

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

*Посвящается памяти
В. П. Цымбала*

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И НАУКОЕМКИЕ
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ТЕХНИЧЕСКИХ И СОЦИАЛЬНО-
ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Труды V Международной научно-практической конференции

14 апреля 2021 г.

**Новокузнецк
2021**

УДК 004.942
М 744

Редакционная коллегия:
А. Б. Юрьев, Н. А. Козырев, И. А. Рыбенко,
Т. В. Киселева, В. И. Кожемяченко

Рецензенты:
д.т.н., доцент, профессор кафедры алгебры и математической логики
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»
А. В. Чехонадских;

д.т.н., профессор, профессор кафедры исследования операций
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
Томский государственный университет»
В. И. Смагин

М 744 Моделирование и наукоемкие информационные технологии в технических и социально-экономических системах : труды V Международной научно-практической конференции, 14 апреля 2021 г. / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет ; под общ. ред. И. А. Рыбенко, Т. В. Киселевой. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2021. – 457 с.

Представлены результаты научных исследований и практических работ по созданию математических моделей, теоретических основ наукоемких и ресурсосберегающих технологий, разработке прикладного программного обеспечения, инструментальных программных средств и комплексов, внедрению автоматизированных информационных и управляющих систем.

Ориентирован на инженерно-технических работников предприятий, научных работников, преподавателей вузов, аспирантов, магистрантов и обучающихся по направлениям подготовки бакалавриата.

УДК 004.942

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2021

Промышленные предприятия рассматривают компьютерное зрение на основе искусственных нейронных сетей и машинного обучения как одно из самых перспективных и востребованных направлений автоматизации в металлургии.

Библиографический список

1. Spirin N.A. Scientific Problems in Creating Intelligent Control Systems for Technological Processes in Pyrometallurgy Based on Industry 4.0 Concept / N.A. Spirin, V.Y. Rybolovlev, V.V. Lavrov, I.A. Gurin, D.A. Schnayder, A.V. Krasnobaev // *Metallurgist*. – 2020. – № 64. – P. 574–580.
2. Соколов С.М. Компьютерное видение в составе систем интеллектуального управления / С.М. Соколов, А.А. Богуславский, О.В. Трифонов // *Железнодорожный транспорт*. – 2013. – № 10. – С. 66–69.
3. Computer Vision in Advanced Control Systems-5: Advanced Decisions in Technical and Medical Applications / M.N. Favorskaya, L.C. Jain (Eds.). – Springer, 2020. – 329 p.
4. Лисиенко В.Г. Совершенствование и повышение эффективности энерготехнологий и производств. Т. 3. Кн. 1: Автоматизированное управление, информатика и диагностика. Технологические процессы и энергетика: Монография / В.Г. Лисиенко, Ю.В. Крюченков. – Екатеринбург: ООО «Издательство УМЦ УПИ», 2017. – 855 с.
5. Trofimov V.B. Multi-Structural Instrument for Identifying Surface Defects on Rails / V.B. Trofimov // *Metallurgist*. – 2016. – Vol. 60, № 3-4. – P. 351–357.
6. Trofimov V.B. Generalized Structure of an Intelligent Control System for Technological Objects and Experience of Its Use / V.B. Trofimov, S.M. Kulakov // *Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing*. – 2011. – Vol. 47, No. 3. – P. 313 – 320.
7. Лукьянов С.И. Система диагностирования шлака при выпуске металла из кислородного конвертера по интенсивности инфракрасного излучения расплава / С.И. Лукьянов, С.С. Красильников, Д.В. Швидченко, Н.В. Швидченко, Р.С. Пишнограев // *Электротехнические системы и комплексы*. – 2020. – № 1 (46). – С. 46–53.
8. Eremenko Y.I. Development and Industrial Testing of a Slag-Segregation System For Steel Casting / Y.I. Eremenko, D.A. Poleshchenko // *Steel in Translation*. – 2019. – № 5 (49). – P. 291–295.
9. Авдеев В.П. Многовариантные активные системы / В.П. Авдеев, В.Н. Бурков, Т.В. Киселева // *Автоматика и телемеханика*. – 2001. – № 10. – P. 118–124.
10. Методы компьютерной обработки изображений / Под ред. В.А. Сойфера – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 784 с.

