

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
ООО «Объединённая компания Сибшахтострой»
АНО «Научно-образовательный центр «Кузбасс»
ООО «Научно-исследовательский центр систем управления»
Кузбасский научный центр СО АИН им. А.М. Прохорова**

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
(в образовании, науке и производстве)
AS' 2021**

**ТРУДЫ XIII ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ
(с международным участием)**

2 – 3 декабря 2021 г.

**Новокузнецк
2021**

УДК 658.011.56
С 409

Редакционная коллегия

д.т.н., профессор Н.А. Козырев, д.т.н., профессор С.М. Кулаков,
д.т.н., профессор Л.П. Мышляев, к.т.н. О.В. Михайлова,
к.т.н., доцент В.А. Кубарев

С 409 Системы автоматизации (в образовании, науке и производстве) :
AS'2021 : труды XIII Всероссийской научно-практической
конференции (с международным участием) 2 – 3 декабря 2021 г. /
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации ,
Сибирский государственный индустриальный университет ; под общей
ред. : С. М. Кулакова, Л. П. Мышляева. – Новокузнецк : Издательский
центр СибГИУ, 2021. - 417 с. : ил.

ISBN 978-5-7806-0583-6

Труды конференции посвящены научным и практическим вопро-
сам автоматизации управления технологическими процессами и пред-
приятиями, социально-экономическими системами, образованием и ис-
следованиями. Представлены результаты исследования, разработки и
внедрения методического, математического, программного, техниче-
ского и организационного обеспечения систем автоматизации и инфор-
мационно-управляющих систем в различных сферах деятельности.

Сборник трудов ориентирован на широкий круг исследователей,
научных работников, инженерно-технический персонал предприятий и
научно-исследовательских лабораторий, преподавателей вузов, аспиран-
тов и студентов.

УДК 658.011.56

ОРГАНИЗАТОРЫ И ПАРТНЕРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»
ООО «Объединённая компания «Сибшахтострой» (г. Новокузнецк)
ООО «Научно-исследовательский центр систем управления» (г. Новокузнецк)
ООО «ЕвразТехника» (г. Новокузнецк)
АНО «Научно-образовательный центр «Кузбасс» (г. Кемерово)
Журналы: «Известия вузов. Чёрная металлургия» (г. Москва, Новокузнецк),
«Вестник СибГИУ» (г. Новокузнецк)

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2021

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СТРУКТУРНО НЕОДНОРОДНОМ ГЕОМАССИВЕ ПРИ ВЗАИМНОМ ВЛИЯНИИ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК

Павлова Л.Д., Петрова О.А., Фрянов В.Н.

Сибирский государственный индустриальный университет
Новокузнецк, Россия, ld_pavlova@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты моделирования геомеханических процессов в структурно неоднородном геомассиве в окрестности системы взаимовлияющих подземных выработок. По результатам вычислительных экспериментов установлены зависимости распределения напряжений и остаточной прочности угля и пород в угольном пласте при приближении очистного забоя к демонтажной камере.

Ключевые слова: моделирование, вычислительный эксперимент, подземная выработка, угольный пласт, напряжения, зона разрушения, остаточная прочность.

Abstract. The article presents the results of modeling geomechanical processes in a structurally heterogeneous geo-massif in the vicinity of a system of mutually influencing underground workings. Based on the results of computational experiments, the dependences of the distribution of stresses and the residual strength of coal and rocks in the coal seam were established when the working face approaches the dismantling chamber.

Keywords: modeling, computational experiment, underground working, coal seam, stresses, fracture zone, residual strength.

Введение

В горной практике наиболее значимыми и опасными являются горнотехнические условия при взаимном влиянии системы подземных выработок в виде их сопряжений, пересечений, примыканий. В этих случаях возникает сложная геомеханическая ситуация, связанная с перераспределением напряжений и деформаций в неоднородном геомассиве, разрушением угля и пород, риском возникновения опасных производственных событий. Система управления горными работами включает направленные изменения топологии горных выработок при движении очистных и подготовительных забоев, что приводит к перераспределению напряжённно-деформированного состояния массива горных пород в зоне влияния выработок.

При моделировании напряжённно-деформированного состояния массива горных пород в окрестности выработок необходимо рассматривать все стадии упругого, упруго-пластического, предельного и запредельного деформирования пород [1-2]. На каждом из этапов эксплуатации подземных выработок требуется количественная оценка параметров геомеханического состояния массива горных пород, необходимых для выбора способов и средств поддержания выработок с помощью крепи, химического упрочнения или искусственного снижения механических напряжений посредством принудительного управления подработанных кровлей.

В этой связи актуальными являются исследования, направленные на прогнозирование по результатам численного моделирования параметров напряжённно-деформированного состояния структурно неоднородного геомассива при взаимном влиянии системы горных выработок.

