



UDC 621.398:007(075)

A STUDY OF STATIC AND DYNAMIC CHARACTERISTICS OF MULTIFUNCTIONAL SIGNAL CONVERTERS

Akmaljon Abdumalikov

Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi

Address: 108, Amir Temur st., 100200, Tashkent city, Republic of Uzbekistan

E-mail: akmalabdumalikov6@gmail.com, Phone: +998-94-343-54-91

Abstract: The issues of continuity, accuracy, speed and reliability of signal conversion, which are the main problems of quality control and management of production processes, remain relevant. Research shows that in practice there are different signal variables, the study of which is highly formalized in a number of modeling tasks and basic classification studies, in particular transients in converters, its sources and elements requires a unified mathematical approach, that is, visual, highly formalized modeling and research based on it. The paper presents a graph model of multifunctional signal converters that provide microprocessor and electronic devices with signals in the form of secondary voltage.

Keywords: multifunctionality, transducer, signal, dynamic characteristics, static characteristics, microprocessor, electronic devices, information processing unit, keyboard.

Аннотация: Ишлаб чиқариш жараёналарида назорат ва бошқаришнинг сифат кўрсаткичларини асосий муаммоларидан бўлган узлуксизлик, ишонччилик, тезкорлик ва сигнал ўзгартиришнинг аниқлиги масалалари долзарблигича қолмоқда. Тадқиқотлар шуни кўрсатмоқда-ки, амалиётда турли хил сигнал ўзгартиришлари мавжуд бўлиб, уларни тадқиқоти қатор яққол ва юқори формаллашган моделлаштириш, асосий таснифларни ягона математик ёндашув, яъни граф моделини яратиш ва у асосида изланишлар олиб боришни талаб этмоқда. Ушбу мақолада ҳам назорат ва бошқаришнинг микропроцессорли ва электрон воситаларини иккиламчи қучланиш кўринишидаги сигнал билан таъминловчи ўзгаркич ва қурилманинг иш ҳолати жараёнида сигналларни ҳосил қилиш бўлақлари элементларининг графли модель асосида тадқиқ этиш натижалари келтирилган.

Таянч сўзлар: кўп функцияли, ўзгарткич, сигнал, динамик тасниф, статик тасниф, микропроцессор, электрон қурилма, ахборотларга ишлов бериш блоки, клавиатура.

Аннотация: Вопросы непрерывности, точности, скорости и надежности преобразования сигналов, являющиеся основными проблемами контроля и управления показателей качества производственных процессов, остаются актуальными. Исследования показывают, что на практике существуют разные сигнальные переменные, изучение которых в высокой степени формализовано в ряде задач моделирования и базовых классификационных исследований, в частности переходные процессы в преобразователях, его источниках и элементах требует единого математического подхода, то есть наглядного, высокоформализованного моделирования и проведения исследования на его основе. В работе представлена графовая модель многофункциональных преобразователей сигналов, которая обеспечивают микропроцессорные и электронные устройства сигналов в виде вторичного напряжения.

Ключевые слова: многофункциональность, преобразователь, сигнал, динамические характеристики, статические характеристики, микропроцессор, электронные устройства, блок обработки информации, клавиатура.

Введение

Первичные многофункциональные преобразователи электрических величин и параметров включают в себя процессы и элементы, которые обеспечивают преобразование сигналов для контроля и управления. Преобразователи сигналов, являющиеся ключевым

компонентом систем контроля и управления, измерительных приборов и устройств для приема и передачи сигналов, определяют точность, быстродействие, непрерывность, надежность, материалоемкость и ряд других технико-экономических показателей систем приема, обработки и распределения информации в телекоммуникационных, компьютерных системах, сетях и объектах [1-2].

На практике вопросы исследования и обеспечения непрерывности, надежности, быстродействия и точности преобразования сигнала, являющиеся одной из основных проблем достижения требуемых показателей качества контроля и управления, остаются актуальными. Исследования показывают, что существует большая номенклатура первичных многофункциональных преобразователей сигналов, изучение которых требует высокой степени формализации моделирования и применения базовой классификации процессов и элементов, единого математического подхода к анализу и параметров цепей различной физической природы, то – есть создания адекватной математической модели [2-4].

