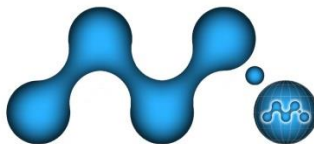
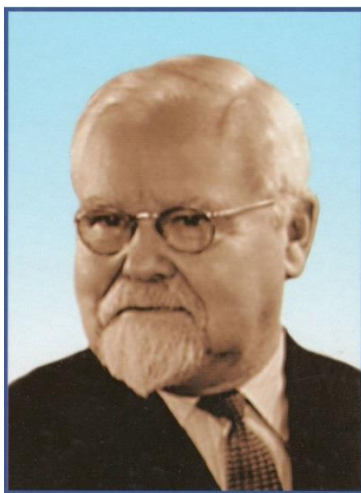


**V ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ**



**«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ»,**

*приуроченная к 110-летию со дня рождения академика
А. Н. Тихонова*



**17 – 19 ноября 2016 г.
Республика Башкортостан, г. Стерлитамак**

ЧАСТЬ I

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН»**

**СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ
ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
«ИНСТИТУТ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН»**

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ**

Материалы
V Всероссийской научно-практической конференции,
приуроченной к 110-летию со дня рождения
академика А. Н. Тихонова

Часть I

17-19 ноября 2016 г.
г. Стерлитамак

Стерлитамак 2016

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF
THE RUSSIAN FEDERATION**

**ACADEMY OF SCIENCE OF
THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN**

**STERLITAMAK BRANCH
OF THE FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL
ESTABLISHMENT OF HIGHER EDUCATION
«BASHKIR STATE UNIVERSITY»**

**MATHEMATICAL MODELING OF
PROCESSES AND SYSTEMS**

Materials of the Vth All-Russia Scientific-Practical Conference,
dedicated to Academician A.N. Tikhonov's 110th anniversary

Part I

17-19 November 2016
Sterlitamak

Sterlitamak 2016

УДК 519.85
ББК 22.186
М 34

ISBN 978-5-86111-558-2

Рецензенты:

кафедра математического моделирования (Стерлитамакский филиал БашГУ); доктор технических наук, профессор Е.А. Муравьева (филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Стерлитамаке); доктор физико-математических наук, профессор Н.Н. Биккулова (Стерлитамакский филиал БашГУ); кафедра естественно-научных и общепрофессиональных дисциплин (филиал Уфимского государственного авиационного технического университета в г. Стерлитамаке)

Ответственный редактор – доктор физико-математических наук, профессор **С.А. Мустафина** (Стерлитамакский филиал БашГУ)

Редакционная коллегия:

д.ф.-м.н., профессор Спивак С.И.; д.ф.-м.н., профессор Михайлов П.Н.; к.ф.-м.н., доцент Викторов С.В.; к.ф.-м.н., доцент Беляева М.Б.; к.ф.-м.н., доцент Хасанов М.К.; д.ф.-м.н., доцент Гиззатова Э.Р., к.ф.-м.н., доцент Карамова А.И., к.ф.-м.н., доцент Нафикова А.Р., к.ф.-м.н., ст. преп. Михайлова Т.А., к.ф.-м.н., ст. преп. Кильдибаева С.Р., асс. Григорьев И.В.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ: Материалы V Всерос. науч.-практ. конф., приуроченной к 110-летию со дня рождения академика А.Н. Тихонова, 17-19 ноября 2016 г., г. Стерлитамак. – Часть I. / Отв. ред. С.А. Мустафина. – Стерлитамак: Стерлитамакский филиал БашГУ, 2016. – 296 с.
ISBN 978-5-86111-558-2

Конференция проводится при финансовой поддержке Академии наук Республики Башкортостан и Стерлитамакского филиала БашГУ

В сборнике публикуются труды участников V Всероссийской научно-практической конференции «Математическое моделирование процессов и систем», состоявшейся 17-19 ноября 2016 г. в Стерлитамакском филиале Башкирского государственного университета. Представленные материалы характеризуют современное состояние и актуальные проблемы математического моделирования.