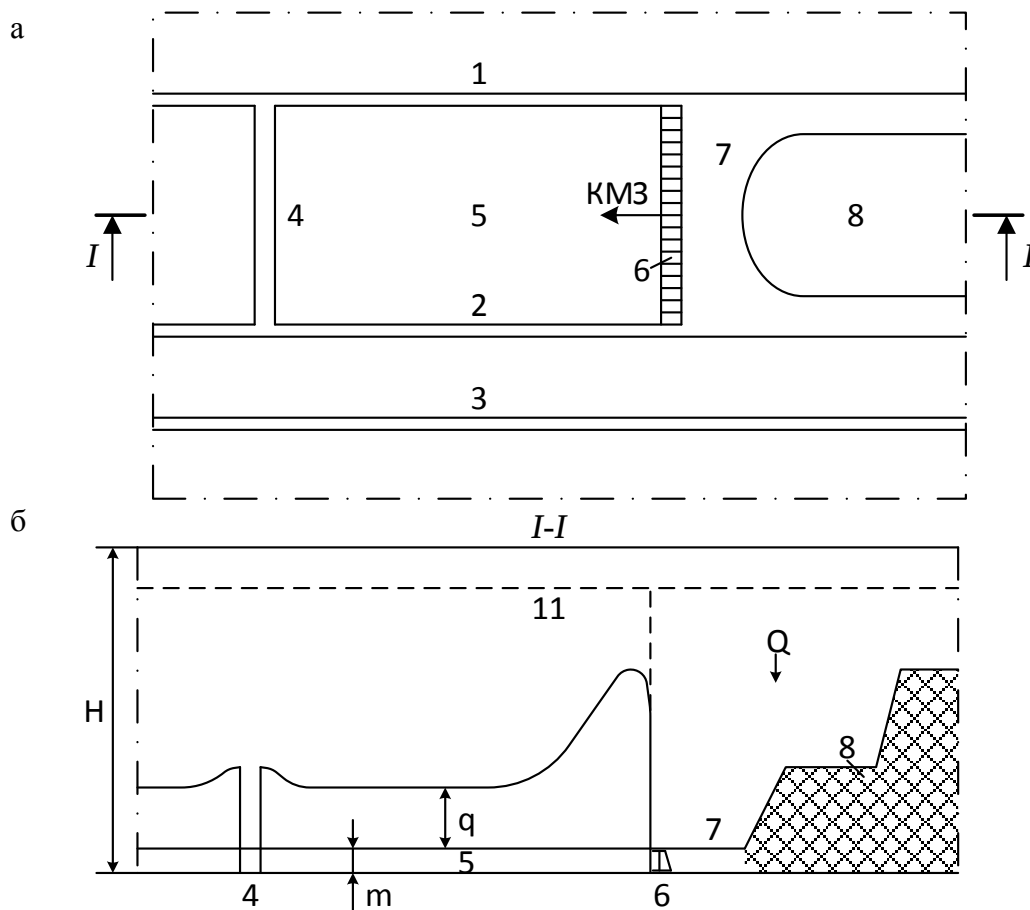
Характеристика объекта исследований

В качестве объекта исследований рассмотрен выемочный столб (рисунок 1) в угольном пласте, который оконтурен штреками и отрабатывается длинным комплексно-механизированным забоем с полным обрушением подработанных пород кровли.

До начала горных работ вертикальное давление на угольный пласт соответствует удельному весу пород кровли

$$\sigma_z^0 = \gamma H, \quad (1)$$

где γ - средняя плотность горных пород; H - глубина разработки.



1, 3 - вентиляционные штреки; 2 - конвейерный штрек; 4 - демонтажная камера;
 5 - угольный пласт; 6 - очистной забой; 7 - подработанные зависающие породные слои
 кровли пласта; 8 - подработанные разрушенные породы кровли пласта; 9 - эпюра вертикальных
 напряжений в угольном пласте; 10 - земная поверхность; 11 - граница наносов; m- мощность
 пласта, м; H - глубина разработки, м; q - вертикальное давление на пласт, МПа;
 Q - вес подработанных зависающих породных слоёв кровли пласта, кН

Рисунок 1 - Схема объекта исследования: а - горизонтальная проекция выемочного столба;
 б - вертикальный разрез по линии I-I

После доработки выемочного столба (5) на его границе потребуется демонтаж тяжёлого очистного оборудования. Для этого впереди комплексно-механизированного забоя (КМЗ) заблаговременно проводится демонтажная камера (4).

В процессе отработки угольного пласта часть веса Q подработанных пород кровли передаётся на краевую часть пласта и вертикальное давление $\sigma_E^i = q$ изменяется. Для оценки вертикального σ_E^i давления вычисляются коэффициенты концентрации вертикальных напряжений:

$$K_E = \frac{\sigma_E^i}{\sigma_E^o}, \quad (2)$$

где σ_E^o, σ_E^i - вертикальные напряжения в массиве горных пород, вычисленные соответственно вне и в зоне влияния подземных выработок.

Алгоритмы расчёта напряжений, деформаций и смещений базируются на фундаментальных основах теории упругости, пластичности и ползучести [3,4]. Для расчёта изменений прочности угля и пород под влиянием вектора напряжений используется паспорт прочности пород, параметры которого определяются по криволинейной огибающей кругов Мора.

