



НОАНИҚ МАНТИҚ АСОСИДА ИНТЕЛЛЕКТУАЛ БОШҚАРИШ ТИЗИМЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ

Юсупбеков Нодирбек Рустамбекович т.ф.д, ЎзРФА академиги, Тошкент давлат техника университети “Ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш» кафедраси профессори, **Жумаев Одил Абдужалилович** т.ф.д, Навоий давлат кончилик институти “Автоматлаштириш ва бошқаув” кафедраси мудири, jumaev5216@mail.ru, **Маҳмудов Гиёскон Бақоевич** Навоий давлат кончилик институти “Автоматлаштириш ва бошқаув” кафедраси ассистенти, mahmudov.giyos@mail.ru, **Исмоилов Мухриддин Тұлқын үғли** Навоий давлат кончилик институти “Автоматлаштириш ва бошқаув” кафедраси ассистенти, itmxriddint@mail.ru.

Annotatsiya. Ushbu maqolada noaniq mantiq asosida texnologik jarayonlarni intellektual boshqarish tizimlarini ishlab chiqishning nazariy ma'lumotlari ochib berilgan. Intellektual boshqarish tizimlarining umumlashgan struktur sxemasi va noaniq mantiq asosidagi intellektual boshqarish tizimlari funksional sxemalarining tavsiflari keltirilgan.

Kalit so'zlar: noaniq mantiq, intellektual boshqarish tizimi, neyron tarmoqlari, noaniq to'plam, boshqarish ob'yekti, optimallashtirish.

Аннотация. В статье рассматривается теоретические вопросы разработки систем интеллектуального управления технологическими процессами на основе нечеткой логики. Приведены описания функциональных схем интеллектуальных систем управления на основе нечеткой логики и обобщенной структурной схемы интеллектуальных систем управления.

Ключевые слова: нечеткая логика, интеллектуальная система управления, нейронные сети, нечеткая множества, объект управления, оптимизация.

Abstract. This article describes the theoretical data for the development of intelligent control systems based on fuzzy logic of technology process. Descriptions of functional schemes of intelligent control systems based on fuzzy logic and a generalized block diagram of intelligent control systems are given.

Key words: fuzzy logic, intelligent control system, neural networks, fuzzy set, control object, optimization.

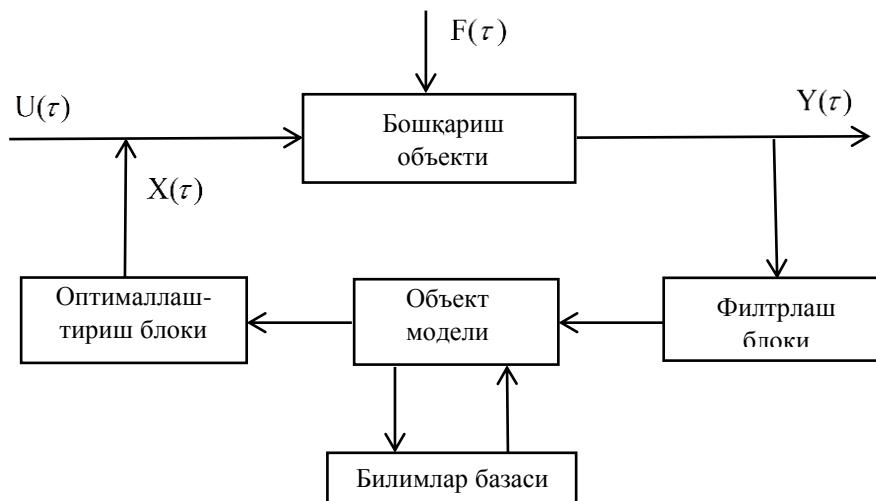
Интеллектуал бошқарув тизимлари ҳозирги кунда автоматлаштириш ва мураккаб объектлар ва жараёнларни бошқариш муаммоларини ҳал қилишда асосий воситага айланди. Интеллектуал тизимлар(ИТ)нинг замонавий концепсияси кибернетика, замонавий бошқарув назарияси, алгоритмлар назарияси, замонавий ахборот технологияларини ривожлантириш ва сунъий интеллект (СИ) соҳасида тўпланган илмий билимларни, усул ва усуllibарни умумлаштиришнинг назарий асосларини ишлаб чиқиш асосида ривожланмоқда. Таъкидланган мураккаб объектларни бошқариш масалаларини ечиш учун сунъий интеллект ва алгоритмлари, ноаниқ ростлагичлари, нейрон тармоқлари, генетик алгоритмлари, тадрижий ҳисоблашлар, ноаниқ мантиқ ва ҳисоблаш интеллектининг бошқа асосий компонентларини қўллаш усуllibарини ишлаб чиқиш борасида илмий амалий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Ноаниқ мантиқ асосида интеллектуал бошқариш тизимларини қуриш тамойиллари маълумотларнинг ноаниқлиги юқори бўлган тизимларнинг ишлаши шароитида бошқариш алгоритмларини яратиш, ҳамда қарама-қарши ахборот оқимлари билан ишловчи энг янги ахборот технологияларидан фойдаланишини тақозо қиласди. Шунингдек, техник мураккаблиги юқори даражадаги объектлар учун интеллектуал бошқариш тизимларини ишлаб чиқиш зарурияти долзарб масаладир [3, 5, 6].



