау цикліндегі шөгу маркасының белгісі [16].



Сурет 4 – Бастапқы циклге қатысты шөгү графигі  
[авторлардың материалдары]

Алынған мәліметтер бойынша шөгүлердің егжей-тегжейлі графиктері салынған (сур. 4).

Мұндай графиктер шөгүлердің мөлшері мен біркелкілігін нақты бағалауға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, симметриялы орналасқан маркалар мен олардың графиктері үшін блоктар бойынша шөгү тізімдемесі жасалды [10].

Бұған қоса деформациялық маркалардан алынған шамаларға физикалық-математикалық модельді қолдану арқылы бекітілген шөгү маркаларының қозғалыс жылдамдығы есептелді [22]. Физикадан жылдамдық  $t$  уақытындағы  $S$  жолының туындысына тең екені белгілі, яғни:

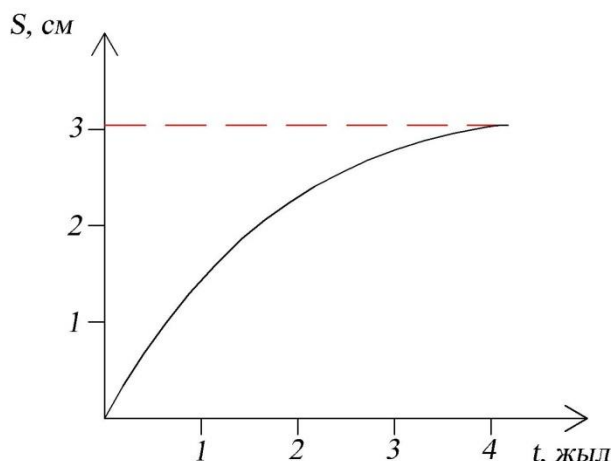
$$u = \frac{dS}{dt} \quad (2)$$

Бұл жағдайда өткен  $s$  жолы  $t$  уақытында шөгү болып табылады. Шөгү біркелкі емес қозғалысты білдіреді және белгілі бір уақыт  $\Delta t$  кезеңі үшін ол  $\Delta S$  шаманы алады.

Бірінші формуладан соңғы өсімге ауыса отырып, белгілі бір  $\Delta t$  уақыт аралығында шөгудің орташа жылдамдығы мына формула бойынша табылады:

$$u = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad (3)$$

Ғимараттың шөгүін бақылаудың нәтижелері бекітілген әрбір нүкте бойынша тікбұрышты координаттар жүйесіндегі графикте көрсетілді (абсцисса осі-уақыт  $t$ , ординат - шөгү осі  $S$ ). Шөгудің уақыт бойынша өзгеруінің мұндай графигі теңдеуі белгілі қисыққа жуықтайды (сур. 5).



Сурет 5– Уақыт бойынша шөгудің өзгеру кестесі  
[авторлардың материалдары]

$$S_t = S_K (1 - e^{-\alpha t}) \quad (4)$$

Мұнда  $S_K$  іс жүзінде соңғы шөгу яғни шөгудің тұрақтанған кезі болып табылады және  $\alpha$  - топырақтың сипаттамасына, іргетастың құрылымына, жүктемеге және басқа жағдайларға байланысты эмпирикалық коэффициент болса  $t$  - уақыт. Осы формуланы қолданумен байланысты кейінгі есептеу үшін (сурет 6) берілген кестедегі  $e^{-x}$  мәндерін пайдаланамыз (кей жағдай  $x = \alpha t$ ).

Мұндай теңдеу шөгудің тұрақтануына сәйкес келетін белгілі "t" мәні арқылы "a" коэффициентін табу үшін қолданылады. Мысалы,  $t = 24$  ай үшін,  $a \approx 0,42$  тең. Әр түрлі құрылымдар мен әртүрлі жағдайлар үшін "a" коэффициенті кең ауқымда ( $0,05 < a < 2,5$ ) ауытқиды. Сонымен қоса егер әр түрлі құрылымдар үшін "a" коэффициенті мәні белгілі болса бұл арқылы шөгу үдерісінің тұрақтану уақытын табуға болады. Авторлардың есептеуінде бұл тұрақтану 50 айдан кейін болатынын есептеу арқылы болжалды.

