

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ
БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ»
КеАҚ



КӨЛІК-ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТІ



**«КӨЛІК ЖӘНЕ ЭНЕРГЕТИКАНЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ:
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ШЕШУ ТӘСІЛДЕРІ» XIV ХАЛЫҚАРАЛЫҚ
ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XIV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ: «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТА И
ЭНЕРГЕТИКИ: ПУТИ ИХ ИННОВАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ»**

**PROCEEDINGS OF THE XIV INTERNATIONAL SCIENTIFIC- PRACTICE
CONFERENCE «ACTUAL PROBLEMS OF TRANSPORT AND ENERGY:
THE WAYS OF ITS INNOVATIVE SOLUTIONS»**

Астана, 2026

УДК 656:620.9

ББК 65.37+65.305.1

A43

Редакционная коллегия:

Председатель – Талтенов А.А., член Правления – Проректор по науке и коммерциализации, д.х.н., профессор; Заместитель председателя – Кокаев У.Ш. декан транспортно-энергетического факультета, к.т.н., ассоциированный профессор; Тлепиева Г.М. – заместитель декана по научной работе, к.т.н., доцент; Султанов Т.Т. – заведующий кафедрой «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта», к.т.н., доцент; Тогизбаева Б.Б. – заведующая кафедрой «Транспортная инженерия», д.т.н., профессор; Байхожаева Б.У. – заведующая кафедрой «Стандартизация, сертификация и метрология», д.т.н., профессор; Жумажанов С.К.– заведующий кафедрой «Электроэнергетика», к.т.н., доцент; Садыкова С.Б. – заведующая кафедрой «Теплоэнергетика», PhD, доцент.

A43 Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения: XIV Международная научно-практическая конференция, 19 марта 2026г. / Подгот. А.А. Талтенов, У.Ш. Кокаев, Г.М. Тлепиева – Республика Казахстан, г.Астана, НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», 2026. – 632 с.

ISBN 978-601-385-216-4

В сборник включены материалы XIV Международной научно-практической конференции на тему: «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения», проходившей в г. Астана 19 марта 2026 года.

Тематика статей и докладов участников конференции посвящена актуальным вопросам логистики, организации перевозок, движения и эксплуатации транспорта, стандартизации, метрологии и сертификации, транспорту, транспортной техники и технологии, теплоэнергетики и электроэнергетики.

Материалы конференции дают отражение научной деятельности ведущих ученых дальнего и ближнего зарубежья, Республики Казахстан и могут быть полезными для докторантов, магистрантов и студентов.

ISBN 978-601-385-216-4

УДК 656:620.9
ББК 65.37+65.305.1

© НАО «ЕНУ имени Л.Н. Гумилева», 2026

**Секция 5 «ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ»**

Азмуханбетов Б.Т. ТҰРАҚТЫ ТОК ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРЫН БАСҚАРУДАҒЫ ПИД-РЕТТЕГІШТЕРДІ ГЕНЕТИКАЛЫҚ АЛГОРИТМ ЖӘНЕ ФАЗЗИ-ЛОГИКА АРҚЫЛЫ ОҒТАЙЛАНДЫРУ	565
Айсанов А.Б. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИЗОЛЯЦИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 6-10 КВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	569
Ашимов Д.Е. МЕТОДЫ АНАЛИЗА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИМПУЛЬСОВ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ В КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ И ИХ АДАПТАЦИЯ К УСЛОВИЯМ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН	575
Әлімқазы Ш., Нұржанова А.Б. ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ТОЛҚЫНДАР. ТЕОРИЯЛЫҚ ТАЛДАУ.	579
Багиров И.Я. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ГРАФОВ К РАСЧЕТАМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ	584
Гайнуллина Д.А. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ НА КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ-НАПРЯЖЕНИЯ	590
Ғизат М.Н. АСТАНА ҚАЛАСЫНЫҢ ЖАҒДАЙЫНДА ОРТАЛЫҚ ЭЛЕКТР ЖЕЛІСІНЕ ҚОСЫЛМАЙТЫН ТІК ЖЕЛІ ТУРБИНАЛАРЫ НЕГІЗІНДЕГІ ЖЕРГІЛІКТІ ЭЛЕКТРОМОБИЛЬДЕРДІ ЗАРЯДТАУ СТАНЦИЯСЫН ЖОБАЛАУ	593
Зуев Д.Н. МЕТОДЫ КОМПЕНСАЦИИ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ГЛОБАЛЬНОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЕ	596
Қайратов А.К. ИНТЕГРАЦИЯ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЦЕСС ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 0,4–35 кВ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ НОРМАТИВНО КОРРЕКТНОЙ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ	601
Қостанаев Ә.Д. 0,4 КВ ЖЕЛІЛЕРІНДЕГІ РЕАКТИВТІ ҚУАТТЫ КОМПЕНСАЦИЯЛАУ ЖҮЙЕСІН МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ	605
Ниязов Б.Ш. СОЦИАЛЬНОЕ ВОСПРИЯТИЕ ПЕРЕХОДА К ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ В КАЗАХСТАНЕ	609
Сағиев Т.А. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ НА БАЗЕ SSB	614
Сейткалиева М.С. АУЫСПАЛЫ ЖІЛІКТІ ЖАҒАРТЫЛАТЫН ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІН ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕСІНЕ БІРІКТІРУ	619
Социал Б.Қ. ЖОҒАРЫ ТОК ГАРМОНИКАСЫН БАСУ ҚҰРЫЛҒЫСЫ	622
Уаханова К.Б. ҚАЗАҚСТАН ЖАҒДАЙЫНДА КҮН-ЖЕЛІ ГИБРИДТІ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРІН ҚОЛДАНУДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ЖОЛДАРЫ	628