Интеллектуал бошқариш тизими - бошқаришда билимлар базасидан бошқарилаётган объективининг фъел-фойдаланиш; атвори, ҳамда унинг бошқариш тизими ва - қарорларни оптималлаштириш ташки таъсирлар тўғрисидаги усууларидан бири сифатида эксперт ахборотларни сақлаб қолиш ва таҳлил тизимларини қўллаш; қилиш ҳисобига ўрганиш, мослашиш ёки созланиш имконини берадиган устивор тизим ҳисобланади. Бундай тизимларнинг асосий муҳим жиҳатлари маъмуломотлар ва билимлар базаси, мантикий холосага таяниб бошқарувчи ҳисоблаш машиналари, тушунтиришларга оид оствозимлар ва бошқаларнинг мавжудлиги билан назорат масалаларини ноаниқ мантиқ ёрдамида ечиш усууларини қўллаш.

Бундай ҳолатларда, эвристик ёки математик интеллект дастлабки моделни яратиш, кейин уни фаолият натижалари асосида созлаш ва аслида унинг ишлашини таъминлаш учун ишлатилади. Интеллектуал бошқариш тизимларининг қўйидаги хусусиятларини умумлаштириш мумкин:

- адаптив математик моделларни қўллаш;



1-расм. Интеллектуал бошқарув тизимининг умумлашган функционал структур схемаси.

Қарор қабул қилиш оствозими учта блокка эга: оптималлаштириш, маълумотлар базалари ва моделлаштириш. Бу блокларнинг ҳар бири бошқарув натижалари асосида узлуксиз янгиланиб турадиган билимлар базасидан фойдаланиб, ўзига хос вазифани ечади. Қарор қабул қилиш оствозими ўз навбатида технологик жараён параметрларини ростлаш тизимлари билан боғлиқ дастурий ва техник мажмуаси бўлган ечимни амалга ошириш оствозимига юборилади. Бошқаришнинг интеллектуал тизимлари қўйидаги талаб ва хусусиятларни таъминлаши лозим:

- бошқариш тизимларининг реал ташки муҳит билан ўзаро таъсири алоқанинг ахборот каналларидан фойдаланиш орқали мавжудлиги;



- билимларни түлдириш ва ўзлаштириш имконияти ҳисобига тизимларнинг очиқлигини таъминлай олиши;
- тизимлар узлуксиз фаолият кўрсатиши учун муҳитининг ўзгаришини башоратлаш механизмларининг мавжудлиги;
- бошқариш обекти (БО) тўғрисидаги ахборотларнинг аниқ эмаслиги ҳолатларини бошқариш алгоритмини интеллектуаллаштириш даражасини ошириш ҳисобига түлдириш имконияти мавжудлиги;
- алоқаларнинг узилиш ҳолатларида тизим фаолияти барқарорлигини таъминлаш ва сақлаб қолиш имкониятлари мавжудлиги.

