

АННОТАЦИЯ
диссертационной работы

ОСПАНОВА ЕРБОЛА АМАНГАЗОВИЧА

«Разработка математической модели и алгоритмов принятия решений интеллектуальных систем управления производственными объектами», представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D070200 - «Автоматизация и управление»

Актуальность темы исследования. В настоящее время производственные объекты, как правило, являются сложными системами, которые характеризуются многопараметричностью, многокритериальностью и неопределенностью, часто вызываемые нечеткостью доступной исходной информации. В качестве одного из перспективных подходов к решению задач исследования, оптимизации и управления такими производственными системами можно выделить научно обоснованных методов выработки и принятия решений с применением соответствующего математического аппарата, методологии системного анализа, методов теорий нечетких множеств и экспертных оценок, позволяющие учесть опыт, знаний, интуиций специалистов-экспертов, лица, принимающего решения (ЛПР), т.е. создание и применение интеллектуализированных систем.

Сегодня известна серия работ по методам моделирования и оптимизации сложных промышленных объектов, по формализации и решению задач принятия решений при управлении ими, решено много задач прикладного характера. Однако имеется класс объектов, различные производственные ситуации и задачи управления ими, формализация и решение которых в рамках традиционных подходов не может быть получено или не дает существенных результатов. К таким объектам и задачам можно отнести производственные объекты нефтеперерабатывающей, металлургической и др. промышленности, функционирующих в условиях неопределенности, связанной с нечеткостью исходной информации, и проблемы формализации и решения задач выбора рациональных режимов их работы при различных производственных ситуациях. Кроме нечеткости исходной информации решение этих задач усложняет сложность и многокритериальность объектов управления. В этой связи, в данное время, исследование и решение задач принятия решений по эффективному управлению производственными объектами с учетом многокритериальности и нечеткости исходной информации и создания интеллектуализированных систем принятия решений, основанных на опыт и знаний ЛПР при принятия решений, применение методов и средств информационных технологий является весьма *актуальной задачей науки и производства.*

Цель исследования. *Целью* исследования является разработка методов многокритериального выбора и построения моделей выбранного

производственного объекта (объекта исследования) при нечеткой исходной информации, и на их основе создания функциональных блоков интеллектуализированных систем, позволяющих выбирать рациональный режим работы объекта при различных производственных ситуациях.

Задачи исследования. В соответствии с поставленной целью ставятся и решаются следующие *задачи исследования*:

- выбор и исследования конкретного производственного объекта, химико-технологической системы (ХТС) функционирующего а условиях неопределенности и нечеткости исходной информации;

- формализация различных постановок задач многокритериального выбора при управлении производственными объектами в нечеткой среде и разработка методов их решения;

- разработка методики исследования сложных ХТС и построения систему их математических моделей в условиях дефицита информации и нечеткости исходной информации;

- создание архитектуру и основных функциональных блоков интеллектуальной (интеллектуализированной) системы принятия решений (ИСПР) для управления производственными объектами с применением методов теорий нечетких множеств, экспертных оценок, т.е. разработка пакета моделей объекта исследования; эвристических алгоритмов поиска и выбора эффективных режимов работы объекта; база знаний и данных; удобный для пользователя интерфейс;

- исследование свойств предложенных алгоритмов, апробация и использования результатов научных исследований в производственной практике.

Объект исследования. Объектом исследования диссертационного исследования является комплекс по производству бензола, являющегося сложной химико-технологической системой нефтеперерабатывающей промышленности.

Предмет исследования. Предметом исследований являются современные математические в т.ч. неформальные методы решения производственных задач в условиях дефицита исходной информации (экспертные оценки, моделирование, оптимизация и управление) объектов исследования.

Методы исследований. Для решения поставленных задач применялись методы математического моделирования, методы многокритериальной оптимизации и математический аппарат нечетких множеств, а также методы организации и проведения экспертных оценок; промышленно-экспериментальная проверка результатов исследований и технико-экономический анализ.