Адресован преподавателям, аспирантам и студентам, обучающимся на естественно-научных и физико-математических направлениях, а также специалистам, занимающимся вопросами математического моделирования.

ISBN 978-5-86111-558-2

© Коллектив авторов, 2016
© Академия наук РБ, 2016
© Институт стратегических исследований РБ, 2016
© Стерлитамакский филиал БашГУ, 2016

UDK 519.85
BBK 22.186
M 34

ISBN 978-5-86111-558-2

Reviewers:

Chair of Mathematical Modeling (Sterlitamak Branch of the Bashkir State University); Professor E.A. Muraviova (Branch of the Ufa State Petrol Technical University in Sterlitamak); Professor N.N. Bikkulova (Sterlitamak Branch of the Bashkir State University); Chair of Natural Scientific and Professional Disciplines (Branch of the Ufa State Petrol Technical University in Sterlitamak)

Chief Editor – Professor S.A. Mustafina (Sterlitamak Branch of the Bashkir State University)

Editorial Board:

Spivak S.I., Professor; Sabitov K.B., Professor; Akhtyamov A.M., Professor; Krizsky V.N., Professor; Viktorov S.V., Associate Professor; Belyaeva M.B., Associate Professor; Khasanov M.K., Associate Professor; Gizzatova E.R., Associate Professor; Karamova A.I., Associate Professor; Naphikova A.R., Associate Professor; Mikhailova T.N., Senior Lecturer; Kildibaeva S.R., Senior Lecturer; Grigoryev I.V., Assistant.

MATHEMATICAL MODELING OF PROCESSES AND SYSTEMS:

M 34 Materials of the Vth All-Russia Scientific-Practical Conference, dedicated to Academician A.N. Tikhonov's 110th anniversary, 17-19 November 2016, Sterlitamak.– Part I. / Chief Editor S.A. Mustafina. – Sterlitamak: Sterlitamak Branch of the Bashkir State University, 2016. – 296 p.
ISBN 978-5-86111-558-2

The collection of materials contains the papers of the participants of the Vth All-Russia Scientific-Practical Conference «Mathematical Modeling of Processes and Systems», 17-19 November 2016, Sterlitamak Branch of the Bashkir State University. The materials characterize a modern state and topical problems of mathematical modeling.

The collection of papers is recommended for teachers, post-graduates, students of Natural Sciences, Physics and Mathematics, and for specialists in the sphere of mathematical modeling.

ISBN 978-5-86111-558-2

© Collective of authors, 2016

© Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, 2016

© Sterlitamak Branch of the Bashkir State University, 2016

УДК 66.011

**Иванов А.Н., Мустафина С.А., Шулаева Е.А., Шулаев Н.С.
ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ЦЕЛЬЮ
ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА**

Рассмотрены различные подходы к объектно-ориентированному моделированию химических производств, дается их сравнительная оценка. Указаны преимущества перехода к объектно-ориентированному моделированию для изучения аварийных ситуаций, выявления предпосылок и составление плана ликвидации.

Ключевые слова: объектно-ориентированное моделирование, химико-технологическая система, нефтепереработка, безопасность, нейросеть.

**Ivanov A.N., Mustafina S.A., Shulaeva E.A., Shulaev N.S.
OBJECT-ORIENTED MODELING CHEMICAL ENGINEERING
SYSTEMS IN ORDER TO IMPROVE PRODUCTION SAFETY**

The paper examined the different approaches to object-oriented modeling of chemical production processes, given a comparative evaluation of each method. The causes of the transition to object-oriented modeling and its advantages for the study of accidents, situations, identify their presuppositions and development of a plan of liquidation.

Keywords: object-oriented modeling, chemical-technological system, oil processing, safety, neural network.

