

МРНТИ 28.17.23  
УДК 53.072; 53:681.3

DOI 10.52167/1609-1817-2023-125-2-196-202

**А.Қ. Сейсенбаева**, **А.У. Калижанова**

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан

E-mail: akerkeseisenbayeva@gmail.com

## **АҚПАРАТТЫҚ-ӨЛШЕУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ МЕТРОЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН АЛУ ӘДІСТЕМЕСІ МЕН ҚҰРАЛДАРЫН ӘЗІРЛЕУ**

**Аңдатпа.** Бұл жұмыста бірнеше тәуелсіз бақылаулармен өлшемдерді орындау әдістемесі, бақылау нәтижелерін өңдеудің және метрологиялық сипаттамаларды бағалаудың негізгі әдістері ұсынылған. Осы әдістеменің алгоритмдері негізінде қолданыстағы үлгілі шаралар мен автоматты калибрленген шараларға арналған бағдарламалық жасақтама жасалды. Жұмыстың мақсаты метрологиялық бақылау кезінде ақпараттық-өлшеу жүйесінің өлшеу нәтижелерін анықтау және бағалау үшін әзірленген әдістемені алу болып табылады. Зерттеудің міндеті ақпараттық-өлшеу жүйесінің өлшеу арналарын метрологиялық сынаудың ұсынылған әдістемесі негізінде ақпараттық-өлшеу жүйесінің метрологиялық сипаттамаларын алу процесін автоматтандыруға мүмкіндік беретін бағдарлама әзірлеу болып табылады.

**Түйінді сөздер.** Ақпараттық-өлшеу жүйесі, метрологиялық сипаттамалар, арна, Фишердің таралуы

### **Кіріспе.**

Метрологиялық сипаттамаларды эксперименттік анықтау аттестатталатын ақпараттық-өлшеу жүйелерінің таңдалған арнасының кірісіне қажетті дәлдікпен сигнал беруден (үлгілі құралды қосу), оның мәнін өлшеуден, шығыс сигналын тіркеуден және өлшенген кіріс және шығыс сигналдарының мәндерінің белгілі бір алгоритмі бойынша өңдеуден тұрады [1].

Үлгілі өлшеу құралы ретінде қателігі аттестатталатын ақпараттық-өлшеу жүйесінің рұқсат етілген қателігінің күтілетін шегінің  $1/3$  —  $1/5$  аспайтын өлшеу құралын қолдану керек. Үлгілі өлшеу құралы метрология бөлімінде метрологиялық аттестаттаудан (тексеруден) өтуі және метрологиялық аттестаттау (тексеру) туралы куәлігі болуы тиіс.

Кіріс сигналын өлшеу өлшеу диапазонының нөлдік және ақырлы (ақырлы) мәндеріне сәйкес келетін қималарды қоса алғанда, өлшеу диапазонының 11 қимасында (берілген қателікпен функционалдық тәуелділікті анықтау үшін) жүргізілуі керек. Зерттелетін бөлімдердің санын таңдау өлшеу диапазоны бойынша қатенің жүйелік компонентінің өзгеру сипатына, өлшеу арнасын түрлендіру функциясының түріне және үлгілі өлшеу құралы арқылы кіріс сигналының мүмкін дискреттілігіне байланысты [2]. Егер қатенің жүйелік компонентінде үзілістер мен секірулер болмаса және түрлендіру функциясы сызықтық болса, онда бір-бірінен тең бөлімдердің минималды саны таңдалады. Қатенің жүйелік компонентінде және өлшеу арнасын түрлендіру функциясында сызықтық емес үзілістер мен секірулер болған жағдайда, бөлімдердің көп саны таңдалады. Өлшеу диапазонының әрбір қимасындағы өлшеулер саны 20-дан кем болмауы тиіс ( $P = 0.95$  дұрыстығы кезінде).

Егер кіріс сигналының нөлдік мәні өлшеу диапазонының шетінде болса, онда өлшеу кіріс сигналын нөлдік мәнен өлшеу диапазонының соңғы мәніне дейін және кері ұлғайту кезінде жүргізілуі керек (10 түзу және 10 кері градуирлеу).

Егер кіріс сигналының нөлдік мәні өлшеу диапазонында болса, онда өлшеу диапазонының бір соңғы мәнінен өлшеу диапазонының екінші соңғы мәніне дейін және кері бағытта жүргізілуі керек [3].

