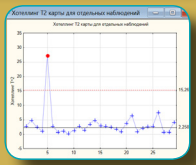
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Тольяттинский государственный университет

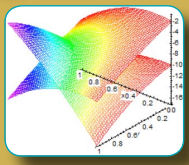
ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА: СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

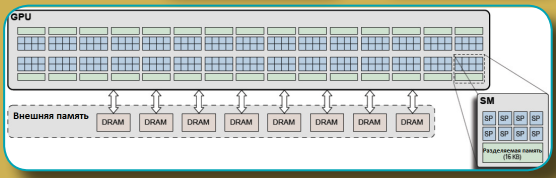
VIII Международная научно-практическая конференция (школа-семинар) молодых ученых

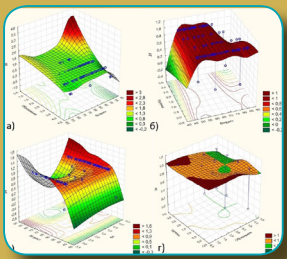
Тольятти, 20–22 апреля 2022 года

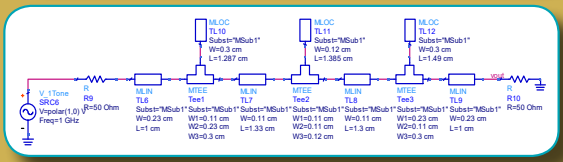
Сборник материалов











© ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», 2022

ISBN 978-5-8259-1104-5

УДК 51(063)+004(063)
ББК 22.1я431+32.81я73

Рецензент
д-р пед. наук, доцент, заведующий кафедрой прикладной информатики, ректор Тольяттинской академии управления *Н.Б. Стрекалова*

Научный руководитель конференции
канд. пед. наук, доцент, заведующий кафедрой «Прикладная математика и информатика» *О.М. Гущина*

Ответственный за выпуск *В.Ф. Глазова*

Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук : VIII Международная научно-практическая конференция (школа-семинар) молодых ученых : Тольятти, 20–22 апреля 2022 года : сборник материалов / отв. за выпуск В.Ф. Глазова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2022. – 1 оптический диск. – ISBN 978-5-8259-1104-5.

В сборнике представлены материалы по проблемам междисциплинарных исследований в области математики, теоретической и прикладной информатики, естественных и технических наук.

Цель сборника – привлечение молодых ученых к научно-исследовательской деятельности, обмен научными результатами и исследовательским опытом.

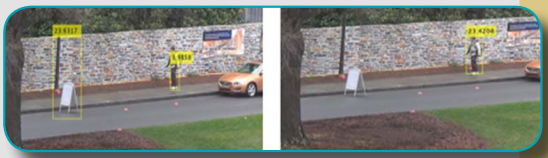
Сборник адресован научным сотрудникам, преподавателям, аспирантам и студентам различных специальностей.

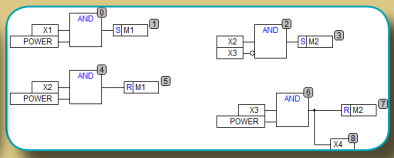
Текстовое электронное издание.

Рекомендовано к изданию кафедрой «Прикладная математика и информатика» Тольяттинского государственного университета.

Минимальные системные требования: IBM PC-совместимый компьютер: Windows XP/Vista/7/8/10; PIII 500 МГц или эквивалент; 128 Мб ОЗУ; SVGA; CD-ROM; Adobe Acrobat Reader.

© Гущина О.М. – научный руководитель конференции, 2022
© ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», 2022





Редакторы: *Е.В. Пилясова, Е.А. Держаева, О.И. Елисеева, Т.М. Воропанова*
Технический редактор *Н.П. Крюкова*
Компьютерная верстка: *Л.В. Сызганцева*
Художественное оформление,
компьютерное проектирование: *Г.В. Карасева*

Дата подписания к использованию 24.06.2022.
Объем издания 13 Мб.
Комплектация издания: компакт-диск, первичная упаковка.
Заказ № 4-03-22.