Интенсивное развитие нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отрасли дало широкое пространство для открытия новых процессов нефтехимии, появлению новых продуктов, улучшению их качества и приобретению уникальных заданных свойств. Одновременно с этим попутно возникают задачи моделирования подобных процессов, что все чаще решается с использованием современных программных средств, предоставляющих инструменты для архитектурно-строительного и инженерно-технического проектирования. При этом математическое описание и моделирование самого процесса, физических или химических явлений, входящих в его состав, на сегодняшний день развито меньше всего [1].

© Иванов А.Н., Мустафина С.А., Шулаева Е.А., Шулаев Н.С., 2016

В ходе моделирования химико-технологических систем выбор между детерминированными и стохастическими моделями чаще всего падает на второй вариант. Это объясняется тем, что описание детерминированной модели для одного процесса или аппарата, в котором происходит данный процесс, с учетом предъявляемых требований и используемых упрощений чаще всего не является особо трудной задачей. Однако при переходе на более сложно организованные физико-химические процессы, в которых имеют место быть комплексы взаимосвязанных процессов, протекающих в различных аппаратах, конечная модель становится чрезвычайно сложной и объемной.

Применение стохастических моделей несет в себе определенные негативные последствия. Во-первых, для их построения необходимы многочисленные серии экспериментов как на модельных установках, так и на промышленных объектах, при этом данная методика применима только для единичного аппарата или процесса [6]. Для сложных схем моделирование в лабораториях становится практически невозможно, а в рамках действующих производств – экономически затратно. Во-вторых, данная модель точно будет адекватна реальному объекту только в исследованной области. Это значит, что состояние системы при вне режимных значениях параметров, например, при аварии, в большинстве случаев будет сильно расходиться с реальностью. Как результат, моделирование физико-химических систем с использованием стохастических моделей происходит без учета составляющих производственной и экологической безопасности.

Приведенные выше суждения свидетельствуют о предпочтительности детерминированных моделей для химических производств, особенно в случае их высокого класса опасности и технической сложности осуществления процессов. Однако необходимы новые подходы касательно разработки таких систем, их упрощения и унификации. Одним из направлений, в котором идут исследования по математическому описанию и моделированию процессов, является моделирование с использованием объектно-ориентированного подхода [3].

Разработка классов, описывающих состояние определенного участка системы, позволяет систематизировать данные о процессе или аппарате в одном абстрактном объекте. Однако основным преимуществом подобного подхода является тот факт, что для каждого экземпляра можно применять целый пакет методов, позволяющих реализовать всевозможные процессы и явления. Всего можно выде-

лить целый ряд отличительных черт объектно-ориентированного моделирования:

1) возможность последовательного максимального приближения к моделируемым объектам как в случае отдельного аппарата, так и в рамках целого производства;

2) простота построения модели как для малых технологических схем, так и для крупных производств;

3) минимизация программного кода – в большинстве случаев каждый узел описывается от 1 до 3-х строк кода, при этом возможно применение специальных команд для взаимодействия с моделью в режиме реального времени, написание пользовательских сценариев на их основе;

4) модульность – расширение возможностей существующих моделей возможно без потери функциональности действующих элементов;

5) простота инициализации, удаления, сохранения и копирования узлов, участков и целых подсистем;

6) быстрота конфигурации и перестройки модели;

7) редко используемые параметры объектов можно реализовать в виде свойств, расчет которых происходит только в момент обращения к ним, благодаря чему уменьшается количество вычислений и объем занимаемой памяти;

8) возможность использования как детерминированных, так и стохастических моделей, их сочетание и реализация в рамках одного класса в разных наборах методов и свойств;

9) проведения процессов в условиях реального времени.

Приведенные характеристики объектно-ориентированного подхода являются общими для всего разнообразия частных случаев его применения, указывая тем самым на его эффективность для решения широкого класса задач. При этом обширный выбор средств объектно-ориентированного программирования (ООП) приводит к разделению данного метода на целый ряд независимых методик моделирования физических и химических явлений. Рассмотрим основные из них.