Кесте 3 –  $e^{-x}$  мәндері [24]:

$x$	$e^{-x}$	$x$	$e^{-x}$	$x$	$e^{-x}$	$x$	$e^{-x}$	$x$	$e^{-x}$
0,00	1,000	0,45	0,638	0,90	0,407	1,7	0,183	3,5	0,030
0,05	0,951	0,50	0,603	0,95	0,387	1,8	0,165	4,0	0,018
0,10	0,905	0,55	0,577	1,0	0,368	1,9	0,150	4,5	0,011
0,15	0,861	0,60	0,549	1,1	0,333	2,0	0,135	5,0	0,007
0,20	0,819	0,65	0,522	1,2	0,301	2,2	0,111	5,5	0,004
0,25	0,779	0,70	0,497	1,3	0,272	2,4	0,091	6,0	0,0025
0,30	0,741	0,75	0,472	1,4	0,247	2,6	0,074	7,0	0,0009
0,35	0,705	0,80	0,449	1,5	0,223	2,8	0,061	8,0	0,0003
0,40	0,670	0,85	0,427	1,6	0,202	3,0	0,050	10,0	0,0001



Сонымен қатар, әрбір өлшеу циклынан кейін орташа квадраттық қатенің орташа өлшеу қателігіне қатынасын бағалайтын коэффициент анықталды, коэффициент мәндерінің қатты өзгерістері болмаған жағдайда құрылыс объектісінің жай-күйінің сапалық өзгерістерінің жоқтығы туралы айтуға болады, бұл да авторларға деформациялық маркалардың шөгуінің болжамды мәндерін анықтауға мүмкіндік береді [11]. Авторлардың жағдайында коэффициенттің мәні іс жүзінде өзгерген жоқ және барлық бақылау циклдары үшін 1,16 болды.

Ғимарат шөгуін талдау арқылы бірінші циклден он үшінші циклге дейін (ақпан – тамыз) шөгу біркелкі, шамалы және -14 ден +32 мм-ге дейін болды, толық қаңқалы және монолитті жабыны бар көпқабатты ғимараттар үшін максималды шөгудің рұқсат етілген мәні -20 мм болатындығын көрсетті.

Әрбір өлшеу циклінен кейін экспоненциалды тегістеу әдісімен деформациялық маркалардың шөгуінің болжамды мәндерін есептеу жүргізілді және есептелген шама келесі бақылау циклінде анықталған нақты мәнмен іс жүзінде сәйкес келіп отырды. Шөгудің болжамды және нақты мәндері арасындағы максималды алшақтық 0,3 мм болды.

Маркалардың шөгуінің болжамды және нақты мәндерінің сәйкес келуі осы ғимарат құрылысы кезеңінің де деформациялық процестердің даму заңдылығы мен болжамдылығын көрсетті.

### **Қорытынды**

Зерттеу жұмыстарымызды қорытындылай келе, келесі нәтижелерге қол жеткіздік:

1. Зерттеу нысанының деформациялық өзгерісін бақылау үшін геодезиялық өлшеу жұмыстары НА-500 аспабы арқылы II-классты нивелирлеу геометриялық әдісімен жүргізілген.
2. Зерттеу нысанында деформациялық бақылау үшін 3 негізгі репер және 15 деформациялық маркалар қамтылған.
3. Зерттеу арқылы алынған мәліметтер бойынша шөгу графиктері салынған.
4. Физикалық-математикалық моделдеу арқылы шөгу үдерісінің болжамдық тұрақталу мерзімін есептеуге болатындығы келтірілген.
5. Құрылыстағы жүргізілген зерттеулердің циклдық бақылау нәтижесінде деформациялық үдерістің болжамдық және нақты мәндері арасындағы максималды алшақтық 0,3 мм құрады, яғни рұқсат етілген шамада болды.

### **Әдебиеттер:**

1. СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения», 2014.
2. СП РК 1.03-103-2013 «Геодезические работы в строительстве», 2013.
3. СП РК 5.01-102-2013 «Основания зданий и сооружений» (с изменениями и дополнениями от 06.11.2019 г.), 2013.

