

**REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 2224-5227

Volume 5, Number 309 (2016), 125 – 131

N.R. Mussabekov¹, A.K. Ibraev¹, M.J. Adilbekov²¹Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan²Lomonosov Moscow State University, Moscow, RussiaE-mail: nazarbek_2008@inbox.ru, ibr_1946@mail.ru**ON THE ISSUES OF DEVELOPMENT THE HYBRID CONTROL
SYSTEM BY TECHNOLOGICAL PROCESS ON THE EXAMPLE
OF THE CONTROL HEAT EXCHANGE PROCESSES**

Abstract. An important role in the industrial-innovative development of the country's economy, its staffing allocated to higher education institutions that train future specialists. In order to effectively achieve the objectives of higher education institutions on the part of all the conditions of the state.

The development of modern methods of design and development of intelligent systems has led to a significant increase in publications on the practical application of these methods to create control systems.

The relevance of the development of software systems for the management of complex thermo-technical processes is determined by such trends as the requirements for the quality of education, media and the emergence of innovative technologies for the development of computer programs.

This article deals the possibility of creating a hybrid system for the heat transfer process management capabilities with the use of intelligent technologies. We pose the problem of heat transfer process control on the basis of existing experimental stand. The article describes the prerequisites for the development of intelligent models for the heat transfer process control purposes.

Keywords: hybrid control system, the mathematical model, the heat transfer processes, technological complex, control algorithm, synthesis, intelligent models.

УДК 681.20.412.47

Н.Р. Мусабеков¹, А.Х. Ибраев¹, М. Ж. Адильбеков²¹Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева, Алматы, Казахстан;²МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия**О ВОПРОСАХ РАЗРАБОТКИ ГИБРИДНОЙ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ НА ПРИМЕРЕ
УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ТЕПЛООБМЕНА**

Аннотация. Важная роль в индустриально-инновационном развитии экономики страны, ее кадровом обеспечении отводится высшим учебным заведениям, осуществляющим подготовку будущих специалистов. Для эффективного решения поставленных задач высшим учебным заведениям со стороны государства созданы все условия. Создана единая вертикаль контроля качества всех уровней образования.

Развитие современных методов разработки и создания интеллектуальных систем привело к значительному росту публикаций по практическому применению этих методов при создании систем управления.

Актуальность разработки программных комплексов для управления сложными теплотехническими процессами определяется такими тенденциями, как требования к качеству обучения, появление сред и инновационных технологий для разработки компьютерных программ.

В данной статье рассматриваются возможности создания гибридной системы для возможности управления процессами теплообмена с использованием интеллектуальных технологий. Ставится задача

управления процессами теплообмена на базе существующего экспериментального стенда. В статье приводится описание предпосылки создания интеллектуальных моделей для целей управления процессами теплообмена.

Ключевые слова: гибридная система, математические модели, процессы теплообмена, технологический комплекс, алгоритм управления, синтез, интеллектуальные модели.

Введение. В настоящее время в Алматинском университете энергетики и связи значительное внимание уделяется совершенствованию учебно-лабораторной базы образовательного процесса. На выпускающей кафедре «Промышленная теплоэнергетика» лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях, что позволяет приблизить учебный процесс к предстоящей профессиональной деятельности выпускников.

Кафедрой на каждый учебный год разрабатываются перспективные и текущие планы модернизации лабораторной базы. В соответствии с планами модернизации осуществляется поэтапное переоснащение лабораторий кафедры современным оборудованием и измерительными приборами.

Практическая реализация и назначение экспериментальной установки. Для реализации автоматизированного управления процессами теплообмена в технологическом комплексе на базе комплексного экспериментального стенда, оснащенного электрическим паровым котлом, современным теплообменным оборудованием и интеллектуальной системой для сбора и обработки информации по технологии проводимого эксперимента, требуется расширенное представление схемы управления в виде сложных иерархических структур, позволяющее реализовать ее на элементной базе. Для чего необходимо реализовать представленный на рисунке 1 алгоритм управления.

