

МРНТИ 50.47.00;47.13.31

<https://doi.org/10.58805/kazutb.v.4.17-45>

## ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІ АВТОМАТТАНДЫРУ КЕЗІНДЕГІ МЕХАТРОНДЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ҚОЛДАНУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

<sup>1</sup>А.Д. Тулегулов, <sup>1</sup>К.М. Акишев, <sup>2</sup>К.Ш. Арынгазин, <sup>1</sup>А.О. Тохаева, <sup>1</sup>М.Қ. Мұса

<sup>1</sup>Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан,

<sup>2</sup>НАО Торайғыров университеті, Павлодар, Қазақстан

[tad62@ya.ru](mailto:tad62@ya.ru)

**Андапта.** Мақалада технологиялық процестерді автоматтандыру кезінде мехатрондық жүйелерді қолдану ерекшеліктері қарастырылады. Зерттеу объектісі ретінде телекоммуникациялық жабдықтың роботтандырылған құрылғыларының кешені таңдалды. Соңғы онжылдықта радиоэлектроника мен телекоммуникация саласы белсенді дамып келе жатқанын ескере отырып, күрделі объектілерді жобалау және модельдеу әдістерін жүйелеу қажеттілігі туындады. Робототехникалық құрылғыларды метрологиялық қамтамасыз ету саласындағы негізгі тенденцияларға талдау жасалды. Технологиялық процестерді автоматтандыру саласындағы зерттеулер техникалық құрылғыларды да, қолданбалы бағдарламалар пакеттерін де қамтитын өзара байланысты міндеттердің тұтас кешенін білдіреді. Техникалық құрылғылар ретінде бақылау жүйелері де, басқару және диагностика жүйелері де қарастырылады. Талданған тақырыптың өзектілігі әртүрлі робототехникалық жүйелерді зерттеу осы робототехниканың барлығын растауға мүмкіндік беретіндігімен анықталады.

Бұл мехатрондық жүйелер кешенінің жалпыланған моделін құруға мүмкіндік береді, оның негізінде ақпаратты өңдеу, түрлендіру және сақтау процестерін жасауға және жүзеге асыруға болады. Мақалада сонымен қатар мехатрондық жүйелердің бағдарламалық жасақтамасына назар аударылады. Зерттелетін объектінің күрделілік деңгейіне байланысты технологиялық процестерді автоматтандыру кезінде қолданбалы бағдарламалардың бір немесе басқа пакеті қолданылатынын түсіну керек.

**Түйінді сөздер.** Автоматтандыру, технология, процесс, мехатроника, жүйелер, Роботтар, Телекоммуникациялар, модельдеу, объект, бағдарламалау, алгоритм, бақылау, басқару, диагностика, кешен.

## ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

<sup>1</sup>А.Д. Тулегулов, <sup>1</sup>К.М. Акишев, <sup>2</sup>К.Ш. Арынгазин, <sup>1</sup>А.О. Тохаева, <sup>1</sup>М.Қ. Мұса

<sup>1</sup>Казахский университет технологии и бизнеса, г. Астана, Казахстан.

<sup>2</sup>НАО Торайғыров университет, г. Павлодар, Казахстан

[tad62@ya.ru](mailto:tad62@ya.ru)

**Аннотация.** В статье рассматриваются особенности применения мехатронных систем при автоматизации технологических процессов. В качестве объекта исследования выбран комплекс роботизированных устройств телекоммуникационного оборудования. Учитывая

тот факт, что в последние десятилетие активно развивается область радиоэлектроники и телекоммуникаций, возникла потребность в систематизации методов проектирования и моделирования сложных объектов. Приведен анализ основных тенденций в области метрологического обеспечения робототехнических устройств.

Исследования в области автоматизации технологических процессов представляют целый комплекс взаимосвязанных задач, включающий как технические устройства, так и пакеты прикладных программ. В качестве технических устройств рассматриваются как системы контроля, так и системы управления и диагностики.

Актуальность анализируемой темы определена тем, что исследования различных робототехнических систем позволяют утверждать, что все эти робототехнические системы имеют практически один и тот же алгоритм построения. Это позволяет создать обобщенную модель комплекса мехатронных систем, на основе которой можно разработать и реализовать процессы обработки, преобразования и хранения информации.

В статье также уделено внимание вопросам программного обеспечения мехатронных систем. Необходимо понимать, что в зависимости от уровня сложности исследуемого объекта будет использоваться тот или иной пакет прикладных программ при автоматизации технологических процессов.

**Ключевые слова.** Автоматизация, технология, процесс, мехатроника, системы, роботы, телекоммуникации, моделирование, объект, программирование, алгоритм, контроль, управление, диагностика, комплекс.