4. Ruslanovna P.M., Ivanovich K.Y. *Using the Typification Of Mining-Engineering Facilities To Substantiate Deformation Monitoring Of Opencast Mining* //Известия Уральского государственного горного университета. – 2020. – №4 (60). – С. 115-122. <https://doi.org/10.21440/2307-2091-2020-4-115-122>
5. Авакян В. *Теория и практика инженерно-геодезических работ.* – Litres, 2022.
6. Макаров К.Н. *Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования* //Москва: Издательство Юрайт. – 2019.
7. Леонович С.Н., Снежков Д. Ю., Доркин В. В. *Мониторинг возводимых и эксплуатируемых зданий.* – 2019.
8. Лабузнов А.В. *Оптимизация схем наблюдения за деформациями геодезическими методами при мониторинге зданий и сооружений, не относящихся к объектам повышенной ответственности* // Г35 Геоэкологические проблемы техногенного этапа истории Земли — 2021. – 2021. – С. 93.
9. *Геодезический мониторинг. Наблюдения за осадками и кренами зданий и сооружений. ГОСТ СТО СРО-Г 60542954 00007-2020.* //Издание официальное. – 2020. – С. 164.
10. Салов А. С. и др. *Оптимизация процессов мониторинга эксплуатируемых жилых зданий, расположенных вблизи нового строительства и реконструкции* //Вестник евразийской науки. – 2019. – Т. 11. – №3. – С. 46.
11. Кирюникова Н. М. и др. *Программное обеспечение системы наблюдений за состоянием объектов инфраструктуры* //Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2020. – Т. 47. – №3. – С. 60-70. <https://doi.org/10.21822/2073-6185-2020-47-3-60-70>
12. Преснов О. М. и др. *Современные методы обследования фундаментов зданий и сооружений* //Экономика и предпринимательство. – 2021. – №2. – С. 631-635. <https://doi.org/10.34925/EIP.2021.127.2.124>
13. Берловская Е. И., Пчелинцева Е. Ю. *Влияние устройства фундаментов строящихся зданий на осадку фундаментов существующих зданий* //Инвестиции, строительство, недвижимость как материальный базис модернизации и инновационного развития экономики. – 2018. – С. 312-317.
14. *Инструкция по нивелированию: утв. рук. Министр цифрового развития, инноваций и аэрокосмической промышленности Республики Казахстан.* – Астана, 2023. – С. 247. [Электронный ресурс]. — URL:<https://www.gov.kz/memleket/entities/mdai/documents/details/375537>
15. *ГОСТ 31937–2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния, 2011.*
16. Сальников В. Г. и др. *О выборе конструкции пунктов высотной основы на промплощадке тепловых электростанций* //Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2018. – №1. – С. 47-56.
17. Волков Н. В., Брынь М. Я. *Оценка точности устойчивости нивелирных пунктов опорной высотной основы* //Молодой ученый. – 2019. – №4. – С. 21-24.
18. Нгуен Х. В. *Разработка методики оценки вертикальных смещений оснований зданий и сооружений на основе анализа элементов модели деформационной сети* // Санкт-Петербургский горный университет – 2018. – С. 170.
19. *Пособие к МГСН 2.07–01. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Обследование и мониторинг при строительстве и реконструкции зданий и подземных сооружений.*
20. Кирюникова Н.М., Лесовая Э.Д., Гура Д.А. *Геодезический мониторинг как средство наблюдения за состоянием объектов инфраструктуры* //Современные проблемы и перспективы развития земельно-имущественных отношений. – 2020. – С. 390-395.
21. Жур В.Н., Прокопов А.Ю., Романов П.С. *Оценка степени повреждения жилых зданий при совместном воздействии вертикальных и горизонтальных деформаций в основании фундаментов* //Актуальные проблемы науки и техники. 2019. – 2019. – С. 263-265.

