



XXV МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ТЕХНИКЕ И ТЕХНОЛОГИЯХ

ММТТ - 25

СБОРНИК ТРУДОВ

ТОМ 8

Саратов
2012

Министерство образования и науки Российской Федерации
Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.
Ангарская государственная техническая академия
Волгоградский государственный технический университет
Institute of Hydrodynamics Academy of Sciences of the Czech Republic
Ивановский государственный химико-технологический университет
Институт вычислительной математики РАН
Казанский национальный исследовательский технологический университет
Московский государственный университет инженерной экологии
Национальный технический университет «ХПИ»
Санкт-Петербургский государственный технологический институт (ТУ)
Смоленский филиал Московского энергетического института (ТУ)
Тамбовский государственный технический университет
Ярославский государственный технический университет

XXV МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ТЕХНИКЕ И ТЕХНОЛОГИЯХ

ММТТ - 25

СБОРНИК ТРУДОВ

ТОМ 8

СЕКЦИЯ 12

Саратов
2012

УДК 681.3:007:159.955

ББК 81

М 33

Редакционная коллегия:

Доктор технических наук, профессор А.А. Большаков (общая редакция)

Доктор технических наук, профессор В.С. Балакирев

Доктор технических наук, профессор В.С. Асламова

Кандидат технических наук, доцент Д.В. Зубов

Одобрено

Редакционно-издательским советом

Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

М 33 Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-25 [текст]: сб. трудов XXV Междунар. науч. конф.: в 10 т. Т. 8. Секция 12 / под общ. ред. А.А. Большакова. – Волгоград: Волгогр. гос. техн. ун-т, 2012. – 216 с.

ISBN 978-5-7433-2386-9

В сборнике публикуются труды участников XXV Международной научной конференции «Математические методы в технике и технологиях», состоявшейся 29 – 31 мая 2012 г. в Волгоградском государственном техническом университете.

Представленные материалы отражают современные направления информатизации и компьютеризации широкого класса технологических процессов и технических систем.

Сборник будет полезен специалистам, занимающимся созданием новых и модернизацией существующих технических систем и технологических процессов.

Доклады рецензированы и отрецензированы Программным комитетом конференции ММТТ-25.

Сборник издан при финансовой поддержке РФФИ (грант № 12-08-06016 Г).

УДК 681.3:007:159.955

ББК 81

ISBN 978-5-7433-2386-9

© Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., 2012

© Международная научная конференция ММТТ



СЕКЦИЯ 12

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

АНАЛИЗ РАБОТЫ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЧИСЛЕННОГО ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Бутенко М.А., Холодков В.С., Бурнос Д.Н., Азаров В.Н., Хоперсков А.В.

ВолГУ, ВолгГАСУ, ООО МИТ, ka@infomod.ru

Вентиляционные системы крупных промышленных помещений должны поддерживать технологический процесс и обеспечивать условия в рабочей зоне, удовлетворяющие нормативным документам. В работе рассмотрен подход к определению полей температур и подвижности воздуха, основанный на прямом нестационарном численном газодинамическом моделировании с учетом реальной геометрии помещения и происходящих технологических процессов. Ставится задача оптимального размещения технических устройств различного рода, образующих вентиляционную систему, и управление ею. При построении модели исходили из параметров электросталеплавильного цеха №2 ВМЗ «Красный Октябрь».

В основе математической модели лежит система уравнений переноса газа и тепла в газодинамическом приближении:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial \rho u_x}{\partial x} + \frac{\partial \rho u_y}{\partial y} + \frac{\partial \rho u_z}{\partial z} = Q(x, y, z, t), \quad \frac{\partial \vec{U}}{\partial t} + (\vec{U} \vec{\nabla}) \vec{U} = -\frac{\vec{\nabla} p}{\rho} + \vec{g} + \mu \vec{\nabla} \vec{\nabla} \vec{U}, \\ \frac{\partial}{\partial t} \left[\rho \left(\frac{U^2}{2} + \varepsilon \right) \right] + \vec{\nabla} \left[\rho \vec{U} \left(\frac{U^2}{2} + W \right) - \vec{U} \hat{\Pi} - \eta \vec{\nabla} T \right] = \rho \vec{U} \vec{g} + \Theta, \end{aligned} \quad (1)$$