УДК 004.42:622.834

РАЗРАБОТКА КОНВЕЙЕРА ИССЛЕДОВАНИЯ ДАННЫХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ И СЕЙСМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ

Дворянчиков М.В., Павлова Л.Д.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»
г. Новокузнецк, Россия, kicksaflips@gmail.com

Аннотация. Описаны методы построения конвейера исследования данных на основе языка Python, обработки набора данных, полученных из системы мониторинга сейсмических событий. Приведён пример визуализации данных в виде тепловой карты корреляции параметров сейсмоактивности. Выполнен анализ пространственно-временного распределения сейсмических событий. Построены интерактивная 3d карта сейсмической активности и графики динамики сейсмических событий.

Ключевые слова: конвейер, набор данных, сейсмические события, карта, динамика, признак, метод.

Abstract. Methods for constructing a data mining pipeline based on the Python language, processing a set of data obtained from a seismic event monitoring system are described. An example of data visualization in the form of a heat map of the correlation of seismic activity parameters is given. The analysis of the space-time distribution of seismic events is carried out. An interactive 3d map of seismic activity and graphs of the dynamics of seismic events have been built.

Keywords: pipeline, dataset, seismic events, map, dynamics, feature, method.

В процессе работы горнодобывающих предприятий на массив горных пород оказывают влияния факторы, связанные со сложными условиями природной среды (концентрация напряжений, сложная геометрия угольных пластов, геологические нарушения, высокая газоносность пластов и др.) и технологиями угледобычи, которые приводят к опасным газодинамическим явлениям (выбросы газа, горные удары, внезапные затопления и т.п.) [1].

Одним из факторов, приводящим к негативным последствиям при проведении подземных горных работ, являются сейсмические события. Кузбасс является сейсмически активным районом добычи твёрдых полезных ископаемых, который не раз проявлял себя в сейсмичности ещё до начала промышленной добычи угля. Природная сейсмичность приурочена преимущественно к горному обрамлению Кузнецкой котловины. В тоже время присутствует, так называемая наведённая (техногенная) сейсмичность, которая по большей части в Кузбассе проявляется в районах угледобычи [2].

В результате оперативного мониторинга деятельности шахт собираются большие наборы данных по различным параметрам, которые необходимо структурировать, обрабатывать, анализировать и агрегировать. Использование искусственной нейронной сети позволяет эффективно решать задачи анализа и обработки больших данных [3].

Для исследования набора данных разработан конвейер исследования данных (pipeline) на основе языка Python с использованием открытых библиотек научных исследований, который включает в себя загрузку данных, предобработку для дальнейшего исследования, уточнение значимых признаков, выявление зависимостей, применение моделей машинного обучения (рисунок 1).

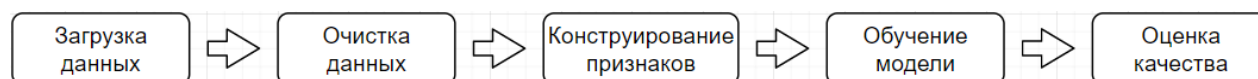


Рисунок 1 – Pipeline архитектура

Для создания конвейера исследования данных использован инструмент (блокнот) Jupiter Python объединяющий в себе текст, запрограммированные математические вычисления и визуализации. Программный код в блокноте хранится в изолированных контейнерах (ячейках), что позволяет проводить в них какие-либо вычисления и сразу получать результат, сохраняющийся в оперативной памяти. При необходимости в последующих контейнерах можно обращаться к нему [4].

В качестве исходного набора данных использовались экспериментальные показатели, полученные с системы мониторинга сейсмических событий GITS, которая в непрерывном режиме передает на шахту сведения о произошедших сейсмических событиях. Существенным недостатком этой системы является ее низкая оперативность, так как сообщается ретроспективная информация. Актуальным является прогноз сейсмических событий в будущие периоды для оперативной разработки и реализации мероприятий, обеспечивающих предотвращение опасных производственных ситуаций.

Исходный набор представлен в виде Excel файла с зафиксированными системой GITS сейсмическими событиями в течение года по координатам события (X, Y, Z), дате и времени (datetime), энергии (E), длительности (t), соответствующему объёму добычи (V), показаниям по 12 датчикам.

С использованием стандартных возможностей библиотеки для визуализации статистических данных Seaborn для установления взаимосвязанности между парами параметров построена тепловая карта (heatmap) для коэффициента корреляции (рисунок 2).