Издательство Тольяттинского государственного университета
445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14,
тел. 8 (8482) 44-91-47, www.tltsu.ru

мация: Ф. И. О., паспортные данные и контактный номер. Включение в систему дополнительной функции подтверждения профиля в социальной сети позволит более предметно давать ответ на обращение с учетом конкретной ситуации жителя региона, а также сократить время на получение дополнительных сведений от заявителя.

Список источников

1. Центры управления регионами // Диалог : цифровые коммуникации : сайт. URL: dialog.info/projects/region-management-center/ (дата обращения: 06.04.2022).
2. Прямая линия с президентом Владимиром Путиным : статья // Википедия : Свободная энциклопедия : сайт. URL: ru.wikipedia.org/wiki/Прямая_линия_с_Владимиром_Путиным (дата обращения: 06.04.2022).
3. ОНФ создал электронную систему для сбора обращений граждан / М. Кузнецов // РИА новости : сайт. URL: ria.ru/20200113/1563380197 (дата обращения: 06.04.2022).

УДК 004.942:669

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЮЗАБИЛИТИ СИСТЕМЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА ЕВРАЗ ЗСМК

А.С. Леонтьев, И.А. Рыбенко
Научный руководитель И.А. Рыбенко
Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Российская Федерация

Металлургия – одна из самых ресурсоемких и энергоемких отраслей промышленности [1; 2]. Для снижения себестоимости металлургической продукции обычно проводятся инвестиционные (затратные) мероприятия. Одним из самых эффективных и малозатратных способов является планирование, заключающееся в оптимальном распределении дорогостоящих покупных и дефицитных собственных ресурсов для максимизации прибыли.

При этом главной сложностью планирования является то, что шихта каждого из агрегатов может состоять из сотен различных компонентов в различных допустимых комбинациях, например, металлургический комбинат ЕВРАЗ ЗСМК, г. Новокузнецк, выби-

рает более чем из 110 компонентов шихты для производства чугуна на постоянной основе [3].

В связи с возросшей сложностью планирования человек без применения специальных инструментов уже не способен подбирать оптимальную шихту. В статье рассматривается опыт использования системы планирования ЕВРАЗ ЗСМК в течение двух лет, а также разработанные новые инструменты повышения эффективности использования системы.

Краткое описание модели. В 2019 году на ЕВРАЗ ЗСМК было завершено внедрение математической модели. Она охватывала все переделы комбината – от рудников до готового проката. Отличительной особенностью созданной системы является легкая интеграция сторонних программных модулей в расчеты.

Статистический анализ работы системы за 2020 год показал, что она обладала низкой эффективностью внедрения кейсов: 1 к 100.

Для повышения эффективности работы пользователя были разработаны и добавлены следующие стандартные инструменты, ускоряющие работу пользователя:

– редактирование материалов (быстрое копирование и добавление новых материалов, таких как топливо, окатыши и т. д.);
– тиражирование данных (копирование одного сценария работы в другой в разных вариантах для сокращения времени на ввод данных).

А также добавлены уникальные инструменты:

– чек-лист;
– валидация данных;
– копирование химического состава сырья из витрины;
– анализ чувствительности цены;
– множественное копирование сценариев;
– конвейерный поиск кейсов;
– автоматическая верификация на исторических данных и подбор коэффициентов модели.

Инструмент «Чек-лист». Отчет предназначен для просмотра результатов проверки решения оптимизационной модели на соответствие производственным и/или технологическим условиям, а также

устоявшимся правилам планирования внутри компании. Решение проверяется согласно правилам чек-листа в пострасчете модели оптимизации. Если правило выполняется (т. е. решение не удовлетворяет производственным требованиям), оно обозначается красной заливкой. На рис. 1 представлено рабочее окно инструмента «Чек-лист».