Экспериментальный стенд включает в себя многофункциональную автоматизированную экспериментальную установку по исследованию режимов работы паровоздушного, пароводяного, вода-водяного процессов теплообмена и теплотехнических характеристик отопительных приборов.

Обозначим ограничивающие условия реализации алгоритма управления:

- главный объект управления парогенератор является не управляемым;
- не используется контроллер.

Однако, в промышленных условиях, при реализации системы управления потребуются программируемый логический контроллер с панелью оператора или адаптивные системы управления с нейронными сетями [1], но на базе лабораторной установки используется персональный компьютер (ПК) с предустановленным программным обеспечением, что позволяет проводить эксперименты и с помощью преобразователей сигналов, находящихся в шкафу автоматизации, вырабатывать управляющие сигналы, тем более, что подобные системы используются в настоящее время и подробно описаны в литературе [2].

С точки зрения научной новизны, предполагается процесс выработки пара рассматривать как многосвязный объект управления, разработка оптимального алгоритма управления процессами теплообмена по минимуму расхода электроэнергии на единицу вырабатываемого пара (энергии) парогенератором, а также возможность реализации управляющей функции без использования микропроцессорной техники – контроллеров с целью уменьшения затрат и наработки измерения малых расходов.

Функциональные возможности установки: функциональная часть – автоматизация системы позволяет осуществлять мониторинг определенного технологического процесса и технологических параметров (температура, давление, расход, уровень) на персональном компьютере в аудитории и таким образом, обучающимся визуально показывать происходящие внутренние процессы теплообмена. Также, позволяет проводить контроль работы параметров управляющих клапанов в реальном масштабе времени, управляет работой некоторых блоков в ручном или автоматическом режиме, поддерживает заданные значения определенных параметров и выдает сигнал об аварии в случае отсутствия сигнала от одного из энергоисточников.