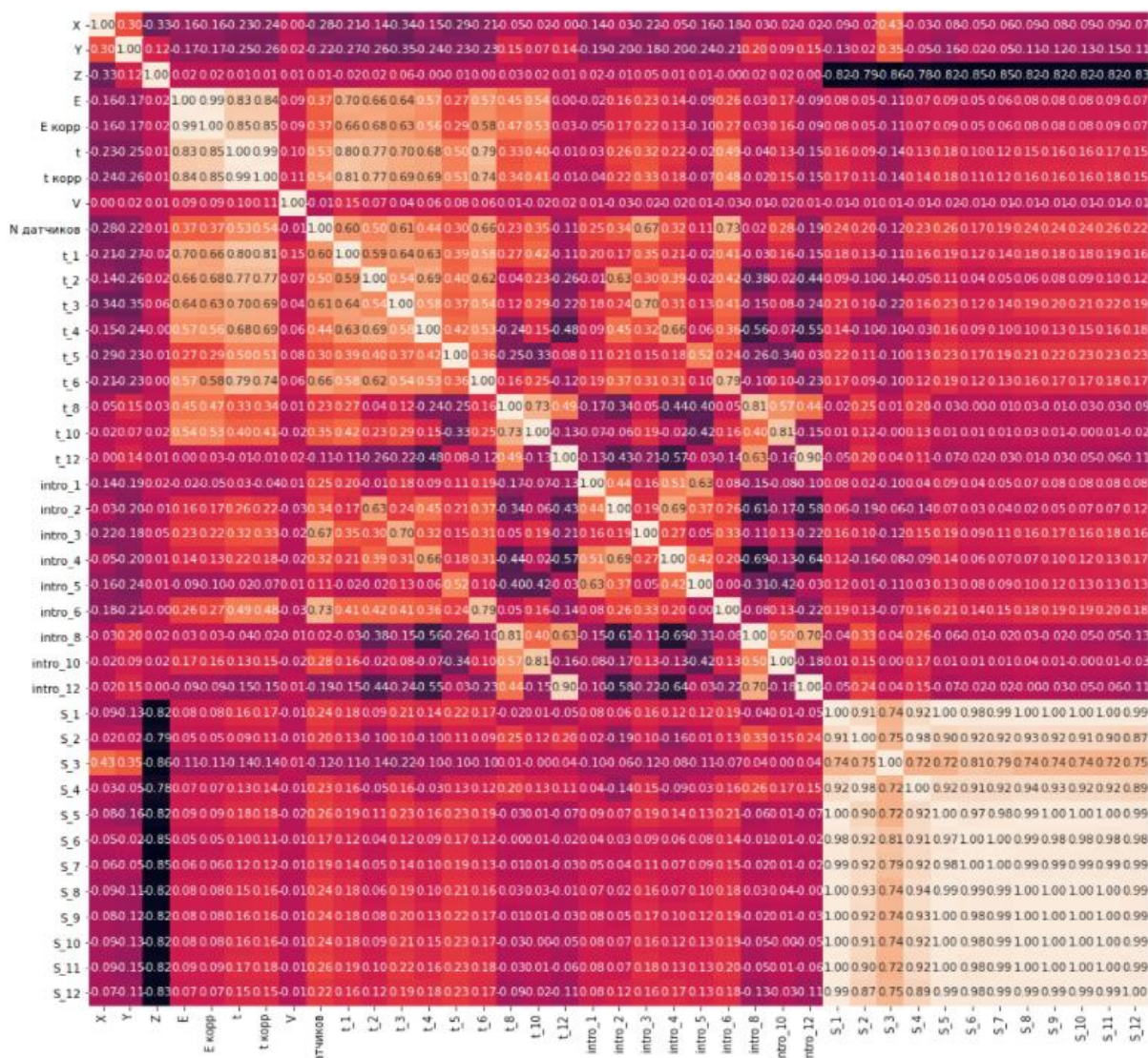


Рисунок 2 – Тепловая карта корреляции параметров сейсмоактивности

По представленной тепловой матрице можно сделать выводы о значимости влияния признаков друг на друга. Параметры s обратно коррелируют с высотой Z (при увеличении одного как правило уменьшается другой). Параметры $E, E_{\text{кorr}}$ и $t, t_{\text{кorr}}$ практически полностью описывают друг друга. Также сильно влияют друг на друга параметры t и E .