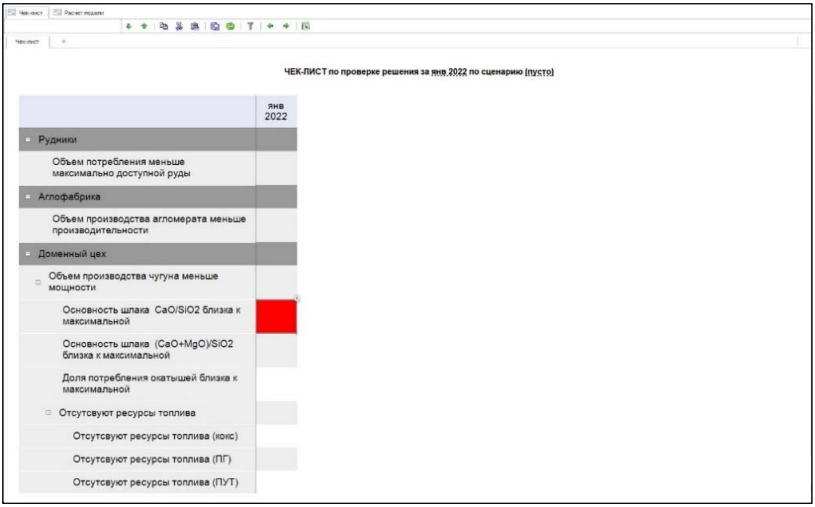
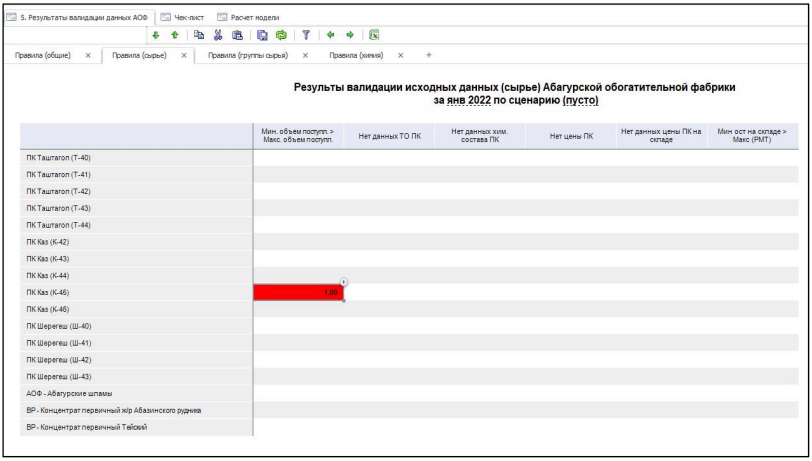


Рис. 1. Рабочее окно инструмента «Чек-лист»

Инструмент «Валидация данных». Валидация исходных данных проводится с целью выявления ошибочно (некорректно) введенных значений в исходные показатели для расчета планирования производства переделов комбината. Для удобства пользователя валидация автоматически запускается перед каждым расчетом и выдает краткие рекомендации и статус.

Результатом работы блока валидации исходных данных являются отчеты для каждого передела с указанием признака наличия ошибки по тому или иному правилу в разрезе материалов, химических элементов (в зависимости от характера правила).

В качестве примера рассмотрен отчет по Абагурской обогатительной фабрике (рис. 2).