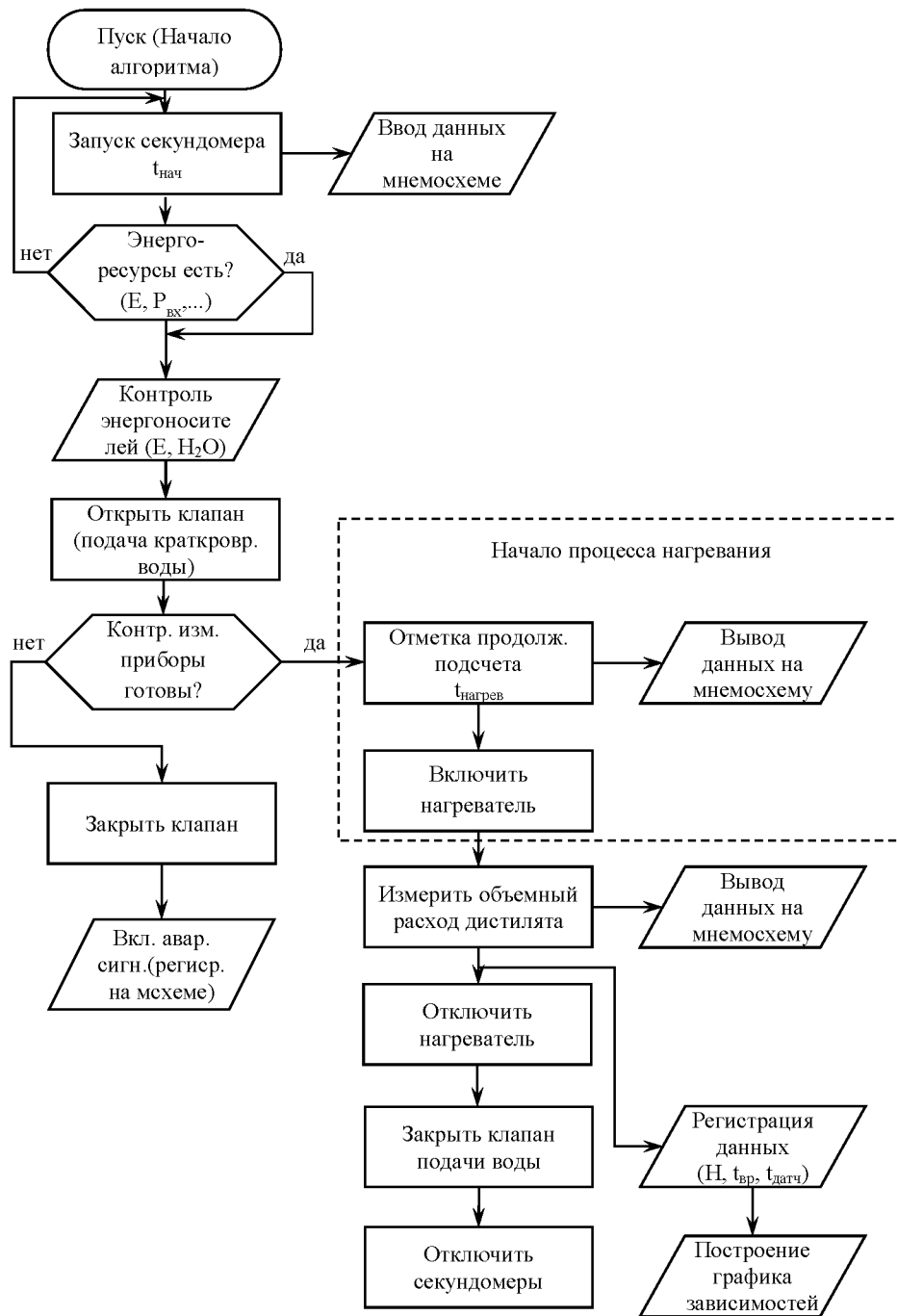


Рисунок 1 – Алгоритм управления технологическим процессом на экспериментальной установке

Все устройства преобразования измеряемых аналоговых сигналов в цифровой код, расположенные в шкафу предназначены для построения автоматизированных систем сбора данных в различных областях промышленности. Управление режимами работы и считывание результатов измерения выполняется с использованием команд, передаваемых в сети RS-485. Они обеспечивают работу в сети с использованием протоколов ModBus (RTU), ModBus (ASCII), Овен и DCON.