Секция 5 «ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ»

ӘӨЖ 681.513.7

ТҰРАҚТЫ ТОК ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРЫН БАСҚАРУДАҒЫ ПИД-РЕТТЕГІШТЕРДІ GA-PID ЖӘНЕ FUZZY – PID АРҚЫЛЫ ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Азмуханбетов Бейбарыс Талапұлы

beibarys_2003@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ «Электр энергетикасы»

кафедрасының магистранты, Астана, Қазақстан

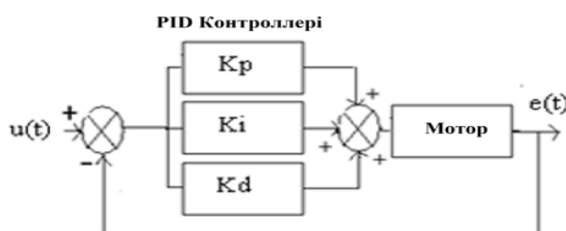
Ғылыми жетекшісі: Саттинова З.К.

Түйіндеме. Бұл мақалада RS-775 тұрақты ток қозғалтқышын басқару жүйелерінің тиімділігін арттыру мәселелері қарастырылған. Зерттеу барысында классикалық ПИД-реттегіш, Генетикалық алгоритм арқылы оңтайландырылған ПИД (GA-PID) және 3 ережеден тұратын минималистік фаззи-логикалық реттегіш Matlab/Simulink ортасында модельденді. Генетикалық алгоритмді қолдану коэффициенттерді автоматты түрде оңтайландыруға және жүйе қателігін минималды деңгейге дейін төмендетуге мүмкіндік берді. Тәжірибелік нәтижелер интеллектуалды реттегіштердің классикалық әдістерге қарағанда жылдамдық пен орнықтылық тұрғысынан артықшылығын дәлелдейді.

Түйінді сөздер: RS-775 қозғалтқышы, ПИД-реттегіш, Генетикалық алгоритм, фаззи-логика, оңтайландыру, Simulink.

1. Классикалық ПИД-регулятордың рөлі мен шектеулері

ПИД-реттегіштер қарапайымдылығы, сенімділігі және іске асырудың жеңілдігі арқасында өнеркәсіпте кеңінен қолданылады және барлық басқару контурларының шамамен 91–96%-ын құрайды [1]. ПИД-реттегіштің жұмысы берілген мән мен өлшенген шама арасындағы қателікті үздіксіз есептеуге негізделген, содан кейін пропорционалды, интегралды және дифференциалды құрамдастар арқылы басқарушы әсер қалыптастырылады [1,2].



Сурет 1 - Параллель ПИД-реттегішінің схемалық диаграммасы.

Кең таралғанына қарамастан, дәстүрлі ПИД-реттегіштер электржетектер, микрожелілер немесе ғарыш аппараттары сияқты күрделі сызықтық емес жүйелерде елеулі шектеулерге ие [3,4]. Зиглер–Николс (ZN) әдісі секілді стандартты баптау тәсілдері көптеген процестер үшін қанағаттанарлық нәтиже берсе де, көбіне оңтайлы өнімділікті қамтамасыз етпейді және жүйе өтпелі процесінде үлкен асыра реттеуге әкелуі мүмкін [2,5].