где $\rho(x, y, t)$ – плотность воздуха, $\vec{U} = (u_x, u_y, u_z)$ – вектор скорости, функция источников и стоков $Q(x, y, z, t)$ описывает поступление воздуха из печей и вентиляционных устройств (источники) и уход воздуха через вытяжные устройства (стоки), p – давление, g – ускорение свободного падения, μ – коэффициент кинематической вязкости, ε – удельная внутренняя энергия воздуха, W – удельная энтальпия, $\hat{\Pi}$ – тензор вязких напряжений, η – коэффициент теплопроводности, $\Theta(x, y, z, t)$ – источники/стоки энергии, $\vec{\nabla} = \{\partial/\partial x, \partial/\partial y, \partial/\partial z\}$ – дифференциальный оператор набла [1].

Численный метод интегрирования системы уравнений газодинамики основывается на TVD-подходе (Total Variation Diminishing) и описан в [2]. Основной проблемой моделирования динамики воздуха в промышленном цеху с учетом источников тепла и газа от печей и приточно-вытяжных агрегатов для вентиляции представляется необходимость получения решений с очень высоким пространственным разрешением $\Delta \ell \ll a \ll L$ ($\Delta \ell$ – размер численной расчетной ячейки, a – характерный размер агрегата для вентиляции, L – размер цеха, рис. 1). Для типичных параметров $a = 2$ м, $L = 300$ м для ячейки имеем не более $\Delta \ell = 0.2$ м. При использовании равномерных численных сеток получаем число ячеек $N \approx 10^8 - 10^9$. Указанные оценки с необходимостью требуют привлечения параллельных технологий. Расчеты проводились на суперкомпьютере «Ломоносов» НИВЦ МГУ им. М.В. Ломоносова с использованием технологии OpenMP.

В построенной модели учитываются следующие устройства, влияющие на динамику воздуха внутри цеха (рис. 1):

- печь с параметрами, соответствующими ДСП-200 (П1); ковши, в которых может поддерживаться открытое пламя за счет выгорания (К1, К2, К3);
- вытяжной зонт (У1); система аэраторов, состоящая из трех устройств (У2); дополнительные вытяжные устройства (У3); система локальных аэраторов (А1, А2, ..., А50).

В модели учитываются 7 ворот, каждый из которых может быть открыт, либо закрыт. Важным элементом является фонарь, обеспечивающий свободный выход теплого воздуха за пределы цеха. Отметим нестационарный характер распределения температуры $T(x, y, z, t)$ и поля скоростей $\vec{U}(x, y, z, t)$ в крупном металлургическом цеху, включая его рабочую зону. Нестационарность связана с особенностями технологических процессов (загрузка шихты,

начало или окончание плавки, изменения температурного режима печи). Сюда же следует отнести изменения в режиме работы вентиляционных систем, например, включение/выключение отдельных устройств. Имеются факторы, создающие нестационарную компоненту на малых временах, действие которых обусловлено физическими процессами в воздушной атмосфере цеха. Речь идет о возможности развития газодинамических неустойчивостей в области печи при использовании дополнительных вентиляционных устройств – вытяжных и аэраторов [1]. Основную роль играют конвективная неустойчивость и неустойчивость Кельвина-Гельмгольца. Рис. 2 демонстрирует общую структуру течения воздуха.