22. Характеристика прибора Leica NA500. [Электронный ресурс]. URL: <https://leica-geosystems.com/products/levels/automatic-levels/leica-na500-series>
23. Джалилов Т. Ф. Наблюдения за деформациями инженерных сооружений в сложных инженерно-геологических условиях // Бюллетень науки и практики. – 2019. – Т. 5. – №1. – С. 237-243. <http://doi.org/10.5281/zenodo.2539758>

#### References:

1. SP RK 1.02-105-2014 “Engineering surveys for construction. Basic Provisions [Inzhenernyye izyiskaniya dlya stroitelstva. Osnovnyie polozheniya]”, 2014. (in Russ.)
2. SP RK 1.03-103-2013 “Geodetic works in construction [Geodezicheskie raboty v stroitelstve]”, 2013. (in Russ.)
3. SP RK 5.01-102-2013 “Foundations of buildings and structures [Osnovaniya zdaniy i sooruzheniy]” (as amended on November 6, 2019), 2013. (in Russ.)
4. Ruslanovna P. M., Ivanovich K. Y. Using the Typification Of Mining-Engineering Facilities To Substantiate Deformation Monitoring Of Opencast Mining // News of the Ural State Mining University [Izvestiya Uralskogo gosudarstvennogo gornogo universiteta]. – 2020. – №. 4 (60). – С. 115-122. <https://doi.org/10.21440/2307-2091-2020-4-115-122>
5. Avakyan V. Theory and practice of engineering and geodetic work [Teoriya i praktika inzhenerno-geodezicheskikh rabot]. – Litres, 2022. (in Russ.)
6. Makarov K.N. Engineering geodesy: a textbook for secondary vocational education [Inzhenernaya geodeziya: uchebnik dlya srednego professionalnogo obrazovaniya] // Moscow: Yurayt Publishing House [Moskva: Izdatelstvo Yurayt]. – 2019. (in Russ.)
7. Leonovich S.N., Snezhkov D. Yu., Dorkin V.V. Monitoring of erected and operated buildings [Monitoring vozvodimyyih i ekspluatiruemyih zdaniy]. – 2019. (in Russ.)
8. Labuznov A.V. Optimization of schemes for monitoring deformations using geodetic methods when monitoring buildings and structures that are not related to objects of increased responsibility [Optimizatsiya shem nablyudeniya za deformatsiyami geodezicheskimi metodami pri monitoringe zdaniy i sooruzheniy, ne odnosyashchisya k ob'ektam povyishennoy otvetstvennosti] // G35 Geoecological problems of the technogenic stage of the history of the Earth [G35 Geoekologicheskie problemyi tehnogennoogo etapa istorii Zemli] —2021. – 2021. – P. 93. (in Russ.)
9. Geodetic monitoring. Observations of settlements and tilts of buildings and structures [Geodezicheskiy monitoring. Nablyudeniya za osadkami i krenami zdaniy i sooruzheniy]. STO SRO-G 60542954 00007-2020. //Official publication [Izдание ofitsialnoe]. – 2020. – P. 164. (in Russ.)
10. Salov A.S. et al. Optimization of monitoring processes of exploited residential buildings located near new construction and reconstruction [Optimizatsiya protsessov monitoringa ekspluatiruemyih zhilyih zdaniy, raspolozhennyih vblizi novogo stroitelstva i rekonstruktsii]// Bulletin of Eurasian Science [Vestnik evraziyskoy nauki]. – 2019. – Т. 11. – No.3. – P. 46. (in Russ.)
11. Kiryunikova N.M. et al. Software for monitoring the state of infrastructure objects [Programmnoe obespechenie sistemyi nablyudeniya za sostoyaniem ob'ektov infrastrukturyi]// Bulletin of the Dagestan State Technical University. Technical science [Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta. Tehnicheskije nauki]. – 2020. – Т. 47. – No.3. – pp. 60-70. <https://doi.org/10.21822/2073-6185-2020-47-3-60-70> (in Russ.)
12. Presnov O.M. et al. Modern methods of examining the foundations of buildings and structures [Sovremennyye metodyi obsledovaniya fundamentov zdaniy i sooruzheniy]// Economics and Entrepreneurship [Ekonomika i predprinimatelstvo]. – 2021. – No.2. – pp. 631-635. <https://doi.org/10.34925/EIP.2021.127.2.124>(in Russ.)