С использованием библиотеки Plotly можно построена интерактивная 3d карту сейсмической активности (рисунок 3).

На левом графике цветом выделена энергия события, на правом – время возникновения события. Также на карте выделено событие, произошедшее 15 августа 2020 года в 15 часов 27 минут, обладающее наибольшей энергией. В это время по обрабатываемой лаве пошла пыль и нарушилось проветривание. В результате сейсмического удара произошло нарушение устойчивости выработок, изменилось их поперечное сечение, произошло обрушение породы. Горные работы были остановлены.

На рисунке 4 по зарегистрированным сейсмособытиям при вращении карты чётко прослеживается зона ведения горных работ.

Карта сейсмической активности

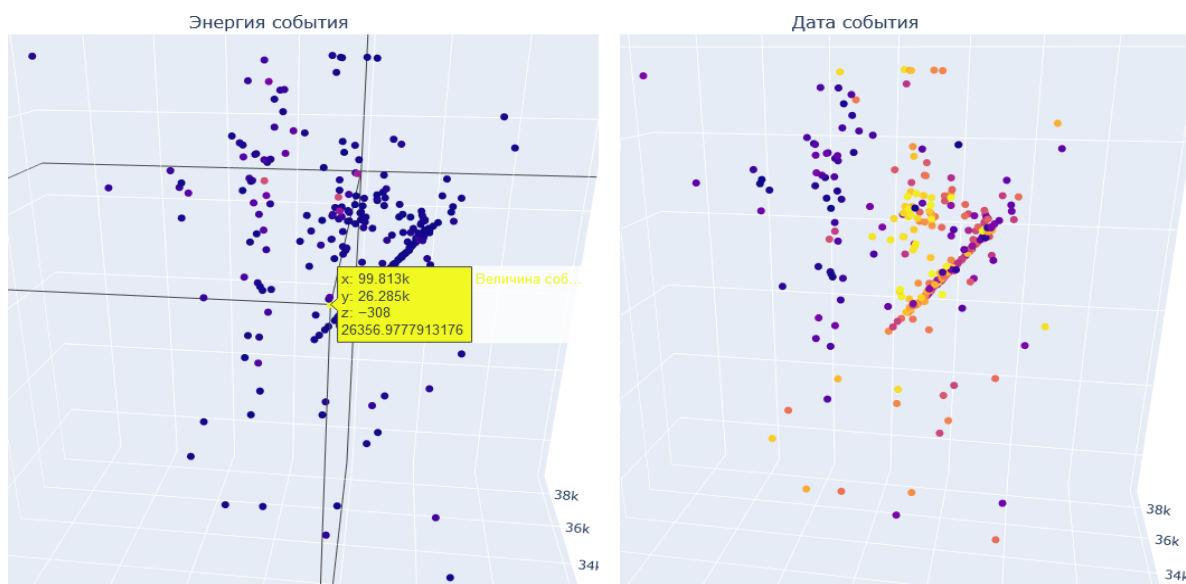


Рисунок 3 – Карта сейсмической активности с 3 сентября 2019г. по 28 августа 2020г.

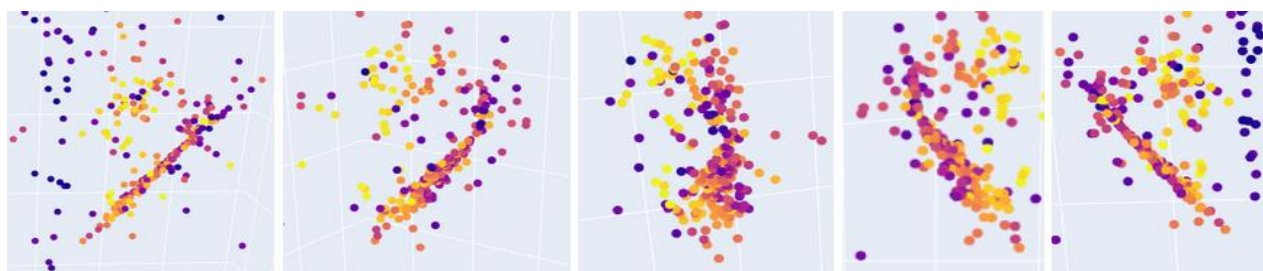


Рисунок 4 – Расположение сейсмособытий при вращении карты

Анализ пространственно-временного распределения сейсмических событий показывает, что в основном эпицентры зарегистрированных сейсмических толчков, позиционируются в зоне ведения очистных работ.