Тизимдаги остизимларнинг ҳар бири сунъий интеллект элементларини яратиш ва ривожлантириш учун турли усуслардан фойдаланган ҳолда фаолият кўрсатади. Бошқаришнинг интеллектуал тизимлари орасида кенг тарқалган ноаниқ мантиқ (fuzzy logic) ни профессор Л.Зода томонидан ишлаб чиқилган.

Ноаниқ мантиқ асосида математик тушунчаларнинг барчасини ноаниқ ўхшашикларини қуриш ва инсоннинг фикрлаши ва масала ечиш қобилиятини моделлаштириш учун зарурий бўлган расмий аппаратлни яратиш мумкин. Ноаниқ тўплам (fuzzy set) - ихтиёрий табиатли элементлар тўплами бўлиб, уларга нисбатан у ёки бу элементни ушбу тўпламга тегишли эканлигини тўла аниқликда тасдиқлаб бўлмайди.

Ноаниқ тўпламлар назарияси экспертили ахборот деб номлаш қабул қилинган “инсонга хос билимлар” билан иш кўради. Бошқариш обьектига таъсир этувчи бошқариш таъсирларини ишлаб чиқиш учун сифатли ифодаланган экспертили билимларни бевосита қўллаш ноаниқ бошқаришга хос мазмунни ифодалайди [2].

Ноаниқ ростлагичнинг бошқариш обьекти (жараёни) билан ўзаро таъсири ва муносабати ҳақидаги билимлар қуйидаги кўринишда акс эттирилади “АГАР (бошлангич вазият), УНДА (жавоб реаксияси)”. Бундай қоида энг содда инсоний ҳаракатларга тўғри келади. Бунда таҳлил қилинаётган параметрлар, сифатли

кўрсаткичларга кўра баҳоланадиган лингвистик ўзгарувчилар сифатида қаралади.

Ноаниқ тўпламлар назариясида лингвистик ўзгарувчилар (ЛЎ), лингвистик катталиклар (ЛК) ва тегишлилик функциялари $\mu^t(x)$ тушунчалари марказий аҳамият касб этади. Математик тўпламлар $(x, \mu^m(x))$ кўринишидаги тартибланган жуфтликлар кўринишида, бу ерда x универсум $X(x \in X)$ нинг элементи ҳисобланади, функция $\mu^t(x)$ эса x элемент (лингвистик элемент) нинг ноаниқ тўплам T (терм) га $[0, 1]$ диапазондаги сонли қиймат кўринишида тегишлилигини аниқлаб беради.

Ноаниқликни аниқлаш (фаззификациялаш). Ноаниқ ростлагичнинг кириш ўзгарувчиларини жорий қийматини ҳақиқийликнинг лингвистик катталигига ўтказиш **фаззификация амали** деб номланади. Ноаниқ ростлагичларда “АГАР-УНДА” туридаги қоидалар (қоидалар базаси) асосида тегишлилик функцияларини натижаловчи ноаниқ тўплам кўринишидаги мантикий ечимларни шакллантириш амалга оширилади.

Кириш лингвистик ўзгарувчилар тирмлари учун ягона универсал фазода тегишлилик функциялари берилади ва ўзгарувчиларнинг маълум қийматлари учун ҳар бир қоиданинг ҳақиқийлик даражаси аниқланади [1, 3, 10].

Аниқликка ўтказиш (дефаззификация). Тегишлиликнинг берилган натижаловчи функциялари учун ягона микдорий қийматнинг чиқиш лингвистик ўзгарувчилари – ноаниқ ростлагич чиқишидаги бошқариш таъсирини олиш ва чиқиш катталиги (бошқариш обьекти учун бошқарув таъсирлари) ни ишлаб чиқиш амалининг ўзига дефаззификация дейилади [1, 2, 9].