Для построения паспорта прочности угля или пород использованы величины пре-

дела прочности угля или пород при одноосном сжатии ($\sigma_{сж}$), растяжении (σ_p) и главных напряжений σ_1 и σ_2 . Величины $\sigma_{сж}$, σ_p определяются в лабораторных или шахтных условиях и систематизированы в справочнике [8]. Главные напряжения для плоско- деформированного состояния геомассива вычисляются по формулам [5]:

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \sqrt{\frac{(\sigma_x - \sigma_y)^2}{2} + \tau_{xy}^2};$$

$$\sigma_2 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} - \sqrt{\frac{(\sigma_x - \sigma_y)^2}{2} + \tau_{xy}^2},$$
(3)

где σ_x , σ_y – нормальные напряжения по осям координат, МПа; τ_{xy} – касательные напряжения в плоскости xOy, МПа.

Отношение остаточной прочности к исходной определяется по формуле

$$R = \frac{\tau_{пасп}}{\tau_{МКЭ}},$$
(4)

где $\tau_{пасп}$ – касательные напряжения, вычисленные по паспорту прочности;

$\tau_{МКЭ}$ – касательные напряжения, вычисленные методом конечных элементов.

При анализе отношения остаточной прочности угля и пород к исходной по результатам массового обследования состояния угля и пород на контуре выработок приняты следующие критерии: $R > 1,0$ – уголь или порода находятся в упругом состоянии без нарушения сплошности; $0,8 \leq R < 1$ – уголь или порода находятся в блочном состоянии, нарушены крупными трещинами; $0,5 \leq R < 0,8$ – уголь или порода находятся в запредельном состоянии, нарушены системой трещин; $R < 0,5$ уголь или порода разрушены, наблюдается их интенсивный отжим с боков выработки [6, 7].

Исследуемая область массива горных пород в виде вертикального разреза по линии I-I рис. 1б всей толщи автоматически разделяется на 40400 конечных элементов. При этом задается слоистая неоднородная структура породных слоёв и угольных пластов с учётом реальной стратиграфии и литологии, а также индивидуальных прочностных и деформационных свойств угольных пластов и породных слоёв.

Варианты геомеханической задачи решаются с учетом гравитационного, геотектонического и техногенного полей напряжений и в каждом варианте определяется полный вектор смещений, деформаций, напряжений и отношение остаточной прочности угля или пород к исходной.

Выявление закономерностей распределения параметров напряжённо-деформированного состояния структурно неоднородного геомассива пород при разных расстояниях между очистным забоем и демонтажной камерой осуществляется по результатам численного моделирования с использованием алгоритма метода конечных элементов и авторского комплекса программ [8].

Результаты и их обсуждение

В соответствии с разработанной методикой и программой исследований проведено численное моделирование геомеханических процессов при приближении очистного забоя к демонтажной камере 4-1-5-6. Рассмотрены варианты наложения геомеханических параметров в окрестности очистного забоя и демонтажной камеры при сокращении расстояния между ними 100, 25, 3, 0 м. В качестве исходных в модели приняты следующие параметры: глубина разработки $H=710$ м; мощность отрабатываемого пласта $m=3,0$ м; предел прочности угля при сжатии 10, непосредственной кровли 30; основной кровли 50, непосредственной почвы 35 МПа [9].

На рисунках 2 и 3 показаны графики изменения коэффициента концентрации вертикальных напряжений.

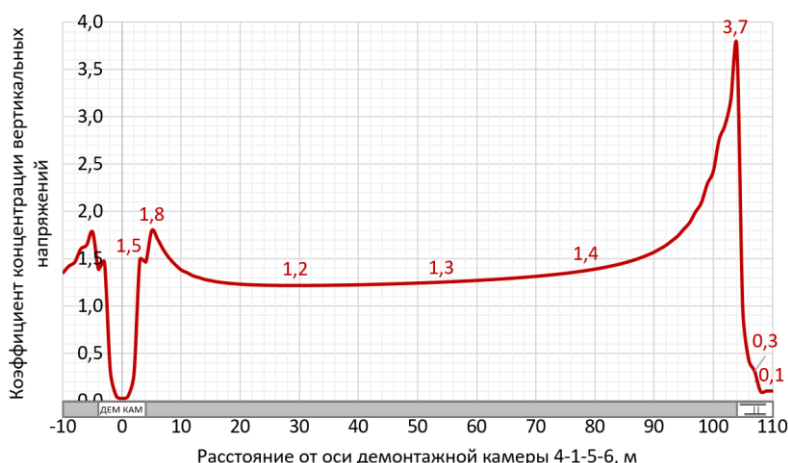


Рисунок 2 - Схема взаимного расположения очистного забоя и демонтажной камеры и график изменения коэффициента концентрации вертикальных напряжений при расстоянии между КМЗ и демонтажной камерой 100 м