### Материалдар мен тәсілдер.

Метрологиялық сипаттамалары жеке және типтік болып бөлінеді. Жеке ақпараттық-өлшеу жүйелерінің белгілі бір өлшеу арнасының қасиеттерін сипаттайды. Типтік ақпараттық-өлшеу жүйелерінің бір типті өлшеу арналары тобының қасиеттерін сипаттайды.

Өлшеу арнасының жеке метрологиялық сипаттамалары:

- өлшеу арнасын түрлендірудің жеке функциясы -  $f_H(x)$ ;
- абсолютті қатенің жүйелі компоненті -  $\Delta_S$ ;
- қатенің кездейсоқ компонентінің квадраттық ауытқуының орташа мәні -  $\sigma(^{\circ}\Delta)$ ;
- өлшеу арнасының шығыс сигналының өзгеруі -  $H$ ;
- өлшеу арнасының рұқсат етілген абсолютті қателігі -  $\Delta_m$ ;

Бір типті өлшеу арналары тобының типтік метрологиялық сипаттамалары:

- түрлендірудің номиналды функциясы -  $f_H(x)$ ;
- қатенің жүйелі компонентін математикалық күту -  $M[\Delta_S]$ ;
- қатенің жүйелік компонентінің орташа квадраттық ауытқуы -  $\sigma[\Delta_S]$ ;
- қатенің кездейсоқ компонентінің орташа квадраттық ауытқуының орташа арифметикалық мәні -  $\bar{\sigma}[^{\circ}\Delta]$ ;
- кездейсоқ компоненттің орташа квадраттық ауытқуы -  $\sigma[^{\circ}\Delta]$ ;
- қатенің кездейсоқ компонентінің рұқсат етілген орташа квадраттық ауытқу шегі -  $\sigma_m[^{\circ}\Delta]$ ;
- шығыс сигналының өзгеруінің орташа арифметикалық мәні -  $\bar{H}$ ;
- шығыс сигналының вариациясының орташа квадраттық ауытқуы -  $\sigma[H]$ ;
- шығыс сигналының рұқсат етілген вариациясының шегі -  $H_p$ ;
- бір типті өлшеу арналары тобының рұқсат етілген абсолютті қателігінің шегі -  $\Delta_p$ .

Өлшеу диапазонында номиналды түрлендіру функциясы түзу түрінде болады деп болжанады. Ақпараттық-өлшеу жүйелерінің метрологиялық сипаттамаларын алу барысында номиналды түрлендіру функциясы эксперименттік мәліметтерге сәйкес нақтыланады.

Эксперименттік деректердің нәтижелерін өңдеу ақпараттық-өлшеу жүйелерінің метрологиялық сипаттамаларына статистикалық баға беруден тұрады [4-5].

Ақпараттық-өлшеу жүйелерінің өлшеу арнасының жеке метрологиялық сипаттамаларын бағалау кезінде  $f_H(x)$  өлшеу арнасын түрлендірудің жеке функциясы Өлшем диапазонының әр қимасында  $\bar{y}_j$  шығыс сигналын топтастырудың  $T$  орталықтарының мәндерін түрдің көпмүшесі арқылы жуықтау арқылы анықталады.

$$y_H = f_H(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n, \quad (1)$$

мұндағы  $x$ -кіріс сигналының мәні;

$y_H$ -шығыс сигналының мәні;

$a_i$ -түрлендіру функциясының коэффициенттері.

Зерттелетін арнаның шығыс сигналдарын топтастыру орталықтары формула бойынша анықталады:

$$\bar{y}_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} y_{inpx} + \sum_{i=1}^{n_2} y_{iobx}}{n_1 + n_2}, \quad (2)$$

мұндағы  $y_{inpx}$ ;  $y_{iobx}$  өлшеу диапазонының қимасындағы шығыс сигналының мәндері ( $y_{inpx}$  үшін) және кіріс сигналының төмендеуі ( $y_{iobx}$  үшін).

$n_1$ ;  $n_2$ -кіріс сигналының ұлғаюы ( $n_1$  үшін) және азаюы ( $n_2$  үшін) кезіндегі өлшемдер саны;

$i = 1, \dots, n$  - өлшем нөмірі.

