

A.N. Sabitova – PhD, Shakarim Semey University, Semey, Kazakhstan, e-mail: alfa-1983@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3360-7998>.

B.B. Bayakhmetova – Candidate of Chemical Sciences, Shakarim Semey University, Semey, Kazakhstan, e-mail: bulbul.bayahmetova@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5663-5107>.

Z.Sh. Sharipkhan – master of Chemistry, Shakarim Semey University, Semey, Kazakhstan, e-mail: zhanka_81@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2484-7287>.

DOI: 10.53360/2788-7995-2022-1(5)-2

МРНТИ: 50.43.19

А.Д. Золотов*, А.Ж. Сайлаубекова, Е.А. Оспанов, Д.В. Мясоедов

Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глилки, 20 А
*e-mail: azol64@mail.ru

УПРАВЛЕНИЕ СЛОЖНЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Аннотация: Одним из перспективных и эффективных подходов современной теории управления сложных технологических систем в условиях неопределенности, вызванной нечеткостью исходной информации, является подход, основанный на применении методов экспертных оценок и теории нечетких множеств.

В данной статье приведено исследование свойств системы автоматического регулирования с применением псевдолинейного нечеткого ПИД-регулятора, построенного на базе корректирующего устройства с фазовым опережением.

Одним из альтернативных методов построения систем управления и регулирования объектами, нечетко определенными с точки зрения классической теории является использование так называемых контроллеров нечеткой логики.

Поэтому разработка регуляторов нечеткого управления на базе существующих микроконтроллеров является весьма актуальной задачей, так как псевдолинейный нечеткий регулятор, построенный на основе нечетких множеств и нечеткого логического ввода-вывода, в условиях неопределенности возмущающего воздействия, способен обеспечить более высокие показатели качества переходного процесса, чем традиционный ПИД-регулятор.

В качестве псевдолинейных корректирующих устройств (ПКУ) используем: КУ с амплитудным подавлением, с фазовым опережением и с отдельными каналами для амплитуды и фазы, так как один из основных недостатков ПИД-регулятора является наличие фазового запаздывания и высокая чувствительность к помехам в измерительном канале.

Ключевые слова: Микроконтроллер, регулятор, псевдолинейное корректирующее устройство, контроллер нечеткой логики, качество переходного процесса.

Одним из перспективных и эффективных подходов современной теории управления сложных технологических систем в условиях неопределенности, вызванной нечеткостью исходной информации, является подход, основанный на применении методов экспертных оценок и теории нечетких множеств [1]. Технологические процессы, характеризующиеся многокритериальностью, функционируют в основном, в нечеткой среде. Поэтому, для оптимального управления режимами работы таких систем, необходимо учесть вектора критериев и нечеткость исходной информации.

По сравнению с традиционными методами анализа и вероятностным подходом методы нечеткого управления позволяют быстро производить анализ задачи и получать результаты с высокой точностью. Основные преимущества применения нечеткой логики для решения задач автоматизации по сравнению с традиционными подходами теории автоматического управления состоят в следующем [2]:

- значительное повышение быстродействия процессов управления при использовании нечетких контроллеров;

- возможность создания систем управления для объектов, алгоритмы функционирования которых трудно формализуемы методами традиционной математики;
- возможность синтеза адаптивных регуляторов на базе классических ПИД регуляторов;
- повышение точности алгоритмов фильтрации случайных возмущений при обработке информации от датчиков;
- снижение вероятностей ошибочных решений при функционировании управляющих алгоритмов, что позволяет увеличить срок службы технологического оборудования.

Традиционные системы автоматизированного управления технологическими процессами строятся на основе линейных моделей объектов, построенных по некоторым критериям оптимальности. Полученные таким образом регуляторы являются оптимальными и устойчивыми по отношению к заложенным в их основу моделям реальных технологических процессов – объектов управления и регулирования. Однако часто методы упрощения и линеаризации, применяемые к нелинейным, динамическим, нечетко определенным объектам не дают ожидаемых результатов устойчивого управления и желаемого качества управления реальным технологическим процессом. С увеличением сложности структуры объекта и выполняемых им функций становится все сложнее использовать классические методы управления.

