ӘОЖ-519.688 DOI 10.52167/1609-1817-2022-126-3-343-351

А. Асет[1]✉, А.А. Копесбаева[1], В.А. Жмудь[2], М.Е. Мансурова[3], Н.С. Сарсенбаев[4]
[1]Ғ. Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Қазақстан
[2]Ресей Ғылым академиясының Сібір бөлімшесінің лазерлік физика институты, Новосібір, Ресей
[3]әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан
[4]Satbayev University, Алматы, Қазақстан
E-mail: aset.asxat@mail.ru

ТҰРҒЫН ҮЙ КЕШЕНІН СУМЕН ЖАБДЫҚТАУҒА АРНАЛҒАН АВТОМАТТЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ТАЛДАУ

Аңдатпа. Мақалада тұрғын үй кешенін сумен жабдықтауға арналған автоматты басқару жүйесіне талдау жасалынып**,** су жүйесінің құрылымдық сұлбасы сызу және тұрғын үй кешенін сумен жабдықтаудың тұйық желісінің сұлбасын Compas бағдарламасында арнайы графикалық редактормен орындау, заманауи (современный) бақылау өлшеу аспаптары мен өлшеу құрылғылары қолдану, сонымен бірге бағдарламалық-логикалық бақылаушы (SIMATIC S7 1500) қолдану, судың деңгейіне арналған датчик, судың қысымына арналған датчик, судың температурасы мен шығынына арналған датчиктер қолдану, су құбыры жүйесін қашықтықтан реттеу режиміне анализ жасау, тұрғын үй кешеніндегі интеллектуальды жүйеге талдау жасап, Vis sim және Matlab бағдарламасында мадель құру.

Түйінді сөздер. Сумен жабдықтау жүйесі, бағдарламалық логикалық бақылаушы (SIMATIC S7 1500), интеллектуалды басқару жүйесі, датчиктер, насос.

Кіріспе.

Тұрғын үй кешенінің (ТҮК) сумен жабдықтау жүйесі бойынша қездесетін мәселелерді ескеріп және практикалық тәжірибеге сүйенсек, сумен жабдықтау жүйесіне әсер ететін негізгі жағымсыз факторлар төмендегідей:

- кәсіпорындарда сумен жабдықтау және суды бұру процестерін жүзеге асыру үшін пайдаланылатын ескірген жабдықтар;
- тұрғын үй кешеніне ауыз су беруге арналған су құбыры желілерінің ескіруі;
- су арнасындағы ескірген су тазарту құрылғылары;
- экологияның нашарлауы себебінен су каналына құйылатын суыдың ластануы;
- су ресурстарының тапшылығы;
- тұрғын үй кешенін сумен жабдықтау жүйелерін тұрақты талдау және бақылаудың болмауы;
- тарифтік саясаттың жетілмегендігі;
- Тұрғын үй кешенінде пайдаланылатын су бойынша шығындардың артуы.

Сипатталған жағымсыз факторларды жеңу үшін заманауи электронды құрылғылар мен бақылау-өлшеу құралдарын қолдану қажет, бұл үшін жабдықтың жаңалаудан басқа өлшеу аспаптарына салыстырмалы талдау жүргізу қажет.

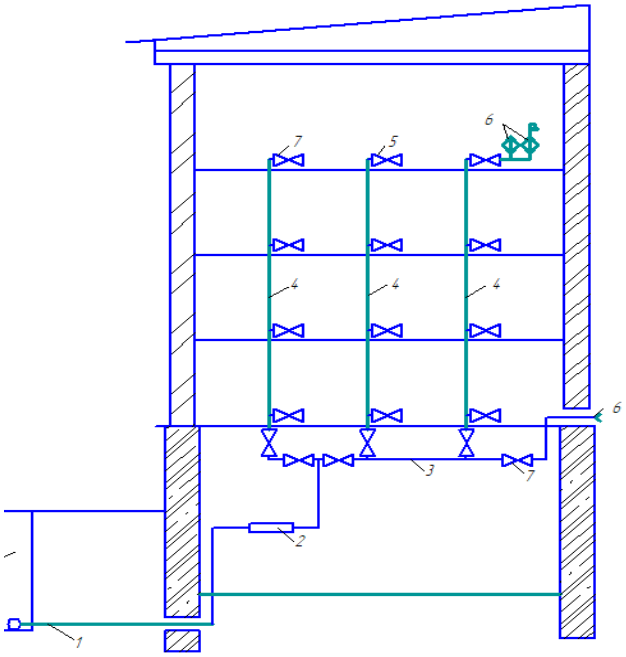
Осыған дейін жазылған ғылыми мақалаларыдң біреуін мысал ретін айтасақ “Қалалық сумен жабдықтауды автоматтандыру-бүгін және ертеңі” атты мақалада жазылған [1], мақалада датчик белгілі бір параметрді ғана өлшейді, мысалы судың шығыны мен су деңгейін өлшейді, цифрлы өлшеу құралдарымен тексеруқарастырылған.