Для более детального рассмотрения событий построены графики динамики сейсмических событий по величине вырабатываемой энергии и длительности самого события (рисунки 5-6). Помимо 15 августа, также большое количество энергии в результате сейсмических толчков выделялось: 1 октября 2019 г. - 13950 Дж., 14 апреля 2020 г. - 9213 Дж., 3 августа 2020 г. - 13660 Дж., 6 августа 2020 г. - 8650 Дж. Длительность этих событий составила более 4 секунд.

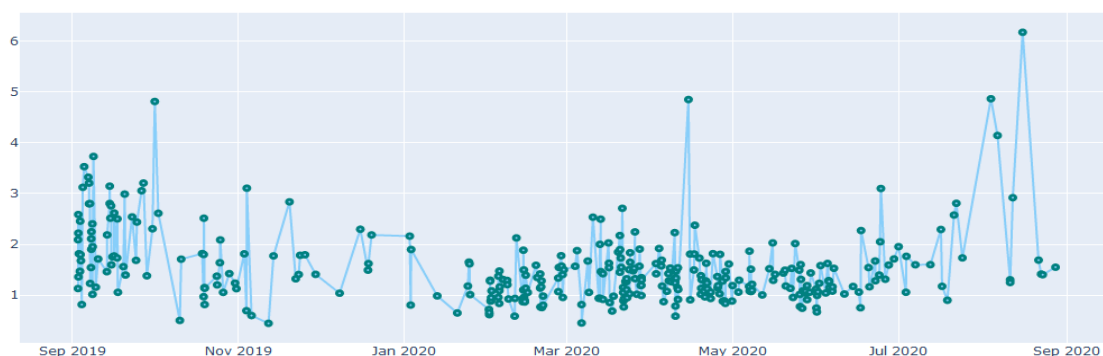


Рисунок 5 – Динамика сейсмособытий по длительности

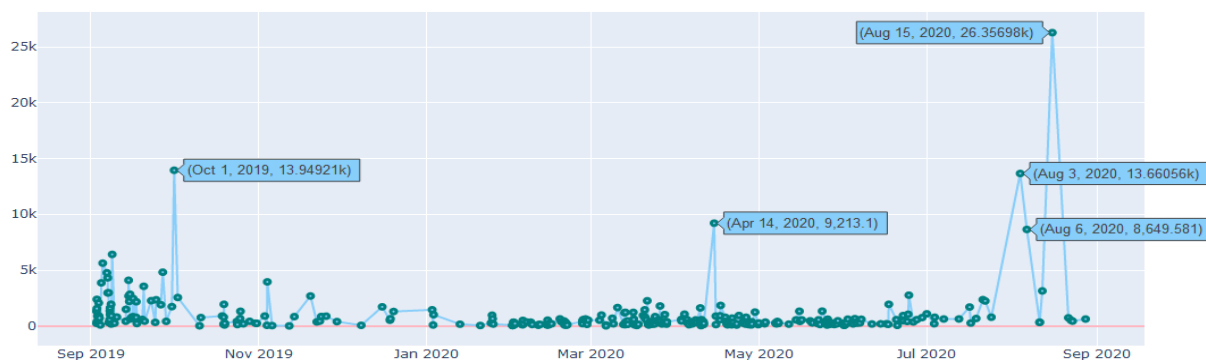


Рисунок 6 – Динамика сейсмособытий по энергии

Всё многомерное пространство признаков можно представить в двух- или трехмерного пространства. Для этого подойдут методы понижения размерности, например, метод главных компонент (PCA) или tSNE. tSNE – алгоритм машинного обучения для визуализации, разработанный Лоренсом ван дер Маатеном и Джеффом Хинтоном. Он является техникой нелинейного снижения размерности, хорошо подходящей для вложения данных высокой размерности для визуализации в пространство низкой размерности (двух- или трехмерное). В частности, метод моделирует каждый объект высокой размерности двух- или трёхмерной точкой таким образом, что похожие объекты моделируются близко расположенными точками, а непохожие точки моделируются с большой вероятностью точками, далеко друг от друга отстоящими [5].