Методы исследования и полученные результаты

При контроле и управлении электрическими величинами и параметрами, процесс функционирования многофункционального преобразовательного устройства, обеспечивающего сигнал в виде вторичного напряжения микропроцессора, а электронные устройства, основаны на исследовании рабочих состояний и отказов элементов, генерирующих сигналы [4,8-11].

Структура многофункционального преобразователя электрической энергии во вторичный сигнал, показана на рис.1.

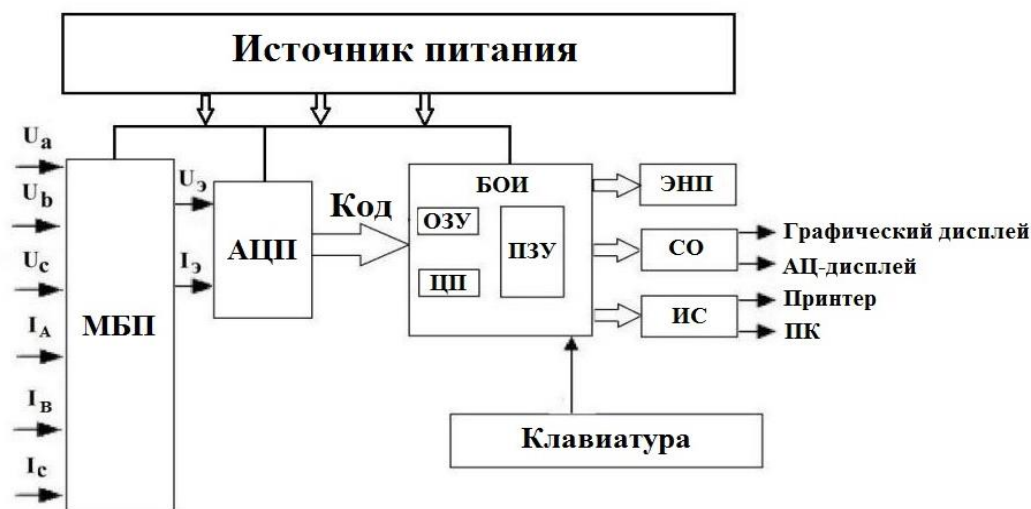


Рис. 1. Структура многофункционального преобразователя величин и параметров электрической энергии во вторичный сигнал:

МБП – масштабный блок преобразователя, АЦП - Аналого-цифровой преобразователь, БОИ - Блок обработки информации, ПЗУ - Постоянное запоминающее устройство, ЦП – центральный процессор, ОЗУ – оперативно-запоминающее устройство, ЭНП – энерго-независимая память. СО – Средства отображения.

Исследование рабочего состояния многофункционального преобразователя систем контроля и управления требует определения передаточных функции, величин, параметров и коэффициентов межцепной связи между величинами и параметрами различной физической природы узлов и элементов, участвующих при преобразовании выходного сигнала U_e - выходного напряжения на основе первичных напряжении U_a, U_b, U_c и токов – I_a, I_b и I_c [4,6,8].

Первичные напряжения U_a, U_b, U_c и токи I_a, I_b и I_c , которые преобразуются во вторичное выходное напряжение U_e в виде вторичного сигнала, поступают на входы блока преобразователя шкалы напряжения U или I -тока (МБП-делители), где сигналы, основанные на аналоговой обработке, генерируются пропорционально входному напряжению или параметру первичного напряжения или тока, то – есть, процесс масштабирования выполняется при определенной величине (например, вторичное напряжение величиной 5–20 В или вторичный ток величиной до 0.1 А). Действующее значение сигнала на выходе МБП с помощью АЦП преобразуется в цифровой код. В блоке АЦП в зависимости от времени и оцифровки формируется входной сигнал. Оцифровывалось осуществляется за счет 256 вариантов 14-битного кода, соответствующего основному частотному периоду. Коды цифрового сигнала отправляются в цифровую часть устройства – блок обработки информации (БОИ), который обрабатывает информацию, полученную от ЦП АЦП в соответствии с программой, хранящейся в ПЗУ. Результаты измерений вводятся в энерго-независимую память (ЭНП) для хранения (если измерительный прибор работает в режиме «измерения») и выводятся на дисплей. Некоторые измерительные приборы (ИП) также имеют графический дисплей (ГД), который может отображать векторные диаграммы, спектры, гистограммы и осциллограммы напряжений и токов. Интерфейс связи результатов измерений и обработки (ИС), такой как RS-232, RS-485, NBIP (Hewlett-Packard Interface Bus), GBIP (General Purpose Interface Bus) или IEEE-488 (стандарт 488, Институт инженеров электротехнической и электронной промышленности (IEEE)) отправляет на внешний компьютер или принтер по соответствующим каналам связи [5-9].