Масалани ечиш жараёнида ноаниқ хулоса аниқ сонга ўзгартирилади. Дефаззификациялаш блокида олинган, бошқариш обьектига таъсир этувчи бошқариш таъсирининг натижаловчи тегишлилик функцияси сонли катталика ўзгартирилади. Ўзгарувчи i нинг қиймати $i = U_1$ дан $i = U_2$ гача ўзгарганда



натижаловчи функция $u_c(u)$ билан қамраб олинган $S_c = S(u_c, \mu_c)$ юзанинг оғирлик марказининг абциссасини ҳисоблашнинг умумий қоидаси қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$u_c = \frac{\int_{U_1}^{U_2} u \mu_c(u) du}{\int_{U_1}^{U_2} \mu_c(u) du} \quad (1)$$

Қамраб олинган юзанинг оғирлик маркази ушбу юзанинг центроиди дейилади. Шунинг учун ҳам аниқликка келтиришнинг юқорида тавсифланган усули центроид деб юритилиб, унинг ўзгариши u_c дефазификациялаш натижаси ҳисобланади.

Трапециялар усулига кўра сонли интеграллашга ўтиб, (1) формулани қуйидагича ёзамиш:

$$u_c = \frac{\frac{U_1 \mu_0}{2} + \sum_{j=1}^{M-1} u_j \mu_j + \frac{U_2 \mu_M}{2}}{\frac{\mu_0}{2} + \sum_{i=1}^{M-1} \mu_i + \frac{\mu_M}{2}} \quad (2)$$

бу ерда, U_0 – дискретлаш қадами, $M = U_2 - U_1 = 1, 2, 3, \dots, (M-1)$ оралиқдаги дискретлар сони.

Хусусий ҳолда, натижаловчи тегишлилик функцияси бўлакли-чизиқли бўлса, “оғирлик маркази”нинг абсиссаси қуйидагича аниқланади:

$$u_c = \frac{\sum_{k=1}^N (a_{k+1} - a_k) [(2a_{k+1} + a_k)b_{k+1} + (2a_k + a_{k+1})]}{3 \sum_{k=1}^N (a_{k+1} - a_k)(b_{k+1} + b_k)}, \quad (3)$$

бу ерда, N - қирралар сони, k , b_k – натижаловчи шакл қирраларининг координаталари.

Олинган қиймат u_c кейин универсал тўпламдаги тескари акслантириш йўли билан лингвистик ўзгарувчили $[w_{min}^{max}]$ оралиқда бошқариш таъсирига ўзгартирилади.

Бир нуқтали тўпламлар учун оғилик маркази усули қуйидагича ҳисобланади:

$$u_c = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} u_j \mu_c(u_i)}{\sum_{i=1}^n \mu_c(u_i)} \quad (4)$$

бу ерда, n – бир элементли ноаник тўпламлар сони, уларнинг ҳар бири кўриб чиқилаётган чиқиш лингвистик ўзгарувчисининг ягона қийматини хусусиятлайди.

Ноаник бошқарувда намоён бўладиган ноаник мантиқнинг афзаллиги унинг инсон фикрларини муваффақиятли

шакллантириш имконини беришдан иборат бўлиб, улар томонидан қабул қилинган қарорлар нафақат инсонлар ва мураккаб обьектларнинг мулоқот воситаси сифатида, балки обьектив дунёни акс эттирувчи, узоқ вақт мобайнида бошқарувчи структура сифатида шаклланган табиий тил воситасида моделлаштириш усулларини қабул қила олганлиги билан ифодаланади [1, 5, 8]. Ростлагичларни лойиҳалашда ноаник тўпламлар назариясини қўллаш, уларнинг “интеллекти”, функционал имкониятларини инсон интеллектига яқинлаштириш имконини беради.

Амалиётда ноаник мантиқ алгоритмларини амалга ошириш учун қуйидаги усуллар қўлланилади:

- мос дастурий таъминот (ДТ) ёрдамида ноаник алгоритмларни амалга ошириш;
- инсон ишлатадиган табиий тил ва хуносалаш қоидаларида гига ўхаш бўйруқлар ёрдамида маълумотлар, ахборотлар ва билимларга ишлов беришга мўлжалланган маҳсус “ноаник” компютерларни ишлаб чиқиш;
- катта интеграл схемалар (КИС) ва ўта юқори даражали интеграл схемалар (ЎЮИС) асосида аналоги ва аналог-рақамли тарзда амалга ошириш.

Ноаник тўпламлар ва ноаник мантиқ назариялари асосида бошқаришни амалга ошириш учун бошқариш обьектига бериладиган бошқариш таъсиrlарини шакллантирувчи қурилма - ноаник ростлагич (ноаник мантиқ асосида ишловчи ростлагич) зарур.