5. Результаты валидации данных АОФ | Чек-лист | Расчет модели

Правила (общие) | Правила (сырье) | Правила (группы сырья) | Правила (химия)

Результы валидации исходных данных (сырье) Абагурской обогатительной фабрики за янв 2022 по сценарию (пусто)

	Мин. объем поступл. > Макс. объем поступл.	Нет данных ТО ПК	Нет данных хим. состава ПК	Нет цены ПК	Нет данных цены ПК на складе	Мин ост на складе > Макс (РМТ)
ПК Таштагол (Т-40)						
ПК Таштагол (Т-41)						
ПК Таштагол (Т-42)						
ПК Таштагол (Т-43)						
ПК Таштагол (Т-44)						
ПК Каз (К-42)						
ПК Каз (К-43)						
ПК Каз (К-44)						
ПК Каз (К-46)	1.00					
ПК Каз (К-46)						
ПК Шерегеш (Ш-40)						
ПК Шерегеш (Ш-41)						
ПК Шерегеш (Ш-42)						
ПК Шерегеш (Ш-43)						
АОФ - Абагурские шламы						
ВР - Концентрат первичный ж/р Абазинского рудника						
ВР - Концентрат первичный Тейский						

Рис. 2. Отчет с результатами валидации для АОФ

Инструмент «Копирование химического состава сырья из витрины». Значительное время тратилось на подготовку и заполнение химического состава сырья. Дело в том, что для работы математической модели необходимо иметь расширенный химический состав всех элементов, например TiO_2, ZnO. А так как расширенный анализ стоит дороже и зачастую выполняется в сторонней организации, то собственная лаборатория комбината делает неполный анализ элементов и актуализирует все элементы раз в квартал или по отдельному запросу.

Комбинированное заполнение данных по химическому составу материалов осуществляется на основе фактических данных из АРМ и таблицы эталонных значений. Данные с факта копируются по всем материалам на переделе, затем пропуски заполняются справочными данными. В результате такого копирования происходит заполнение химического состава по всем материалам на плановом периоде (сценарии).

Инструмент «Анализ чувствительности цены». Форма анализа чувствительности цены предназначена для перебора цен какого-либо сырья, для выявления зависимости цены сырья и объема его закупки. В форме расчета чувствительности цены необходимо задать материал, нижнюю и верхнюю границы цены, а также количество шагов.

После успешного окончания расчета появится соответствующее уведомление и откроется окно с результатами расчета в виде таблицы и диаграммы (рис. 3).

Представлена возможность экспортировать результаты расчета в Excel при нажатии на кнопку «Экспорт в Excel» или перейти к новому расчету (кнопка «Новый расчет»).

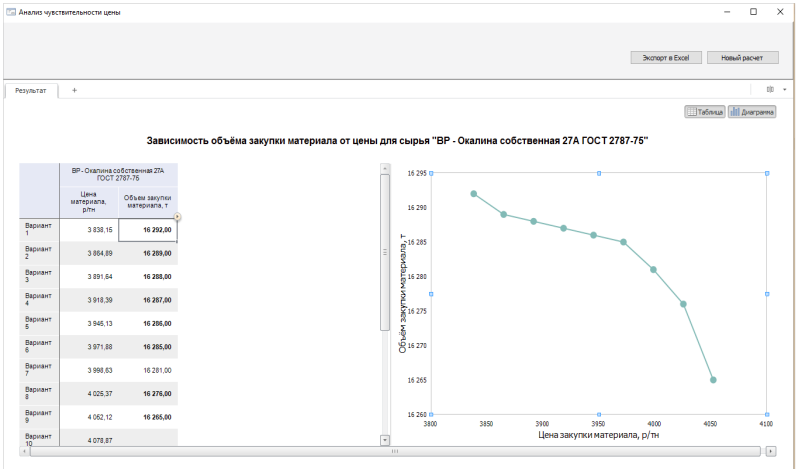


Рис. 3. Окно с результатами расчета анализа чувствительности

Инструмент «Конвейерный расчет». Инструмент был разработан после обнаружения, что 90 % расчетов экономических кейсов являются повторяющимися из месяца в месяц. Конвейерный расчет предназначен для проведения массовых расчетов сценария с точечными изменениями входных показателей (групп расчета) в заданном интервале и с заданным количеством итераций. На рис. 4 представлено рабочее окно инструмента.