Клавиатура (К) служит для управления устройством при просмотре и настройке результатов измерений, контроля и управления. Основное преимущество исследуемых контрольно-управляющих устройств заключается в том, что они имеют возможность принимать многофункциональную информацию о величинах и параметрах однофазного и трехфазного напряжения и токов первичной электрической сети электроснабжения [3-7,10-11].

Графовая модель процесса преобразования сигнала на основе многофункционального преобразователя показана на рис.2.

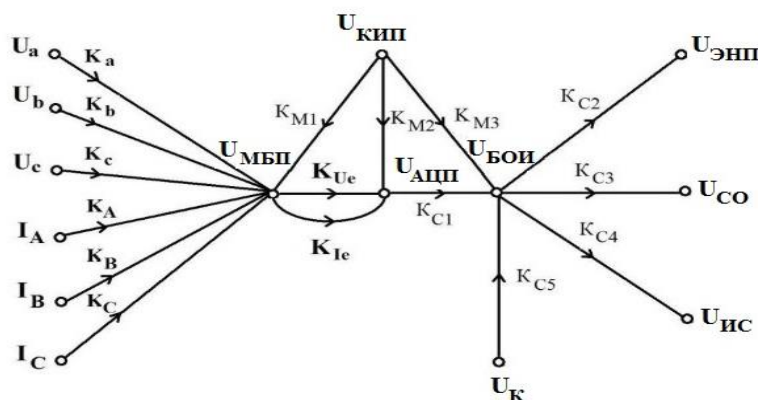


Рис. 2. Графовая модель процесса преобразования сигнала многофункциональным преобразователем.

Аналитические выражения для определения выходных сигналов в виде вторичного напряжения на основе разработанной графовой модели формируются следующим образом [5-14]:

$$U_{МБП} = K_a U_a = K_b U_b = K_c U_c = K_A I_A = K_B I_B = K_C I_C = K_{M1} U_{КИП}; \quad (1)$$

$$U_{АЦП} = K_{Ue} U_{МБП} = K_{Ie} U_{МБП} = K_{M2} U_{КИП}; \quad (2)$$

$$U_{БОИ} = K_{M3} U_{КИП} + K_{C1} U_{АЦП} + (K_{C5} - K_{C4}) U_K; \quad (3)$$

$$U_{ЭНП} = K_{C2} U_{БОИ}; \quad (4)$$

$$U_{CO} = K_{C3} U_{БОИ}; \quad (5)$$

$$U_{ИС} = K_{C4} U_{БОИ}; \quad (6)$$

$$\frac{U_{БОИ} - U_{КИП}}{K_{M3}} + \frac{U_{БОИ} - U_{АЦП}}{K_{C3}} + \frac{U_{БОИ} - U_K}{K_{C5}} = K_{C3} U_{CO}; \quad (7)$$

$$U_{БОИ} = (K_{C3} U_{CO} + \frac{1}{K_{C4}} U_{КИП} + \frac{1}{K_{C3}} U_{АЦП} + \frac{1}{K_{C5}} U_K) / (\frac{1}{K_{M3}} + \frac{1}{K_{C3}} + \frac{1}{K_{C5}}); \quad (8)$$

$$U_{БОИ} = f(U_{КИП}, U_{АЦП}, U_K, K_{M3}, K_{C3}, K_{C5}).$$

Здесь: $U_{БОИ}$ – выходное напряжение узла БОИ графовой модели – сигнал, содержащий информацию о величинах и параметрах напряжении и токов первичной электрической сети, пропорциональные сигналам узлов КИП, АЦП, К – коэффициенты межцепной связи цепей между цепями электрической, магнитной и другой природы, они в графовой модели рассматриваются как K_{M3}, K_{C3}, K_{C5} – передаточные функции элемента преобразования сигнала.