## FEATURES OF THE USE OF MECHATRONIC SYSTEMS IN THE AUTOMATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

<sup>1</sup>A. Tulegulov, <sup>1</sup>K. Akishev, <sup>2</sup>K. Aryngazin, <sup>1</sup>A. Tokhaeva, <sup>1</sup>M. Musa

<sup>1</sup>Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan,

<sup>2</sup>NAO Toraigyrov University, Pavlodar, Kazakhstan

[tad62@ya.ru](mailto:tad62@ya.ru)

**Abstract.** The article discusses the features of the use of mechatronic systems in the automation of technological processes. A complex of robotic devices of telecommunication equipment was chosen as the object of research. Considering the fact that the field of radio electronics and telecommunications has been actively developing in the last decade, there is a need to systematize methods for designing and modeling complex objects. The analysis of the main trends in the field of metrological support of robotic devices is given.

Research in the field of automation of technological processes represents a whole complex of interrelated tasks, including both technical devices and application software packages. Both control systems and control and diagnostic systems are considered as technical devices.

The relevance of the analyzed topic is determined by the fact that studies of various robotic systems allow us to assert that all these robotic systems have practically the same algorithm of construction. This makes it possible to create a generalized model of a complex of mechatronic systems, on the basis of which it is possible to develop and implement the processes of processing, transformation and storage of information.



The article also pays attention to the issues of mechatronic systems software. It is necessary to understand that depending on the level of complexity of the object under study, one or another package of application programs will be used to automate technological processes.

**Keywords.** Automation, technology, process, mechatronics, systems, robots, telecommunications, modeling, object, programming, algorithm, control, management, diagnostics, complex.

**Андапта.** Робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің метрологиялық қамтамасыз ету негізгі тенденциясы – күрделі басқарушы және ақпараттық – есептеуші жүйелерде адаптивті модель арқылы машиналық бақылауға өту. Осыған байланысты метрологиялық сипаттамаларының мәні өзгереді. Бұл робот құрылғылардың тек қана каналға қосылған блоктардың ғана емес, сонымен қатар уақытша қосылған каналдардың өзара әсерлерінің метрологиялық сипаттамаларын ескереді. Қазіргі кезде қажетті дәрежедегі сапалы байланыс қызметтерін атқару үшін, өз уақытында телекоммуникация кабелі және қондырғылардың параметрлеріне кешенді есептеулермен мониторинг жасау қажет [1]. Робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің бір жиынтығы бес және одан да көп белгілі бір миссияны орындау үшін өлшеу және мониторинг жасайтын өлшеу құралдарын функционалды түрде орнын басуға қабілетті екендігіне байланысты. Бұл ретте қолдану робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің жүйелерінде қолдану белгіленген тәртіппен болуы тиіс.

**Зерттеу материалдары мен әдістемесі.** ҚР “метрология Туралы” заңының 13 бабына сәйкес мемлекеттік метрологиялық бақылау және қадағалау объектілері болып келесілер көрсетілген:

- эталондар;
- өлшем құралдары (ӨҚ);
- заттар мен материалдардың стандартты үлгілер құрамын және қасиеттері;
- ақпараттық-өлшеу жүйесі;

- өлшеуді орындау әдістемесі;
- метрология нормалары мен ережелерге сәйкес өзге де нысандары.

Робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешені дегеніміз бұл анықталған әдіспен өзара сызықтармен байланысқан өлшеу құралдарымен техникалық қондырғылар жиынтығынан нәтижелерді әр-түрлі уақыт аралығында алу. Атқаратын қызметіне байланысты робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешені өлшеу ақпараттық, өлшеу бақылаушы, автоматты бақылау жүйесі, техникалық диагностика және т.б. болып бөлінеді [2,3].

Осылайша, робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің негізгі функциясы – ол есептеуші ақпараттарды алу, оны өңдеу, жіберу, операторға немесе компьютерге ақпарат беру, сақтау және әр – түрлі басқау әрекеттерін жасау. Қолданыстағы робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің өндірістік және басқа да процесстерді келесі статикалық және динамикалық өңдеулер жасау үшін және де адам факторынын болатын қателіктердің алдын алу үшін автоматтандыруы керек [4].

Жұмыс жасау алгоритмінің құрылуына байланысты робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешеніні келесі түрлерге бөлінеді:

- арнайы берілген алгоритмі бар, яғни жұмыс жасауы өзгермейді және тұрақты режимде жұмыс жасайтын объектілерді зерттеу үшін пайдаланады;
- программаланатын, яғни жұмыс жасау алгоритмін объектінің жұмыс жасау шарттарына байланысты өзгертуге болатын;

– адаптивті, алгоритмі мен құрылымы объектінің жұмыс жасауына байланысты өзгертін;

– интеллектуалды жұмыс жасау шарттарының өзгеруіне байланысты өзгертін және кез келген уақытта кез-келген функцияны атқара алатын.

Егер техникалық сұрақтарды техникалық сервис қызметі шешсе, робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің метрологиялық толықтыруын, метрологтар немесе метрология жауап беретін өндірістер шешеді. Метрологиялық сипаттамаларды реттейтін ең үлкен құрылымдық бірлік Есептеуіш Канал болып табылады. Робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің бастапқы

түрлендіргіштерден, АК, АЦТ, өлшеуіш блоктардан, түйіндерден және т.б. тұрады. Негізінде робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің нормалары СИ жүйесінде жасалады [5].