Осыған дейін жазылған ғылыми мақалаларыдң тағы біруін мысал ретін айтасақ IoT көмегімен екі резервуардағы судың сапасы мен деңгейін анықтаудың интеллектуалды жүйесі [2], аталған мақалада судың деңгейі мен сапасын бақылау жүйесіне талдау жасалынған, жүйеге таңдап алынған интерфейсі бар Android мобильді қосымшасы әзірленіп және қолданылған, мобильді қосымша орнатылғаннан кейін қосымша калибрлеуді қажет етпейтіндігі айтылған, ал бұл мақалада заманауй датчиктерді қолдану арқылы әдіс тәсілдер қолданып су жүйесінің моделін құру арқылы салыстырмалы талдау жасап нақтылы нәтиже алынған.

Зерттеу әдістері: автоматты реттеу жүйелерін талдау және синтездеу әдістері, динамикалық бағдарламалау, деректердің ықтималдық және статистикалық талдау, Михайлов критериі, интерполяция әдісі.

Нәтижелер.

«Ақкент» тұрғын үй кешені орталықтандырылған сумен жабдықтау жүйесіне қосылған. Орталықтандырылған сумен жабдықтау жүйесі арқылы диспетчерлік пункіттен тұрғын үй кешеніндегі су жүйесін бақылайды, сонымен бірге су каналына жиналған су мөлшерін, яғни судың деңгейін датчиктердің көмегімен қадағалайды, сонымен бірге судың қысымые арнайы цифрлы өлшеу құрылғыларының көмегімен бақылайды, сонымен бірге су каналында орнысласқан резервуардағы суды сүзгінің көмегімен тазартып судың деңгейін бақылайды. Көбінесе су хлорлау арқылы тазартылады. Төмендегі суретте көп қабатты тұрғын үйдің ыстық және суық су желісіне талдау жасалады [3].



1 сурет – «Ақкент» тұрғын үй кешенін сумен жабдықтаудың тұйық желісі

Мұндағы:

a) ғимаратқа кіру - ішкі су құбырын сыртқы су құбыры желісіне қосуға арналған орын;

b) су өлшеу жабдығы - тұтынушының су шығынын есепке алуға арналған жабдық;

c) магистральдық желі - су құбырлары бойынша төменгі желі және жоғарғы желілі арқылы суды сорып жіберуге арналған желі;

d) суды магистральдық құбырдан қабаттарға тарату үшін қолданылады су желісі;

e) тарату желісі - пәтердің ішіндегі суды су тарату құбырына беру үшін пайдаланылатын су желісі;

f) су тарату құбырындағы ажыратқыштар, дәретхана, су тарату, суару, өрт сөндіруге арналған су желісіндегі ажыратқыштар;

g) негізгі құбыр -суды тұтынушыларға басқаруға және таратуға арналған су желісі.

Орталықтандырылған сумен жабдықтау жүйесі келесі элементтерді қамтиды:

1) Суды тұтыну-бұл жер асты көзінен немесе ашық су қоймасынан суды тұтынуға қызмет ететін белгілі бір техникалық құрылғыларды мысал ретінде айтуға болады.

2) Суды тазарту құрылғылары- сүзгілерді мысал ретінде айтуға болады, онда бірнеше құрылғылардан, жабдықтардан тұрады, онда су тазарту сүзгісінен өтеді және сүзгі ескірген жағдайда өзгертіледі.

3) Резервуарда тазартылған су сақталады.

4) Су құбыры сорғысы резервуардан келген суды тұрғын үй кешеніндегі пәтерлерге сорып жеткізеді.