На основании сформированных аналитических выражений определяются следующие характеристики многофункционального преобразователя [11-14]:

$$U_{БОИ} = f(U_{КИП}), U_{БОИ} = f(U_{АЦП}), U_{БОИ} = f(U_K),$$

$$U_{БОИ} = f(K_{M3}), U_{БОИ} = f(K_{C3}), U_{БОИ} = f(K_{C5}).$$

Разработанная графовая модель многофункционального преобразователя позволяет исследовать процессы преобразования вторичного сигнала на основе изменения коэффициентов межцепной связи и параметров, параметров взаимосвязи между элементами преобразования и обработки сигнала, а также установить необходимую взаимосвязь между величиной выходного сигнала, величинами и параметрами первичного источника питания и выходным напряжением [15-19].

$$U_{БОИ}(t) = K U_{АП}(t); \quad (9)$$

$$U_{БОИ_АП}(t) = K(1 - e^{-\frac{t}{T}}) U_{АП}(t); \quad (10)$$

$$\frac{U_{БОИ_АП}(t)}{dt} = \omega(t) = \frac{K}{T} e^{-\frac{t}{T}} U_{АП}(t), \quad (11)$$

$$U_{БОИ_П}(t) = U_{БОИ}(t) \sin \omega t; \quad (12)$$

$$U_{БОИ\sum}(t) = U_{БОИ_П}(t) + U_{БОИ_АП}(t); \quad (13)$$

Результаты исследований

а) Статические характеристики

Результаты исследования статических характеристик в виде взаимосвязи между входным и выходными напряжениями многофункционального преобразователя показаны на рис.3.

Величины, полученные расчетным путем (график в виде сплошной линии – Т) и экспериментальными измерениями (графики в виде точек – Э) позволяют сделать вывод о том,

что разность между графиками составляет 3-4%. Это свидетельствует об адекватности результатов теоретических и практических исследований.

$$\delta = \frac{U_{\text{БОИ}} T - U_{\text{БОИ}}}{U_{\text{БОИ}} T} * 100 = 3\%.$$

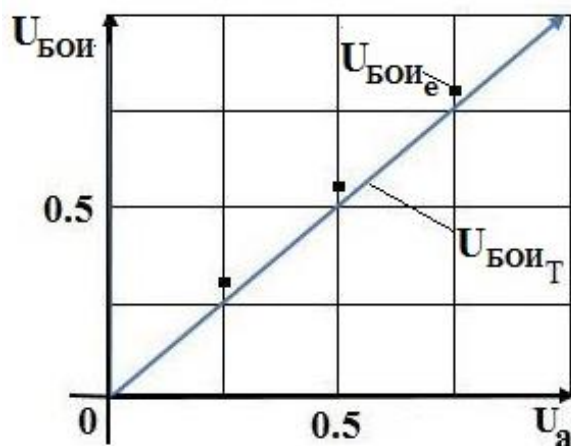


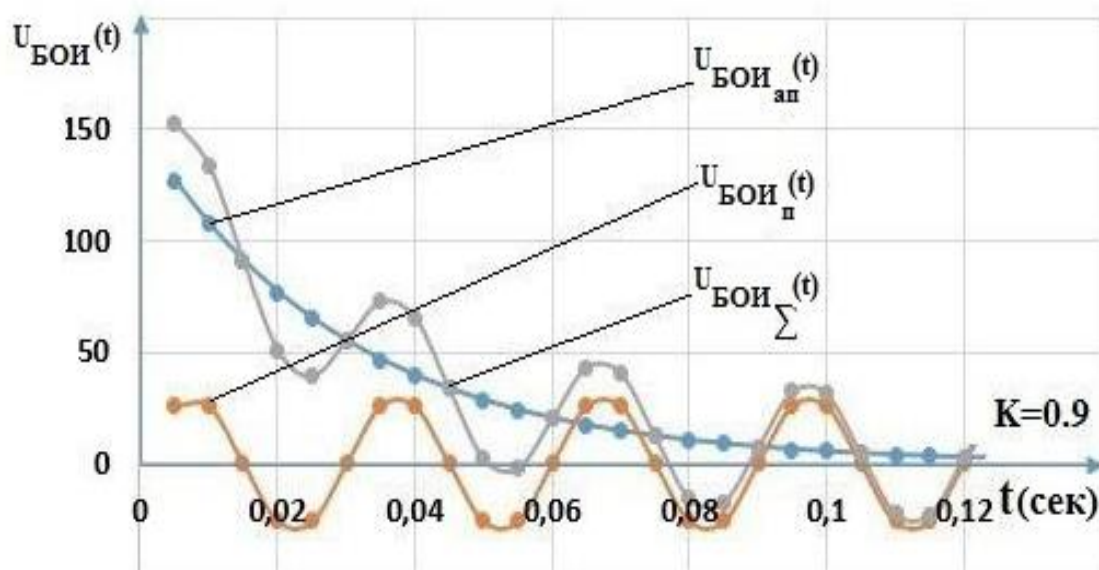
Рис.3. Статические характеристики многофункционального преобразователя сигналов.