Сонымен қатар бұл жүйеде де қателіктер болады және оны бақылау қажет. Робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің негізгі қателігі екі бөліктен тұрады: бастапқы түрлендіргіш қателігі және есептеуіш каналдың қателігі [6].

Техникалық әдебиеттен алынған техникалық әдебиеттерге сәйкес келесі негізгі ерекшеліктермен оларға қатысты мәселелерді анықтауға болады(кесте 1).

## Кесте 1

### Негізгі ерекшеліктермен оларға қатысты мәселелері

Робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің ерекшеліктері	Метрологиялық қамтамасыз ету робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің мәселелері
Көпфункционалдылық	– Физикалық бірліктердің бір уақытта өлшенуін қамтамасыз ету – Көп санды параметрлердің ортақ бағасын құру – Кешенді параметрлерді есептеу
ЭВМ құрамында болу	Есептеулерді өңдеу алгоритмінің сапасын бағалауға қатысты мәселерді шешу
Көпканалдылық	Каналдардың бір бірін әсер етуін азайту және бағалау
Робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің көптеген объектілермен байланысы, объектіден жүйені оның құрылымын бұзбай шешу мүмкін еместігі	Метрологиялық қызмет көрсету жағдайында мүмкін болмаған проблемаларды шешу жүргізу үшін байланыстыру СИ жеріне СИ – эталон арқылы өткізу. ИК шарттары бойынша датчиктерін орнату объектісінде жинақтап салыстырып тексеру мүмкін еместігі
Объектілер сипаттау мен оларды модельдеу күрделілігі	Бастапқы ақпарат болмаған жағдайда объектінің өлшеу дәлдігіне әсері
Құрудың агрегатты жолы	Объектіні зерттеуді тек қана объекті эксплуатациясында жүргізу.
Кеңістікте робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің компоненттерінің таралуы	Эксплуатация кезінде болатын әр – түрлі жағдайларды өлшеу дәлдігін әсері
Эксплуатация барысында робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің құрамының өзгеру мүмкіндігі	Шығару моментінде регламенттеу талаптарының күрделілігі
Өлшеуді динамикалық режимінің болуы	Жүйенің динамикалық қасиеттерін зерттеу және оны объекті қасиеттерімен сәйкестендіру қажеттілігі



I кестеден көрініп тұрғандай, робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің метрологиялық қатамасыз ету мәселелерді жүйелеп немесе этап арқылы шешу қажет.

Мысалы:

– егер робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің біртұтас болса, онда нормалық құжаттамаларда метрологиялық сипаттамалар және оларды басқару әдістері көрсетілуі керек. Егер де робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің агрегатты принциппен құрылса, онда әрбір агрегат үшін жеке сипаттамалар мен оларды басқару әдістері көрсетіледі;

– егер робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің барлық компоненттері бірдей сыртқы жағдайларда болса, онда әсер ететін мәндер функциясы және қосымша анықталмаған бөліктер қарапайым робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің сияқты нормаланады;

– егер әр түрлі жағдайларда әсер етуші шамалар да анықтау және нормалау – өте күрделі жағдай және оны шешу үшін тәжірбиелеуді жоспарлауға әкеліп соғады;

– аналогты есептеуіш қондырғылар жүйе компоненттерін қарапаймы жүйе ретінде қарастырады және соған сәке нормалайды. Егер күрделі есептеуіш қондырғыларды қолданса онда Метрологиялық сипаттамаларды регламентациялау және есептеу алгоритмін құру қажеттілігі туындайды.

Робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің метрологиялық қамтамасыз ету тек қана есептеулер ғана емес сонымен қатар келесі операцияларды орындайды:

– жобалау және эксплуатация этаптарында метрологиялық бақылау орнату;

– робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің техникалық құжаттамаларына метрологиялық сараптама жасау;

– робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің тексеру және реттеу;

– робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің қолданғандағы шығару монтаж және орнату жағдайларын метрологиялық бақылау;

– робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің ақпаратының аппаратты және бағдарламалық түрде қорғалу дәрежесін тексеру.

**Негізгі нәтижелер.** Робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің метрологиялық қамтамасыз ету жүйесі бойынша әр түрлі шектеулер әсерін зерттеп және оны практикалық базаға енгізумен тоқталып қана қоймайды. Қазіргі таңда адамзат баласы робот құрылғыларын игеру мен қатар, беймәлім заттарды сезіп, көріп байқағылары келіп отырады. Осындай әдістердің біріне робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің метрологиялық қамтамасыз ету арқылы зерттеу жүйелері жатады. Роботты басқару жүйесінде басқа басқару жүйелерінде роботтың атқарушы жабдықтары ретінде қозғалмалы басқару жүйе нысандарынан тұрады. Атқарушы жабдықтар роботтар механикалық жүйелер мен берілістерден тұрады [7].