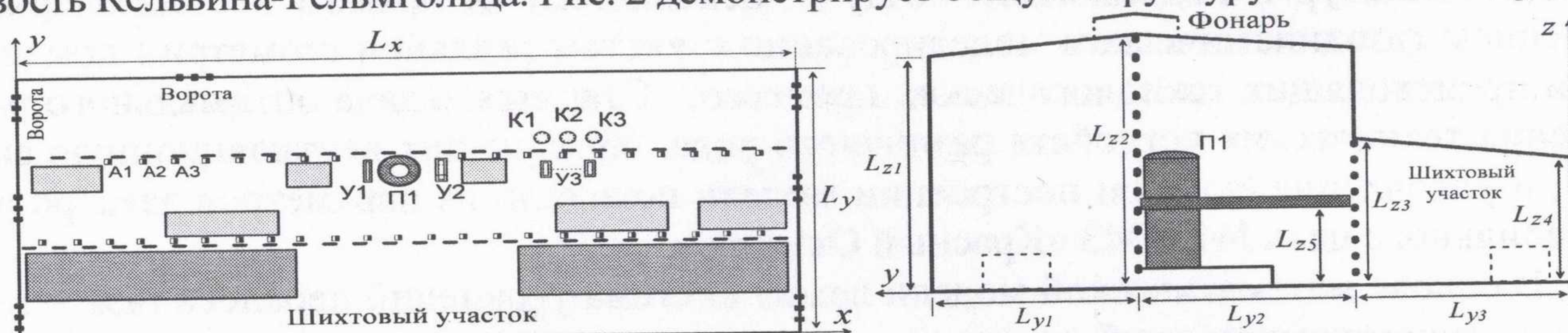


Рис. 1. Схема металлургического цеха, состоящего из трех пролетов. Показан вид сверху и с торца для выбранной системы координат