Метод t-SNE – вычисляет вероятность подобия точек в пространстве большой размерности, а также в пространстве низкой размерности. Многомерные евклидовы расстояния между точками данных преобразуются в условные вероятности, которые представляют собой сходства:

$$p_{j|i} = \frac{\exp(-\|x_i - x_j\|^2 / 2\sigma_i^2)}{\sum_{k \neq i} \exp(-\|x_i - x_k\|^2 / 2\sigma_i^2)} \quad (1)$$

где x_i и x_j – точки данных;

$\|x_i - x_j\|$ – представляет евклидово расстояние между этими точками данных;

σ_i – дисперсия точек данных в многомерном пространстве.

Результатом оптимизации является отображение, которое отражает похожесть между объектами пространства высокой размерности.

На рисунке 7 представлено применение метода понижения размерности tSNE к исходному многомерному набору данных, после использования различных методов стандартизации.

В результате понижения размерности данные группируются в кластеры и события с большим показателем энергии вытесняются ближе к одному краю, что лучше просматривается в результате вращения графиков. Также близкие по времени сейсмособытия часто оказываются рядом в пространстве пониженной размерности, что может быть полезным свойством при дальнейшем сейсмоанализе. При этом дата и время были исключены при построении пространства признаков.

Вывод. Своевременное обнаружение предпосылок возникновения и развития сейсмической активности в Кузбассе на сегодняшний день является актуальной задачей, решение которой позволит повысить безопасность и минимизировать затраты на проведение и поддержание горных выработок в течение срока их эксплуатации. Разработанный конвейер исследования сейсмических данных может быть в дальнейшем использован для определения взаимного влияния факторов друг на друга.

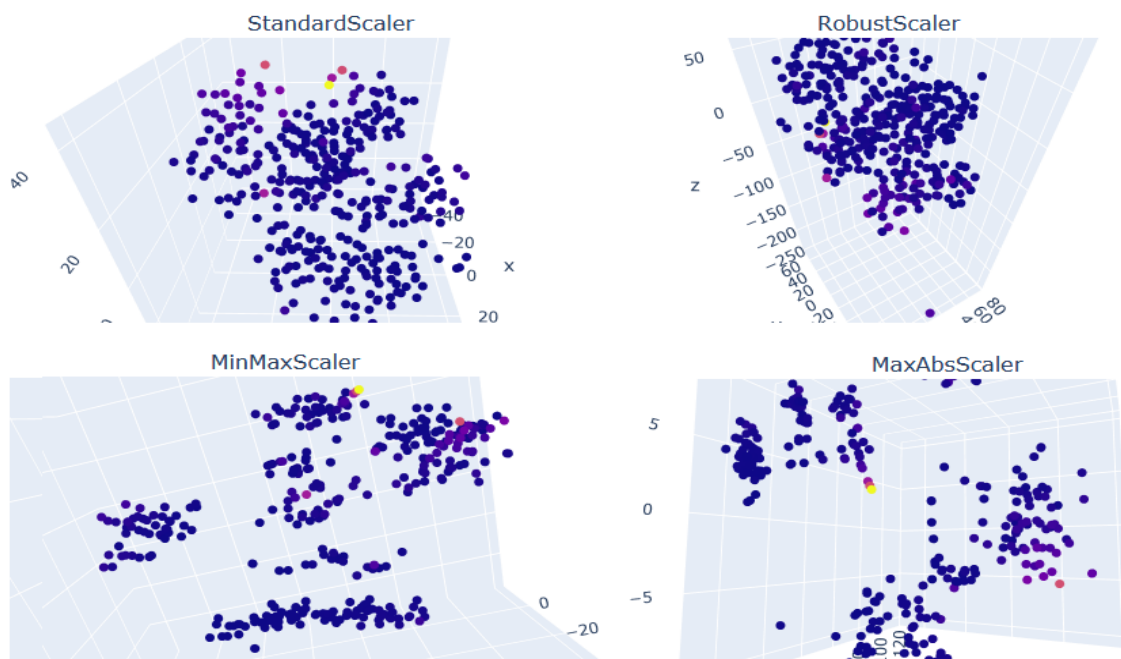


Рисунок 7 – Понижение размерности tSNE с использованием различных способов стандартизации