Инструмент позволяет набрать группу и границы показателей и сохранить их в конфигурационный файл. Эту конфигурацию можно в дальнейшем применять к любому сценарию внутри системы. По результатам расчета формируется отчет по типу регламентного отчета «Отчет по производству» в виде excel-файла.

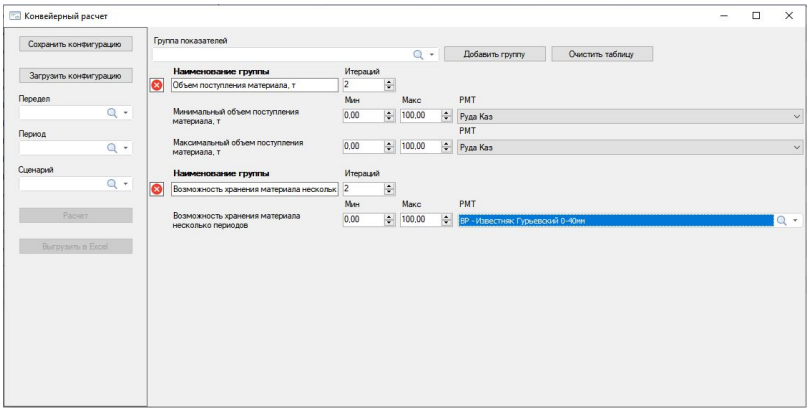


Рис. 4. Рабочее окно инструмента

Инструмент «Расчет коэффициентов модели». Данный инструмент служит для пересчета коэффициентов моделей, значения которых получены на основе статистик на исторических данных. Рассмотрим алгоритм расчета коэффициентов модели на примере аглофабрики.

Известно, что на агломерационных фабриках в процессе эксплуатации изменяется не только компонентный состав концентратов, но и состав топлива, флюсов, основность шихты и химический состав получаемого агломерата.

Из этого следует, что для расчета производительности агломашин применение только удельной производительности концентратов недостаточно и простой переоценкой коэффициентов не достичь необходимой точности модели. В связи с этим провести оценку влияния всех факторов на производительность агломашин и качество агломерата возможно только с помощью машинного обучения на исторических данных.

Анализ литературных данных показал, что машинное обучение широко используется как для оценки качества агломерата, так и для прогнозирования производства [4–9].

Регрессионная математическая модель расчета производительности аглофабрики имеет вид:

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + \ldots + b_n \cdot x_n,$$

где y – прогнозируемый объем бункерного агломерата, т; b_0 – свободный член; $b_1, b_2, ..., b_n$ – коэффициенты регрессии при факторах; $x_1, x_2, ..., x_n$ – факторы, оказывающие влияние на объем бункерного агломерата.

Для расчета качества агломерата был применен метод Random Forests из-за более высокой точности предсказания, чем регрессия. Random Forests (с англ. – «случайный лес») – алгоритм машинного обучения, предложенный Лео Брейманом и Адель Катлер, заключающийся в использовании комитета (ансамбля) решающих деревьев. Алгоритм сочетает в себе две основные идеи: метод бэггинга Бреймана и метод случайных подпространств, предложенный Тин Кам Хо. Алгоритм применяется для задач классификации, регрессии и кластеризации. Основная идея заключается в использовании большого ансамбля решающих деревьев, каждое из которых само по себе даёт очень невысокое качество классификации, но за счёт их большого количества результат получается хорошим [10].

В текущих условиях современный и удобный интерфейс выходит на первое место по важности. Как показывает практика, инструмент может быть очень точным и гибким, но из-за запутанного интерфейса он не приживется. Системный анализ и применение методов оценки приживаемости программного продукта позволили сделать выводы и устранить узкие места.