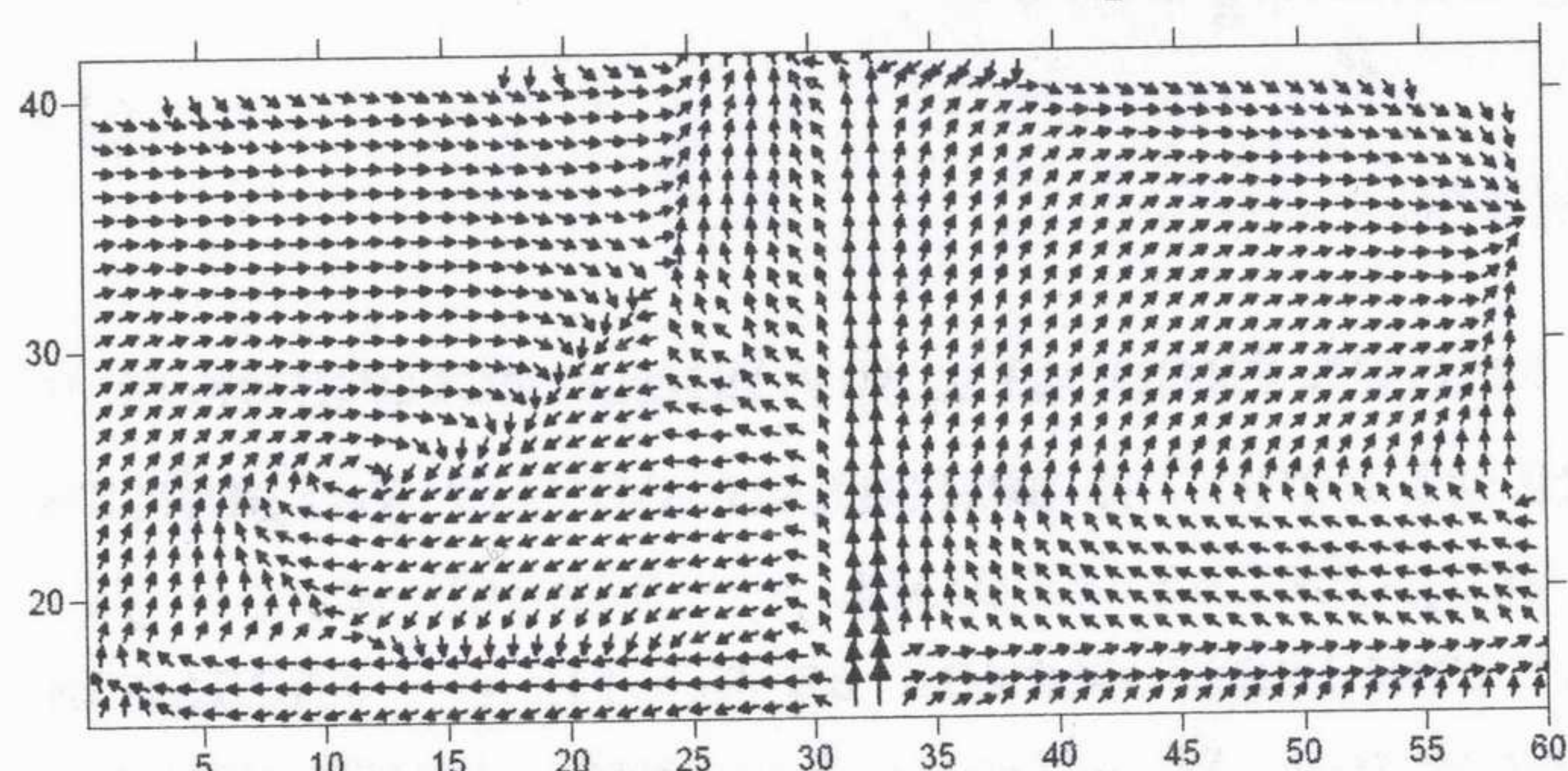


Рис. 2. Поле скоростей в плоскости сечения цеха $x = \text{const}$. Вблизи горизонтальной координаты 32 м располагается печь ДСП-200 для варки стали, создавая в среднем вертикальный поток горячего воздуха, который уходит в вентиляционный фонарь на крыше

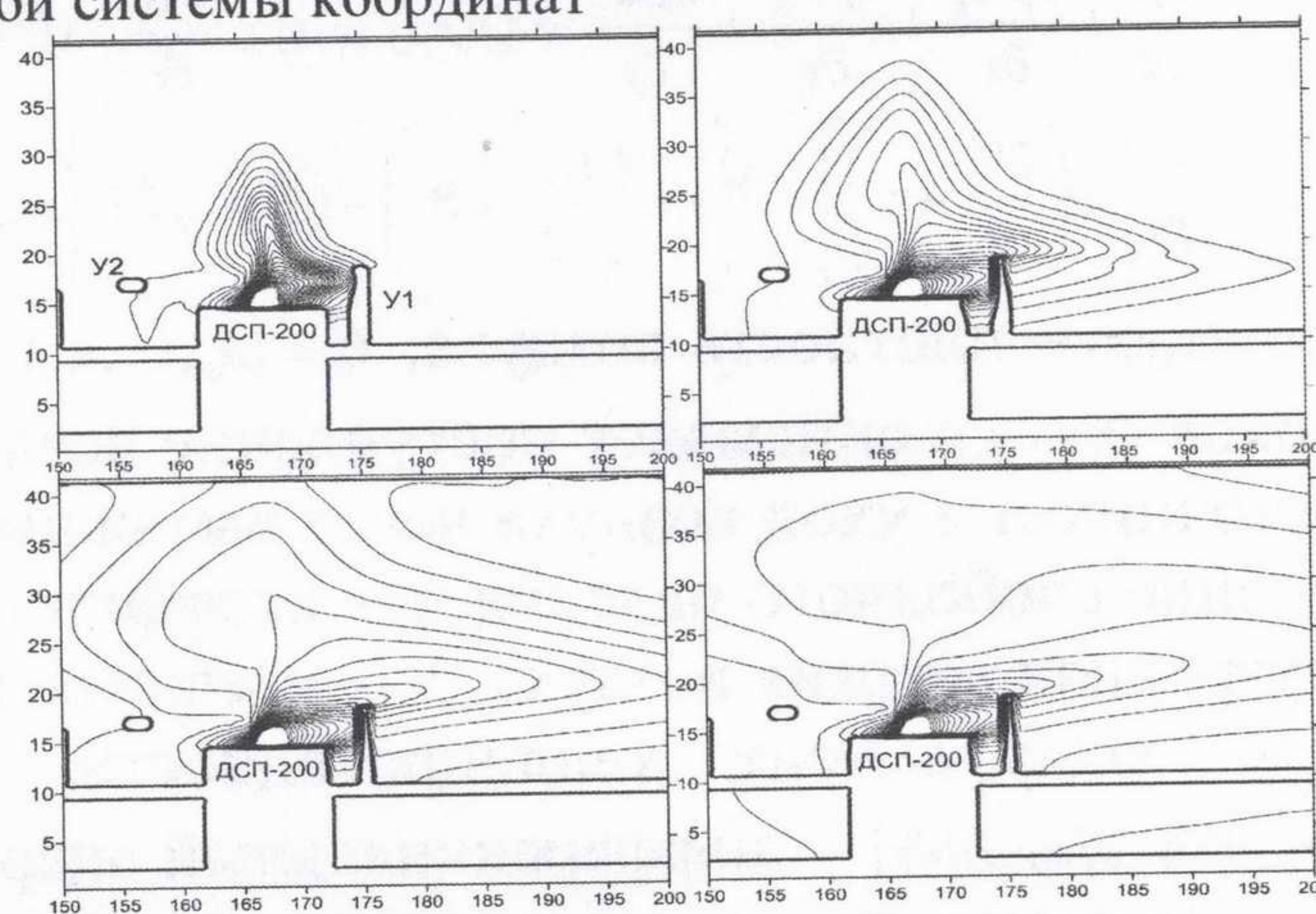


Рис. 3. Распределения температуры в окрестности печи ДСП-200 в различные моменты времени. Показаны изолинии $T(x, z)$