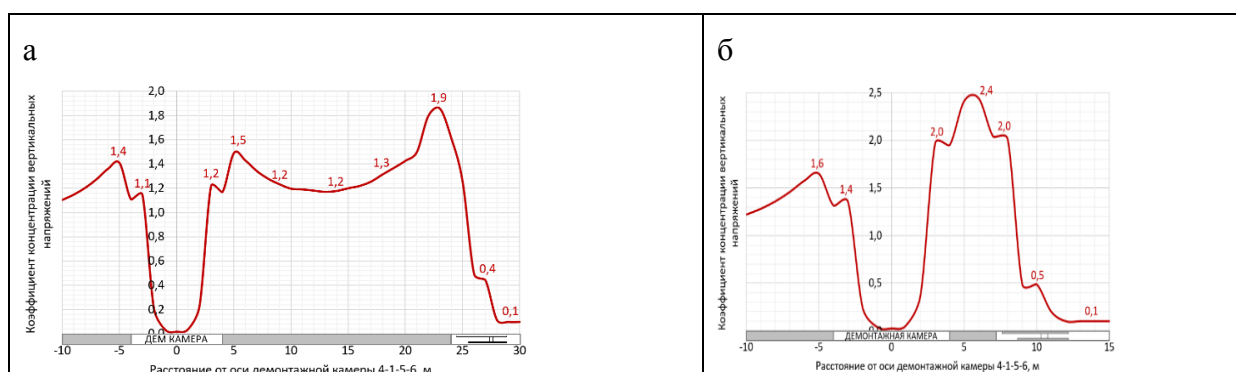


Рисунок 3 - Схема взаимного расположения очистного забоя и демонтажной камеры и график изменения коэффициента концентрации вертикальных напряжений при расстоянии между КМЗ и демонтажной камерой 25 м (а) и 3 м (б)

Из графиков рисунков 2 и 3 следует, что в пределах сокращаемого угольного целика между КМЗ и демонтажной камерой коэффициент концентрации больше единицы и увеличивается при уменьшении ширины целика. При этом максимум опорного горного давления перемещается в сторону демонтажной камеры и за камеру. Увеличение вертикальных напряжений в середине целика до 40 МПа при прочности угля 10 МПа может привести к разрушению угля в целике и пород в окрестности демонтажной камеры.

На рисунке 4 показано изменение отношения остаточной прочности угля и пород к исходной в окрестности демонтажной камеры. При ширине целика 3 м (рисунок 4 а) происходит его разрушение, а также пород кровли камеры. При въезде КМЗ в демонтажную камеру (рисунок 4 б) ее устойчивость не обеспечивается, так как под секцией крепи возникает дополнительная зона разрушения в почве пласта.

По результатам моделирования обоснованы управляющие воздействия в виде следующих технологических мероприятий:

- установка сталеполимерных анкеров длиной 2,0-2,5 м в кровле и боках демонтажной камеры;
- установки канатных анкеров длиной до 6,0 м в кровлю демонтажной камеры;
- упрочнение угольного пласта клеевыми составами;
- установка дополнительных секций механизированной крепи в демонтажной камере;
- формирование демонтажной камеры очистным комбайном.

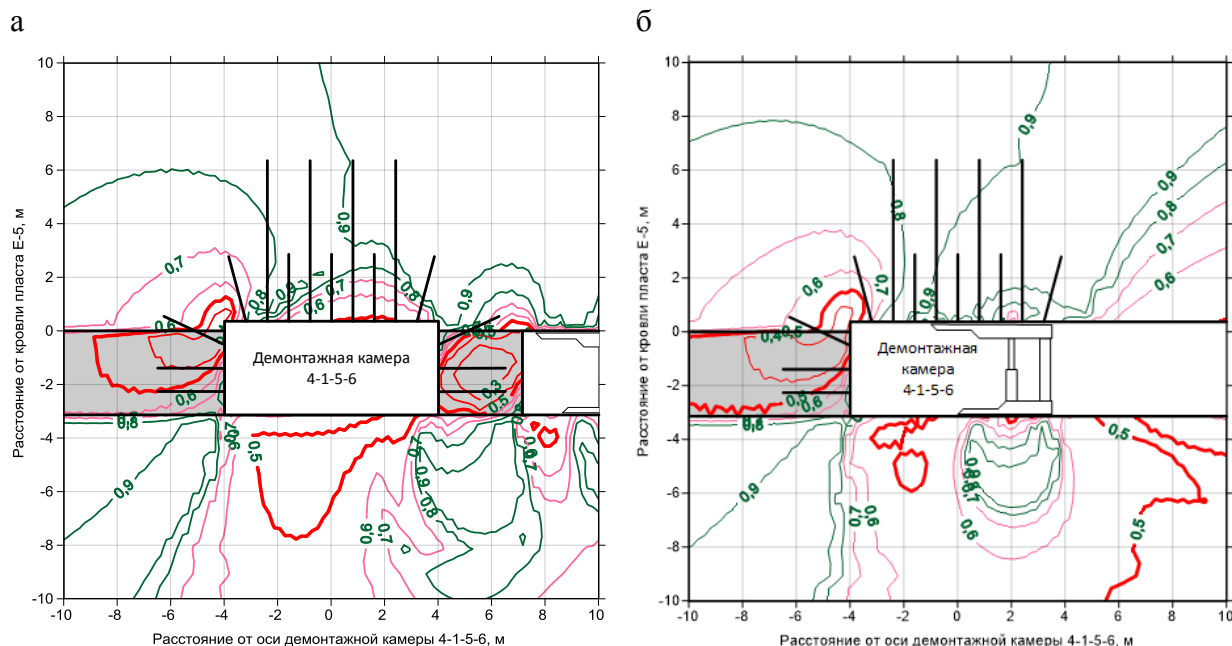


Рисунок 4 - Изолинии изменения отношение остаточной прочности угля и пород к исходной в окрестности демонтажной камеры: а - при ширине целика 3м; б – при въезде секции крепи в демонтажную камеру