2. Оңтайландыру стратегиялары және жетілдірілген ПИД-құрылымдар

Сызықтық емес әсерлер, сыртқы кедергілер және параметрлердің анықталмағандығы жағдайында ПИД-реттегіштердің тиімділігі мен робасттығын арттыру

үшін әртүрлі оңтайландыру әдістері ұсынылған. Бұл әдістер көбіне адаптивті және интеллектуалды тәсілдерге негізделеді [6].

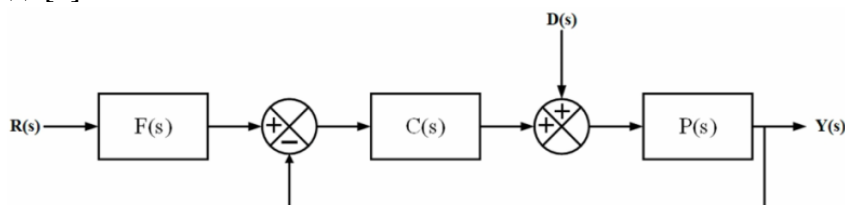
2.1. *Адаптивті және интеллектуалды баптау әдістері.* Интеллектуалды алгоритмдер ПИД-реттегіштің коэффициенттерін (K_p , K_i , K_d) автоматты түрде баптауға мүмкіндік береді, бұл динамикалық өзгеретін жағдайларға бейімделіп, траекторияны қадағалау мен кедергілерге төзімділікті жақсартады [6].

Генетикалық алгоритмдер (ГА) арқылы баптау: ГА табиғи сұрыпталу принципін имитациялау арқылы ПИД-реттегіш параметрлерін оңтайландырады. Тұрақты магнитті синхронды қозғалтқыштарды (PMSM) басқару жүйелерінде GA-PID қолдану нәтижесінде максималды асыра реттеу 3,3062%-ды, ал орнығу уақыты 0,4096 секундты құрады [7].

Фаззи-логика (Fuzzy-PID): Фаззи-ПИД нақты математикалық модельді талап етпей, қате (e) мен оның өзгеру жылдамдығына (de/dt) негізделген ережелер базасы арқылы коэффициенттерді динамикалық түрде реттейді. Щеткасыз тұрақты ток қозғалтқыштарында (BLDC) фаззи-ПИД қолдану интегралды уақыттық абсолют қателікті (ITAE) 88%-ға азайтты [8].

Гибридті жүйелер (ANFIS-PID): ANFIS-PID фаззи-логика мен нейрондық желілердің артықшылықтарын біріктіреді. Құрама тұрақты ток қозғалтқыштары үшін бұл әдіс асыра реттеуді 40,7%-ға қысқартты [5].

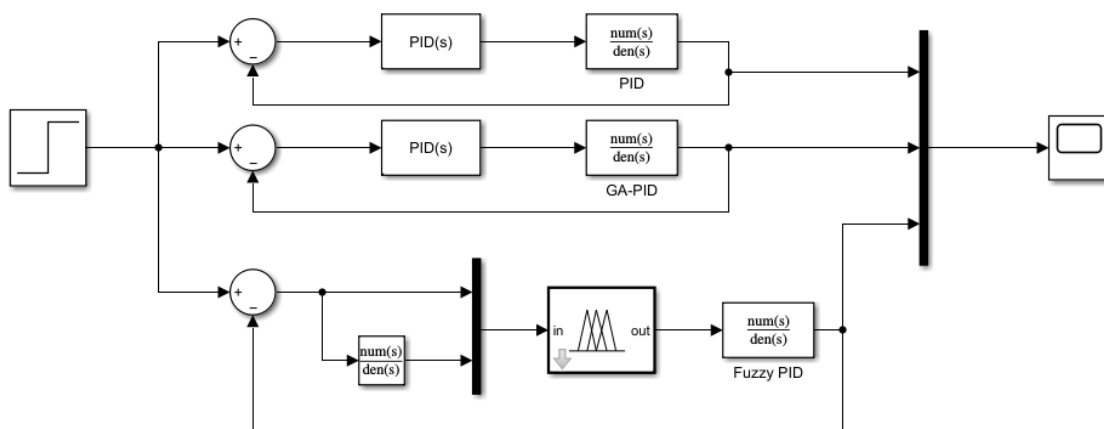
2.2. *Жетілдірілген ПИД-құрылымдар және сызықтық емес тәсілдер.* Сызықтық емес ПИД-реттегіштер (SN-PID, MN-PID) мен екі еркіндік дәрежелі ПИД-реттегіштер (2DOF-PID) күрделі жүйелерде жоғары тұрақтылықты қамтамасыз етеді. 2DOF-PID уставканың өзгеруіне және кедергілерді басуға арналған параметрлерді бөлек баптауға мүмкіндік береді [9].