Вентиляционная система существенно меняет поля температуры (рис. 3). Варьируя расположение и параметры работы устройств вентиляционной системы, можно существенно изменять пространственные распределения характеристик воздуха в рабочей зоне и цеху в целом. Тем самым, проводить оптимизацию конструкции вентиляционной системы и режимов ее работы.

Работа частично поддержана грантами РФФИ 11-07-97025, 11-05-97044.

1. Хоперсков А.В., Азаров В.Н., Хоперсков С.А. и др. Вестник ВолГУ, Сер.1: Математика. Физика. 2011. Т.14. №1.
2. Еремин М.А., Хоперсков А.В., Хоперсков С.А. Известия ВолГТУ. 2010. Т.6. №8.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ПАРАМЕТРИЗОВАННЫХ СЕТОЧНЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ЧИСЛЕННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

Мухаметзянова А.Г., Данилов Ю.М., Алексеев К.А.

Казанский национальный исследовательский технологический университет, asia@kstu.ru

Основопологающие теоретические и экспериментальные исследования, разработка конструкций и внедрение малогабаритных трубчатых турбулентных аппаратов (МТТА) в ряде отраслей промышленности были рассмотрены в [1].

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 12

Бутенко М.А., Холодков В.С., Бурнос Д.Н., Азаров В.Н., Хоперсков А.В. Анализ работы вентиляционной системы с применением численного газодинамического моделирования	5
Мухаметзянова А.Г., Данилов Ю.М., Алексеев К.А. Опыт использования трехмерных параметризованных сеточных моделей при численном моделировании	6
Стрижиченко А.В. Применение численного анализа для исследования режимов сушки древесины	8
Сильвестров А.Н., Скрынник А.Н., Самсонов В.В. Цельно-аналитическое описание кусочно-полиномиальных зависимостей	10
Чулин С.Л., Фирсов А.Н., Холоднов В.А., Кулишенко Р.Ю. К вопросу о линеаризации математических моделей сложных технических объектов	11
Кобак В.Г., Муратов М.А. Использование алгоритма крона для решения неоднородных задач	14
Кобак В.Г., Плешаков Д.В. Влияние мутации при решении однородной минимаксной задачи с помощью модели СНС	15
Бабак В.Н., Квурт Ю.П., Дорошенко А.В., Лисогурская О.А., Розум М.В. Многоступенчатые испарительные охладители для холодильных и кондиционирующих систем	16
Ленькова А.В., Долотовский И.В., Ларин Е.А. Программные модули расчета и выбора оборудования установок регенерации абсорбента	20
Рычков И.Р., Чистякова Т.Б., Гольцева Л.В. Программный комплекс для моделирования процессов получения нанопорошковых материалов	23
Емельяненко Н.Г., Кузнецова М.М. Методика расчета режима работы шаровой мельницы в производстве цемента специального назначения	25
Волков М.В., Таршис М.Ю., Зайцев А.И. К расчету смесителей гравитационно-пересыпного типа для переработки смесей, склонных к сегрегации	27
Лагуткин М.Г., Исаев С.В. Расчет параметров работы вихревого эжектора	29
Сидоров В.Н., Ширина Н.Ю. О капсулировании гранул в гравитационных аппаратах	30
Капранова А.Б., Лебедев А.Е., Васильев А.М., Зайцев А.И. Исследование неоднородности сыпучей смеси между эвольвентными лопастями центробежного аппарата	32
Капранова А.Б., Никитина Ю.В., Лебедев А.Е., Зайцев А.И. Описание изгиба лопасти при центробежном распыливании вязкой жидкости	33
Боровков А.Д., Тюленев В.Е. Движение цилиндрического тела внутри вихревого воздушного потока	35
Олейников А.С. Пневматический виброподвес с микропроцессорным управлением демпфированием	37
Баксаисов Е.И., Степанов С.Ф. Бесплотинная всесезонная микроГЭС	39
Буров С.Н. Определение напряженно-деформированного состояния тонкостенных пространственных систем	41
Муратова Е.И., Дворецкий С.И., Леонов Д.В., Смолихина П.М. Автоматизированное проектирование конфет функционального назначения	43
Игнатенко В.А., Ломакин В.В., Магергут В.З. Применение модели сплошной среды для вывода коэффициентов подобия для трубной шаровой мельницы	45
Кожевников В.Ю., Осипов М.И. Математическое моделирование спекания керамики с учётом микроуровневых процессов в СВЧ установках	47
Колодкина А.С., Марьясин О.Ю. Математическое моделирование элементов системы теплоснабжения зданий	50
Селиванова З.М., Худяков В.В. Математическое моделирование технологического процесса производства нанобетонов	54