Одним из альтернативных методов построения систем управления и регулирования объектами, нечетко определенными с точки зрения классической теории (для которых не получена аналитическая модель), является использование так называемых контроллеров нечеткой логики.

Поэтому разработка регуляторов нечеткого управления на базе существующих микроконтроллеров является весьма актуальной задачей, так как псевдолинейный нечеткий регулятор, построенный на основе нечетких множеств и нечеткого логического вывода, в условии неопределенности возмущающего воздействия, способен обеспечить более высокие показатели качества переходного процесса, чем традиционный ПИД-регулятор.

Так как в настоящее время большинство САР строится на базе свободно программируемых промышленных контроллеров, поэтому имеется возможность создать систему с применением нечеткого регулятора.

Рассмотрим синтез нечеткого ПИД регулятора на базе микроконтроллера SIMATIC S7-1200 при помощи пакета прикладных программ MatLab.

Структура нечеткого регулятора совпадает со структурой нечеткой модели с одним выходом и зависит от объекта управления и процесса управления, а также от требований к его качеству. Поскольку сфера применения нечеткого управления очень широка, возможны различные структуры регулятора, отличающиеся числом входов, нечеткими множествами, функциями принадлежности, формой управляющих правил, типами механизмов вывода и методами дефазификации.

На вход регулятора поступает необходимое для решения конкретной задачи число входных сигналов. В нечетком регуляторе происходит процедура фазификации, т.е. исходя из текущего значения четкого сигнала, на основании известных функций принадлежности каждому сигналу четкого вектора присваивается определенное входное значение.

Программа нечеткого логического вывода (FIS-структура) на основании нечеткой базы знаний ставит в соответствие каждому входному вектору значений выходной нечеткий вектор, являющийся результатом нечеткого логического вывода. Значениям лингвистических переменных, составляющих выходной вектор, на основании функций принадлежности ставятся в соответствие определенные четкие значения, образующие выходной четкий вектор, т.е. происходит процедура дефазификации.

В нечетком регуляторе на основе сформулированных правил типа ЕСЛИ-ТО осуществляется формирование логического решения – получение нечеткого множества в форме результирующей функции принадлежности. Перевод текущих значений входных переменных нечеткого регулятора в лингвистические величины называют процедурой фазификации.

Структурная схема с нечетким псевдолинейным регулятором приведена на рисунке 1.

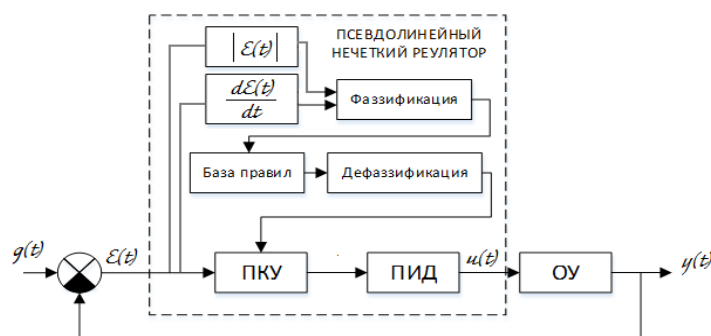
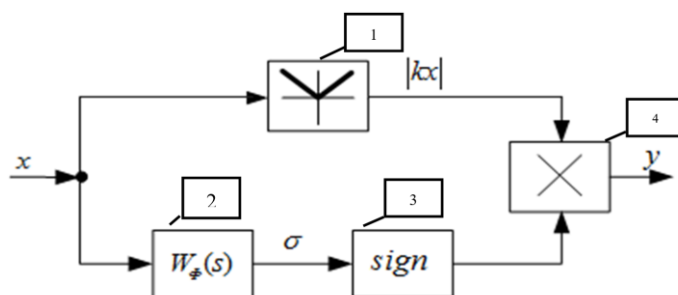


Рисунок 1 – Структурная схема с нечетким псевдолинейным регулятором

Псевдолинейный нечеткий регулятор включает в свой состав нечеткое псевдокорректирующее устройство (рис. 2) последовательно соединенное с классическим ПИД-регулятором. Подстройка параметров ПКУ осуществляется по модулю ошибки и скорости изменения ошибки.