Библиографический список

1. Zimroz R., Hutter M., Mistry M., Stefaniak P., Walas K., Wodecki J. Why Should Inspection Robots be used in Deep Underground Mines? – Proceedings of the 27th International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection - MPES 2018
2. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Шевкунова Е.В., Подкорытова В.Г., Куприш О.В. Наведённая сейсмичность в угольных и железорудных районах Кузбасса // Российский сейсмологический журнал. – 2020. – Т. 2, № 3. – С. 88–96. DOI: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2020.3.08>
3. Дворянчиков М.В. Обоснование возможности применения нейронной сети для прогнозирования метановыделения при подземной отработке газоносных угольных пластов / М.В. Дворянчиков, Л.Д. Павлова // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов. – 2020. – № 6. - С. 241-244.
4. Дейтел Пол, Дейтел Харви. Python: Искусственный интеллект, большие данные и облачные вычисления. – СПб.: Питер, 2020. – 864 с.: ил. – (Серия «Для профессионалов»).
5. Van der Maaten L.J.P., Hinton G.E. Visualizing Data Using t-SNE // Journal of Machine Learning Research. – 2008. – Ноябрь (т. 9).

СОДЕРЖАНИЕ

Творческое наследие Валентина Павловича Цымбала	3
---	---

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

Цымбал В.П.

Варианты промышленной реализации новых технологических схем струйно-эмульсионного металлургического процесса	8
--	---

Kongoli F.

Flogen new sustainability framework and the primary role of science and technology	13
--	----

Спирин Н.А., Лавров В.В., Рыболовлев В.Ю., Шнайдер Д.А., Краснобаев А.В., Гурин И.А.

Цифровизации производства чугуна: состояние, научные проблемы и перспективы развития	23
--	----

Mukhambetzhanov S.T., Kalashnikov S.N., Janabekova S.K.

Improving the ecological situation in the oil regions of the Republic of Kazakhstan with the issuance of proposals for environmental protection measures	31
--	----

Каледин В.О., Галдин Д.А., Паульзен А.Е., Ульянов А.Д.

Вариант парадигмы программирования и среда реализации вычислительного эксперимента	37
--	----

Бурков В.Н., Киселева Т.В.

Многоканальные активные системы управления сталеплавиельными процессами.....	43
--	----

СЕКЦИЯ 1. Методы и программно-инструментальные системы математического, физического моделирования и идентификации

Рыбенко И.А., Роос Х-Г.

Постановка и решение оптимизационной задачи применительно к металлургическим технологиям	51
--	----

Рыбенко И.А.

Инструментальная система «Инжиниринг-Металлургия» для решения широкого круга задач в металлургии.....	57
---	----

Roos K., Rybenko I.A.

Prototypische umsetzung der methode zur wissensbasierten prozesskonfiguration	63
---	----

Сеченов П.А., Цымбал В.П., Рыбенко И.А.

Быстрый алгоритм изменения количества взаимодействующих частиц в имитационной модели колонного струйно-эмульсионного реактора	68
---	----

Зеркаль С.М., Кондратьев Н.О., Рабинович Е.В., Чащин О.Н.

Разработка вычислительного алгоритма решения задачи фокусирования акустических волн	75
---	----

Зеркаль С.М., Чащин О.Н.

Вычислительная технология гравиметрического моделирования	81
---	----

Базайкина О.Л.

Модели теплового импульса, упрочняющего поверхность металлического изделия	87
--	----

Галдин Д.А.

Метод конечных элементов в задачах моделирования тепловых процессов в здании 94

Калашиников С.Н., Мартусевич Е.А., Мартусевич Е.В., Буинцев В.Н.

Разработка информационно-обучающих систем на основе алгебраического подхода к интеллектуальной обработке данных и знаний 100

Белоусова О.Н., Зеркаль С.М., Шапошникова Е.В.

Инновационная вычислительная томография в конусе лучей 103

Корнеев В.А., Корнеев П.А., Климович К., Добрынин А.С., Кулебакин И.И.

Методика развития у обучающихся навыков построения 3D-моделей горных машин, оборудования и инструмента и их математического моделирования в системе автоматизированного проектирования «T-FLEX CAD» 108

Чистяков А.С.

Гравитационная модель пассажиропотоков направления Красноярск-Ачинск 112

Бабушкина О.С., Калашиников С.Н.