Ноаник мантиқ асосида ишловчи автоматик бошқариш тизимининг функционал схемаси 2-расмда келтирилган. Тизимнинг солишишириш қурилмаси, ноаник ростлагич (НР), бошқариш обьекти ва тескари алоқа занжиридан ташкил топган. Ноаник ростлагич (fuzzy - controller) учта асосий блок: фаззификациялаш (fuzzification) блоки, мантиқий ечимни шакллантириш (inference) блоки ва дефазификациялаш (defuzzification) блокини ўз ичига олади.

Фаззификациялаш блокида кириш лингвистик ўзгарувчилари x_1, \dots, x_n ни



тизимнинг хатолиги θ , хатоликни ўзгариш тезлиги биринчи ҳосила $\dot{\theta}$, хатоликнинг тезланиши иккинчи ҳосила $\ddot{\theta}$ каби ифодалаш ноаниқ тўпламлар a_i^j лингвистик катталиклар билан сифатли тавсифланади. Сўнгги катталик сифатида манфий, ўртача манфий, кам манфий, нолли, кам мусбат, ўртача мусбат, мусбат катталиклар олиниши мумкин бўлиб, улар U универсал тўпламда $\mu_m(u)$ тегишлилик функциялари билан тавсифланади [1, 2, 3].

Ноаниқ бошқаришнинг асосий хусусиятлари қуйидагилардан иборат:

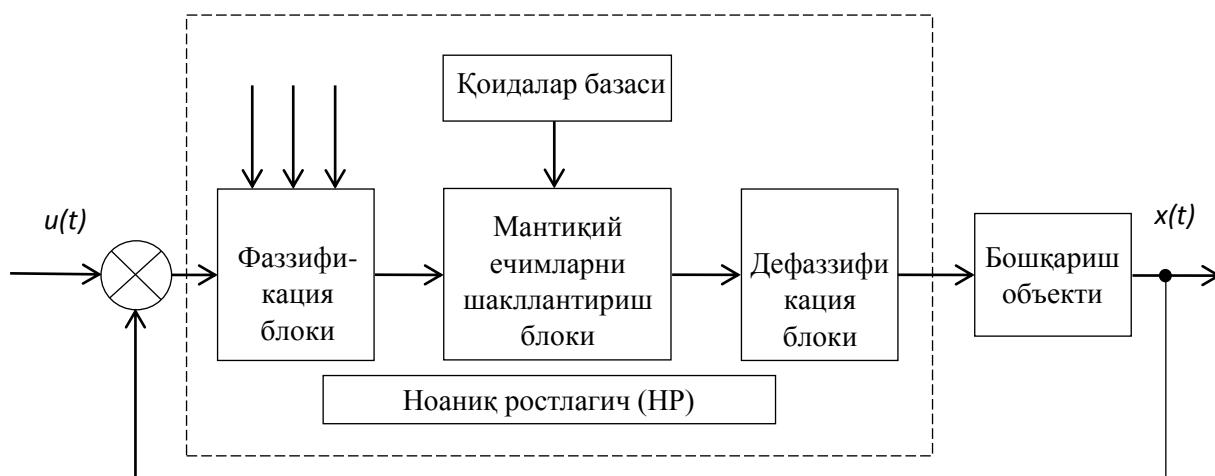
- Ноаниқ бошқариш қоидалари мантиқий ҳисобланиб, қоидалардан фойдаланиш мантиқий хуласа механизмлари орқали амалга оширилади. Технологик жиҳозлар учун нафақат бошқарувда тўла ахборотлардан фойдаланиш, балки шартга кўра бошқариш режимларини ўзgartириб, реал жиҳозларнинг кўпгина турлари учун турли иш режимларида алоҳида эътибор қаратиш лозим.

Бундай ҳолатларда

автоматлаштириш учун ноаниқ бошқаришдан фойдаланиш қулай, чунки ишга тушириш ва меъёрий иш режимлари учун “АГАР-УНДА” шаклида қоидани бир хил тавсифлаш мумкин.