Көпмүшенің дәрежесін таңдау үшін дисперсияны салыстыруға негізделген гипотезаны статистикалық тексеру ұсынылады [6].

Статистикалық тексеру критерийі:

$$F = \frac{S_2^2}{S_1^2}. \quad (3)$$

Фишердің еркіндік дәрежесімен бөлінуіне бағынады  $f_1 = l - p - q$  және  $f_2 = N - l$ ,

мұндағы  $l$  - өлшемдер диапазоны бөлінетін бөлімдер саны ( $j = 1, 2, \dots, ;$ );

$p$  - түрлендіру функциясының таңдалған көпмүшесінің дәрежесі;

$N = ln$  - Өлшемдердің жалпы саны;

$n$  - қимадағы өлшемдер саны.

$S_2^2$  мәні таңдалған жуықтайтын көпмүшеге қатысты өлшеу нәтижелерінің дисперсиясын сипаттайды:

$$S_2^2 = \frac{n \sum_{j=1}^l (\bar{y}_j - \bar{y})^2}{l - p - 1}, \quad (4)$$

мұндағы  $\bar{y}_j$  - шығыс сигналының орташа мәні (топтау орталықтарының мәні);

$\bar{y}_j$  - таңдалған полином бойынша алынған шығыс сигналының мәні.

$S_1^2$  мәні  $\bar{y}_j$  орташа мәндерге қатысты өлшеу нәтижелерінің дисперсиясын сипаттайды [7]

$$S_1^2 = \frac{\sum_{j=1}^l \sum_{i=1}^n (y_{ji} - \bar{y}_j)^2}{N - l} \quad (5)$$

шарт тексеріледі:

$$F > F_{\alpha, f_1, f_2}. \quad (6)$$

$F_{\alpha, f_1, f_2}$  мәні берілген ықтималдық үшін Фишердің үлестіру кестелерінен таңдалады  $P=0.95$ . Егер көрсетілген шарт орындалмаса, онда көпмүшенің дәрежесі бірлікке артады және статистикалық критерий бойынша қайтадан тексеріледі. Шартты орындау кезінде жуықтайтын көпмүшенің таңдалған дәрежесі дұрыс деп саналады [8].

Жуықтайтын көпмүшенің дәрежесін таңдау кезінде басқа статистикалық критерийлерді қолдануға рұқсат етіледі.

Кіріс сигналының жоғарылауы ( $\Delta_{np,x}$  үшін) және төмендеуі ( $\Delta_{ob,x}$  үшін) кезінде эксперименталды түрде алынған өлшеу диапазонының әр қимасындағы өлшеу арнасының абсолютті қателігі формуламен анықталады:

$$\Delta_{inpx} = y_{inpx} - y_n, \quad \Delta_{iobx} = y_{iobx} - y_n \quad (7)$$

таң қайда  $y_{inpx}$  және  $y_{iobx}$  өлшеу диапазонының әр қимасындағы өлшеу арнасының шығыс сигналының мәндері үлкейту ( $y_{inpx}$  үшін) және кішірейту ( $y_{iobx}$  үшін) кезінде эксперименталды түрде алынған  $y_{inpx}$  кіріс сигналы;

$y_n$  - зерттелетін арнаның жеке  $f_n(x)$  түрлендіру функциясы бойынша есептеу жолымен алынған өлшеу диапазонының әрбір қимасындағы өлшеу арнасының шығыс сигналының мәні.

### Нәтижелер.

Кіріс сигналының ұлғаюы (үшін  $\bar{\Delta}_{np,x}$ ) және азаюы (үшін маңдай  $\bar{\Delta}_{ob,x}$ ) кезінде эксперименталды түрде алынған өлшеу диапазонының әр қимасындағы өлшеу арнасының орташа қателігі формуламен анықталады:

$$\bar{\Delta}_{np,x} = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} \Delta_{i np,x}, \quad \bar{\Delta}_{ob,x} = \frac{1}{n_2} \sum_{i=1}^{n_2} \Delta_{i ob,x}, \quad (8)$$

мұндағы  $n_1, n_2$  -  $\bar{\Delta}_{np,x}$  ( $n_1$  үшін) немесе  $\bar{\Delta}_{ob,x}$  ( $n_2$  үшін) анықтау кезінде қатені іске асыру саны.