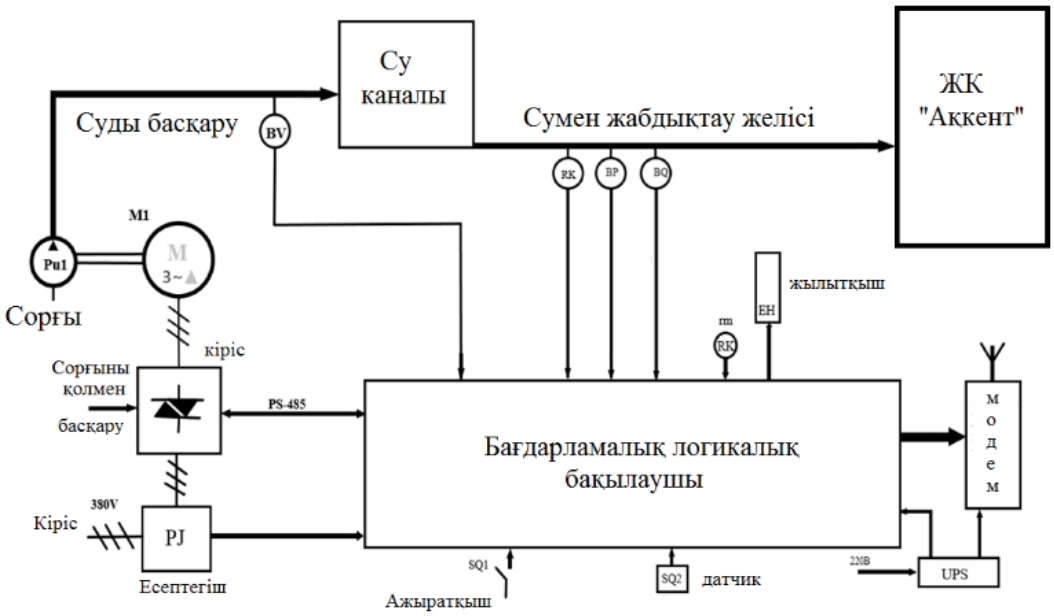
5) Су құбыры желілеріндегі есептеуіштер.

Осылайша, орталықтандырылған сумен жабдықтау өте күрделі жүйе болып табылады және үнемі назар аударуды қажет етеді.

Су деңгейіне арналған датчикпен су температурасына және су қысымына арналған датчикті қолдана отырып, су құбыры желісіндегі ультрадыбыстық түрлендіргіш пен контроллер қолданылады, сонымен бірге сумен жабдықтау жүйесіне қосылуды жүзеге асыру кезіндегі іс-қимылдар реттілігінің нәтижесі бойынша сызылған құрылымдық сұлба 2-суретте көрсетілген [4].

Талқылау.

Тұрғын үй кешеніндегі суық су мен ыстық су жүйесін қашықтықтан автоматты түрде басқаруда, бағдарламалық логикалық бақылушы қолданылып (SIMATIC S7 1500), қалалық су каналының су шығынын ақылды есептеу жүйесін құру үшін, суды тұтыну кезіндегі шығындарды азайту үшін, контроллердің көмегімен біз сумен жабдықтау (ыстық және суық сумен жабдықтау) жүйесі үшін келесі құрылымдық схеманы жасаймыз, су жүйесіне талдау жүргіземіз [5]. Датчиктер арқылы су жүйесіндегі судың температурасы, қысымы және шығынын анықтаймыз.



2 сурет - Сумен жабдықтау жүйесінің құрылымдық сұлбасы

Тұрғын үй кешеніндегі суық су мен ыстық су жүйесіндегі қабат бойынша су жүйесінің салыстырмалы моделіне төмендегідей талдау жасаймыз. Бұл жағдайда нақты ауытқу модулінен интегралды азайтуды, сондай – ақ осы модульдің квадратынан интегралды балама ретінде пайдалану ұсынылады, ең күрделі жағдай-олардың параметрлерін қарастырсақ айтарлықтай ерекшеленеді, әсіресе k_i берілу коэффициенттері тең болған кезде 1-өрнекте екінші буынды бірінші буынға жуық деп болжасақ жуықтау дәлірек болуы мүмкін. Бұл гипотезаны VisSim бағдарламасында модельдеу әдісімен тексеріледі. Беріліс функциясын сипаттайтын объектілерді өрнек түрінде қарастырсақ төмендегідей:

$$W_i(s) = \frac{k_i}{1+T_i s} e^{-\tau_i s}. \quad (1)$$

Мұнда су жүйесінде қарастырылған объектідегі W_i-Лаплас беріліс функциясы, s-Лаплас түрлендіру аргументі, I-пәтердің реттік нөмірі, e - экспоненттің негізі («е» саны), k_i, T_i, τ_i – i нөмірі бар объект моделінің параметрлері.