Обобщённые результаты моделирования напряжённо-деформированного состояния массива горных пород при разной ширине сокращаемого целика между комплексно-механизированным очистным забоем и демонтажной камерой представлены в таблице 1. Полученные результаты могут быть использованы для обоснования рекомендаций по выбору параметров заранее формируемой камеры.

Таблица 1 - Результаты моделирования напряжённо-деформированного состояния геомассива при разной ширине угольного целика

Наименование параметра	Величина параметра			
Ширина целика, м	100	20	3	0
Максимальный коэффициент концентрации вертикальных напряжений в краевой части пласта у КМЗ	3,7	1,9	2,4	0
Максимальный коэффициент концентрации вертикальных напряжений в боках демонтажной камеры	1,8	1,5	1,6	1,8
Высота зоны предразрушения пород кровли в демонтажной камере, м	2,5	1,8	1,8	1,8
Глубина зоны предразрушения пород почвы в демонтажной камере, м	3,0	2,5	4,0	6,0
Ширина зоны предразрушения пласта в ближнем к КМЗ боку демонтажной камеры, м	3,0	3,0	3,0	-
Ширина зоны предразрушения пласта в дальнем от КМЗ боку демонтажной камеры, м	3,0	2,0	5,0	5,0
Конвергенция кровли и почвы демонтажной камеры, мм	160	110	180	180
Конвергенция боков демонтажной камеры, мм	80	80	120	-

Выводы

По результатам вычислительных экспериментов по оценке параметров геомеханического состояния массива горных пород между очистным забоем и расположенной впереди его демонтажной камерой и установлено, что при сокращении угольного целика между очистным забоем и камерой происходит перераспределение вертикальных напряжений от очистного забоя в сторону боков демонтажной камеры.

Граница зоны разрушения угольного пласта в боках демонтажной камеры соответствует ширине целика, равной мощности пласта.

На стадии разработки проектной документации рекомендуется проводить количественную оценку устойчивости угля в боках демонтажной камеры и при возникновении зоны разрушения пласта в боках камеры применять технологию упрочнения пород с применением специальных типов крепи.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Кемеровской области в рамках научного проекта № 20-41-420004.

Библиографический список

1. Курленя М.В. Техногенные геомеханические поля напряжений / М.В. Курленя, В.М. Серяков, А.А. Ерёмченко. – Новосибирск: Наука, 2005. – 264 с.
2. Серяков В.М. Особенности формирования зон опорного давления и разгрузки при ведении очистных работ на сближенных угольных пластах / В.М. Серяков // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. № 5. – С. 52 - 55.
3. Безухов Н.И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести / Н.И. Безухов - М.: Высшая школа, 1968. – 512 с.
4. Ползучесть осадочных горных пород. Теория и эксперимент / Ж.С. Ержанов, А.С. Сагинов, Г.Н. Гуменюк, Ю.А. Векслер, Г.А. Нестеров. – Алма-Ата: Наука, 1970. – 208 с.
5. Тимошенко С.П. Теория упругости/ С.П. Тимошенко, Дж. Гудьер. – М.: Наука, 1975. – 576 с.
6. Цветков А.Б. Численное моделирование напряженно-деформированного состояния геомассива с учетом расслоения подработанных пород кровли / А.Б. Цветков, Л.Д. Павлова, Корнева А.В. // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – № 1. – С. 142–145.
7. Фрянов В.Н. Численное исследование влияния структурной неоднородности массива горных пород на геомеханические параметры выемочного участка угольной шахты / В.Н. Фрянов, Л.Д. Павлова // Научно-технический вестник Поволжья. – 2021. – № 8. – С. 95-98.
8. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2020618595. Программный комплекс для моделирования геомеханических процессов в структурно неоднородном геомассиве при взаимном влиянии системы подземных горных выработок / В.Н. Фрянов, Л.Д. Павлова, А.Б. Цветков; ФГБОУ ВО Сиб. гос. индустр. ун-т. – Фед. служба по интелект. собств.; Дата регистр. 30 июля 2020.
9. Физико-технические свойства горных пород и углей / Г.Г. Штумпф, Ю.А. Рыжков, В.А. Шаламанов, А.И. Петров. – М.: Недра, 1994. - 447 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ	5
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ И ЦИФРОВИЗАЦИЯ Мышляев Л.П., Ивушкин К.А.	7
ЦИФРОВИЗАЦИЯ СРЕДСТВ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИТУАЦИЙ ДОМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ПАО «ММК» Спирин Н.А., Лавров В.В., Гурин И.А., Рыболовлев В.Ю., Краснобаев А.В., Шнайдер Д.А.	12
СОВРЕМЕННАЯ КОНЦЕПЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ДИНАМИКОЙ НЕСТАЦИОНАРНЫХ РЕЖИМОВ Чичерин И.В., Федосенков Б.А.	19
ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ ТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ Чичерин И.В., Федосенков Б.А.	25
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПРЕЦЕДЕНТОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДСТОЯЩЕЙ ПЛАВКОЙ СТАЛИ В КИСЛОРОДНОМ КОНВЕРТЕРЕ Кулаков С.М., Койнов Р.С., Тараборина Е.Н., Квашнин К.В.	31
СЕКЦИЯ 1 АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ	41
ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С УПРАВЛЯЕМЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ В ЦЕПИ РОТОРА Островляничик В.Ю., Кубарев В.А., Маршев Д.А., Поползин И.Ю.	43
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ КЛАССИФИКАЦИИ ПРИ ОБОГАЩЕНИИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ МРС-РЕГУЛЯТОРА Колодин А.А., Ёлшин В.В., Овсяков А.Е.	50
ОБ АЛГОРИТМАХ ИДЕНТИФИКАЦИИ МНОГОМЕРНЫМИ СТАТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ Ликсонова Д.И., Медведев А.В.	54
СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИМ ОБЪЕКТОМ ИЗ ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЫ Никитенко М.С., Кизилев С.А., Худоногов Д.Ю., Верховцев Д.О., Корец Д.М.	59
К ВОПРОСУ МОНИТОРИНГА В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ РАССТАНОВКИ ЧЛЕНОВ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНЫХ КОМАНД НА ШАХТАХ Койнов Р.С., Ляховец М.В., Комаров В.В., Гурьянов П.С.	64