Сурет 2 - 2DOF-PID реттегішінің құрылымы.

3. Зерттеу әдістемесі және нысанның математикалық моделі

Зерттеу нысаны ретінде RS-775 тұрақты ток қозғалтқышы алынды. Жүйенің динамикалық сипаттамаларын зерттеу үшін Matlab/Simulink ортасында оның беру функциясы (Transfer Function) құрастырылды.



Сурет 3 - RS-775 қозғалтқышын басқару жүйесінің Simulink-тегі құрылымдық схемасы.

Бұл модель қозғалтқыштың электрлік және механикалық параметрлерін ескереді. Басқару жүйесінің тиімділігін салыстыру мақсатында үш түрлі архитектура іске асырылды: классикалық ПИД, GA-PID және интеллектуалды фаззи-логикалық реттегіш.

4. PS-775 тұрақты ток қозғалтқышы жүйесі моделінің нәтижелері

4.1. Генетикалық алгоритм арқылы ПИД-ті оңтайландыру (GA-PID). Жүргізілген Генетикалық алгоритм (GA) 10 ұрпақ (generation) ішінде ПИД-реттегіштің коэффициенттерін оңтайландырды. Есептеу барысында фитнес-функцияның мәні (қателік көрсеткіші) 3.073×10^{-11} деңгейінен басталып, 2.909×10^{-11} мәніне дейін төмендеді. Бұл алгоритмнің жаһандық минимумды (ең аз қателікті) тапқанын және жүйенің жоғары дәлдікке жеткенін білдіреді.

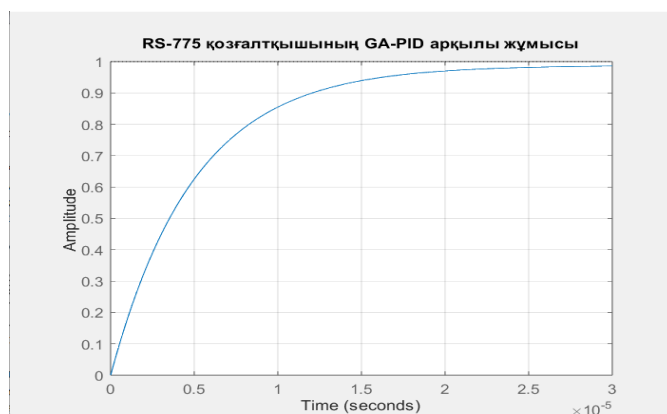
Оңтайландыру нәтижесінде RS-775 қозғалтқышын басқару үшін келесі үздік коэффициенттер жиынтығы анықталды:

Пропорционалды коэффициент (K_p): 81.30

Интегралды коэффициент (K_i): 69.41

Дифференциалды коэффициент (K_d): 19.81

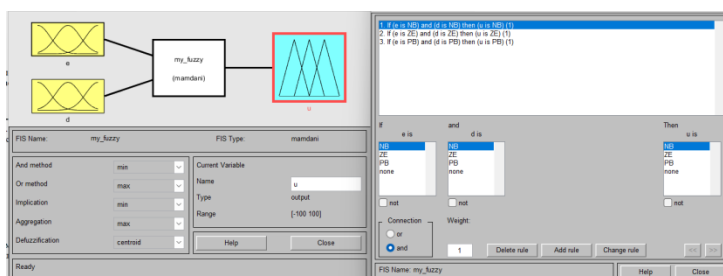
Бұл мәндер жүйенің өтпелі процесіндегі тербелістерді жойып, максималды жылдамдық пен орнықтылықты қамтамасыз етеді.



Сурет 4 - Генетикалық алгоритмнің оңтайландыру параметрлері мен фитнес-функция графигі.