Мұндай беріліс функцияларының көп мөлшерінің қосындысы жоғарыдағы 1-өрнекте көрсетілген, онда беріліс функциясының орташа параметрлер болып табылмайтын басқа параметрлерге жуық келуі мүмкін, бірақ модельдің шығысындағы өтпелі процестің ауытқуын азайту үшін сандық оңтайландыру әдісін қолданамыз. Бұл гипотезаны сандық модельдеу әдісімен тексереміз, бұл жағдайда екі буынның әрқайсысы өтпелі процеске амплитудасы бойынша бірдей көрсеткіштер көрсетеді, ал басқа коэффициенттердің сәйкес келмеуі бойынша осы өтпелі процестердің айтарлықтай айырмашылқатары шығады, бұл мәселені шешуді қиындатады да, коэффициенттердің кері мәндері қарастырылмайды, өйткені ол қарастырылып отырған тапсырмадағы мәндерге сәйкес келмейді. Бірінші қадамда шамамен теңдік дәл орындалуы үшін k_m, T_m, τ_m параметрлерінің мәндерін табамыз:

$$W_m(s) = \frac{k_m}{1+T_m s} e^{-\tau_m s} \approx \sum_{i=1}^{N} \frac{k_i}{1+T_i s} e^{-\tau_i s}. \quad (2)$$

Жоғарыдағы екінші өрнектен сол жағында да, оң жағында да екі модельдің кірісіне бірдей кіріс сигналдарын береміз, атап айтқанда бір сатылы әсер беріледі. Осы теңдеудің сол жағында тұрған эквивалентті модельдің шығысында $u_m(t)$ процесі пайда болады, ал теңдеудің оң жағында тұрған модельдердің қосындысы бойынша шығысында u (t) сигналы пайда болады. Бұл жағдайда оңтайландыру кезінде минимум ізделетін функция келесі өрнектегідей:

$$\Psi_1 = \int_0^T |U_m(t) - U_\Sigma(t)| dt\,. \quad (3)$$

Мұнда T-процесті біріктіру уақыты бойынша функцияның тағы бір нұсқасы келесі өрнекте:

$$\Psi_2 = \int_0^T |U_m(t) - U_\Sigma(t)|^2 dt. \quad (4)$$

4-өрнектегі функцияға сәйкес сандық оңтайландыру әдісі бойынша график 3-суретте көрсетілген. Мұнда екі беріліс функциясының бастапқы мәндері келесі өрнекте:

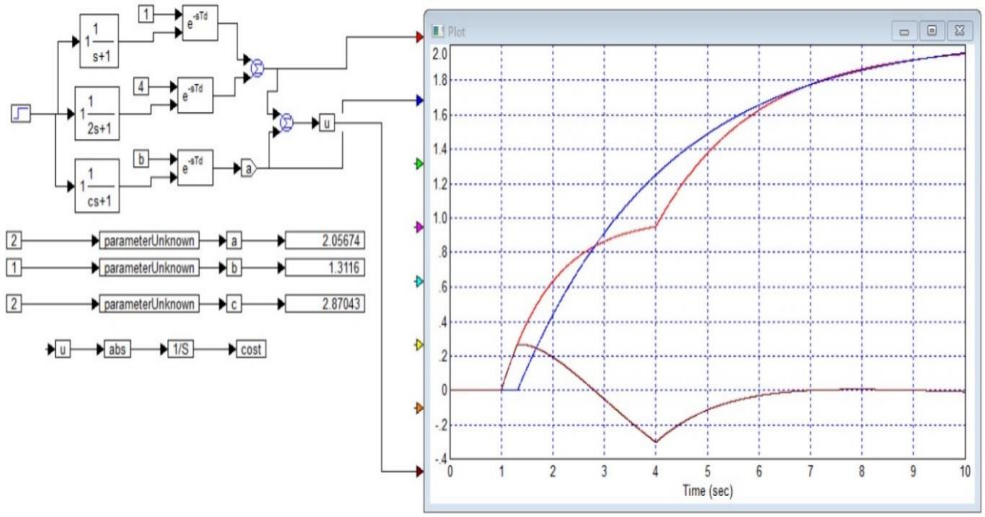
$$W_1(s) = \frac{1}{1+s} e^{-s}\,; \quad (5)$$