На основании приведенных данных можно сделать вывод о том, что полученные выходные характеристики многофункциональных преобразователей первичных токов и напряжений во вторичное напряжение с установленными величинами и параметрами способствуют обеспечению высокой точности преобразования, обусловленной линейностью статических характеристик.

б) Динамические характеристики

Динамические характеристики многофункционального преобразователя сигналов исследованы на основе входных значений величин и параметров электрической сети, т.е. функций передачи (коэффициента межцепной связи: $K=0,9-1,1$) и значений постоянной времени – T ($T=0,1-0,3$) элементов преобразователя. Эти характеристики показаны на рис.4.

1) $K=0.9, T=0.03$



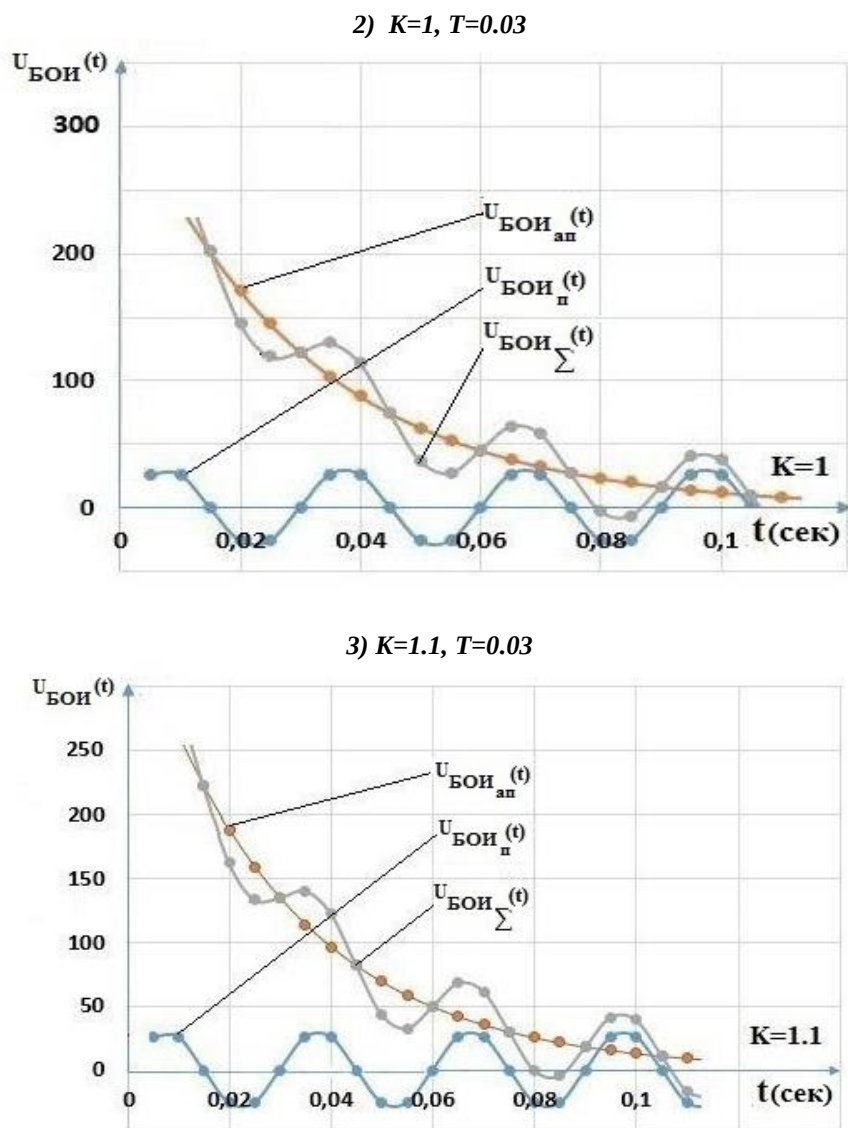


Рис. 4. Динамические характеристики многофункционального преобразователя сигналов.