4.2. Минималистік fuzzy-логикалық реттегішті іске асыру. Жұмыстың ғылыми жаңалығы ретінде фаззи-реттегіштің ережелер базасын барынша ықшамдау әдісі таңдалды. Есептеу ресурстары шектеулі микроконтроллерлерде қолдануды көздеп, тек 3 негізгі диагональды ережеден тұратын база құрылды.

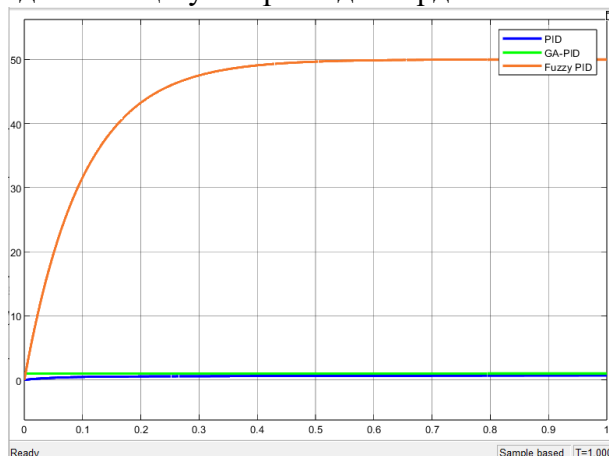
Кіріс айнымалылары NB (Negative Big), ZE (Zero), PB (Positive Big) термдеріне жіктелді. Диагональды ережелер базасы келесі логикалық қисынға негізделген: NB-NB, ZE-ZE және PB-PB.



Сурет 5 - Fuzzy Logic Designer-дегі 3 негізгі диагональды ережелер базасы.

5. Эксперименттік нәтижелерді талдау және талқылау

Simulink ортасында жүргізілген компьютерлік модельдеу жұмыстары RS-775 қозғалтқышының динамикасын басқаруда әр түрлі алгоритмдердің өзіндік ерекшеліктері бар екенін көрсетті. Алынған өтпелі процесс графиктері жүйенің тұрақтылығын, жылдамдығын және дәлдігін анықтауға мүмкіндік берді.



Сурет 6 - ПИД, GA-PID және Fuzzy-PID реттегіштерінің өтпелі процесс графиктерін салыстыру

Эксперимент нәтижелеріне жасалған детальды талдау келесідей қорытындыларды ұсынады:

классикалық ПИД-реттегіш: Модельдеу көрсеткендей, дәстүрлі баптау әдістеріне негізделген ПИД-реттегіш нысаналы мәнге (setpoint) жету барысында ең жоғары асыра реттеу (overshoot) көрсеткішін көрсетті. Бұл қозғалтқыштың инерциялық күштерін өтеудегі алгоритмнің икемсіздігін және жүйенің белгіленген режимге түсу уақытының ұзақтығын сипаттайды. Сонымен қатар, графикада жүйенің орныққанға дейінгі айтарлықтай тербелістері байқалады.

GA-PID (Генетикалық алгоритммен оңтайландырылған ПИД): Генетикалық алгоритм арқылы табылған коэффициенттер жүйенің динамикасын айтарлықтай жақсартты. Классикалық ПИД-пен салыстырғанда, GA-PID асыра реттеуді минималдандырып, өтпелі процестің «сапасын» арттырды. Бұл реттегіш жүйенің тұрақтылығы мен дәлдігі арасындағы оңтайлы тепе-теңдікті қамтамасыз етіп, энергетикалық шығындарды азайтуға мүмкіндік берді.

Минималистік фаззи-логикалық реттегіш (3 ереже): Зерттеудің ең қызықты нәтижесі – небәрі 3 диагональды ережеге негізделген фаззи-басқарудың тиімділігі болды. Графиктік талдау көрсеткендей, бұл реттегіш басқаларға қарағанда ең жоғары жылдамдықты (high response speed) көрсетті. Жүйенің нысаналы жылдамдыққа көтерілу уақыты (rise time) барынша қысқарып, реакциясы өте жылдам әрі «жұмсақ» болды. Тіпті ережелер базасының шектеулі болуына қарамастан, фаззи-логика сызықтық емес динамиканы сәтті басқарып, ПИД-ке қарағанда динамикалық қателікті жылдамырақ жойды.

Сонымен, салыстырмалы талдау көрсеткендей, егер жүйеде жоғары жылдамдық пен есептеу ресурстарын үнемдеу талап етілсе, минималистік Фаззи-реттегіш ең тиімді шешім болып табылады, ал жүйенің абсолютті дәлдігі мен тербеліссіз жұмысы үшін GA-PID алгоритмі тиімдірек.