$$W_2(s) = \frac{1}{1+2s} e^{-4s}\,. \quad (6)$$

Апроксимациялық буынның математикалық моделіне арналған өрнек төмендегідей:

$$W_{m1}(s) = \frac{2.0567}{1+2.87043s} e^{-1.3116s} . \quad (7)$$

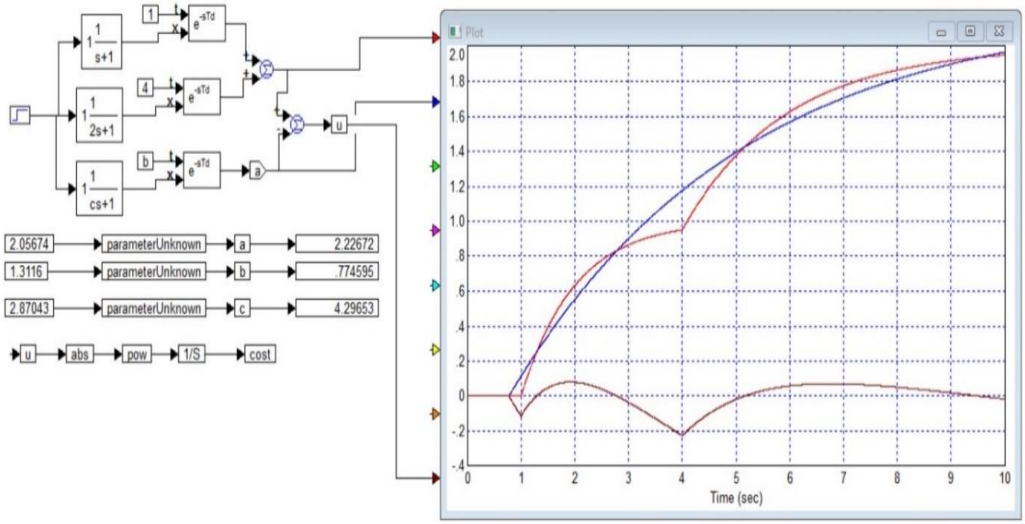
3-суретте оң жағындағы графикте үш процесс көрсетілген: бірінші объектінің шығу процесі (көк сызық), екінші жуықтау моделінің шығу процесі (қызыл сызық) және үшіншісі осы екі процестің айырмашылығы, яғни жуықтау қатесі (қою қызыл сызық).



3 сурет - Функцияға сәйкес цифрлы оңтайландыру әдісі бойынша график

Мұнда суреттегі элементтерге тоқталсақ: (2) объектілер үшін, (5) және (6) функция үшін, (3) және (7) нәтижесімен жуықтайтын модельді оңтайландыруға арналған құрылым 4-суретте бейнелеу түрі бойынша оңтайландыру құрылымы мен оңтайландыру нәтижесі функция негізінде көрсетілген (4). Оңтайландыру нәтижесінде келесі жуықтау моделіде алынады:

$$W_{m2}(s) = \frac{2.22672}{1+4.29653s} e^{-0.774595s} . \quad (8)$$



4 сурет - Бейнелеу түрі бойынша оңтайландыру құрылымы мен оңтайландыру нәтижесі көрсетілген график

Мұнда суреттегі элементтерге тоқталсақ: (2) объектілер үшін (5) және (6) функция үшін, (4) және (8) нәтижесімен жуықтайтын модельді оңтайландыруға арналған құрылым.

Суреттегі графиктерді салыстыру арқылы 3-сурет пен 4-суретте квадраттың қателігі бойынша интегралына негізделген функция өрнек түрінде көрсетілген, бұл жағдайда мән 0.2 бірлік (10%) болса, ал критерийді қолданған кезде (3) максималды қате 0.3 бірлікті құрайды (15%).