КОМПЕНСАЦИЯ ЭФФЕКТА ЗАТЕНЕНИЯ БАШНИ ВЕТРОУСТАНОВОК СРЕДСТВАМИ ДВУХКОНТУРНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ Чепига А.А., Юсеф А.	69
ОСОБЕННОСТИ УЧЕТА ЗАФИКСИРОВАННЫХ СОБЫТИЙ СИСТЕМ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПЕРСОНАЛА И ТРАНСПОРТА НА ШАХТАХ Койнов Р.С., Ляховец М.В., Комаров В.В., Гурьянов П.С.	73
РЕЗЕРВИРОВАНИЕ СЕРВЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ АСУТП ОФ «ШАХТА №12» НА ОСНОВЕ СОЗДАНИЯ КЛАСТЕРА ВЫСОКОЙ ДОСТУПНОСТИ Кулюшин Г.А., Грачев В.В., Раскин М.В., Иванов Д.В., Макаров Г.В.	78
АЛГОРИТМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БЛОЧНО-СИНХРОННОГО КЛЕТОЧНОГО АВТОМАТА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ГАЗОУГОЛЬНОМ РАСТВОРЕ Немцев А.Ю., Калашников С.Н.	84
ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТА ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ УЗЛА В СЕТЕВОЙ СТРУКТУРЕ Грачев А.В.	90
О КОНЦЕПЦИИ АВТОМАТИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ «INDUSTRIAL 4.0» Исаев Э.В., Михайлова О.В.	93
УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ АВТОМАТИЧЕСКОГО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ЗДАНИЯ Гусев С.С.	97
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕХАНИЗМОВ АНАЛИЗА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ Кожевников А.А.	106
О РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПЛАНА РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ РАБОТ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ Ефимов Н.Ю.	113
МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СТРУКТУРНО НЕОДНОРОДНОМ ГЕОМАССИВЕ ПРИ ВЗАИМНОМ ВЛИЯНИИ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК Павлова Л.Д., Петрова О.А., Фрянов В.Н.	116
СЕКЦИЯ 2 СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ	123
ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ОФ «ШАХТА №12» НА БАЗЕ ПАКЕТА AVEVA SYSTEM PLATFORM 2017 Иванов Д. В., Мышляев Л.П., Кулюшин Г.А., Коровин Д.Е., Грачев В.В.	125
О КОРРЕКТНОСТИ РАСЧЕТА СОСТАВА И СВОЙСТВ КОНЕЧНОГО ШЛАКА В АРМ ТЕХНОЛОГА ДОМЕННОЙ ПЕЧИ Спирин Н.А., Гурин И.А., Лавров В.В., Щипанов К.А.	130