Роботтың жобалануы олардың пайдалануын болжайтын операциялық жүйелермен шарттарды қанағаттандырады. Олардың орын ауыстыруы, жылдамдықтары, нысанның үдеуі меңгеріле отырып, нысанның өз, алыс шарттары роботтың орындаушы механизмін анықтайды. Робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің метрологиялық қамтамасыз ету мен оларды қалыпқа келтіру, робот құрылғыларын қолдану мен оның барлық мүмкіншіліктерін күрделі техникалық объектіні басқару тапсырмаларында қолданады. Жалпы өз кезегінде робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінде тиімді басқару әдісін шешу үшін заманауи жаңа тиімді әдістер қолдану қажет. Робот құрылғылардың мақсаты сынақ өндіріс ке-

шенінің қызметіне байланыс қағидасы бойынша жұмыс атқаратын қолайлы басқару жүйесін табу болып келеді.

Бұл үшін келесідей мәселелер шешіледі:

- робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің қызметі;

- робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің түрлері мен тағайындалуы;

- робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің метрологиялық қамтамасыз ету ерекшеліктері;

- робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенін негізгі мәселелерін класификациялау.

Робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешені басқа ақпараттық технологиялардан өзіне тәне зерттеулік сипаттамасымен және келесі ерекшеліктерімен ерекшеленеді:

- бастапқы өлшеуіш түрлендіргіштердің әсерінен өлшену объектісінен бастапқы өлшеу ақпаратын алу;

- берілген және кепілденген дәлдікпен өлшеу ақпараттарын түрлендіру;

- есептелген ақпарат сигналын жалпы алынған өлшем бірлігімен сәйкестендіру, бағалау және қалған анықталмаған бөлік туралы ақпарат беру.

Робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешені – ақпаратты жинау, сақтау, өңдеу және беру үшін қолданылатын персоналдың және әдістердің, құралдардың өзара байланысты жиынтығы. Робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешені әрбір базалық компоненті өзіндік жүйе болып табылады, ол белгілі бір құру құрылымынан және функциялаудың мақсатынан тұрады.

Басқарудың робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің – басқарушы персоналға басқарылатын объект бойынша тиімді шешім қабылдауды қамтамасыз ететін әр түрлі ортасы. Ақпараттық сатыда орта зерттеледі, шешімді қабылдауды талап ететін шарттар мен оқиғалары анықталады. Бұл

сатыда алғашқы мәліметтер мәліметтер базасында ізделіп өңделеді және талданады, содан соң сәйкес өңдеуден өтеді. Жобалау сатысында әрекеттің мүмкіндік бағыттары (альтернатива) жасалынады және бағаланады. Бұл сатыда шешімді қабылдауды талап ететін оқиғаның құрылымдану мүмкіндігі анықталады.

Таңдау сатысында белгілі бір альтернативаны таңдайды және негіздейді, сонымен қоса оның іске асырылу мониторингі ұйымдастырылады. Робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенін таңдау сатысында әрекеттің бағытының дұрыс таңдауын жеңілдетіледі және шешімнің орындалуын бақылау үшін кері байланысты қамтамасыз етеді. Бұл жағдайда бірінші кезеңдерде қажетті ақпарат жинақталады, оның негізінде альтернативті нұсқалар қатары жасалынады деп жорамалданады. Кері байланыс алынған нәтижелерді түзету үшін қолданылады, себебі оптималды шешім іс жүзінде ең бірінші кадам кезінде уақыт және ресурстар бойынша нақты (реалды) шектелуіне байланысты таңдалына алмайды. Топтық режимде шешімді қабылдау үшін компьютерлік жәрдем қолданылады, яғни, топтық шешімдерді қолдаудың робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің типті, арнайы ақпараттық технологиялары, электронды жиналыстар және т.б.

Кез келген динамикалық жүйені тиімді басқару (технологиялық процесті, өндірісті, жаңа бұйымды құру процесі) көп жағдайда ақпараттың сақталуы, ізделінуі, өңделуі және толықтырылуы қалай ұйымдастырылғанына байланысты анықталады. Сірә, басқару тек жеке элементтер арасындағыдай сыртқы ортаның да арасындағы ақпараттық байланыспен дәл анықталатын жүйеде мүмкін. Бұл жағдайда әр түрлі қосалық жүйелер әрекетінің координациясының мүмкіндігі, берілген басқару жүйесінің одан да жоғары



және одан да төмен деңгейлі жүйелермен байланысы қамтамасыз етіледі.

Ақпарат өздігінше «математикалық» типті абстрактілі түсінікке жатқызылуы мүмкін. Бірақ та бірнеше ерекшеліктер қатары оны материалды әлемге жақындатады. Ақпаратты жазуға, алуға, өшіруге, беруге болады. Ол жоқтан пайда болмайды. Бірақ та ақпаратты бір жүйеден екінші жүйеге бергенде ақпараттың мөлшері берілетін жүйеде азаймайды, қабылданытынында әдетте көбейетін болса да. Ақпараттың өзін тасымалдаушыдан тәуелсіздігі байқалады, себебі оның әр түрлі физикалық орталар бойынша оның семантикасына байланысыз әр түрлі физикалық сигналдарының көмегімен түрленуі және берілуі мүмкін [8]. Кез келген материалды объект жайындағы ақпарат бақылау, натуралистік немесе есептеуіш эксперимент немесе логикалық шешім жолымен алынуы мүмкін.

Робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешені ақпараттық технологияның бір түрі болып табылады және осы көпшіліктің ішінен белгілі танымдық сипатқа ие және оларға тән арнайы процедураларды жүзеге асырумен ерекшеленеді:

- бастапқы өлшеуіш түрлендіргіштердің (сенсор) өлшеу объектісімен өзара әрекеті нәтижесінде бастапқы өлшеуіш ақпараттың алынуы;

- өлшеуіш ақпараттың берілген кепілденген дәлдікпен түрленуі;

- өлшеуіш ақпараттың сигналының жалпы қабылданған өлшеу бірлік өлшемімен, бағасымен және өлшенетін мәннің қалдықты белгіссіздік сипаттамасын көрсетумен салыстыру.

Қазіргі заманғы робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешені қосымша қасиеттерге жасанды интеллекттің аппаратты және бағдарламалық құралдарын қолдану арқасында жетеді. Робот құрылғылардың сынақ

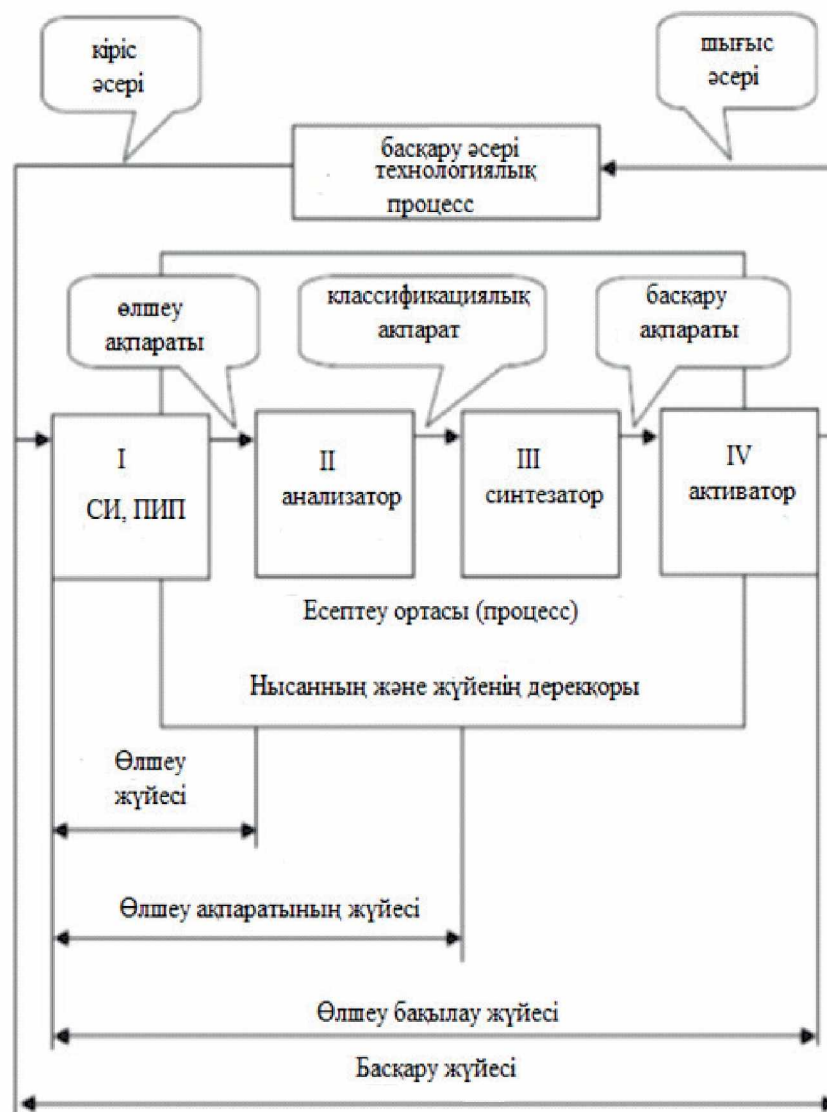
өндіріс кешенінің дамуының негізгі міндеттерінің бірі өлшенетін мәннің номенклатурасын кеңейту, «қатан» сыртқы факторлардың әсер ету шарты кезінде өлшеуді (жоғары температура, үлкен қысым, иондаушы сәулелендіру және т.б.) қамтамасыз ету. Мұндай міндеттердің шешімі қолданылатын өлшеу құралдарының (ӨҚ) құрылымын қиындатуына байланысты; ӨҚ өзара байланысты кешеннің және оларды функциялауға қажетті техникалық құралдардың құрылуы. Зерттеудің қазіргі заманғы объектілері жоғары жылдамдықпен лезде өзгеретін үлкен мөлшерлі параметрлермен сипатталады.