Список источников

1. Лисиенко В. Г., Соловьева Н. В., Трофимова О. Г. Альтернативная металлургия: проблема легирования, модельные оценки эффективности / под ред. А. М. Прохорова, В. Г. Лисиенко. М. : Теплотехник, 2007. 437 с.
2. Протопопов Е. В., Калиногорский А. Н., Ганзер А. А. Сталеплавильное производство: современное состояние и направления развития // Металлургия: технологии, инновации, качество : труды XXI междунар. науч.-практ. конф. / под ред. Е. В. Протопопова. Новокузнецк, 2019. Ч. 1. С. 9–14.
3. Опыт разработки и применения системы математического моделирования на «ЕВРАЗ ЗСМК» / А. С. Леонтьев, И. А. Рыбенко, А. С. Борисов, И. В. Волкова // Моделирование и наукоемкие информационные технологии в технических и социально-экономических системах : труды V междунар. науч.-практ. конф. / под общ. ред. И. А. Рыбенко, Т. В. Киселевой. Новокузнецк, 2021. С. 250–255.

4. Prediction of sinter plant productivity by neural network / T. P. Silva, A. M. da Silva, B. A. Resende, B. V. da Silva // 6th International Congress on the Science and Technology of Ironmaking. Rio de Jabeiro, 2012. Vol. 6, № 6. P. 764–776.
5. Prediction and Optimization of Internal Return Fines Generation in Iron Ore Sintering Using Machine Learning / S. Mohanan, P. Mohapatra, A. C. Kumar [et al.] // Advances in Materials. 2021. Vol. 10, № 3. P. 42–47.
6. Iron ore sintering. Part 2. Quality indices and productivity / J. Mochón, A. Cores, I. Ruiz-Bustinza [et al.] // Dyna. 2014. Vol. 81, № 183. P. 168–177.
7. Application of artificial neural networks for prediction of sinter quality based on process parameters control / H. Shao, Z. Yi , Z. Chen [et al.] // Transactions of the Institute of Measurement and Control. 2020. Vol. 42, № 3. P. 422–429.
8. Mallick A., Dhara S., Rath S. Application of machine learning algorithms for prediction of sinter machine productivity // 8th International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom). New Delhi, 2021. P. 137–143.
9. Synthetically predicting the quality index of sinter using machine learning model / L. Song, L. Qing, L. Xiaojie, Sun Yanqin // Ironmaking & Steelmaking : Processes, Products and Applications. 2020. Vol. 47, № 7. P. 828–836.
10. Random forest : статья // Википедия : Свободная энциклопедия : сайт. URL: ru.wikipedia.org/wiki/Random_forest (дата обращения: 06.04.2022).

УДК 004.5:004.416

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛОГИКИ ДИАЛОГА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА

А.С. Логвин, О.В. Конюхова
Научный руководитель О.В. Конюхова
Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева,
г. Орёл, Российская Федерация

В современном мире, мире информационных технологий, все разработчики, архитекторы и дизайнеры стремятся к тому, чтобы их разработки были не только полезными и эффективными, но и чтобы их использование было предельно удобным, понятным и комфортным.

Содержание

Секция 1. Теоретические основы информационных технологий

А.В. Бердюгин. Методика формирования тернарных связей для инфологической модели 4

О.В. Иванов. Реализация 3D-анимации в рабочем процессе производства современных фильмов, компьютерных игр и телевизионных проектов 10

Е.С. Иевлева. Максимизация параллелизма при построении BVH, октодеревьев и *k*-*d*-деревьев 15

Д.А. Матросов. Анализ эффективности решений для автоматизации процесса предоставления услуг Tier-3-телеком-операторов 21

В.Д. Парамонова, А.А. Валинурова. Критерии информационной безопасности интернет-магазинов 24

Л.А. Перешивайлов. Использование систем архивации данных в целях защиты информации 29

М.И. Разгуляева, Г.Л. Виноградова. О защите конфиденциальной информации производственного предприятия в режиме удаленной работы 32

А.М. Рузинский. Применение модульного программирования при разработке медицинской информационной системы учета и анализа рабочего времени медицинского персонала ...36