1 – блок определения модуля, 2 – интегро-дифференцирующее звено,
3 – знаковый оператор Sign, 4 – устройство перемножения

Рисунок 2 – Схема псевдолинейного корректирующего устройства с фазовым опережением.

Используем ПКУ с фазовым опережением, так как основным недостатком ПИД-регулятора является наличие фазового запаздывания и высокая чувствительность к помехам в измерительном канале, поэтому он не всегда может дать хорошее качество регулирования [3].

Проверка работоспособности нечеткого регулятора проводилась в пакете Simulink среды MatLab на примере САР одноконтурной системы с ПИД и нечетким регулятором при изменении значения параметра объекта управления (рис. 4).

Моделируем САР в ППП MatLab Simulink (рис. 3).

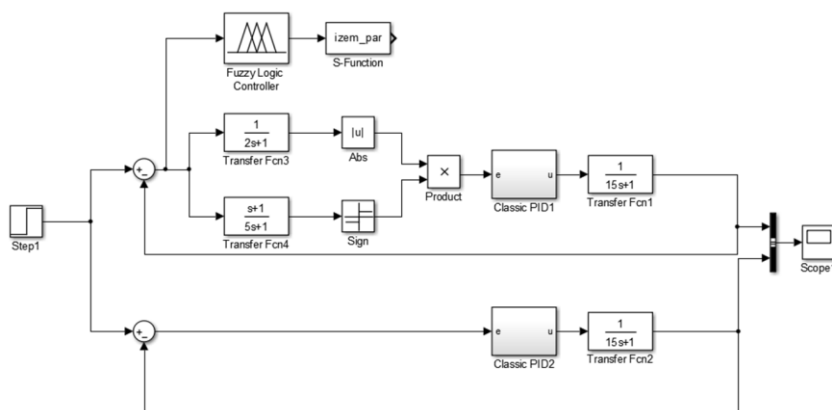
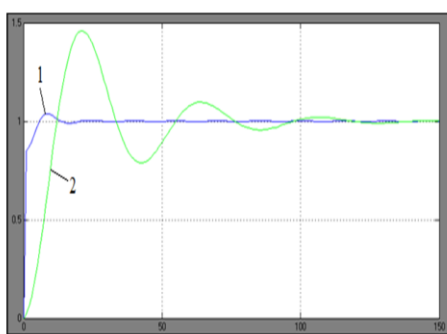
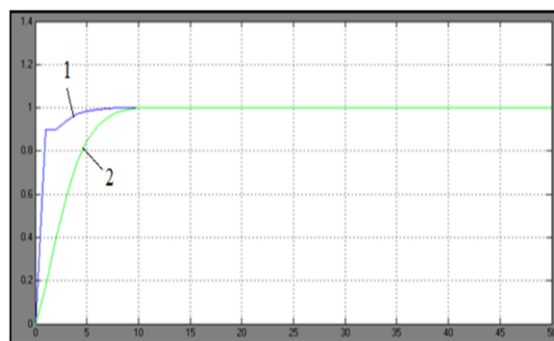


Рисунок 3 – Структурная схема САР

Получаем графики переходных процессов для объекта управления с исходными изменившимися значением постоянной времени. При этом значения параметров регуляторов обеих систем являются неизменными. На рисунках кривая 1 соответствует системам с псевдолинейным нечетким ПИД-регулятором, а кривая 2 соответствует системам с со стандартным ПИД-регулятором.



а) $T_1=1$ сек



б) $T_1=10$ сек

Рисунок 4 – Кривые переходного процесса

Из графиков видно, что качество регулирования системы с псевдолинейным нечетким ПИД-регулятором значительно лучше, чем системы с ПИД-регулятором при изменившихся параметрах объекта управления. Входящее в состав псевдолинейное корректирующее устройство позволяет обеспечить хорошее качество регулирования при изменении параметров объекта управления, что достигается путем определения его параметров на основе аппарата нечеткой логики.

Заключение

В результате получившихся показателей качества регулирования получили, что система управления с нечетким регулятором в отличие от традиционного ПИД-регулятора при применении к исследуемому объекту обладает нулевым перерегулированием, меньшей величиной динамической ошибки и меньшим временем регулирования.