- Параллел бошқариш – ноаниқ бошқаришнинг классик ёки замонавий бошқариш усуллари бўлиб, биринчи ҳолда бошқаришнинг умумлашган алгоритми бир формула ёрдамида ифодаланиб, ноаниқ бошқаришда эса кўп сондаги хусусий қоидалардан фойдаланилган ҳолда амалга оширилади. Ҳар бир қоида бошқаришда ишлатиладиган ахборот фазосининг маълум соҳаси учун ўринлидир. Тақсимланган ахборот фазосининг ҳар бир локал соҳаси учун алоҳида бошқариш қоидаларини яратиш мақсадга мувофиқдир.

- Оператор билан диалог шаклидаги бошқаришни ташкил этиб, бошқариш қоидасини “АГАР-УНДА” ифодаси шаклида ёзиш мумкин.



2-расм. Ноаниқ мантиқ асосидаги интеллектуал бошқариш тизимининг функционал схемаси.

Саноат корхонасини интеллектуал бошқариш тизимининг яратилиши очиқ интерфейсли математик моделлар асосида бошқариш масалаларини ечишни автоматлаштириш имконини беради.

Таклиф этилаётган тизимнинг амалда жорий этилиши ва ишлатилиши бошқарув

даражалари ўртасидаги вазифаларни қайта тақсимланиш жараёнини соддалаштиради, шунингдек, қарорларнинг самарадорлигини сезиларли даражада оширади ва бошқарув фаолиятини янада мувозанатлаштириш имконияти яратилади.



Адабиётлар

- [1]. Н.Р.Юсупбеков., Р.А.Алиев., Р.Р.Алиев., А.Н.Юсупбеков “Бошқаришнинг интеллектуал тизимлари ва қарор қабул қилиш”. Давлат илмий нашриёти “Ўзбекистон миллӣ энциклопедияси” Тошкент – 2015 й.
- [2]. О.А. Жумаев, А.А. Ахматов, Г.Б. Махмудов. «Моделирование процессы оптимального смешения цианистых растворов с использованием интеллектуальных систем измерения на основе нечеткой логики». Контроль и управления химической технологии. 1-2/2018.
- [3]. A Jumaev, M T Ismoilov, G B Mahmudov and M F Shermurodova “Algorithmic methods of increasing the accuracy of analog blocks of measuring systems” ICMSIT 2020 Journal of Physics: Conference Series 1515 (2020)
- [4]. В.В.Морозов, В.П.Топчаев, К.Я.Улитенко, З.Ганбаатар, Л.Дэлгэрбат “Разработка и применение автоматизированных систем управления процессами обогащения полезных ископаемых” Москва Издательский дом “Руда и Металлы” 2013 г.
- [5]. A Jumaev, R R Sayfulin, M T Ismoilov and G B Mahmudov “Methods and algorithms for investigating noise and errors in the intelligent measuring channel of control systems” Journal of Physics: Conference Series 1679 (2020)
- [6]. A Jumaev, J T Nazarov, R R Sayfulin, M T Ismoilov and G B Mahmudov “Schematic and algorithmic methods of elimination influence of interference on accuracy of intellectual interfaces of the technological process” Journal of Physics: Conference Series 1679 (2020)
- [7]. А.В. Вожаков, А.Н. Данилов “Разработка интеллектуальной системы управления промышленным предприятием на основе модели с открытым интерфейсом” журнал “Прикладная математика и вопросы управления”. 2015г. № 2.
- [8]. Махмудов Гиёскон Бакоевич “Разработка интеллектуальной системы управления процессом сорбционного цианирования на основе SIMATIC S7-1200 ПЛК” IX Международной научно-практической конференции «Информационные и коммуникационные технологии в образовании и науке» (1 - 5 июня 2020 г.).
- [9]. Yusupbekov, N. Mukhitdinov, D. Kadirov, Y. Sattarov, O. Samadov, A. Control of non-standard dynamic objects with the method of adaptation according to the misalignment based on neural networks, ISSN 2347 – 3983. International Journal of Emerging Trends in Engineering Research – IJETER, volume 8, number 9, year 2020, pages 5273-5278,
- [10]. http://pu.if.ua./inst/phys_che/start/conference/52.htm.