Структурный подход. Является, пожалуй, самым простым случаем применения ООП, когда отдельные участки технологических схем представляются в виде структуры данных. Это облегчает процесс составления моделей, но не приносит изменений в эффективность ее работы. Несмотря на свою простоту, данный метод является фундаментом для всех последующих объектно-ориентированных моделей.

Динамический подход. В данном случае взаимодействие между узлами сети (объектами) модели происходит путем вызова специальных методов. Каждый вызов метода приводит к изменению состояния объекта воздействия для моделей с прямой связью и к взаимному изменению состояний взаимодействующих друг с другом объектов для моделей с обратными связями [2]. При этом для поддержания постоянной связи между элементами необходимо регулярно вызывать соответствующие методы. Данный подход обладает достаточной простотой как реализации, так и применения, а также в большинстве случаев обеспечивает приемлемую точность результатов моделирования.

Статический подход. Он подразумевает реализацию связей между объектами либо путем закрепления связей между элементами аналогично вершинам графа как неотъемлемых свойств этих элементов, либо путем представления связей в виде экземпляров отдельного класса [5-6]. В статическом подходе происходит уменьшение вычислительной сложности модели при некотором усложнении ее сущности. Также существует проблема для обратных связей, так как в данном случае возникает рекурсия бесконечной глубины.

Указанную проблему можно будет решить путем применения статического подхода с вероятностной памятью. В данном методе обратное взаимодействие от возмущенного элемента распространяется к соседним с определенной вероятностью. Так, возмущение от первичного источника передается соседним со стопроцентной вероятностью, возмущение от вторичных источников – уже с меньшей вероятностью и т.д. Уменьшение вероятности переноса возмущений, которые представляют собой материальные и тепловые потоки, зависит от степени соответствующей вершины и связанных с ней вершин в представлении объектно-ориентированной модели в виде графа. Подобный подход позволяет решить проблему бесконечной рекурсии, в результате чего ее глубина становится конечна и определяется вероятностными факторами. Именно данный подход в данный момент мы реализуем касательно математического моделирования производств нефтеперерабатывающего сектора.

Наибольший интерес, пожалуй, представляет нейронный подход, который является развитием статического подхода. В данном случае элементы физико-химической системы представляются в виде нейросети, в которой каждый объект аппарата или узла представляет собой нейрон, а связи между ними – виртуальные аксоны [7]. Однако необходимость обучения нейросети, подбора весов, работа только со

стохастическими моделями приводят к ограничениям в области применения данного метода. Несмотря на это, нейросети можно эффективно применять в плане ведения и регулирования моделируемых процессов. Нейронный подход является крайне перспективным дополнением к разрабатываемым объектно-ориентированным моделям других типов.

Представленные в работе методы не исчерпывают всех возможностей, которые несет в себе объектно-ориентированное моделирование. Выбор конкретного подхода определяется исходя из условий поставленной задачи. Возможность испытания систем при любых технологически допустимых значениях параметров позволяет воспроизвести критические и аварийные состояния химико-технологической системы, что дает возможность их изучения, выявления условия их возникновения и составления мер по их ликвидации. На основе вышесказанного можно сказать точно, что объектно-ориентированное моделирование на сегодняшний день – это весьма перспективное направление, открывающее перед наукой новые пути решения задач моделирования, прогнозирования и оптимизации физико-химических процессов.

Библиографический список

1. Долганов И.М., Францина Е.В., Афанасьева Ю.И., Иванчина Э.Д., Кравцов А.В. Моделирование промышленных нефтехимических процессов с использованием объектно-ориентированного языка Delphi // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2010. – Т. 317, № 5. – С. 53-57.
2. Кривов М.В., Благодарный Н.С., Кобозев В.Ю., Колмогоров А.Г. Динамический структурный синтез тренажерных моделей // Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета, 2016. – № 1. – С. 131-138.
3. Майстренко А.В., Майстренко Н.В. Объектно-ориентированный подход к построению математических моделей сложных ХТП // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ, 2014. – № 6 (65). – С. 46-49.
4. Степашина Е.В., Мустафина С.А. Графовый подход при моделировании каталитических процессов с переменным реакционным объемом // Системы управления и информационные технологии, 2012. – Т. 47, № 1. – С. 14-18.