Список литературы

1. Джарратино Д. Экспертные системы: принципы разработки и программирование / – 4-е изд. – М: ООО «И.Д. Вильямс». – 2007. – 1152 с.
2. Gronostajski Z. The expert system supporting the assessment of the durability of forging tools / International journal of advanced manufacturing technology. – 2016. – V. 82. – № 9. – P. 1973-1991.
3. Скороспешкин М.В., Псевдолинейный регулятор / Автоматика и программная инженерия. – 2013. – № 3(5). – С. 27-29.

References

1. Giarratano D. Expert systems: principles of development and programming. / – 4th ed. – M: I.D. Williams LLC. – 2007. – 1152 p. (In Russian).
2. Gronostajski Z. The expert system supporting the assessment of the durability of forging tools / International journal of advanced manufacturing technology. – 2016. – V. 82. – No. 9. – P. 1973-1991.
3. Skorospeshkin M.V., Pseudolinear regulator / Automation and software Engineering. – 2013. – № 3(5). – P. 27-29. (In Russian).

А.Д. Золотов*, А.Ж. Сайлаубекова, Е.А. Оспанов, Д.В. Мясоедов

Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20 А

*e-mail: azol64@mail.ru

БАСТАПҚЫ АҚПАРАТТЫҢ БЕЛГІСІЗДІГІ ЖАҒДАЙЫНДА КҮРДЕЛІ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ БАСҚАРУ

Бастапқы ақпараттың бұлыңғырлығынан туындаған белгісіздік жағдайында күрделі технологиялық жүйелерді басқарудың қазіргі заманғы теориясының перспективалық және тиімді тәсілдерінің бірі-сараптамалық бағалау әдістері мен бұлыңғыр жиынтықтар теориясын қолдануға негізделген тәсіл.

Бұл мақалада фазалық ілгерілеуі бар түзету құрылғысының негізінде құрылған жалған сызықты бұлыңғыр PID реттегішін қолдана отырып, автоматты реттеу жүйесінің қасиеттерін зерттеу келтірілген.

Классикалық теория тұрғысынан анық анықталмаған объектілерді басқару және реттеу жүйелерін құрудың балама әдістерінің бірі-бұлыңғыр логикалық контроллерлерді қолдану.

Сондықтан қолданыстағы микроконтроллерлер негізінде бұлыңғыр басқару реттегіштерін жасау өте өзекті міндет болып табылады, өйткені бұлыңғыр жиындар мен анық емес логикалық енгізу-шығару негізінде құрылған жалған сызықты бұлыңғыр реттегіш, бұзушылық әсердің белгісіздігі жағдайында, дәстүрлі PID реттегішіне қарағанда өтпелі сапаның жоғары көрсеткіштерін қамтамасыз ете алады.

Жалған сызықты түзету құрылғылары (PKU) ретінде біз мыналарды қолданамыз: амплитудалық тежелуі бар, фазалық ілгерілеуі бар және амплитудасы мен фазасы үшін бөлек арналары бар КУ, өйткені PID реттегішінің негізгі кемшіліктерінің бірі фазалық кідірістің болуы және өлшеу арнасындағы кедергілерге жоғары сезімталдық.

Түйін сөздер: Микроконтроллер, реттегіш, жалған сызықты түзету құрылғысы, бұлыңғыр логикалық контроллер, өтпелі сапа.

A. Zolotov, A. Sailaubekova, E. Ospanov, D. Myasoedov

Shakarim University Semey,

071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A Glinka Street

*e-mail: azol64@mail.ru

MANAGEMENT OF COMPLEX TECHNOLOGICAL SYSTEMS UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY OF INITIAL INFORMATION

One of the promising and effective approaches of the modern control theory of complex technological systems in the conditions of uncertainty caused by the fuzziness of the initial information is an approach based on the use of expert evaluation methods and the theory of fuzzy sets.

This article presents a study of the properties of an automatic control system with the use of a pseudo-linear fuzzy PID controller built on the basis of a correction device with phase advance.