Кейде, объектінің параметрі туралы ақпарат алу үшін кешенді өлшеу жүргізу керек, ал өлшенетін шаманың мәнін өлшенуге берілетін шамалар мен оның арасындағы белгілі функционалдық байланыс негізінде есептеу жолы арқылы табады. Өлшеуіш жүйе – функционалды біріктірілген шаралардың, өлшеуіш құралдардың, өлшеуіш түрлендіргіштердің, ЭЕМ және тағы басқа техникалық құралдардың жиынтығы, олар әр түрлі мақсатта өлшеуіш сигналды жасау және бір немесе бірнеше физикалық шамаларды өлшеу мақсатымен бақыланатын объектілердің әр түрлі нүктелерінде орналасқан.

Тағайындалуына байланысты өлшеуіш жүйелерді өлшеуіш ақпаратты, өлшеуіш бақыланатын, өлшеуіш бақыланатын жүйелерге және т.б. бөлінеді. Өлшеуіш міндеттің өзгеруіне байланысты қайта құрылатын өлшеуіш жүйені иілімді өлшеуіш жүйе (ИӨЖ) деп аталады. Ақпараттық өлшеуіш жүйенің (АӨЖ) мысалы ретінде жылу электр станцияның өлшеуіш жүйесін келтіруге болады, ол әр түрлі энергоблоктардағы физикалық шамалардың қатары туралы өлшеуіш жүйені алуға мүмкіндік береді [9]. Ол мыңдаған өлшеуіш каналардан тұруы мүмкін.

Робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің дамуына екі кезеңді ажыратуға болады, олардың арасындағы шекара есептегіш техниканың құралдар жүйесінің құрамына қосылуымен анықталады. Бірінші кезеңде жүйенің құрылымы мен функциялары бірмәнді мақұлданған және өлшеуіш функция анықтауыш болып табылады. Өлшеудің нәтижелерін бейнелеумен байланысқан ақпараттық функция көмекші ретінде қарастырылады.

Екінші кезеңде жүйе кең мағынада ақпараттыға айналады, яғни, тек қана өлшеуіш емес, басқа да ақпараттық функцияларды жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Нәтижесі робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің құрылуы болып табылады, олар өлшеу, бақылау функциясы, зерттеу, диагностика және т.б негізінде орындауға арналған (сурет 1).



Сурет 1 – Робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің құрылуы



Робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің дамуын екі аспектіде қарастыруға болады: құрылымдық және функционалды. Біріншісі әртүрлі кіші жүйелерді интеграциялауды, компьютерлік технологияны кеңінен қолдануды көрсетеді, бұл икемді құрылымы бар жүйелердің пайда болуына әкеледі. Екінші аспект жүйе атқаратын функциялардың санының күрт өсуін сипаттайды. Бұл жағдайда ауырлық центрі өлшеу функцияларынан өлшем нәтижелерін пайдалануға байланысты басқа ақпараттық функцияларға ауыстырылады [10].

**Талқылау және нәтижелер.** Осылайша, робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің өлшеулер басқа функциялармен тығыз байланысты болады (логикалық өңдеу, өлшеу нәтижелерін талдау және т.б.) және оны бөлу әрдайым мүмкін емес. Робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің жоғарыда аталған сипаттамаларын ескере отырып, келесідей екі анықтама беруге болады: **ӨЖ** және **АӨЖ** кең мағынада. **Өлшеу жүйесі** – өлшеу құралдарын және қосалқы техникалық құралдарды білдіретін өлшеу құралы. **Ақпараттық өлшеу жүйесі** – өлшеу құралдарын қоса алғанда, өлшеу құралдарын және қосалқы техникалық құралдарды қамтитын ақпараттық жүйенің ақпараттық жүйесін өлшеу, олардағы ақпарат басқа ақпарат түрлеріне ауыстырылады.

Метрологиялық сипаттамалары (МС) қалыпқа келуі мүмкін робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің ең үлкен өлшем бірлігі – өлшеу арнасы (ӨА) болып табылады. Ол **ӨК**-н тізбекті қосылуын көрсетеді (**ӨК**-н кейбіреулері өздігінен көп арналы болуы мүмкін, бұл жағдайда **ӨК** көрсетілген **ӨА** тізбектей жалғануы туралы айту керек). Функциялау алгоритмімен қамтамасыз етілген **ӨК** осындай қосылуы өлшенген мәнді қабылдаудан өлшеу нәтижесін қоса алғанда жазуға дейін немесе робот құрылғылар-

дың сынақ өндіріс кешенінің тыс қолдануға ыңғайлы болуы үшін, робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің құрамына кіретін сандық немесе аналогты есептеуіш құрылғысына кіру үшін, орындау механизмдарына әсер ету үшін, басқа да мәндермен түрленуі үшін оны сигналға түрлендіретін аяқталған функцияны орындауға мүмкіндік береді [6]. **ӨК** типтік құрылымы бастапқы өлшеу түрлендіргішін, байланыс желілерін, аралық өлшеу түрлендіргішін, аналогты-сандық түрлендіргішін, процессор, сандық-аналогтық түрлендіргішін қамтиды.