С.И. Смирнов. Простые числа: тесты 39

М.А. Юлдашева. Решение нелинейной задачи наименьших квадратов с помощью графического процессора 44

М.А. Юлдашева. Применение технологии CUDA для массивно-параллельных вычислений 49

В.А. Ячевский. Построение модели отказов для применения мутационного анализа к политикам контроля доступа 55

Секция 2. Математическое моделирование в научных, технических и социально-экономических исследованиях

А.В. Алексеева. Оптимизация параметров алгоритма обобщенной дисперсии при многомерном статистическом контроле 59

А.В. Алыпов. Сложные состояния равновесия в одной системе дифференциальных уравнений квадратичной нелинейности в критическом случае 62

А.Ю. Балаганский, А.А. Гребеньков. Применение методов машинного обучения для управления децентрализованной системой отопления дома 68

А.Ю. Балаганский, А.А. Гребеньков. Способ управления децентрализованной системой отопления дома с применением методов машинного обучения 73

Н.А. Евстифеев, С.Ш. Палфёрова. Математическое моделирование в химических процессах 78

В.Л. Жбанова. Математическое моделирование цветовых систем для цифровых устройств 83

А.Ж. Зарнаева, Н.Н. Нурбекова. Аналитическое решение задачи протаивания грунта под основанием водоема 87

Д.К. Зацепин. Прогнозирование распространения вируса Covid-19 с помощью SEIRD-модели на языке Python 92

А.О. Игноватова. Моделирование траектории движения пули при прохождении через пластину 97

Я.А. Карпова, А.С. Меркутов. Моделирование кварцевых автогенераторов методом гармонического баланса 101

К.В. Качалина, Е.Е. Фомина. Исследование взаимосвязи между чертами характера и профессионально важными качествами врача в представлении студентов-медиков 106

И.С. Кучерявый. О разрешимости системы линейных запретов над конечным полем 111

Н.А. Ломовцева, В.Н. Клячкин. Диагностика состояния технического объекта с применением метода «случайный лес» 116

В.А. Лукинский. Анализ эффективности контроля стабильности процесса очистки питьевой воды 120

С.А. Попель. Исследование устойчивости продуктивных состояний равновесия динамической модели типа Солоу с производственной функцией Аллена и конкуренцией за ресурс рабочих мест 123

С.В. Ровкина, А.С. Меркутов. Моделирование устройств с распределенными параметрами в САПР 128

Р.С. Румянцев. Исследование региональных эффектов производственного потенциала субъектов Центрального федерального округа с помощью стандартной модели панельных данных 132

А.А. Сазонова. Вычисление решения неантагонистической игры с двумя квадратичными функциями выигрыша 136

А.С. Севальников. Прогнозирование по трехпараметрической трендовой модели 141

О.Ю. Сергеева. Уточнение положения контрольных границ на карте Хотеллинга 146

Д.К. Симонов. Двухиндексная модель оптимальной работы склада 150

Секция 3. Обработка и анализ данных

Я.А. Боровская, А.Ю. Гребешков. Семантическая модель обеспечения совместимости платформ IIOT и сенсорных систем 156

А.Ю. Варнухов. Разведочный анализ данных в задаче классификации бюджетных статей предприятия 160

П.Е. Жгутов. Комбинирование нескольких алгоритмов для улучшения точности локализации пешеходов на видеопоследовательности 164

А.И. Захаров. Сравнение исходного, идеального и умеренного АНР 169

А.В. Караваев, В.Г. Мосин. Оценка важности категориальных признаков с использованием one-hot-кодирования для модели линейной и гребневой регрессии 174

А.В. Карелов. Применение искусственного интеллекта в B2B-маркетинге 179

Е.С. Кожина. Алгоритмы автоматического выделения объектов в видеоинформационной системе в условиях преобразований смещения, масштаба и поворота 184