<i>Промтов М.А., Степанов А.Ю., Алешин А.В. Моделирование течения потока жидкости в каналах роторного импульсного аппарата.....</i>	56
<i>Реснянская А.А., Шилин А.Н. Математическое моделирование процесса разогрева промежуточного ковша</i>	58
<i>Васильева И.Л., Грошев А.И. Моделирование технологических режимов работы промежуточного ковша</i>	61
<i>Мосиенко А.В., Разуваев А.В. Программный расчет когенерационных установок на базе поршневого двигателя внутреннего сгорания</i>	63
<i>Локтюшина Ю.В., Семко А.Н. О влиянии плотности жидкости на параметры гидропушки ..</i>	65
<i>Кулишенко Р.Ю., Чулин С.Л. Холоднов В.А. Моделирование управления ректификационной колонной в системе компьютерной математики Mathcad</i>	68
<i>Благовещенский И.Г., Гартиг Е.Б., Дорошенко С.А., Кытманов И.В. Математическое моделирование и экспериментальное исследование динамики течений с искусственной каверной</i>	70
<i>Куркин С.А., Байдюк А.П. Моделирование технологического процесса гальванопокрытия</i>	71
<i>Юренко К.И., Фандеев Е.И. Имитационное моделирование управления тормозами системой автоведения поезда.....</i>	74
<i>Плохотников С.П., Богомолов В.А., Белова Е.Н., Богомолова О.И. Методика модификации относительных проницаемостей в моделях трехфазной фильтрации в слоистых пластах.....</i>	77
<i>Казанов Ю.К. Реологическая модель пекококсовой массы при производстве графитированных электродов</i>	79
<i>Казанов Ю.К. Термодинамическая модель усреднения состава пекококсовых масс</i>	80
<i>Поляков Б.Б., Столин А.М., Стельмах Л.С., Дворецкий Д.С. Прочностной расчёт прессформы для получения твердосплавных материалов методом высокотемпературного синтеза</i>	82
<i>Воронова Е.В., Павлов И.О., Гладких Т.В. Обработка результатов эксперимента процесса сушки зерна</i>	84
<i>Капранова А.Б., Васильев А.М., Петров А.А. Применение двумерных функций распределения вероятностей для описания ударного смешивания сыпучих компонентов</i>	85
<i>Магергут В.З., Игнатенко В.А., Бажанов А.Г. Построение дискретных моделей непрерывных технологических процессов и анализ их применения</i>	87
<i>Михайлова А.А., Марьясин О.Ю. Управление теплоснабжением зданий с солнечными коллекторами</i>	89
<i>Байдюк А.П., Голованов А.А., Рамзаев А.Г. Способ контроля напыления раствора на мелкозернистое сырье в производстве удобрений</i>	90
<i>Медведев Р.Б., Сангинова О.В., Мердуг С.Л. Моделирование процесса парообразования на АЭС с реактором типа ВВЭР-1000</i>	93
<i>Середа М.В., Игнатьев В.М. Модели урожайности риса от элементов питания</i>	95
<i>Буров М.С., Коваленко Н.И., Соколов А.В. Оценка эффективности усилий зажима стеблей в транспортирующих ремнях на основе моделирования.....</i>	97
<i>Бондаренко С.Г., Хоменко А.А. Компьютерное моделирование уплотнения композиционных порошковых материалов</i>	99
<i>Полищук И.В., Бобков С.П. Моделирование упругой деформации с использованием клеточных автоматов</i>	100
<i>Тимофеев Д.В., Дуросов Л.С., Соловьев М.Е. Моделирование высокоскоростного разрушения резинового образца резанием.....</i>	102
<i>Лапковский Р.Ю. Построение системы моделирования дорожного движения в автотранспортной системе.....</i>	104
<i>Егоров Е.С., Туголуков Е.Н. Подход к моделированию термодинамических процессов с использованием параметров реальных газов.....</i>	106