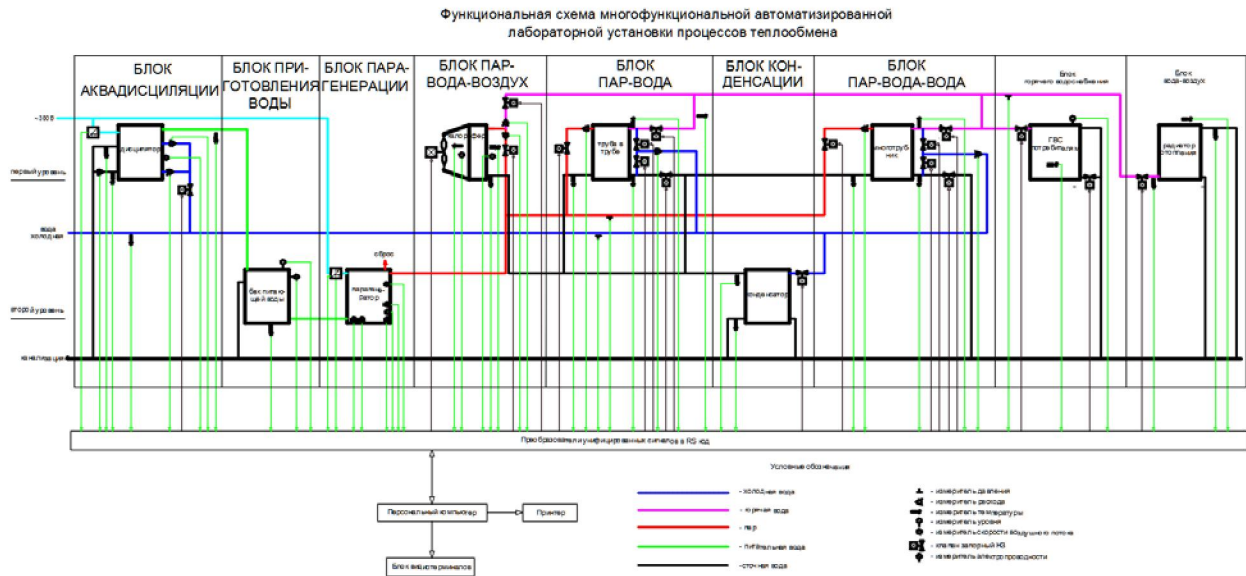


Рисунок 2 – Функциональная гибридная структура экспериментальной установки

Дистанционное обучение и перспективы: К примеру, существующие системы автоматизации таких объектов, как котельные установки, предназначены для автоматического бесперебойного обеспечения подачи воды от водогрейных и паровых котлов; непрерывного измерения и архивирования значений всех технологических параметров (давления, температуры, напора, разрежения, расхода, уровня), необходимых оператору для контроля за процессами регулирования и управления сооружений в котельной и на площадке котельной; предупреждения аварийных и предаварийных ситуаций; задания режимов работы оборудования котельной и насосных агрегатов в сооружениях, относящихся к котельной; автоматического контроля и дистанционного управления запорной и регулирующей арматурой с персональных компьютеров оператора; обмена информацией с верхним уровнем управления системы, прием директив, установок и выдача информации о протекании технологического процесса.

Исследуя существующие методы и методологии работы системы и поставив задачу на производстве, и проводя дальнейшее отработывание исследованных зависимостей на лабораторной установке, предполагается испытать разработанную систему управления процессом теплообмена на промышленных объектах–котельных установках в г. Алматы и рассмотреть данный процесс как один из технологических режимов работы котельных. Проведенные исследования служат основой для организации на базе существующего оборудования системы адаптивного автоматизированного управления котлом. Также, в перспективе, предполагается внедрить систему видеонаблюдения с целью дистанционного управления лабораторной установкой, когда обучающимся необходимо помимо теоретических выкладок, предоставить информацию о практическом их применении.

Разработка гибридной модели системы управления процессами теплообмена на основе алгоритма управления. Стремительное развитие современных методов разработки и создания интеллектуальных систем привело к значительному росту публикаций по практическому применению этих методов при создании систем управления [3]. В настоящее время, эффективно использовать интеллектуальные технологии совместно с классическими методами управления технологическими процессами, т.е. создание гибридных систем управления приводит к задаче совместить преимущества традиционных методов, приемов и алгоритмов с математическим аппаратом теории искусственного интеллекта. На основе данной теории вместо нечетких моделей и нейронных сетей можно применять гибридные модели, такие как нейро-нечеткие сети, которые

по замыслу должны сочетать все достоинства двух выше перечисленных методов [4].

Для разработки моделей управления верхнего уровня иерархии нами были использованы три технологии: экспертные системы, нейронные сети и нейро-нечеткие алгоритмы. Ниже приведены примеры применения этих методов с использованием пакета FuzzyLogicToolbox системы Matlab.

Конфигурационное программное обеспечение "HybridControlDesigner" используется для конфигурирования гибридного контроллера HC900 и операторского интерфейса и работает на ПК с Windows XP, 7, 8, 10. Программа использует графические символы и линии соединения для создания требуемых алгоритмов управления. Меню в программном обеспечении предусмотрены для выбора дисплеев операторского интерфейса, конфигурирования доступа к экранам и клавиши оператора. Законченная конфигурация загружается в систему управления через специализированный коммуникационный порт контроллера. Для обеспечения работы Simulink с OPC в модель необходимо добавить объекты OPC Configuration, OPC Read и OPC Write. Эти объекты находятся в разделе OPC Toolbox среды Simulink.