5. Степашина Е.В., Мустафина С.А. Монография «Теоретико-графовые методы редукции сложных кинетических схем» // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование, 2014. – Т. 1, № 12 (67). – С. 21.

6. Шулаева Е.А., Шулаев Н.С. Расчет и моделирование температурных режимов электродинамических химических реакторов // Химическое и нефтегазовое машиностроение, 2016. – № 1. – С. 3-7.

7. Янчи С.О., Дударов С.П. Использование объектно-ориентированного подхода при разработке программных средств нейросетевого моделирования // Успехи в химии и химической технологии, 2008. – Т. 22, № 1 (81). – С. 55-60.

Сведения об авторах

Иванов Александр Николаевич, магистрант Стерлитамакского филиала БашГУ. E-mail: sanekclubstr@mail.ru.

Мустафина Светлана Анатольевна, доктор физико-математических наук, профессор, профессор Стерлитамакского филиала БашГУ. E-mail: Mustafina_SA@mail.ru.

Шулаева Екатерина Анатольевна, кандидат технических наук, доцент, доцент филиала УГНТУ в г. Стерлитамаке. E-mail: eshulaeva@mail.ru.

Шулаев Николай Сергеевич, доктор технических наук, профессор, профессор филиала УГНТУ в г. Стерлитамаке. E-mail: nshulayev@rambler.ru

УДК 519.6:544.33:544.182.34

Исмагилова А.С., Хурсан С.Л., Спивак С.И. ТЕОРЕТИКО-ГРАФОВЫЙ АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БАЗИСА ГОМОДЕСМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ ДЛЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

В настоящей работе приведена теоретико-графовая интерпретация циклических химических соединений и алгоритм расчета соотношения параметров при конструировании участников ГДР.

Ключевые слова: гомодесмическая реакция, молекулярный граф, базис.

ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ, ЛИМИТИРУЮЩЕГОСЯ ДИФфуЗИЕЙ	107
<i>Гималтдинова А.А.</i>	
КРАЕВАЯ ЗАДАЧА С НЕЛОКАЛЬНЫМ УСЛОВИЕМ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ЛАВРЕНТЬЕВА-БИЦАДЗЕ С ДВУМЯ ЛИНИЯМИ ИЗМЕНЕНИЯ ТИПА В ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ОБЛАСТИ.....	112
<i>Григорьев И.В., Мустафина С.А.</i>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛИМЕРИЗАЦИИ СТИРОЛА С МАЛЕИНЫМ АНГИДРИДОМ.....	115
<i>Губайдуллин И.М.</i>	
КИНЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПИРОЛИЗА ПРОПАНА ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ ДИНАМИКИ ГАЗОВОГО ПОТОКА	121
<i>Дмитриев А.А., Кондратьев Д.В., Мигранов Н.Г.</i>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ СМЕКТИЧЕСКОЙ МЕЗОФАЗЫ ВО ВНЕШНИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЯХ	127
<i>Захаров В.П., Терещенко К.А., Ганиев Г.М., Круглова А.Е., Степанова В.А., Улитин Н.В.</i>	
КИНЕТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА БУТИЛКАУЧУКА В РАМКАХ МОДИФИЦИРОВАННОЙ КОНЦЕПЦИИ БЛОКОВ СВЯЗЕЙ	131
<i>Иванов А.Н., Мустафина С.А., Шулаева Е.А., Шулаев Н.С.</i>	
ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА.....	137
<i>Исмагилова А.С., Хурсан С.Л., Спивак С.И.</i>	
ТЕОРЕТИКО-ГРАФОВЫЙ АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БАЗИСА ГОМОДЕСМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ ДЛЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ	142
<i>Какушкин С.Н., Кадченко С.И.</i>	
НАХОЖДЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ВОЗМУЩЕННЫХ САМОСОПРЯЖЕННЫХ ОПЕРАТОРОВ НА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ГРАФАХ	147