13. Berlovskaya E.I., Pchelintseva E.Yu. *The influence of the construction of foundations of buildings under construction on the settlement of foundations of existing buildings [Vliyanie ustroystva fundamentov stroyaschihsya zdaniy na osadku fundamentov suschestvuyuschih zdaniy] // Investments, construction, real estate as a material basis for modernization and innovative development of the economy [Investitsii, stroitelstvo, nedvizhimost kak materialnyiy bazis modernizatsii i innovatsionnogo razvitiya ekonomiki]. – 2018. – P. 312-317. (in Russ.)*
14. *Instructions for leveling: approved. hands Minister of Digital Development, Innovation and Aerospace Industry of the Republic of Kazakhstan [Instruktsiya po nivelirovaniyu: utv. ruk. Ministr tsifrovogo razvitiya, innovatsiy i aerokosmicheskoy promyshlennosti Respubliki Kazahstan]. – Astana, 2023. – P. 247. [Electronic resource]. – URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/mdai/documents/details/375537> (in Russ.)*
15. *GOST 31937–2011. Buildings and constructions. Rules for inspection and monitoring of technical condition [GOST 31937–2011. Zdaniya i sooruzheniya. Pravila obsledovaniya i monitoringa tehnicheskogo sostoyaniya], 2011. (in Russ.)*
16. *Salnikov V. G. et al. On the choice of design of high-rise base points at the industrial site of thermal power plants [O vyibore konstruksii punktov vyisotnoy osnovyi na promploschadke teplovyih elektrostantsiy]// Interexpo Geo-Siberia [Interekspos Geo-Sibir]. – 2018. – No. 1. – pp. 47-56. (in Russ.)*
17. *Volkov N.V., Bryn M.Ya. Assessing the accuracy of the stability of leveling points of a supporting high-altitude base [Otsenka tochnosti ustoychivosti nivelirnyih punktov opornoy vyisotnoy osnovyi]// Young scientist [Molodoy ucheniy]. – 2019. – No. 4. – pp. 21-24. (in Russ.)*
18. *Nguyen H. V. Development of a methodology for assessing vertical displacements of the foundations of buildings and structures based on the analysis of elements of the deformation network model [Razrabotka metodiki otsenki vertikalnyih smescheniy osnovaniy zdaniy i sooruzheniy na osnove analiza elementov modeli deformatsionnoy seti]// St. Petersburg Mining University [Sankt-Peterburgskiy gornyy universitet] – 2018. – P. 170. (in Russ.)*
19. *Manual for MGSN 2.07–01. Foundations, foundations and underground structures. Inspection and monitoring during construction and reconstruction of buildings and underground structures [Osnovaniya, fundamenty i podzemnyie sooruzheniya. Obsledovanie i monitoring pri stroitelstve i rekonstruksii zdaniy i podzemnyih sooruzheniy]. (in Russ.)*
20. *Kiryunikova N.M., Lesovaya E.D., Gura D.A. Geodetic monitoring as a means of monitoring the condition of infrastructure objects [Geodezicheskiy monitoring kak sredstvo nablyudeniya za sostoyaniem ob'ektov infrastruktury]// Modern problems and prospects for the development of land and property relations [Sovremennyye problemy i perspektivy razvitiya zemelnimuschestvennyih otnosheniy]. – 2020. – P. 390-395. (in Russ.)*
21. *Zhur V.N., Prokopov A.Yu., Romanov P. S. Assessment of the degree of damage to residential buildings under the combined influence of vertical and horizontal deformations at the base of foundations [Otsenka stepeni povrezhdeniya zhilyih zdaniy pri sovmestnom vozdeystvii vertikalnyih i gorizontalnyih deformatsiy v osnovanii fundamentov] // Current problems of science and technology [Aktualnyie problemy nauki i tehniki]. 2019. – 2019. – pp. 263-265. (in Russ.)*
22. *Characteristics of the Leica NA500 device. [Electronic resource]. URL: <https://leica-geosystems.com/products/levels/automatic-levels/leica-na500-series> (in Russ.)*
23. *Jalilov T. F. Observations of deformations of engineering structures in complex engineering and geological conditions [Nablyudeniya za deformatsiyami inzhenernyih sooruzheniy v slozhnyih inzhenerno-geologicheskikh usloviyah] // Bulletin of Science and Practice [Byulleten nauki i praktiki]. – 2019. – T. 5. – No.1. – pp. 237-243. <http://doi.org/10.5281/zenodo.2539758> (in Russ.)*