Возможности MATLAB позволяют провести эти исследования. Для этого в MATLAB существует редактор ANFIS, который позволяет создавать или загружать, конкретную модель адаптивной системы нейро-нечеткого вывода, выполнять ее обучение, визуализировать ее структуру, изменять и настраивать ее параметры, а так же использовать настроенную сеть для получения результатов нечеткого вывода [5]. Этапом создания гибридной сети является генерирование структуры системы нечеткого вывода. На данном этапе можно просмотреть архитектуру сети (рисунок 3). Представленная на рисунке 3 сеть представляет собой модель управления на верхнем уровне иерархии с использованием нейро-нечетких алгоритмов. Данную модель можно использовать для расчета выходных переменных при любых изменениях входных.

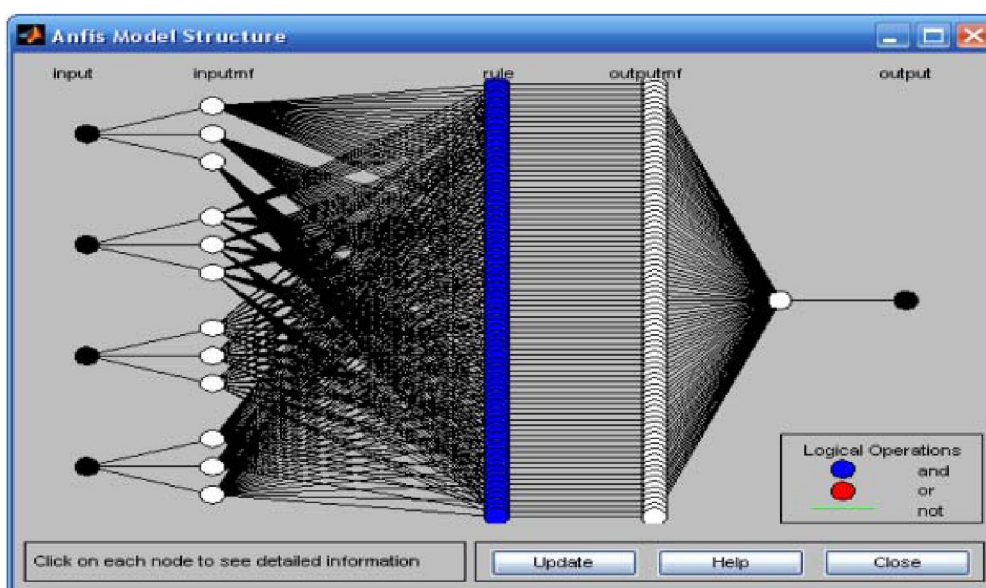


Рисунок 3 – Функциональная архитектура гибридной сети

Теперь необходимо выбрать метод обучения гибридной сети. А именно метод оптимизации, количество эпох обучения, и допустимую ошибку (см. рисунок 4).