FOR THE LAVRENT'EV-BITSADZE EQUATION WITH TWO LINES OF DEGENERACY IN A RECTANGULAR AREA	113
<i>Grigoryev I., Mustafina S.</i>	
MODELING POLYMERIZATION OF STYRENE AND MALEIC ANHYDRIDE	115
<i>Gubaydullin I.M.</i>	
THE KINETIC MODEL OF PROPANE PYROLYSIS FOR THE NUMERICAL SIMULATION OF THREE-DIMENSIONAL DYNAMICS OF THE GAS FLOW	122
<i>Dmitriev A.A., Kondratyev D.V., Migranov N.G.</i>	
MODELING OF THE BEHAVIOUR OF SMECTIC MESOPHASE IN EXTERNAL ELECTRIC FIELDS	127
<i>Zakharov V.P., Tereshchenko K.A., Ganiev G.M., Kruglova A.E., Stepanova V.A., Ulitin N.V.</i>	
KINETIC MODEL OF THE SYNTHESIS PROCESS OF BUTYL RUBBER WITHIN THE MODIFIED CONCEPT OF BONDS BLOCKS	131
<i>Ivanov A.N., Mustafina S.A., Shulaeva E.A., Shulaev N.S.</i>	
OBJECT-ORIENTED MODELING CHEMICAL ENGINEERING SYSTEMS IN ORDER TO IMPROVE PRODUCTION SAFETY ...	137
<i>Ismagilova A.S., Khursan S.L., Spivak S.I.</i>	
GRAPH-THEORETIC ALGORITHMS TO DETERMINE BASIS OF HOMODESMICAL REACTIONS FOR CYCLIC CHEMICAL COMPOUNDS	143
<i>Kakushkin S.N., Kadchenko S.I.</i>	
FINDING THE EIGENVALUES OF PERTURBED SELF-ADJOINT OPERATORS ON A GEOMETRIC GRAPH.....	147
<i>Kovalskiy A.A., Boldov S.S., Sharafutdinova R.R.</i>	
INFLUENCE COMPRESSIBILITY OF THE MEDIUM ON THE AMPLITUDE OF THE FILTRATION WAVES	151
<i>Kozhevnikova L.M., Nikitina A.A.</i>	
THE EXISTENCE OF SOLUTIONS TO ELLIPTIC PROBLEMS IN ANISOTROPIC SPACES OF SOBOLEV-ORLICZ	155

Научное издание

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ**

Материалы

V Всероссийской научно-практической конференции,
приуроченной к 110-летию со дня рождения
академика А.Н. Тихонова

Часть I

17-19 ноября 2016 г.
г. Стерлитамак

Ответственный редактор – доктор физико-математических наук,
профессор **Светлана Анатольевна Мустафина** (Стерлитамакский
филиал БашГУ)

Начальник ИИЦ *О.А. Шарипова*

Компьютерный набор, вёрстка *Т.А. Михайлова, И.В. Григорьев*

Редактор отдела *Л.В. Леонтьева*

Печатается в авторской редакции.

*Авторы несут ответственность за достоверность материалов,
изложенных в сборнике*

Сдано в набор 11.11.2016 г.
Подписано в свет 15.11.2016 г.
Бумага офсетная.
Печать оперативная.
Тираж 300 (1-й вып. – 38) экз.
Заказ № /16.

Подписано в печать 14.11.2016 г.
Формат 60х84_{1/16}
Уч.-изд. л. 17,0.
Усл. печ. л. 17,2.
Гарнитура «Times».

ISBN 978-5-86111-558-2



Информационно-издательский центр
Стерлитамакского филиала БашГУ:
453103, г. Стерлитамак, пр. Ленина, 49