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ РАСЧЕТА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ СОСТАВА И СВОЙСТВ КОНЕЧНОГО ШЛАКА ДОМЕННОЙ ПЕЧИ Спирин Н.А., Гурин И.А., Лавров В.В., Щипанов К.А.	134
ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ОЦЕНКИ СОСТАВА И ОБЪЕМА ГОРНОЙ МАССЫ В ПРОЦЕССЕ ВЫПУСКА ИЗ ПОДКРОВЕЛЬНОЙ ТОЛЩИ Кизиллов С.А., Никитенко М.С., Никитенко С.М.	140
УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ КОРРОЗИЕЙ СТАЛЬНЫХ СВАРНЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ПО КРИТЕРИЮ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ Веревкин В.И., Веревкин С.В.	146
ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ТЯЖЕЛОСРЕДНОГО ГИДРОЦИКЛОНА КАК КОМПОНЕНТА ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ПРОИЗВОДСТВА Скударнова Н.В., Макаров Г.В., Свинцов М.М.	151
ОСОБЕННОСТИ ИНТЕГРАЦИИ ЛОКАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В АСУТП ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ Загидуллин И.Р., Саламатин А.С., Макаров Г.В., Коршунов С.Ю.	155
ОПТИМИЗАЦИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛИСТОПРОКАТНОГО ЦЕХА Фастыковский А.Р., Кадыков В.Н., Мусатова А.И.	159
ПРИНЦИПЫ ВЕЙВЛЕТ-УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ДОЗИРОВАНИЯ В СМЕСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ Федосенков Д.Б., Сулимова А.А., Симикина А.А., Федосенков Б.А.	165
АЛГОРИТМИЗАЦИЯ СИТУАЦИОННОГО ОЦЕНИВАНИЯ НОРМАТИВНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗОВ НА ПАРТИИ ПРОДУКЦИИ СТАЛЕПРОВОЛОЧНОГО КОМПЛЕКСА Кулаков С.М., Мусатова А.И., Кадыков В.Н.	171
РАЗРАБОТКА НОРМАТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ ТАКТОВ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ СТАЛЕПРОВОЛОЧНОГО КОМПЛЕКСА Кулаков С.М., Мусатова А.И., Кадыков В.Н.	178
РАЗРАБОТКА АСУТП НАГРЕВА ЗАГОТОВОК В НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПЕЧАХ Сазонова Г.А., Темнохунов Д.Р., Куликов Е.С.	187
ЭЛЕМЕНТЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА АНОДНОЙ МЕДИ Лисиенко В.Г., Чесноков Ю.Н., Лаптева А.В.	191
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ МЕХАНИЗМОВ НА ПРИМЕРЕ ГИДРОВОЗА КОКСОВОЙ БАТАРЕИ №1 АО «ЕВРАЗ ЗСМК» Бабушкин С.В., Клевцов С.А.	194
ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ SCADA-СИСТЕМЫ GENESIS64 В УСЛОВИЯХ ОФ ООО СП "БАРЗАССКОЕ ТОВАРИЩЕСТВО" Коровин Д.Е., Грачев В.В., Мышляев Л.П., Раскин М.В., Пургина М.В.	197

ИТЕРАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ИЗ ЗДАНИЯ И АЛГОРИТМ РАБОТЫ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СИСТЕМЫ, КАК КОМПОНЕНТЫ «УМНОГО ДОМА»	
Гусев С.С.	202
РАЗРАБОТКА АСУТП ВОДОСБРОСОВ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ	
Темнохудов Д.Р., Куликов Е.С., Сазонова Г.А.	209
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОГРАММНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОТОЧНО-ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМОЙ	
Исаев Э.В., Михайлова О.В.	214
ПОСТРОЕНИЕ АСУТП НА БАЗЕ КОНЦЕПЦИИ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ	
Куликов Е.С., Сазонова Г.А., Темнохудов Д.Р.	220
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ ДЛЯ КОМПЛЕКСА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ РИСКАМИ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ	
Сергушин К. В.	224
РАЗРАБОТКА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО КОМПЛЕКСА ШАХТНОЙ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ	
Прищепа Я.И.	228
ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ КОВКИ МОДЕЛЬНЫХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ АЛЮМИНИЙ-КРЕМНИЙ	
Прудников А.Н.	232
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ИЗ ЗДАНИЯ ПРИ НАСТУПЛЕНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	
Гусев С.С.	238
СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ В ЭЛЕКТРОННО- ЛУЧЕВОЙ ПЕЧИ ДЛЯ ПЛАВКИ ОСОБОЧИСТЫХ МЕТАЛЛОВ	
Авдеев М.К., Девярых Е.А.	246
СЕКЦИЯ 3 СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ УЧЕБНОГО И СОЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	251
ОБЩИЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ РАСПИСАНИЙ	
Клеванский Н.Н., Красников А.А., Петрова Т.Ю.	253
ИНТЕРАКТИВНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ МОДУЛИ ДЛЯ ПОРТАЛА НЕПРЕРЫВНОГО МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ	
Жилина Н.М., Чеченин Г.И., Власенко А.Е., Сизикова И.Л., Климантова И.П., Захарова Е.В., Якушева О.Н.	260
ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРА SCHNEIDER ELECTRIC	
Кубарев В.А., Аврангшоев А.Б., Кучик М.М., Сарсембин А.О., Галлямова О.Р.	263

НОРМИРОВАНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ РАБОТ В ЗАДАЧАХ СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЙ	
Пронин С.Ю., Добрынин А.С.	268
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ СКЛОННОСТИ К ПРОТИВОПРАВНОМУ ПОВЕДЕНИЮ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЁЖИ	
Киндяков А.А., Каган Е.С.	274
РАЗРАБОТКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ПОРТАЛА НАУЧНОЙ БИБЛИОТЕКИ НФИ КЕМГУ	
Ткачева Е.А.	279
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АИС «ЭЛЕКТРОННАЯ ШКОЛА 2.0» ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ УЧРЕЖДЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ	
Федосов Н.В.	284
ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ	
Резниченко Д. В.	286
СЕКЦИЯ 4 ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПОСТРОЕНИЯ, ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАТИКИ	293
МЕТОДИКА И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ВЫБОРА И РАСЧЁТА СГЛАЖИВАЮЩИХ ФИЛЬТРОВ	
Гулевич Т.М., Брагин В.М., Макаров Г.В.	295
МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРАДИЦИОННЫХ И ТЕСТОВЫХ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЙ	
Гулевич Т.М., Исаев Э.В.	302
О ПОВЫШЕНИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕДУРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ, СОДЕРЖАЩЕЙ МНОГОЦЕЛЕВЫЕ ПРОЕКТЫ	
Каиркенов Х.К., Байдалин А.Д., Загидулин И.Р., Лейман А.Ф., Зимин В.В.	310
НЕЧЕТКИЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ И ОБРАБОТКЕ СОЦИОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ	
Каган Е.С., Багдасарян В.А., Киндяков А.А.	316
МЕХАНИЗМ СТИМУЛИРОВАНИЯ ГИБКИХ ПРОЕКТНЫХ КОМАНД НА ОСНОВЕ ИТЕРАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА IT-ПРОЕКТА	
Пронин С.Ю., Добрынин А.С.	321
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА МУЛЬТИСИНУСОИДАЛЬНЫХ СИГНАЛОВ	
Новосельцева М.А., Гутова С.Г., Чуриков И.Ю.	325

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НАВЕДЕНИЯ НА КОСМИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ Казанцев М.Е., Попов А.С., Саламатин А.С.	331
ОБНАРУЖЕНИЕ СУЩЕСТВЕННЫХ ПЕРЕМЕННЫХ МЕТОДАМИ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ Караванов А.В., Кириченко В.Н., Михов Е.Д.	334
ИССЛЕДОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ СПОСОБОВ ПОСТРОЕНИЯ API НА ПРИМЕРЕ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НОМЕНКЛАТУРОЙ ТОВАРОВ С ПОМОЩЬЮ GraphQL Стрелков А.В., Истомин А.С.	339
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ ИСХОДНОГО АУСТЕНИТА ЗЕРНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ EBSD Демьяненко Е.О., Истомин А.С., Карабаналов М.С., Корниенко О.Ю.	343
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ Киселева Т.В., Маслова Е.В., Бычков А.Г.	349
МОДЕЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ОСНОВЕ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ЦИФРОВОГО РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНЫХ ЦИФР Стародубов А.Н.^{1,2}, Пылов П.А.²	354
РЕАКТОРЫ НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ИХ РОЛЬ В СТАНОВЛЕНИИ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ Гусев С.С.	358
АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ В СИСТЕМЕ «МЕДИАЛОГИЯ ИНЦИДЕНТ» Конюхова Е.С.	366
ОЦЕНИВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СТАЛИ В АГРЕГАТЕ КОВШ-ПЕЧЬ Гизатулин Р.А.	369
ОСОБЕННОСТИ СИТУАЦИОННО-НОРМАТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И НОРМ ВЫРОБОТКИ (НА ПРИМЕРЕ ОТДЕЛЕНИЯ МЕДНЕНИЯ МЕТИЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА) Кулаков С.М., Мусатова А.И.	374
ОБЗОР ПРОГРАММ КЛАССА SIEM ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ИНЦИДЕНТАМИ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В БАНКОВСКОЙ СФЕРЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ Барышникова К.В.	379
ВЫБОР ТАКТИКИ ВЕДЕНИЯ БЕРЕМЕННОСТИ НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ВНУТРИУТРОБНОЙ ИНФЕКЦИИ У НОВОРОЖДЁННОГО Власенко А.Е., Григорьева Е.Ю., Ренге Л.В., Лихачева В.В.	384

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ERP-СИСТЕМЫ SAP/R3 ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ Ефимова Н.С.	388
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА УПРАВЛЕНИЯ Булакина Е.Н., Моисеев В.В., Недзельская О.Н., Бикиннеева А.Н., Кетов А.В., Почуфаров Д.О.	391
ТЕХНОЛОГИИ BIG DATA. КАК АНАЛИЗИРУЮТ БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ Кокорев И.С.	398
ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ДВУМЕРНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ Бабушкина О.С., Калашников С.Н.	400
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДИФфуЗИИ КОМПОНЕНТОВ АЛЮМИНИЕВОГО РАСПЛАВА В ЛИТЕЙНОМ МИКСЕРЕ Мартусевич Е.А., Калашников С.Н.	405