Вариацияның маңыздылығы өлшеу диапазонының әр қимасында теңсіздікті тексеру арқылы анықталады:

$$t = \frac{|\bar{\Delta}_{np,x} - \bar{\Delta}_{ob,x}|}{\sqrt{\frac{n_1 S_{np,x}^2 + n_2 S_{ob,x}^2}{n_1 + n_2}}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 n_2 - 2)}{n_1 + n_2}} < t_T. \quad (9)$$

1 кесте -  $t_T$  үлгінің (өлшемдердің) берілген көлемі үшін таңдалатын мән  $n$  және қабылданған ықтималдық  $P = 0.95$  кестеден:

n	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
$t_T$	4.3	2.78	2.45	2.31	2.23	2.18	2.14	2.12	2.1	2.09

$$S_{np,x}^2 = \frac{1}{n_1 - 1} \sum_{i=1}^{n_1} (\Delta_{i np,x} - \bar{\Delta}_{np,x})^2, \quad (10)$$

$$S_{ob,x}^2 = \frac{1}{n_2 - 1} \sum_{i=1}^{n_2} (\Delta_{i ob,x} - \bar{\Delta}_{ob,x})^2. \quad (11)$$

Теңсіздікті орындау кезінде (9) вариация жоқ деп санау керек. Әйтпесе вариация бар және оны ескеру қажет.

Өлшеу диапазонының әр қимасындағы өлшеу арнасының  $\Delta_S$  қателігінің жүйелік компонентін бағалау формуламен анықталады:

- вариация болған кезде:

$$\tilde{\Delta}_{SH} = \frac{\bar{\Delta}_{np,x} + \bar{\Delta}_{ob,x}}{2} \quad (12)$$

- вариация болмаған кезде:

$$\tilde{\Delta}_S = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^{2n} \Delta_i, \quad (13)$$

мұндағы,  $2n = n_1 + n_2$  -  $\tilde{\Delta}_S$  анықтау кезінде қатені іске асыру саны,

$\Delta_i$  - вариация болмаған кезде қатені  $i$ -ші іске асыру:

$$\Delta_i = y_i - y_n. \quad (14)$$

### Талқылау.

Кез келген өлшеу құрылғысы сияқты, жүйе де мерзімді тексеруге мүмкіндік беруі керек. Мұндай тексеруді тензометриялық ақпараттық-өлшеу жүйесі үшін дәстүрлі түрде жүзеге асыруға болады: оны қарсылық дүкеніне қосу және калибрлеу. Бұл әдіс жүйені алып тастауды немесе оған арнайы кабельдерді қосуды талап етеді және көп уақытты қажет етеді. Еңбек сыйымдылығын төмендету үшін қазіргі уақытта калибрлеуді автоматты режимде жүргізуге мүмкіндік беретін шаралардың Автоматты Калибраторы (АКМ) әзірленді, бұл өлшеу жолдарын жүйені алып тастамай тексеруге мүмкіндік береді [9].

Нөлдік арна бойынша 100 мк\*сек түрлендіру уақыты кезінде датчиктердің барлық түрлерін және оларды АКМ көмегімен қосу схемаларын тексеру нәтижелері хаттамада ұсынылған. АКМ көмегімен тексеру нәтижелері бойынша жүйенің рұқсат етілген қателігі 0,05% - дан 0,1% - ға дейін байқалады.

Ақпараттық-өлшеу жүйелерінің метрологиялық сынақтарын жүргізу БМЖ әзірлеушілерінің практикалық жұмысында үнемі болатын міндет болып табылады. Осыған байланысты бұл мәселені тез шешуді және нәтижелерді түсіндіруді қамтамасыз ететін ыңғайлы бағдарламалық қамтамасыз ету мен құралдарды жасау қажеттілігі туындайды.

Резистордың кедергілері мен кернеулерінің сәйкес үлгілік мәндерін автоматты түрде генерациялайтын көп функциялы автоматты өлшеу калибраторын (АКМ) әзірлеу көп функциялы мәселеге бағытталған IMS метрологиялық аттестаттауға, тексеруге және диагностикалауға арналған. Мамандандырылған АКМ әзірлеуде және құруда жинақталған тәжірибе осы сыныптағы басқа МБЖ метрологиялық сынақтар үшін пайдалы болады.