Научные положения и результаты, выносимые на защиту:

а) новые *постановки многокритериальных задач выбора и управления* в нечеткой среде и разработанный *набор эвристических методов* их решения, доведенных до *диалоговых алгоритмов FMM; FMMC-Д; FPS-PS*, которые на

основе модификации компромиссных схем и принципов оптимальности на случай нечеткости исходной информации, ставят и решают задачи максимально используя качественную информацию, что позволит получить адекватные решения сложных производственных задач в условиях неопределенности;

б) *методика создания системы моделей*, заключающаяся в построении различных типов моделей агрегатов на основе доступной информации различного характера (теоретической, статистической и нечеткой) и объединяющая их в единую систему (пакет);

д) *структура и основные функциональные блоки интеллектуализированной системы принятия решений* для выбора эффективных режимов работы комплекса по производству бензола в различных производственных ситуациях и в условиях неопределенности;

в) *эвристические алгоритмы многокритериального выбора* в нечеткой среде, и результаты их программной реализации.

Научная новизна результатов работы заключается в следующем:

а) на основе модификации и комбинирования компромиссных схем: *максимина, главного критерия и принципа Парето оптимальности* впервые формализованы и получены новые постановки многокритериального выбора при управлении производственными объектами (на примере комплекса по производству бензола) в нечеткой среде и разработаны эвристические алгоритмы их решения, отличающиеся от известных тем, что в них задачи ставятся и решаются в условиях неопределенности, максимально используя доступную нечеткую информацию. Такой подход позволяет учесть внутреннюю связь между параметрами и получать эффективные решения сложных производственных задач в нечеткой среде;

б) новизна предложенной методики построения системы моделей ХТС заключается в том, что за счет введенных критериев сравнения и выбора, а также за счет использования доступной информации различного характера (в т.ч. нечеткой) строятся эффективные типы моделей, которые объединяются в единую систему. Предложенная методика позволяет построить эффективные модели в условиях неопределенности, системно моделировать ХТС и определить «узкое место» системы;

в) предложенная архитектура и основные функциональные блоки интеллектуализированной системы принятия решений для управления процессами производства бензола, отличаются от аналогичных тем, что в состав системы включаются эвристические алгоритмы поиска и выбора эффективных режимов работы объекта в нечеткой среде; база знаний и данных; удобный для пользователя интеллектуализированный интерфейс;

г) исследованные свойства и результаты апробации предложенных эвристических алгоритмов многокритериального выбора в нечеткой среде, апробация и использования результатов научных исследований в производственной практике показывает эффективность предложенного подхода к решению исследуемой проблемы.

Связь работы с другими научно-исследовательскими работами. Диссертационная работа выполнена в соответствии с планами научно-исследовательских работ кафедры Системного анализа и управления ЕНУ им. Л.Н.Гумилева. В процессе исследований выполнены НИР «Разработка моделей и методов принятия решений в нечеткой среде», (2017-2018 гг. инициативная НИР) государственный регистрационный номер 0118РКИ0220.

Практическая ценность работы. Предложенный подход и разработанные методика построения моделей ХТС и эвристические методы многокритериального выбора в нечеткой среде позволяют построить эффективные модели и выбрать эффективные режимы технологических агрегатов реальных ХТС нефтепереработки, нефтехимии и другой отрасли.

Полученные постановки задач многокритериального выбора для управления в нечеткой среде и разработанные алгоритмы их решения, позволяют найти рациональные режимы и эффективно управлять сложными ХТС различных производств в условиях неопределенности.

Разработанные методы моделирования, принятия решений и управления использованы при построении математических моделей технологических агрегатов комплекса по производству бензола Атырауского НПЗ и решении задач эффективного управления процессом производства бензола на основе полученных моделей.

Результаты диссертационной работы используются в учебных курсах, читаемых кафедрой Автоматика и информационных технологий государственного университета им. Шакарима г. Семей, для специальностей 5В070200-Автоматизация и управление, 5В070400-Вычислительная техника и программное обеспечение.

Сведения о внедрении научного исследования. Результаты диссертационной работы внедрены в учебные процессы и приняты к внедрению в производство:

1) Проведены опытно-промышленные испытания системы моделей и многокритериального выбора эффективных режимов работы основных агрегатов комплекса по производству бензола Атырауского НПЗ и принят к внедрению (имеется соответствующий акт);

2) Внедрены в учебный процесс факультета информационно-коммуникационных технологий Государственного университета имени Шакарима города Семей для студентов специальности 5В070200 «Автоматизация и управление», 5В070400 «Вычислительная техника и программное обеспечение» и 6М070200 «Автоматизация и управление»;

3) Внедрены в учебный процесс Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева (акты внедрения в учебный процесс приложены).