1 кесте - Сумен жабдықтау жүйесінің электрондық үлгісін калибрлеу кезіндегі нәтиже

№	Резервуардағы су	Суды жеткізу жүйесі -30	Суды жеткізу жүйесі - 18	Суды жеткізу жүйесі -30	Суды жеткізу жүйесі -20
1-қабаттағы су қысымы	18	**45**	45,783	44,181	43,423
2-қабаттағы су қысымы	12,47	40,43	**42,8**	**38,5**	**32,1**
3-қабаттағы су қысымы	0,176	0,016	0,76	0,93	0,543
4-қабаттағы су жылдамдық (м/с)	1,798	1,0432	1,342	1.1025	1.1043
5-қабаттағы су шығыны	173	50,543	42,053	34,0632	26,0643

1 кесте бойынша жалпы сипаттамалары:

1) Тұрғын үй кешеніндегі су жүйесін автоматтандыру.

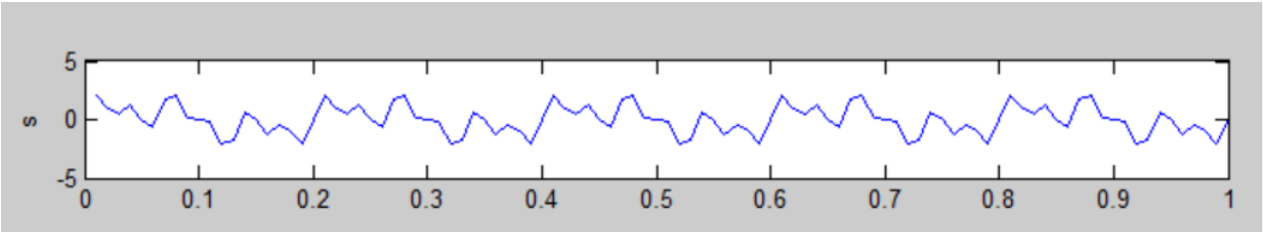
2) Кез келген аумақта жүйені жылдам дамыту.

3) Суды жеткізу жүйесі үшін бір пайдаланушының да, сервердің де нұсқасын орнату және конфигурациялау.

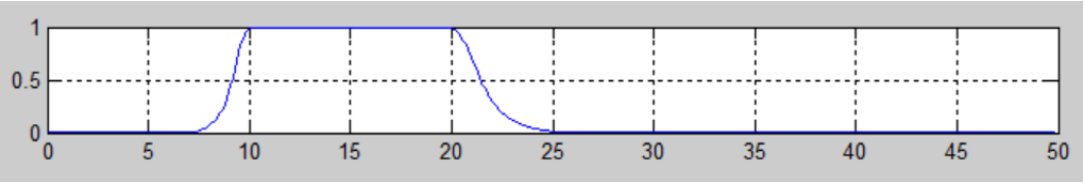
4) Бағдарламалық логикалық бақылаушы (SIMATIC S7 1500)), деректерді жинау және жіберу құрылғысы (ДЖЖҚ), есептеу құрылғыларының және т. б. кең тізімін Plug & Play технологиясында оңай қосу.

5) Деректердің үлкен көлемімен жоғары жылдамдықта жұмыс жасау.

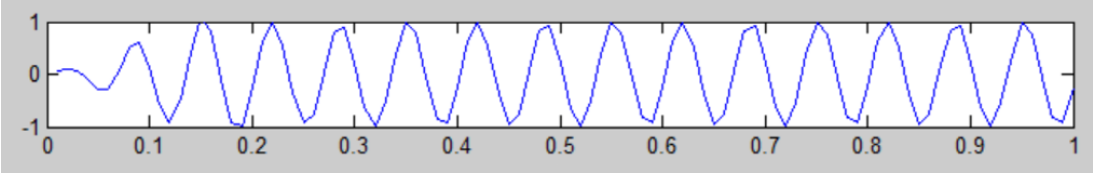
Су жүйесіне автоматты реттеу үшін арнайы талдау және синтездеу әдістерін қолдану үшін Matlab бағдарламасы қолданылып 5 және 6 суреттегі график тұрғызылды, динамикалық бағдарламалау, деректердің ықтималдық және статистикалық талдау әдісі қолданылып, интерполяция әдісі арқылы 7 және 8 суреттегі график тұрғызылды.