Отандық және шетелдік әдеби дереккөздерді талдау, сондай-ақ патенттік зерттеулер ұқсас оқиғаларды көрсетпеді.

Бұл әзірлеудің қажеттілігі ақпараттық-өлшеу жүйесі метрологиялық сынақтар сатысында оператордың әрекетінен субъективті фактордың әсерін толығымен алып тастау талаптарымен анықталады (атап айтқанда, үлгілік құралдардың шектерін қосу және ауыстыру, уақыт факторы және т.б.).

Бағдарламалық қамтамасыз ету мен құралдардың көмегімен көп функционалды көп арналы ақпараттық-өлшеу жүйесі метрологиялық сынақтан өткізу уақытын шамамен бағалау АБМ пайдалану бұл кезеңді он есе қысқартатынын көрсетті.

Қамтамасыз ету мақсатында өңдеудің бірегейлігін, сондай-ақ жұмыс температурасының кең диапазоны ( $-40^{\circ}\text{C}$  -  $+60^{\circ}\text{C}$ ) болатын әзірленген БМЖ-да өлшеу бағдарламаларының үлкен санын ( $>50$ ) ескере отырып МБЖ кепілдендірілген метрологиялық сипаттамалары, оның калибрленуі ішкі бақылау арналарының көмегімен қамтамасыз етіледі.

Калибрлеу жұмыс температурасының диапазонында IMS ішкі бақылау сенсорларының мәндерін анықтау үшін орындалады. Температура диапазоны калибрлеу операциялары орындалатын нүктелердің сәйкес санына бөлінеді. Басқару сенсорларының мәндері файл.txt сенсорларының сәйкес түрлерінде жазылады және болашақта жұмыс кезінде ақпараттық-өлшеу жүйесі өлшеу нәтижелерін түзету үшін қолданылады. Калибрлеу автоматты режимде де автоматты өлшем калибраторының (АКМ) көмегімен жүзеге асырылады.

Жұмыстың нәтижесінде мыналар әзірленді:

- функционалдық диаграмма Автоматты калибрленген өлшем;
- функционалдық блоктардың схемаларын;
- басқару алгоритмдері және есептеуіш ядроға арналған бағдарламалық қамтамасыз ету (микроконтроллер негізінде) өлшеу және есептеу модулі және оның

автоматты калибрленген өлшеммен, деректерді өңдеумен және ұсынуымен өзара әрекеттесуін қамтамасыз ететін сыртқы дербес электрондық компьютер.

### Қорытынды.

Метрологиялық бақылау кезінде және пайдалану процесінде ақпараттық-өлшеу жүйесінің өлшеу нәтижелерін анықтау және бағалау үшін әзірленген әдістеме негізінде жүйенің жалпы қателігін бағалау өлшеу арналарының ең нашар метрологиялық сипаттамалары бойынша қабылданады және 0,1% құрайды.

Ақпараттық-өлшеу жүйесінде қолданылатын бастапқы түрлендіргіштерді (датчиктерді) имитациялау үшін өлшеу арнасының болжамды қателігінен төмен қателік шегі бар үлгілі құралдар жиынтығы пайдаланылады.

Датчиктердің көптеген түрлері және оларды ақпараттық-өлшеу жүйесіне қосу схемалары осы үлгілі құралдардың компьютерлерінің кірісіне қосылудың әртүрлі схемаларын анықтайды.

Жүйені метрологиялық бағалау процесінің уақытын (ондаған есе) қысқарту, үлгілі құралдарды ауыстыру кезінде субъективті факторды алып тастау және т.б. көп функциялы көп арналы проблемалық бағдарланған ақпараттық-өлшеу жүйесінің метрологиялық сипаттамаларын алу процесін автоматтандыруға мүмкіндік беретін әзірленген автоматты өлшеуіш (АКМ) қолданылады.

### ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Structural Health Monitoring of Building and Transport Structures. *Procedia Struct. Integr.* 2019, 17, 726–733. [CrossRef]

[2] Shimada, Y. Development of Optical Fiber Bragg Grating Sensors for Structural Health Monitoring. *J. Laser Micro Nanoeng.* 2013, 8, 110–114. [CrossRef]

[3] Lan, C.; Zhi, Z.; Ou, J. Monitoring of structural prestress loss in RC beams by inner distributed Brillouin and fiber Bragg grating sensors on a single optical fiber. *Struct. Control Health Monit.* 2014, 21, 1–14. [CrossRef]

[4] Sonnenfeld, C.; Luyckx, G.; Sulejmani, S.; Geernaert, T.; Eve, S.; Berghmans, F.; Gomina, M. Internal Strain Monitoring of Composite Materials with Microstructured Optical Fiber Bragg Grating Sensors. In *Proceedings of the 10th International Workshop on Structural Health Monitoring (IWSHM), Stanford, CA, USA, 1–3 September 2015*; pp. 87–94.

[5] Zhao, Y.; Zhu, Y.; Yuan, M.; Wang, J.; Zhu, S. A laser-based fiber Bragg grating ultrasonic sensing system for structural health monitoring. *IEEE Photonics Technol. Lett.* 2016, 28, 2573–2576. [CrossRef]

[6] Matveenko, V.; Shardakov, I.; Voronkov, A.; Kosheleva, N.; Lobanov, D.; Serovaev, G.; Spaskova, E.; Shipunov, G. Measurement of strains by optical fiber Bragg grating sensors embedded into polymer composite material. *Struct. Control Health Monit.* 2018, 25, e2118. [CrossRef]

[7] Goossens, S.; Geernaert, T.; De Pauw, B.; Lamberti, A.; Vanlanduit, S.; Luyckx, G.; Chiesura, G.; Thienpont, H.; Berghmans, F. Dynamic 3D strain measurements with embedded micro-structured optical fiber Bragg grating sensors during impact on a CFRP coupon. In *Proceedings of the 2017 25<sup>th</sup> Optical Fiber Sensors Conference (OFS), Jeju, Korea, 24–28 April 2017*; pp. 1–4.

[8] Bahrapour, A.R.; Maasoumi, F. Resolution enhancement in long pulse OTDR for application in structural health monitoring. *Opt. Fiber Technol.* 2010, 16, 240–249. [CrossRef]

[9] Kozbakova Ainur, Piotr Kisała, Wójcik Waldemar, Kalizhanova Aliya, Mamyrbayev Orken & Akhmetzhanov Maksat. Interrogation system of signals from rotation sensors using tilted fiber Bragg gratings. *Cogent Engineering* (2020), 7:1743405



**Akerke Seisenbayeva**, master student, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, akerkeseisenbayeva@gmail.com

**Aliya Kalizhanova**, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, kalizhanova\_aliya@mail.ru

## DEVELOPMENT OF METHODS AND MEANS FOR OBTAINING METROLOGICAL CHARACTERISTICS OF INFORMATION AND MEASUREMENT SYSTEMS

**Abstract.** In this paper, a method of performing measurements with multiple independent observations, basic methods of processing the results of observations and evaluation of metrological characteristics are proposed. Based on the algorithms of this technique, software has been developed for existing model measures and automatic calibrated measures. The aim of the work is to obtain a developed methodology for determining and evaluating the measurement results of an information and measurement system during metrological control. The objective of the study is to develop a program based on the proposed methodology of metrological testing of measuring channels of the information and measurement system, which allowed automating the process of obtaining metrological characteristics of the information and measurement system.

**Keywords.** information and measurement system, metrological characteristics, channel, Fischer distributions.

**Акерке Сейсенбаева**, магистрант, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, akerkeseisenbayeva@gmail.com

**Алия Калижанова**, к.ф.-м.н., ассоциированный профессор, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, kalizhanova\_aliya@mail.ru

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ И СРЕДСТВ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИНФОРМАЦИОННО -ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

**Аннотация.** В данной работе предложена методика выполнения измерений с многократными независимыми наблюдениями, основные методы обработки результатов наблюдений и оценки метрологических характеристик. На основе алгоритмов этой методики было разработано программное обеспечение для существующих образцовых мер и автоматической калиброванной меры. Целью работы является получение разработанной методики для определения и оценки результатов измерений информационно-измерительной системы при метрологическом контроле. Задачей исследования является на основании предложенной методики метрологических испытаний измерительных каналов информационно-измерительной системы разработать программа, позволившая автоматизировать процесс получения метрологических характеристик информационно-измерительной системы.

**Ключевые слова.** Информационно-измерительная система, метрологические характеристики, канал, распределения Фишера.

\*\*\*\*\*