Результаты исследования показали, что графовая модель многофункционального преобразователя сигналов, предназначенного для выполнения преобразования сигналов в виде вторичного электрического напряжения, разработана на основе прозрачных физических и технических эффектов, отличается достаточной степенью формализованности. Динамические характеристики, полученные на основе теоретически сформированных выражений на базе графовой модели, позволили определить зависимость входных токов и напряжений от передаточной функции (коэффициента межцепной связи) и элементов преобразователя сигналов показывали, что после подключения первичной величины ко входу многофункционального преобразователя сигналов через 0,02 до 0,11 с. выходной сигнал в виде электрического напряжения достигает установившегося значения.

Вывод

1. Разработанная графовая модель многофункционального преобразователя, предназначенная для исследования процесса преобразования сигналов и элементов преобразования отличается высокой степенью формализованности и наглядностью, охватывает основы физических и технических эффектов преобразования величин и параметров цепей различной физической природы.

2. Статические характеристики многофункциональных преобразователей сигналов, полученные с использованием аналитических выражений графовой модели показали погрешность 3-4%, что свидетельствует об адекватности результатов теоретических и экспериментальных исследования.

3. Динамические характеристики, полученные на основе аналитических выражений на базе графовой модели, позволили установить, что выходной сигнал в виде электрического напряжения достигает к установившемуся значения за 0,02 до 0,11 с.