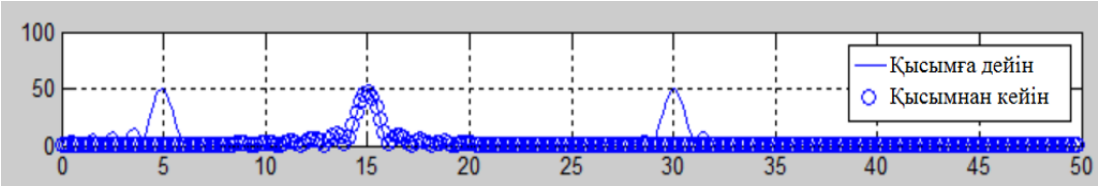
5 сурет - Деңгей датчигі арқылы су резервуардағы су деңгейі бойынша берілген сигнал



6 сурет - Деңгей датчигі арқылы ТҮК су деңгейі бойынша берілген сиганал



7 сурет - Су деңгейі бойынша амплитудалы жиілік сипаттама



8 сурет - ТҮК су қысымының салыстрмалы графигі

Жоғарыда көрсетілген графиктер арқылы тұрғын үй кешеніндегі су желісіндегі Деңгей датчигі арқылы тұрғын үй кешеніндегі су деңгейі бойынша берілген сиганал арқылы реттейміз, ал Су деңгейі бойынша амплитудалы жиілік сипаттамаға тұжырым жасаймыз, тұрғын үй кешеніндегі су қысымының салыстрмалы талдау жасаймыз.

Қорытынды.

Мақалада тұрғын үй кешенінің сумен жабдықтау жүйесіне талдау жүргізілді, Автоматикадағы цифрлық электрондық құрылғылары, бақылау-өлшеу аспаптары мен өлшеу аспаптары пайдаланылды, яғни бағдарламалық-логикалық контроллер (SIMATIC S 7-1500), су деңгейінің датчигі, су қысымының датчигі, су температурасының датчиктері, ағын жылдамдығы пайдаланылды. Vis sim және MATLAB ортасында су деңгейі мен су қысымы датчиктерін қолдана отырып, отпелі үдерістің графигі мен амплитудалы жиілік сипаттамаға талдау жасалынған. датчиктер арқылы берілетін сигналдың айнымалы жиіліктері салыстырылды. талдау нәтижесі бойынша судың қысымына арналған датчиктің нәтижесі нақты, заманауй цифрлы электронды құрылғылар қолданылған.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Бекбаев А., Сүлеев Д., Хисаров Б., Сызықты және бейсызықты автоматты реттеу теориясы. Оқулық. Алматы, 2015. 218-220 б.

[2] Erulanova A., Soltan G., Baidildina A., Amangeldina M., Aset A. Proceedings of 2020 7th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ICEEE 2020) Investigating the Effect of Axial Displacement of Transformer Winding on the Electromagnetic Forces Antalya, Turkey, April 14-16, 2020. 355-360 pp.

[3] Doan Perdana, Julian Naufal, Ibnu Alinursafa (2021) Performance Evaluation of River Water Quality Monitoring Using Lora Connectivity with Fuzzy Algorithm International Journal of Computers Communications & Control (August) Vol. 16 No. 4 101-113pp. 2021.

[4] Lakshmi Kanthan Narayanan, Suresh Sankaranarayanan, Joel J P C Rodrigues, (2020) Sergei Kozlov Water Demand Forecasting using Deep Learning in IoT Enabled Water Distribution Network, DL-Water Demand Forecasting for Water Distribution Design International Journal of Computers Communications & Control (December) Vol. 15 No. 6 , 200-215pp. 2020.

[5] Erulanova A., Soltan G., Baidildina A., Amangeldina M., Aset A. (2020) Expert System for Assessing the Efficiency of Information Security, 7th International Conference on Electrical and Electronics Engineering, 355-357pp. 2020.

[6] Edy Sriyono (2020) Digitizing water management: Toward the innovative use of blockchain technologies to address sustainability, Cogent Engineering, 7(1), 202-210pp. 2020.

[7] David, C., García, M., Gómez, C. J. N. (2020) Analysis of hybrid demand pattern on a water distribution network with transition from intermittent to continuous water supply in Riberas de Sacramento, Chihuahua. Water Practice and Technology15(1),213–224pp. 2020.

REFERENCES*

[1] Bekbayev A., Suleev D., Hisarov B., Syzykty zhane beisyzykty automatty retteu teoriyasy. Okulyk. Almaty, 2015. 218-220 b.