**Ә.М. Харифолла, А.Е. Шакенов\*,  
Е.С. Сарыбаев, Д.Н. Сулейменова**

Казахский национальный университет им. аль-Фараби,  
Алматы, Казахстан

**Информация об авторах:**

Харифолла Әділ Мутиғоллаұлы – магистрант, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

ORCID ID: 0009-0000-8978-3141; email: adilgarifolla@gmail.com

Шакенов Абзал Ержанұлы – магистрант, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

ORCID ID: 0009-0008-5956-0228; email: abzal\_2000.04.08@mail.ru

Сарыбаев Едил Саутович – и.о. доцента, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

ORCID ID: 0000-0003-4081-1361; email: edilait@mail.ru

Сулейменова Диана Нұрбақытовна – докторант, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

ORCID ID: 0000-0003-1880-0615; email: suleymenovad81@gmail.com

**КОНТРОЛЬ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ  
МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА  
(на примере жилого комплекса «Теремки» в Алматы)**

***Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы, связанные со строительством большого количества современных многоэтажных домов и сооружений, их устойчивости при эксплуатации, то есть прочности. Современные тенденции в строительстве, в частности, рост количества этажей зданий, плотность застраиваемых площадок, влияние подстроечных и смежных тектонических, сейсмических факторов, расположение инженерных коммуникационных сетей приводит к отрицательным техногенным показателям строительства. Для контроля и определения этих параметров в повседневной практике широко используются в основном традиционные геодезические методы, в том числе геометрическое нивелирование осадки сооружения с использованием современных приборов. В настоящем исследовании проведена нивелировочная работа II класса с прибором NA-500 для определения осадки при строительстве жилого комплекса "Теремки". Полученные результаты были проанализированы, что позволяет говорить о том, что деформационные процессы, наблюдаемые при измерениях, носят приблизительный характер. Даны рекомендации по совершенствованию комплекса измерительных мероприятий, а также рассмотрена возможность прогнозирования, а также рассчитаны прогнозные значения оседания деформационных знаков, практически совпадающие с фактическими значениями, полученными в следующем цикле мониторинга.*

**Ключевые слова:** геометрическое нивелирование, деформационный мониторинг, многоэтажное строительство, оседание зданий, марка деформации, таблица оседания.

**A.M. Harifolla, A.E. Shakeno\***  
**E.S. Sarybaev, D.N. Suleimenova**

Al-Farabi Kazakh National University,  
Almaty, Kazakhstan

**Information about authors:**

Harifolla Adil Mutigollauly - master's student, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

ORCID ID: 0009-0000-8978-3141, email: adilgarifolla@gmail.com

Shakenov Abzal Yerzhanuly - master's student, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

ORCID ID: 0009-0008-5956-0228, email: abzal\_2000.04.08@mail.ru

Sarybaev Edil Sautovich - associate professor, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

ORCID ID: 0000-0003-4081-1361, email: edilait@mail.ru

Suleymenova Diana Nurbakytovna - doctoral student, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

ORCID ID: 0000-0003-1880-0615; email: suleymenovad81@gmail.com

**DEFORMATION CONTROL DURING THE CONSTRUCTION  
OF A MULTISTOREY RESIDENTIAL COMPLEX (by the example  
of the Teremki residential complex in the city of Almaty)**

**Abstract.** *The article discusses issues related to the construction of a large number of modern multi-storey buildings and structures, their stability during operation, that is, strength. Modern trends in construction, in particular, the increase in the number of floors of buildings, the density of built-up sites, the influence of substructure and adjacent tectonic, seismic factors, the location of engineering communication networks leads to negative technogenic indicators of construction. To control and determine these parameters in everyday practice, mainly traditional geodetic methods are widely used, including geometric leveling of the precipitation of the structure using modern instruments. In this study, grade II leveling work was carried out with the NA-500 device for determining precipitation during the construction of the "Teremki" residential complex. The obtained results were analyzed, which suggests that the deformation processes observed during measurements are approximate. Recommendations for improving the complex of measuring measures are given, as well as the possibility of forecasting is considered, and the predicted values of the subsidence of deformation signs are calculated, which practically coincide with the actual values obtained in the next monitoring cycle.*

**Keywords:** *geometric leveling, deformation monitoring, multi-storey construction, precipitation of buildings, de-formation mark, graph of sinking.*