One of the alternative methods of constructing control and regulation systems for objects that are indistinctly defined from the point of view of classical theory is the use of so-called fuzzy logic controllers.

Therefore, the development of fuzzy control controllers based on existing microcontrollers is a very urgent task, since a pseudo-linear fuzzy controller built on the basis of fuzzy sets and fuzzy logical I/O, under the condition of uncertainty of the disturbing effect, is able to provide higher quality indicators of the transient process than a traditional PID controller.

As pseudo-linear correction devices (PKU) we use: CU with amplitude suppression, with phase advance and with separate channels for amplitude and phase, since one of the main disadvantages of the PID controller is the presence of phase lag and high sensitivity to interference in the measuring channel.

Key words: microcontroller, controller, pseudolinear correcting device, fuzzy logic controller, transient quality.

Авторлар туралы мәліметтер

А.Д. Золотов* – техника ғылымдарының кандидаты, автоматтандыру, ақпараттық технологиялар және қала құрылысы кафедрасының доценті; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: azol64@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9751-8161>.

А.Ж. Сайлаубекова – автоматтандыру, ақпараттық технологиялар және қала құрылысы кафедрасының магистранты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: asel_sailaubekova@mail.ru.

Е.А. Оспанов – автоматтандыру, ақпараттық технологиялар және қала құрылысы кафедрасының PhD; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: 78oea@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5342-274X>.

Д.В. Мясоедов – автоматтандыру, ақпараттық технологиялар және қала құрылысы кафедрасының аға оқытушысы; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: dmitriy880@mail.ru.

Сведения об авторах

А.Д. Золотов* – кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизации, информационных технологий и градостроительства; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: azol64@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9751-8161>.

А.Ж. Сайлаубекова – магистрант кафедры автоматизации, информационных технологий и градостроительства; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: asel_sailaubekova@mail.ru.

Е.А. Оспанов – PhD кафедры автоматизации, информационных технологий и градостроительства; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: 78oea@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5342-274X>.

Д.В. Мясоедов – старший преподаватель кафедры автоматизации, информационных технологий и градостроительства; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: dmitriy880@mail.ru.

Information about the authors

A. Zolotov* – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Automation, Information Technology and Urban Planning; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: azol64@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9751-8161>.

A. Sailaubekova – Master's student of the Department "Automation, Information Technologies and Urban Planning"; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: asel_sailaubekova@mail.ru.

E. Ospanov – PhD of the Department "Automation, Information Technologies and Urban Planning"; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: 78oea@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5342-274X>.

D. Myasoedov – Senior Lecturer of the Department "Automation, Information Technologies and Urban Planning"; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: dmitriy880@mail.ru.

DOI: 10.53360/2788-7995-2022-1(5)-3

МРНТИ: 20.51.17

А.У. Калижанова*, С.Б. Сейдазимов, З.А. Жилкишбаева

Алматы Технологиялық университеті,
050012, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Төле би к-сі, 100
*e-mail: zulfia.zhilkishbayeva@mail.ru

БРЭГГ ТАЛШЫҚТЫ ТОРЛАРҒА НЕГІЗДЕЛГЕН ДАТЧИКТЕРДІҢ МОДЕЛЬДЕРІ МЕН ПАРАМЕТРЛЕРІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ ФИЗИКАЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРДІҢ ТОРЛАРДЫҢ СПЕКТРЛІК СИПАТТАМАЛАРЫНА ӘСЕРІ

Аңдатпа: Жобаның нәтижелері медициналық мекемелер мен денсаулық сақтау объектілері, ірі өнеркәсіптік кәсіпорындар, автомобиль өнеркәсібі, тамақ, ауыл шаруашылығы және мал шаруашылығы өнеркәсібі, сондай-ақ өнеркәсіптік техника, металлургия өнеркәсібі; мұнай және газ өнеркәсібі сияқты әртүрлі салаларда кең практикалық қолданысқа ие.

Массивтерге негізделген фазалық интерферометриялық датчиктерде (ФИД) сезімтал элемент – бұл өзіндік құнның айтарлықтай төмендеуіне әкеледі. Екі тордың арасындағы ОВ сегменті – Фабри-Перо интерферометрі.