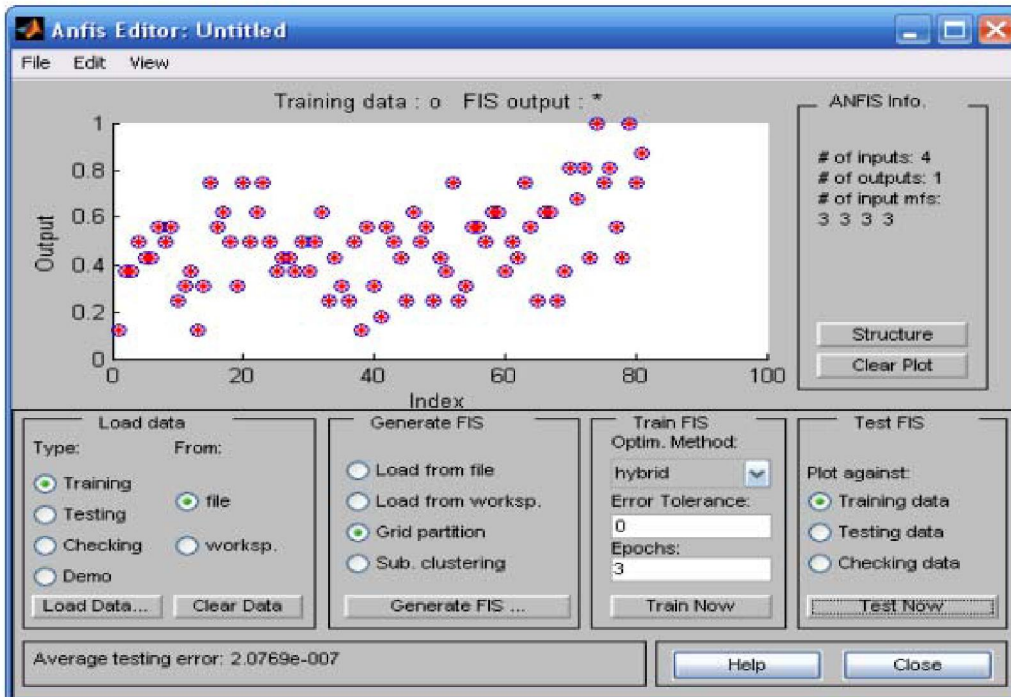


Рисунок 4 – Графический интерфейс редактора, где заданы параметры обучения гибридной сети

После завершения обучения сети, ее можно протестировать, загрузить проверочные данные или просмотреть и задать любые допустимые значение в FIS редакторе RuleViewer, так же как и в нечеткой логике (рисунок 5).

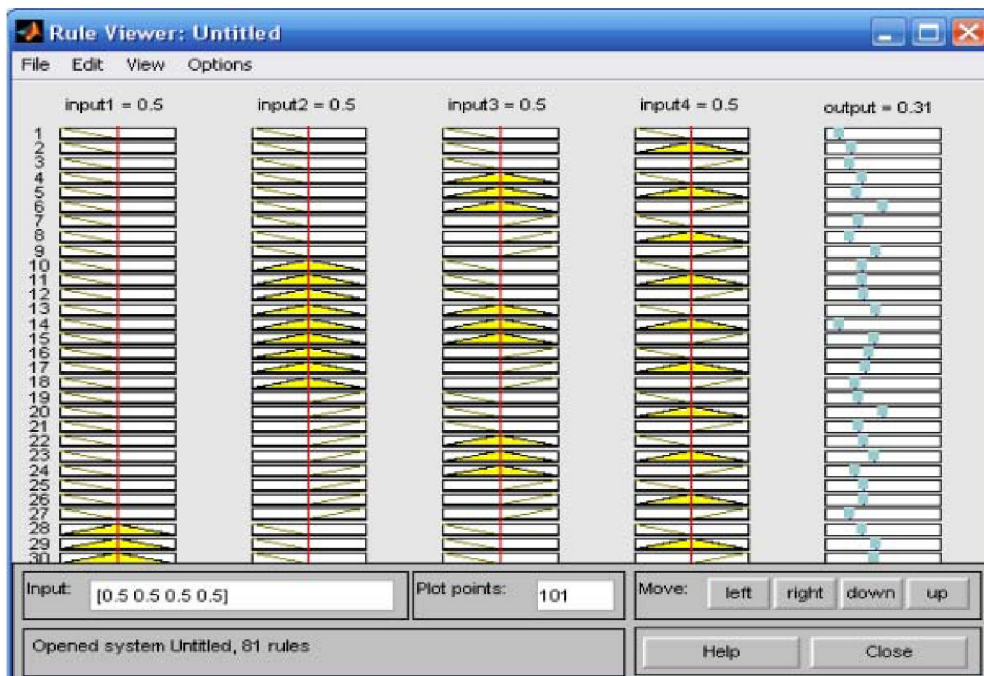


Рисунок 5 – Редактор “RuleViewer” после обучения гибридной сети

Выводы. Таким образом, проведенные исследования показали высокую эффективность алгоритмов управления, полученных с помощью методов искусственного интеллекта. По сравнению с классическими методами построения аналитико-статистических моделей методы,

основанные на знаниях, опыте интуиции людей-экспертов позволяют создавать гибридные системы управления сложными технологическими процессами значительно легче, быстрее и эффективнее