Кез-келген бір шаманы өлшеу рәсімін жүзеге асыратын қарапайым **ӨК**, және бірнеше шаманы өлшеу рәсімін жүзеге асыратын және өлшенетін мен есептелетін шама аралығындағы белгілі функционалды қатынас негізінде есептеулер жүргізе отырып ізделінді шаманы табатын күрделі **ӨК** болып ажыратылады. Күрделі **ӨК**-ың бастапқы бөлігі бірнеше қарапайым **ӨК** бөлінеді, мысалы, электрлік байланыстардағы қуатты өлшеуде **ӨК** бастапқы бөлігі электрлік кернеу мен тоқты өлшейтін қарапайым каналдардан тұрады. Робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің көпканалдылығын ескере отырып, әртүрлі **ӨК** құрамындағы бір түрге жататын құралдарды қолдану, соңғысын тек функционалды және олардың конфигурациясы программа жолымен рәсімделетінін бөліп қараған дұрыс. **ӨК** тартылысы бірнеше метрден бірнеше жүздеген метрге дейін жетуі мүмкін. **ӨК** саны-бірнеше мыңға дейін. Бастапқы түрлендіргіштерден ақпарат, әдетте электрлік сигналдар арқылы беріледі-ток, кернеу, импульстер тізбек жиілігі. Өлшеудің кейбір аудандарында заманауи бастапқы өлшеу түрлендіргіштері цифрлық кодтан тұрады. **ӨК** үлкен тартылысы кезінде радиосигналдар қолданылады. Бастапқы түрлендіргіштермен біріктіретін

байланыс сызығынан соң робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің бір бөлігін әдетте өлшеу-есептеу комплексі деп атайды.

**Қорытынды.** Заманауи ӨЕК көп бөлігі ереже бойынша, өз алдына аналогты-сандық және сандықаналогты түрлендіргіштерді қамтитын модульды орындаудан, процессордан, дискретті ақпараттық модульдерден (кірісті және шығысты), қосалқы құрылғылардан тұратын бақылауыштар базасында тұрғызылады. ӨЕК құрамы, конфигурациясы, бағдарламалық қамтамасыз етілуі есепке алу ерекшелігін ескере отырып көрсетіледі.

Робот құрылғылардың сынақ жүйесінің құрылымы мен көп арналылығының күрделілігі мемлекеттік метрологиялық бақылауға және қадағалауға барлық АӨЖ емес, оның ӨК-ң бір бөлігі ғана жататынын көрсетеді. Нәтижесінде, робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің бір бөлігі объектінің қозғалысы кезінде бірдей өлшеу циклі кезінде түрлі бөліктермен жұмыс істей алады.

Мұндай ИМС-ны шығару және пайдалану барысында бірігіп жұмыс істейтін қабыл-

дау және беру бөліктерінің нақты жағдайлары алдын-ала белгілі болмайды, сондықтан МБ реттелетін стандартты нысаны да жоқ болады. Робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің МБ және бақылау мақсаты нысан ретінде технологиялық жабдыққа енген бастапқы өлшеу түрлендіргіштерін ықтимал пайдалануды болдырмайды. Робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешені компьютерлік технологияны кеңінен пайдалану өлшеу нәтижелерін өңдеу алгоритмдерін сертификаттау мәселесін көтереді.

Робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің ерекшеліктері МХ бойынша оның компоненттерін қалыптастыратын АӨЖ МБ есептеу мәселесін өзекті етіп көрсетеді. Робот құрылғылардың сынақ өндіріс кешенінің ӨК МБ есептеу әдісі оны құраушы ӨЖ сызықты құрылғыға жатуына тығыз байланысты. Сызықтық емес жүйелерді есептеу әдісі сызықтық емес түріне байланысты, ӨЖ сызықты инерциялылық және сызықты емес инерциялықсыз бөлікке бөлу мүмкіндігі.

## Әдебиеттер

1. Попов Е.П., Верещагин А.Ф., Зенкевич С.Л. Манипуляционные роботы: динамика и алгоритмы. Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», М.: 2011.-400 с.
2. Карнаухов Н.Ф. Электромеханические и мехатронные системы. – Ростов на Дону: Феникс, 2012. 320 с.
3. Основы робототехники: Н.В. Василенко, КД. Никитин, В.П. Пономарёв, А.Ю. Смолин – Томск МГП «РАСКО», 2013 г. – 470 с.
4. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК (+ CD-ROM): С. Г. Герман-Галкин — Санкт-Петербург, Корона-Век, 2008 г.– 368 с.
5. Форсайт Дж., Малькольм М., Моулер К. Машинные методы математических вычислений / Пер. с англ. М.: Мир, 2008. 177с.
6. Каханер Д., Моулер К., Нэш С. Численные методы и математическое обеспечение/ 1998 год. 575 стр.
7. Тулегулов А.Д., Акишев К.М., Ергалиев Д.С. Методы нейронных сетей и глубокого обучения на основе интеллектуального агента. Научный журнал Пензенского государственного университета „Надежность и качество сложных систем“ №3(35) 2021. С.25-31.