Личный вклад соискателя. Личный вклад автора заключается в:

- разработке новой методика построения построения систему моделей ХТС на основе использования доступной информации различного характера

(в т.ч. нечеткой), которая позволяет построить эффективные модели в условиях неопределенности;

- разработке системы математических моделей основных агрегатов комплекса по производству бензола Атырауского НПЗ;

- постановке новых задач многокритериального выбора и принятия решений в нечеткой среде и разработке эффективных алгоритмов их решения;

- испытании результатов исследований в опытно-промышленных условиях и применении их в научно-образовательной системе.

Апробация результатов диссертации. Основные положения и результаты работы докладывались и получили одобрение на следующих международных и научных конференциях:

1. XXIII Международная научно-практическая конференция «Научное обозрение физико-математических и технических наук в XXI веке» - Москва, 2015.

2. Международная научно-практическая конференция: «Инновационные подходы и технологии для повышения эффективности производств в условиях глобальной конкуренции» - Семей, 2016.

3. World Congress on Intelligent Control and Automation. Guilin, China, 2016.

4. III Международная научно-практическая конференция «Интеллектуальные информационные и коммуникационные технологии – средство осуществления третьей индустриальной революции в свете стратегии «Казахстан - 2050» Астана, 2016.

5. 16-th International Conference on Control, Automation and Systems Korea, 2016.

6. XI международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование-2016» - Астана, 2016.

7. III Международная научно-практическая конференция «Информационные технологии в науке управления, социальной сфере и медицине» Томск, 2016.

8. 9th Int. Conference on Theory and Application of Soft Computing, Computing with Words and Perception,- Budapest, 2017.

Публикации.

Полученные в диссертации результаты опубликованы в 20 работах, из них 5 статьи, **рекомендованного Комитета по контролю в сфере образования и науки МОН РК** и 1 авторское свидетельство №93 08.10.2018

1. Принятия решений при управлении режимами работы технологических объектов в нечеткой среде. Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева.– Астана, 2015.- №6(109). – Ч.1. – С. 42-52.

2. Метод разработки математических моделей технологических комплексов нефтеперерабатывающего производства в условиях. Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. –Астана, 2016. - С. 289-298.

3. Разработка структурированной модели технологического комплекса производства бензола. Вестник Каз НИТУ им.К.И.Сатпаева. –Алматы, 2017. - №62(120). – С. 352-358.

4. Разработка математических моделей технологических комплексов в нечеткой среде на основе системного подхода. Вестник ГУ им. Шакарима г. Семей. – Семей 2017. - №3(79). – С.26-32.

5. Гибридный метод разработки математических моделей химико-технологической системы в условиях неопределенности. Журнал Математическое моделирование. - Москва, 2017. - том 29, №4, стр. 30-44.

6. Программа для ЭВМ «Система моделирования и принятия решений по управлению режимами работы комплекса по производству бензола» (авторское свидетельство №93 08.10.2018г)

3-из списка, в базе данных **SCOPUS**:

1. Mathematical modeling for reforming unit of chemical technological system in refinery production under uncertainty. International Journal of Applied Engineering Research. ISSN 0973-4562. Delhi.2016. -Volume 11, Number 11 P.7278-7283

2. Hybrid method of development of mathematical models of chemical-technological systems under uncertainty. Mathematical Models and Computer Simulations ISSN: 2070-0482. Vol. 10, No. 6, 2018. P. 748.

3. Decision-making in the fuzzy environment on the basis of various compromise schemes. 9th International Conference on Theory and Application of Soft Computing, Computing with Words and Perception, Procedia Computer Science 120, 2017. – С945-952. Budapest, Hungary

Основные результаты диссертации докладывались и обсуждались на международных и зарубежных научных конференциях:

1. Многокритериальная оптимизация режимов работы агрегатов нефтепровода в нечеткой среде и эвристический алгоритм ее решения. XXIII международная научно-практическая конференция: «Научное обозрение физико-математических и технических наук в XXI веке». Москва, 2015. - С.62-68.