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Чепчуров М. С., Жуков Е. М., Тюрин А. В. Структурная схема управления приводами технологического комплекса. Технические науки - от теории к практике: сб. ст. по матер. XXIX междунар. науч.-практ. конф. № 12(25). – Новосибирск: СибАК, 2013. – С.25.
- [2] Сулейменов Б. А. Интеллектуальные и гибридные системы управления технологическими процессами. – Алматы: Шикүла, 2009. – С.14
- [3] Вороненко В.П., Родина А.Н., Рязанов Д.Ю. Управление технологическим процессом с использованием нейросетевого моделирования. Вестник МГТУ Станки, 2011. – С.45-81
- [4] Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. - СПб.: Питер, 2000. – С.423
- [5] Рутковский Л. Методы и технологии искусственного интеллекта. – М.: Горячая линия-Телеком, 2010. – С.218
- [6] Гаскаров Г.А. Интеллектуальные информационные системы. Учебник для вузов. – М.: Высш. шк., 2003.

REFERENCES

- [1] Chepchurov M.S., Zhukov E.M., Tyurin A.V. Strukturnaya shema upravleniya privodami tekhnologicheskogo kompleksa. Technicheskie nauki – ot teorii k praktike: sb. st po mater. XXIX mezhdun. conf. № 12 (25). - Novosibirsk: SibAK, 2013. P.25 (in Russ).
- [2] Suleimenov B.A. Intellektualnye i gibridnye sistemy upravleniya tekhnologicheskimi processami. – Almaty: Shikula, 2009. P.14 (in Russ).
- [3] Voronenko V.P., Rodina A.N., Ryazanov D.Y. Upravlenie tekhnologicheskim processom s ispolzovaniem neurosetevogo modelirovaniya. Vestnik MSTU Stanki, 2011. P.45-81 (in Russ).
- [4] Gavrilova T.A., Khoroshevsky V.F. Bazy znaniy intellektualnyh sistem. - SPb.: Piter, 2000. P.423 (in Russ).
- [5] Rutkowski L. Metody i tekhnologii iskusstvennogo intellekta. - M.: Goryachaya liniya-Telecom, 2010. P.218 (in Russ).
- [6] Gaskarov G.A. Intellektualnye i informacionnye sistemy. Uchebnik dlya vuzov. – M.: Vysh.shkola, 2003.

Н.Р. Мусабеков, А. Х. Ибраев, М. Ж. Адильбеков

ЖЫЛУАЛМАСУ ПРОЦЕСТЕРІН БАСҚАРУ МЫСАЛЫНДАҒЫ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТІ БАСҚАРУДЫҒЫ ГИБРИДТІК ЖҮЙЕСІН ӘЗІРЛЕУ ТУРАЛЫ МӘСЕЛЕЛЕР

Аннотация. Интеллектуалды жүйелерді жобалау және дамытудың қазіргі заманғы әдістерінің қарқынды дамуы басқару жүйелерін құру үшін сол әдістердің практикалық қолданылуы бойынша жарияланымдардың айтарлықтай артуына алып келді.

Күрделі жылутехникалық процестерді басқару үшін программалық кешендерді әзірлеу өзектілігі білім беру сапасына қойылатын талаптар, компьютерлік бағдарламаларды дамыту үшін инновациялық технологиялар сияқты үрдістерімен анықталады.

Бұл мақалада интеллектуалды технологияларды пайдалана отырып, жылуалмасу процестерін басқару мүмкіндігі үшін гибридік жүйені құрастыру мүмкіндіктері қарастырылған. Қолданыстағы тәжірибелік студенттің негізінде жылуалмасу процестерін басқару есебі қойылады. Мақалада жылуалмасу процесін бақылау мақсатында интеллектуалды модельдерді әзірлеу үшін алғышарттар сипатталады.

Түйін сөздер: гибридік басқару жүйесі, математикалық модельдер, жылу алмасу процестері, технологиялық кешен, басқару алгоритмі, синтездеу, интеллектуалды модельдер.