С.Н. Косолапов. Обработка и интеллектуальный анализ данных ...190

Я.Е. Кузнецова, А.С. Лыско, А.С. Новичкова. Контент-анализ и работа с большими данными в сфере образования: опыт исследования 195

К.Л. Лыонг, Ю.Е. Кувайскова. Прогнозирование состояния центрального процессора компьютера на основе цилиндрических моделей изображений 200

А.А. Мачнов, В.А. Алексеева. Применение методов машинного обучения для обнаружения вредоносных сайтов 205

Р.А. Морозова. Подходы для классификации методов кластерного анализа 210

Ю.Е. Пенькова. Цифровая трансформация и особенности совместной работы с данными партнеров – участников консорциумов вузов 215

А.В. Рыжков. Об оценке эффективности онлайн-курсов 220

М.С. Смирнов, Т.Е. Родионова. Нахождение статистических зависимостей между социальными и медицинскими показателями больных кардиологического отделения 225

Д.Е. Соколовский. Извлечение и структурирование частных именованных сущностей из медицинских наборов данных 230

А.В. Фурсова, А.А. Тихомирова, А.В. Яковлев. Комплексирование факторов аутентификации в системах контроля и управления доступом 235

И.А. Юдин, И.Е. Жигалов. Использование решения SAS Marketing Automation при анализе данных в СППР 240

Секция 4. Применение программного обеспечения в прикладных задачах

П.И. Баринов. Мониторинг виртуального класса: методы визуализации для наблюдения за деятельностью учащихся в системе электронного обучения 246

П.Г. Беликов, О.В. Конюхова. Программное обеспечение для получения сведений об автомобилях на основе их графических изображений 251

А.Ю. Варнухов. Применение алгоритмов машинного обучения для задачи классификации в управленческом учете 256

А.И. Золотов, Д.Г. Токарев, Н.С. Черняков. Управление роботизированным комплексом на базе программируемого контроллера 261

А.И. Казурова. Постановка задачи моделирования информационной системы «Общежития вуза» 265

Р.С. Калистратов, О.И. Бедердинова. Модель процесса управления доступом к информационным ресурсам судостроительного предприятия 270

Е.С. Конюхова. Применение социальных сетей как инструмента коммуникации в рамках работы с обращениями граждан на прямую линию с президентом Владимиром Путиным 276

А.С. Леонтьев, И.А. Рыбенко. Опыт использования и повышения юзабилити системы математического моделирования металлургического комбината ЕВРАЗ ЗСМК 281

А.С. Логвин, О.В. Конюхова. Программное обеспечение для моделирования логики диалога пользовательского интерфейса 288

С.Н. Ляшенко. Применение байесовского подхода для дифференциальной диагностики пациентов 294

А.М. Мамбеталиев. Разработка мобильного приложения с дополненной реальностью 299

Д.Г. Николаев. Вопросы проектирования веб-представительства регионального оператора по утилизации отходов 302

В.Д. Пантилеев. Анализ облачных методов интеграции мобильных ERP-систем 308

С.О. Рябцев, П.Д. Чехлатова, О.И. Бедердинова. Оценка уровня цифровой зрелости электромонтажного предприятия 312

О.В. Рязанцева. Практическое применение методологии ITIL для управления изменениями 318

В.С. Севастьянов. Реактивно-делиберативная архитектура одноагентных систем 322

П.А. Сеченов. Инструментальная система расчета термодинамических функций индивидуальных веществ и химических реакций 328

В.И. Смирнов. Модуль интеграции диаграмм концептуальных структур 334

П.В. Чубенко. Исследование факторов риска внедрения ERP-систем 339

П.П. Чурсин. Разработка программного обеспечения для автоматизации работы скорой помощи 344

Е.А. Шаблинская, Д.В. Деменковец. Программно-аппаратное средство «Школьный журнал» на базе микрокомпьютера ORANGE PI ONE с использованием бесконтактных RFID-карт 349

А.А. Шахов. Разработка iOS-приложения «Документы» 355