8. K.Akisev, P. Bykov, ZH. Shoshay, D. Yergaliyev, Tulegulov A. Mathematical formulation and the problem solution of clustering recipes of concrete mixtures using technogenic waste and slags of metallurgical enterprises. Hrvatsko Metalursko Drustvo/Croatian Metallurgical Society. ISSN 0543-5846. METABK 61(1) 213-216 (2022)

9. K.Akisev, Tulegulov A. Influence of manufactured waste quality on the strength of empty wall stone. Scientific research of the SCO countries: Synergy and Integration. Proceedings of the International Conference. June 23, 2021. Beijing, PRC, Chine 2021. P. 115-121.

10. Шоланов К.С., Серикбай А.Т., Д.С. Ергалиев., Тулегулов А.Д. Повышение функциональных возможностей параллельных манипуляторов платформенного типа. Радиовысотометрия-2021. Сборник трудов шестой Всероссийской научно-технической конференции. 19-22 октября 2021 г., С.135-140.

### References

1. Popov E.P., Vereshchagin A.F., Zenkevich S.L. Manipulyacionnye roboty: dinamika i algoritmy. Glavnaya redakciya fiziko-matematicheskoy literatury izdatel'stva «Nauka», M.: 2011.– 400 s.

2. Karnauhov N.F. Elektromekhanicheskie i mekhatronnye sistemy. – Rostov na Donu: Feniks, 2012. 320 s.

3. Osnovy robototekhniki: N.V. Vasilenko, KD. Nikitin, V.P. Ponomaryov, A.YU. Smolin – Tomsk MGP “RASKO”, 2013 g. – 470 c.

4. Matlab & Simulink. Proektirovanie mekhatronnyh sistem na PK (+ CD-ROM): S. G. German-Galkin — Sankt-Peterburg, Korona-Vek, 2008 g.– 368 s.

5. Forsajt Dzh., Mal'kol'm M., Mouler K. Mashinnye metody matematicheskikh vychislenij / Per. s angl. M.: Mir, 2008. 177s.

6. Kahaner D., Mouler K., Nesh S. CHislennyye metody i matematicheskoe obespechenie/ 1998 god. 575 str.

7. Tulegulov A.D., Akisev K.M., Ergaliev D.S. Metody nejronnyh setej i glubokogo obucheniya na osnove intellektual'nogo agenta. Nauchnyj zhurnal Penzenskogo gosudarstvennogo universiteta „Nadezhnost' i kachestvo slozhnyh sistem“ №3(35) 2021. S.25-31.

8. K.Akisev, P. Bykov, ZH. Shoshay, D. Yergaliyev, Tulegulov A. Mathematical formulation and the problem solution of clustering recipes of concrete mixtures using technogenic waste and slags of metallurgical enterprises. Hrvatsko Metalursko Drustvo/Croatian Metallurgical Society. ISSN 0543-5846. METABK 61(1) 213-216 (2022).

9. K.Akisev, Tulegulov A. Influence of manufactured waste quality on the strength of empty wall stone. Scientific research of the SCO countries: Synergy and Integration. Proceedings of the International Conference. June 23, 2021. Beijing, PRC, Chine 2021. P. 115-121.

10. Shlanov K.S., Serikbaj A.T., D.S. Ergaliev., Tulegulov A.D. Povyshenie funk-cional'nyh vozmozh-nostej parallel'nyh manipulyatorov platformennogo tipa. Radiovysotometriya-2021. Sbornik trudov shestoj Vserossijskoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii. 19-22 oktyabrya 2021 g., S.135-140.

*Авторлар туралы мәліметтер:*

- Түлегұлов Амандос Дабысұлы – физика-математика ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Қазақ технология және бизнес университеті, tad62@ya.ru
- Акишев Қаршиға Мақсұтұлы – техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Қазақ технология және бизнес университеті, akmail04cx@mail.ru
- Арынғазин Қапар Шәкімұлы – техника ғылымдарының кандидаты, профессор, НАО Торайғыров университет, Kap47@mail.ru
- Тохаева Айнұр Ордабекқызы – магистр, аға оқытушы, Қазақ технология және бизнес университеті, tohaeva81@mail.ru
- Мұса Меруерт Қайратқызы – магистрант, Қазақ технология және бизнес университеті, musa19@mail.ru

*Information about authors:*

- Tulegulov Amandos Dabysovich – candidate of physical and Mathematical, ass.professor, Kazakh University of technology and business, tad62@ya.ru
- Akishev Karshi Maksutovich – candidate of technical sciences, ass.professor, Kazakh University of technology and business, akmail04cx@mail.ru
- Aryngazin Kapar Shakimovich – candidate of technical sciences, professor, NAO Toraigrov University, Kap47@mail.ru
- Tokhaeva Ainur Ordabekovna – master, senior lecturer, Kazakh University of technology and business, tohaeva81@mail.ru
- Musa Meruert Kairatovna – graduate student, , Kazakh University of technology and business, musa19@mail.ru