<i>Егоров С.Я., Шаронин К.А., Мокрозуб В.Г., Немтинов К.В.</i> Математическая модель компоновки объектов с использованием N-ориентированных гиперграфов	108
<i>Каминская Л.А., Землякова И.В.</i> Расчет длины нити в петле трикотажа с помощью интерполяционного многочлена	111
<i>Калабин А.Л., Удалов Е.В.</i> Анализ динамических характеристик при формировании нитей из расплава	112
<i>Гоппе Г.Г., Дунаев М.П., Киргин Д.С.</i> Математическая модель давления в автоклаве при подаче воздуха из коллектора с постоянным давлением	113
<i>Мустафина Ф.У., Зиятдинов Н.Н., Островский Г.М.</i> Решение задачи оптимального синтеза системы ректификационных колонн на основе гиперструктуры	116
<i>Соловьев Д.С., Литовка Ю.В.</i> Оптимальное управление гальваническим процессом в многоанодной ванне с учетом изменения концентрации компонентов электролита	117
<i>Литовка Ю.В., Егоров А.С.</i> Оптимизация неравномерности никелевого гальванического покрытия с использованием реверса тока	120
<i>Филатов Б.В., Третьяков А.А.</i> Постановка задачи оптимального управления процессом сушки тентового материала	122
<i>Полегенький В.В., Воробей А.С.</i> Оптимизация конструктивно-технологических параметров машины для сухой очистки картофеля	123
<i>Макковеев М.А., Чупин А.В.</i> Задача оптимизации гранулирования полидисперсных продуктов в тарельчатых грануляторах с активатором	124
<i>Земскова В.Т., Ермолаева Е.В., Панов Ю.Т.</i> Алгоритм расчета оптимального состава композиции для получения пенополиуретанов с заданными свойствами	127
<i>Дмитриев А.А., Мустафин Ш.Р., Васильев Д.А.</i> Оптимизация функционально-сетевой модели планирования ремонтных работ	128
<i>Кравченко Б.И.</i> Оптимизация формы режущих кромок лап культиваторов	130
<i>Жевалев О.Ю., Компилецкий Д.В., Куц Л.Е.</i> Оптимизация режимов диффузионной сварки феррометаллических узлов на основе нейронных сетей	131
<i>Амплеев А.В., Петров Д.Ю.</i> Применение кластеризации изделий для оптимизации структур роботизированных комплексов обработки стекла	133
<i>Глебов А.О., Карпушкин С.В.</i> Применение системы ANSYS для оптимизации конструкции индукционных нагревательных плит	136
<i>Репина Е.Н., Жуков В.П., Уланов Д.А.</i> Анализ методов решения задачи оптимального распределения нагрузок оборудования ТЭЦ	137
<i>Культияев С.Г., Малая Э.М.</i> Оптимизация процесса отпуска теплоты	139
<i>Бондаренко С. Г, Брановицкая С.В.</i> Оптимизация процессов разделения при разбавлении исходной суспензии	142
<i>Лункин В.Н., Глинкин С.В.</i> Оптимизация скорости движения дымовых газов в трубном пучке модульного котла-утилизатора выкатного типа	144
<i>Степашина Е.В., Мустафина С.А.</i> Поиск оптимального управления процессом получения фталевого ангидрида с помощью генетических алгоритмов	145
<i>Долотовский И.В., Ларин Е.А.</i> Оптимизация тепло-электро-водоснабжения предприятий добычи, транспорта и переработки углеводородного сырья	147
<i>Ибушева Н.В., Галлеев Э.Р., Елизаров В.В., Елизаров В.И.</i> Постановка задачи планирования и управления производством дивинила	149
<i>Осипова Н.Н, Кожяева Е.И.</i> Выбор схемы газоснабжения от подземных резервуаров сжиженного газа	151
<i>Величко Д.В., Монаков И.С.</i> Автоматизированная система определения оптимального маршрута движения с учетом дорожной обстановки	154
<i>Лаптев А.Г., Фарахов Т.М., Дударовская О.Г.</i> Определение эффективности насадочных проточных смесителей	157
<i>Андрианов Н.М., Николаенок А.В., Иванов М.А.</i> Совершенствование системы распределения газа в шахтных зерносушилках	158