2. Ақпараттың жетіспеушілігі және айқынсыздығымен сипатталатын өндірістік нысандардың модельдерін жасақтау. Ғылыми-тәжірибелік конференция. Международная научно-практическая конференция: «Инновационные подходы и технологии для повышения эффективности производств в условиях глобальной конкуренции». Семей 2016, 2016г, ЧІ-с 438-441.

3. Mathematical modeling and decision-making on controlling modes of technological objects in the fuzzy environment. World Congress on Intelligent Control and Automation. Guilin, China 2016. P. 103-109.

4. Подходы к управлению технологическими системами в условиях неопределенности. Труды III международной научно-практической конференции «Интеллектуальные информационные и коммуникационные

технологии – средство осуществления третьей индустриальной революции в свете стратегии «Казахстан - 2050». Астана, 2016. – С. 344-346.

5. Разработка математических моделей реакторов УЗК. Труды III международной научно-практической конференции «Интеллектуальные информационные и коммуникационные технологии – средство осуществления третьей индустриальной революции в свете стратегии «Казахстан - 2050». Астана, 2016. – С. 346-349.

6. Ақпараттың жетіспеушілігі және айқынсыздығымен сипатталатын өндірістік нысандардың модельдерін жасақтау. Труды III международной научно-практической конференции «Интеллектуальные ИКТ – средство осуществления 3-й индустриальной революции в свете реализации стратегии «Казахстан 2050»» Астана, 2016. – С. 299-302.

7. Control of Fuzzy Technological Objects Based on Mathematical Models. 2016 16-th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS 2016) Oct 18-19 2016 in NICO, Gyengju, Korea. – P. 1487-1493.

8. Мұнай өндеу технологиялық кешендерін модельдеу және оптимизациялау үшін интеллектуалды шешім қабылдау жүйесі. «Наука и образование-2016» Сборник материалов XI международной научной конференции студентов и молодых ученых. – Астана, 2016. – С. 514-519.

9. Системный подход к разработке математических моделей сложных технологических объектов в условиях неопределенности. Сборник научных трудов III международной научной конференции «Информационные технологии в науке управлении, социальной сфере и медицине» 23-26 мая 2016г, г. Томск, 2016. – Ч.1. – С. 63-65.

10. Decision-making in the fuzzy environment on the basis of various compromise schemes. 9th International Conference on Theory and Application of Soft Computing, Computing with Words and Perception, Procedia Computer Science 120, 2017. – С945-952. Budapest, Hungary.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения и списка использованных источников из 98 наименований, приложения и содержит 130 страниц, из них 116 страниц основного текста.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, цель, объект, задачи и методы исследования, научная новизна, научные положения, практическая ценность и реализация результатов работы, приведены сведения о публикациях и апробациях работы.

В первой главе проведено исследования и анализ проблем разработки математических моделей производственных объектов и принятия решений по управлению ими; изучены особенности производственных объектов в условиях неопределенности, выделены производственные ситуаций, для которых ставятся и решаются задачи управления режимами работы ХТС.

Вторая глава посвящена разработке эффективных математических моделей основных агрегатов комплекса по производству бензола (объекта исследования) в условиях неопределенности на основе информации

различного характера и эвристических методов принятия решений по управлению режимами работы объекта исследования в нечеткой среде на основе разработанных моделей.

В третьей главе построена структура и созданы основные функциональные блоки интеллектуализированной системы управления с применением разработанных моделей и эвристических методов принятия решений. Рассмотрены подходы к повышению интеллектуальности систем поддержки принятия решений.

В четвертой главе исследованы свойства разработанных алгоритмов решения задач принятия решений по управлению ХТС, исследована и показана корректность, работоспособность и устойчивость предложенных алгоритмов решения задач принятия решений, определена эффективность разработанных моделей и методов. В данной главе также проведена программная реализация блока моделирования интеллектуализированной системы управления комплексом по производству бензола.

В заключении подведены итоги по проделанной работе в рамках диссертации.

Содержание диссертации завершается списком использованных источников и приложениями.