[2] Yerulanova A., Soltan G., Baydildina A., Amangeldina M., Asset A. Proceedings of the 7th International Conference on Electrical Engineering and Electronics 2020 (ICEEE 2020), investigating the effect of axial displacement of the transformer winding on electromagnetic forces Antalya, Turkey, April 14-16, 2020 355-360 rubles.

[3] Doan Perdana, Julian Naufal, Ibnu Alinursafa (2021) Evaluation of the effectiveness of monitoring river water quality using Lora connection with Fuzzy Algorithm International Journal of Computers Communications & Control (August) Volume 16 No. 4 101-113 p. 2021.

[4] Lakshmi Kanthan Narayanan, Suresh Sankaranarayanan, Joel J. P. K. Rodriguez, (2020) Sergey Kozlov Forecasting Water Demand using Deep Learning in an Internet of Things-enabled Water Distribution Network, DL-Forecasting Water Demand for Water Distribution Design International Journal of Computer Communications and Management (December) Volume 15, No. 6, 200-215 pp 2020.

[5] Yerulanova A., Soltan G., Baidildina A., Amangeldina M., Asset A. (2020) Expert system for evaluating the effectiveness of Information Security, 7th International Conference on Electrical Engineering and Electronics, 355-357pp. 2020.

[6] Edi Sriyono (2020) Digitalization of Water Resources Management: Towards Innovative Use of Blockchain Technologies to solve sustainable development problems, Cogent Engineering, 7(1), 202-210pp. 2020.

[7] David, K., Garcia, M., Gomez, K. J. N. (2020) Analysis of the hybrid demand structure in the water distribution network with the transition from intermittent to continuous water supply in Riberas de Sacramento, Chihuahua. Water Practice and Technologies 15(1), 213-224, 2020.

Askhat Asset, master, senior lecturer, Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after G. Daukeyev, Almaty, Kazakhstan, aset.asxat@mail.ru

Aksholpan Kopesbaeva, candidate of technical sciences, professor, Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after G. Daukeyev, Almaty, Kazakhstan; a.kopesbaeva@aues.kz

Vadim Zhmud, doctor of technical sciences, professor, Institute of Laser Physics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia, oao_nips@bk.ru

Madina Mansurova, candidate of physical and mathematical sciences, docent, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, mansurova.madina@gmail.com

Nurlan Sarsenbayev, candidate of technical sciences, associate professor, Satbayev University, n.sarsenbayev@satbayev.university

ANALYSIS OF AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS FOR THE WATER SUPPLY OF A RESIDENTIAL COMPLEX

Abstract. The article analyzes automation and control systems for the water supply of a residential complex, a scheme for connecting to a water supply system and drawing up a scheme of a water supply system for a residential complex, modern control and measuring devices and measuring devices are used, i.e. the use of a software-logic controller, remote adjustment of the water supply system mode using a water level sensor, a water pressure sensor, temperature and water flow sensors, analysis of an intelligent system in a residential complex.

Keywords. Water supply system, software logic controller, intelligent control system, sensors, pump.

Асхат Асет, магистр, старший преподаватель, Алматинский университет энергетики и связи имени Г. Даукеева, Алматы, Казахстан, aset.asxat@mail.ru

Акшолпан Копесбаева, к.т.н., профессор, Алматинский университет энергетики и связи имени Г. Даукеева, Алматы, Казахстан, a.kopesbaeva@aues.kz

Вадим Жмудь, д.т.н., профессор, Институт лазерной физики Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия, oao_nips@bk.ru

Мадина Мансурова, к.ф.-м.н., доцент, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, mansurova.madina@gmail.com

Нұрлан Сарсенбаев, к.т.н., ассоцированный профессор, Satbayev University, n.sarsenbayev@satbayev.university

АНАЛИЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. В статье проведен анализ систем автоматизации и управления для водоснабжения жилого комплекса, схема по подключению к системе водоснабжения и составление схемы системы водоснабжения для жилого комплекса применены современные контрольно-измерительные приборы и измерительные устройства, т. е. применение программно-логического контролера, дистанционная регулировка режима водопроводной системы с применением датчика уровня воды, датчика давления воды, датчика температуры и расхода воды, анализ интеллектуальной системы в жилом комплексе.

Ключевые слова. Система водоснабжения, программный логический контроллер, интеллектуальная система управления, датчики, насос.

****