<i>Беккер В.Ф.</i> Компромисс интенсивности и энергопотребления аппаратов химической технологии.....	160
<i>Комяк В.М.</i> Об одном подходе к описанию условий размещения объектов в областях с кусочно-нелинейной границей.....	162
<i>Иващенко Ю.Г., Козлов Н.А.</i> Комплексный органоминеральный модификатор для высококачественных бетонов.....	164
<i>Макаров Р.И., Хорошева Е.Р.</i> Использование аксиоматического анализа для выявления причинно-следственных связей в производстве автомобильных стекол.....	166
<i>Домнич В.С.</i> Выбор перспективных гипотез при поиске причин аварийных ситуаций в человеко-машинных системах.....	168
<i>Щеголева Н.В., Нестеров Д.С.</i> Учет психофизиологии водителя в оценке безопасности на сложных участках автомобильных дорог.....	170
<i>Филимонюк Л. Ю.</i> Вероятностный анализ безопасности для контроля ресурса авиационно-транспортной системы.....	171
<i>Бреславский Д.В., Корытко Ю.Н., Татаринова О.А., Хорошилов О.Н.</i> Методика оценки поврежденности заготовок в процессах непрерывного литья.....	174
<i>Балашова Е.А., Битюков В.К., Журавлева Е.А.</i> Классификация качества хлеба методом двухэтапного кластерного анализа.....	176
<i>Ефимов И.В., Петров Д.Ю., Иващенко В.А.</i> Автоматизированная система локализации и распознавания дефектов листового стекла.....	179
<i>Давыдов А.А., Павленко Ю.Ф.</i> Математический аппарат измерения показателей качества электроэнергии.....	182
<i>Ивнев Д.А., Харитонов А.П.</i> Структура математического описания процесса совместной генерации тепловой и электрической энергии.....	183
<i>Гаврилов М.П.</i> Оптимизация частотно управляемого электропривода с непосредственным преобразователем частоты.....	185
<i>Цыгулев Н.И., Проус В.Р.</i> Расчет характеристики намагничивания образцов магнитодиэлектрических сердечников.....	187
<i>Галактионов С.А., Пыльский В.А.</i> Повышение КПД в системах управления высоко-мощной нагрузкой.....	189
<i>Минина Т.В., Капустин И.В., Лукашенко А.В.</i> Система повышения коэффициента мощности импульсного преобразователя напряжения.....	190
<i>Елисеев М.В., Капустин И.В., Лукашенко А.В.</i> Система повышения КПД импульсного преобразователя переменного напряжения промышленной частоты.....	193
<i>Костерев А.А., Голембиовский Ю.М.</i> Исследование динамических процессов в трех-модульном автономном инверторе при перестройке структуры.....	196
<i>Коновалов Ю.В.</i> Математическое моделирование электромеханических процессов в синхронных машинах.....	198
<i>Федотов В.С., Тюленев В.Е.</i> Линейная модель электромеханического микропривода.....	199
<i>Минаев Е.Н., Беляев И.В.</i> Расчёт систем катодной защиты при линейной и нелинейной постановке.....	201
<i>Мащенко А.А., Мусатов В.Ю., Сысоев В.В.</i> Разработка нейрочипов на ПЛИС для обработки сигналов мультисенсорных систем с целью идентификации газов.....	203
<i>Андреев Д.А.</i> Модель однозначной интерпретации концепта в структурированных представлениях технологий.....	205
<i>Щербатов И.А.</i> Понятие компоненты сложной слабоформализуемой многокомпонентной технической системы.....	207
<i>Капков С.В., Мантуров А.О.</i> Алгоритм поиска бифуркационных линий с минимальным временем сканирования.....	209