Қорытынды RS-775 тұрақты ток қозғалтқышын басқару жүйелерін зерттеу және интеллектуалды реттегіштерді жобалау барысында келесідей негізгі нәтижелер алынды:

Классикалық ПИД-басқарудың шектеулері: Тәжірибе көрсеткендей, стандартты ПИД-реттегіштер RS-775 қозғалтқышының жоғары динамикасы жағдайында айтарлықтай асыра реттеу (overshoot) мен тербелістерге ие. Бұл дәстүрлі баптау әдістерінің күрделі сызықтық емес процестер үшін тиімділігі төмен екенін растайды.

GA-PID оңтайландырудың тиімділігі: Генетикалық алгоритмді қолдану ПИД-коэффициенттерін ($K_p=81.30$, $K_i=69.41$, $K_d=19.81$) автоматты түрде таңдауға мүмкіндік берді. Бұл фитнес-функция қателігін 2.909×10^{-11} деңгейіне дейін төмендетіп, жүйенің өтпелі процестерін барынша жылдамдатты және нысаналы мәнге дәл жетуді қамтамасыз етті.

Фаззи-логиканың басымдығы: Зерттеудің ең маңызды нәтижесі — небары 3 диагональды ережеден тұратын минималистік фаззи-реттегіштің жоғары динамикасы. Fuzzy-PID барлық қарастырылған реттегіштердің ішінде ең жоғары жылдамдықты (response speed) көрсетті. Бұл ережелер базасын барынша қысқарту арқылы да есептеу ресурстарын үнемдеп, ПИД-ке қарағанда «жұмсақ» әрі жылдам басқаруды жүзеге асыруға болатынын айқындады..

Түйіндей келе, интеллектуалды басқару стратегиялары RS-775 қозғалтқышының жұмыс сапасын түбегейлі жақсартады. Жоғары дәлдік қажет болған жағдайда GA-PID алгоритмін, ал нақты уақыт режиміндегі жылдам реакция мен микроконтроллер ресурстарын үнемдеу қажет болса минималистік Fuzzy-PID реттегішін қолдану ұсынылады. Алынған нәтижелерді робототехникадағы жетектерді және автоматтандырылған өндіріс жүйелерін жобалауда практикалық нұсқаулық ретінде пайдалануға болады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Duan, X. (2025). Research on the Integration of PID Controller and Intelligent Optimization Algorithm in Motor Control. *CONF-FMCE 2025*.
2. Syed Salim, S. N., et al. (2025). Comparative insights into nonlinear PID-based controller design approaches. *IJRA*, 14(2), 191-203.
3. Çakıcı, S. N., et al. (2025). PID Design for Nonlinear Spacecraft Model with Reaction Wheels. *Aerospace Research Letters (ASREL)*, 4(1).
4. Al-Dayyeni, W. S., & Mahmood, H. S. (2025). PID Control Perspective: Techniques and Uses. *EJEEE Review*.
5. Sam-Okyere, Y. A., et al. (2025). Control Strategy Assessment: PID and Fuzzy-PID for Compound DC Motor Systems. *Journal of Power, Energy, and Control*, 2(2).
6. Boonkirdram, S., et al. (2025). Frequency Regulation in an Autonomous Microgrid Using Multistage PID and BES Algorithm. *IJEER*, 13(3).
7. Jawad, H. J., & Mhawi, E. (2025). Performance Improvement of PMSM Using PID and GA-PID Controllers. *IJEER*, 13(2), 186-192.
8. Rahoua, N., et al. (2025). Comparative Performance Analysis of PID and Fuzzy-PID Speed Controllers for BLDC Motor Drives. *ETASR*, 15(5).
9. Boonkirdram, S., et al. (2025). Design of Two-Degree-of-Freedom PID Controllers Optimized by Bee Algorithm for Frequency Control. *Energies*, 18(18), 4880.
10. Pati, D. U. (2025). Speed Control of a DC Motor Using PID Controller Based on MATLAB. *ResearchGate Preprint*.
11. Lee, Y.-C. (2025). PID Stabilization of Nonlinear Systems: Integrating Stabilizing Sets and Lyapunov Analysis. *Research Square*.

УДК 621.315.008.6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИЗОЛЯЦИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 6-10 КВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Айсанов Алдияр Бауыржанович

aisanovv03@mail.ru

Магистрант кафедры «Электроэнергетика»