References

1. Kartashev I.I., Tul'skiy V.N., SHamonov R.G., Sharov Yu.V. Upravlenie kachestvom e`lektroe`nergii // Moskva, Izdatel'skiy dom ME`I 2017. c.148-149.
2. Siddikov I., Sattarov Kh., Abubakirov A.B., Anarbaev M., Khonturaev I., Maxsudov M. Research of transforming circuits of electromagnets sensor with distributed parameters // 10 th International Symposium on intelligent Manufacturing and Service Systems. 9-11 September 2019. Sakarya. Turkey. c.831-837. file:///C:/Users/User/Downloads/IMSS2019_Proceedings_Book%20(3).pdf
3. Siddikov I.Kh., Sattarov Kh.A., Khujamatov Kh.E., Dekhkonov O.R. Modeling the processes in magnetic circuits of electromagnetic transducers // International Conference on Information Science and Communications Technologies ICISCT 2016, 2nd, 3rd and 4th of November 2016, Tashkent, Uzbekistan. (Scopus) DOI: 10.1109/ICISCT.2016.7777393
4. Siddikov I.Kh., Sattarov Kh.A., Khujamatov Kh.E. Modeling of the Transformation Elements of Power Sources Control // International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT) Applications, Trends and Opportunities, 2nd, 3rd and 4th of November 2017, Tashkent, Uzbekistan. (Scopus) DOI: 10.1109/ICISCT.2017.8188581
5. Muradova A.A. Khujamatov Kh.E. Results of Calculations of Parameters of Reliability of Restored Devices of the Multiservice Communication Network // International Conference on Information Science and Communications Technologies ICISCT 2019, Tashkent, Uzbekistan - 2019. (Scopus) DOI: 10.1109/ICISCT47635.2019.9011932
6. Khalim Khujamatov, Khaleel Ahmad, Ernazar Reypnazarov, Doston Khasanov. Markov Chain Based Modeling Bandwith States of the Wireless Sensor Networks of Monitoring System//International Journal of Advanced Science and Technology, Vol. 29, No.4, (2020), pp. 4889 – 4903. (Scopus) <http://sersc.org/journals/index.php/IJAST/article/view/24920>
7. Amirov S.F., Safarov A.M., Xushboqov B.X. Preobrazovateli toka dlya vtorichnix sistem elektroenergetiki//Sovremennoe sostoyanie i perspektivi razvitiya energetiki. Tez. dokl. Mejd. nauchno- texnicheskoy konf. 18 – 20 dekabr 2006. - Tashkent, 2006. – S. 206-208.
8. Siddikov I.Kh., Khujamatov Kh.E., Khasanov D.T., Reypnazarov E.R. Modeling of monitoring systems of solar power stations for telecommunication facilities based on wireless nets// "Chemical technology. Control and management" International scientific and technical journal, 2020, №3 (93) pp.20-28. <https://uzjournals.edu.uz/ijctcm/vol2020/iss3/4>
9. Siddikov I.X., Abubakirov A.B., Yuldashev A.A., Babaxova G.Z., Xonturayev I.M., Mirzoev N.N. Methodology of calculation of techno-economic indices of application of sources of reactive power // European science review, Scientific journal № 1–2 Австрия, Виенна. 2018. с 248-251.
10. Zaripov M.F., Zaynullin N.R., Petrova I.Y. Grafovoy metod nauchno-texnicheskogo tvorchestva. – M.: VNIPI GKNT, 1988. – 124 s.
11. Zaripov M.F., Petrova I.Y. Predmetno-orientirovannaya sreda dlya poiska novix texnicheskix resheniy «Intelлект»// IV Sankt-Peterburgskaya mejdunarodnaya konf. «RI-95»: Tez. dokl. – Spb., 1995. – S. 60-61.
12. Patent RUz. №04185. Preobrazovatel nesimmetrichnosti trexfaznogo toka v napryajenie/Amirov S.F., Azimov R.K., Siddikov I.X., Xakimov M.X., Xushbokov B.X., Sattarov X.A. // Rasmiy axborotnoma. – 2010.
13. DGUN№20191450. Programmnoy obespechenie dlya issledovaniya staticheskix xarakteristik trexfaznix trexsensorni x preobrazovateley s raspredelemnimi parametrami / Siddikov I.X., Abdumalikov A.A., Maqsudov M.T., Sobirov M.A., Abubakirov A.B., Anarboev M.A.// -2019.
14. DGUN№20190482. Algoritm i programmnoe obespechenie rascheta sroka okkupaemosti vnedreniya istochnikov reaktivnoy moshnosti v sistemax elektroshabjleniya / Siddikov I.X., Abubakirov A.B., Xujamatov X.E., Xasanov D.T., Anarbaev M.A.// - 18.04.2019 g.
15. DGU №N20190478. Algoritm i programmnoe obespechenie umenshenie poter elektricheskoy energii v silovom transformatore/ Siddikov I.X., Abubakirov A.B., Xujamatov X.E., Xasanov D.T.// -2019.
16. Siddikov I.X., Saidova G.A., Anarbaev M.A. Algoritm upravleniya elektroshabjleniem ustroystv i ob`ektov telekommunikatsi na osnove texnologii "Umnaya energetika" // Nauchno-prakticheskii i informatsionno-analiticheskii texnicheskii jurnal "Muhammad al-Xorazmiy avlodlari TUIT" Tashkent, 2019.-№3(9) – S.112-115.
17. Siddikov I.Kh. , Sattarov Kh.A., Khujamatov Kh. Modeling of the elements and devices of energy control systems// Materiali XII MNTK «Perspektivi razvitiya stroitel'nogo kompleksa: obrazovanie, nauka, biznes» g. Astraxan, 10–11 oktabrya 2018 g.s.348-349.// <http://aracy.pf/nauka222/7646-xii-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya->

konferentsiya-perspektivy-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-stran-i-regionov.html

18. Siddikov I.Kh., Sattarov Kh.A., Khujamatov Kh., Xonturaev I., Maksudov M., Najmatdinov K., Abubakirov A., Bojanic Slobodan. Modeling of magnetic circuits of electromagnetic transducers of the three-phases current // Materials of the XII MNTK "Prospects for the development of the building complex: education, science, business". Astrakhan, October 10–11. 2018. 331-336 p. <http://aracy.pf/nauka222/7646-xii-mezhnunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-perspektivy-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-stran-i-regionov.html>
19. Siddikov I.Kh., Anarbaev M.A., Makhsudov M.T. Signal converters of current magnitude for control systems of reactive power sources // Scientific and technical journal "Engineering and Construction Journal of the Prikaspiya» (ISSN:2312-3702). <http://aracy.pf/journal/isvp/1-23-2018/informacionnye-sistemy-i-texnologii-3>