Имитационное моделирование процессов в 2D-линейной динамической системе..... 118

Калашиников С.Н., Бабушкина О.С.

Применение метрик для построения математических моделей 123

Буинцев В.Н., Рыбенко И.А., Мартусевич Е.А., Белавенцева Д.Ю.

Автоматизированная обучающая система для дистанционного и самостоятельного обучения операторов сложных технологических процессов 128

Блюмин С.Л., Галкин А.В., Орешина М.Н.

Кластерная редукция моделей: метод галеркина-петрова, гиперграфы, метаграфы 131

Добронец Б.С., Попова О.А., Мерко А.М.

Численное моделирование для исследования сложных процессов в условиях неопределенности 137

Грачев А.В.

О моделировании узла сети для прогнозирования состояния узла-посредника в системе управления компьютерной сетью 142

Кузьмин С.А., Кузнецов В.А., Кузнецова Е.С., Романюк С.Ю.

Автоматизированная информационно-измерительная система учета электроэнергии с разделением на условно-постоянные и условно-переменные расходы..... 146

Киселева Т.В., Маслова Е.В., Бычков А.Г.

Применение методов машинного обучения для решения задачи распознавания образов..... 151

Ежельский А.Ю.

Применение интеллектуальных методов для оценки риска аварий на опасном производственном объекте..... 156

Губанов Н.В., Рыбенко И.А.

Разработка алгоритма распознавания китайских иероглифов 159

<i>Сидорова Е.А., Баутина Е.В., Перевалова О.С.</i>	
Цифровизация: риски и перспективы развития	162
<i>Седых И.А., Истомин В.А.</i>	
Недетерминированные динамические окрестностные модели с переменными окрестностями в Python	168
<i>Калашиников С.Н., Сеченов П.А., Рыбенко И.А.</i>	
Разработка детерминированной математической модели нестационарного теплового состояния железорудного концентрата в рудоразмораживающей установке.....	173
<i>Бабушкина О.С., Калашиников С.Н., Рыбенко И.А., Гаун М.А., Шабалина Е.В.</i>	
Гармоническая деформация 2D-линейной динамической системы при имитационном моделировании её эволюции.....	178
<i>Гаун М.А., Калашиников С.Н.</i>	
Разработка алгоритмического и программного обеспечения многомерной интерполяции.....	185
СЕКЦИЯ 2. Моделирование и наукоемкие информационные технологии в металлургии, добыче сырья и обогащении	
<i>Рыбенко И.А., Едильбаев Б.А., Нохрина О.И., Рожихина И.Д., Голодова М.А., Ходосов И.Е.</i>	
Термодинамическое моделирование процесса восстановления железа из железорудного концентрата месторождения Бапы углем месторождения Каражыра (Казахстан)	189
<i>Веревкин В.И., Калашиников С.Н., Атавин Т.А.</i>	
Моделирование электромагнитного перемешивания при электрошлаковом литье прокатных валков	194
<i>Веревкин В.И., Игушев В.Ф., Веревкин С.В.</i>	
Причины возникновения и пути сдерживания электрохимической коррозии стальных обшивок судов	201
<i>Школлер М.Б.</i>	
Исследование и разработка перспективных пылеугольных топлив для доменных печей	206
<i>Школлер М.Б.</i>	
Исследование и разработка способа рециклинга высоковлажных и высокзолых угольных шламов	213
<i>Школлер М.Б.</i>	
Исследование и разработка способа рециклинга цинксодержащих отходов черной металлургии	217
<i>Князев С.В.</i>	
Алгоритм диагностики дефектности отливок и структура системы управления их качеством	224
<i>Голодова М.А., Рыбенко И.А., Рожихина И.Д., Нохрина О.И.</i>	
Термодинамическое моделирование процесса восстановления марганца из марокита	228

<i>Островляничик В.Ю., Поползин И.Ю., Кубарев В.А.</i>	
Построение модели асинхронного электропривода шахтной подъемной установки на основе машины двойного питания	234
<i>Сеченов П.А., Рыбенко И.А.</i>	
Расчет содержания веществ по высоте колонного струйно-эмульсионного реактора в агрегате СЭР.....	240
<i>Калашиников С.Н., Мартусевич Е.А., Мартусевич Е.В., Буинцев В.Н.</i>	
Применение кластерного анализа для оценки алюминиевого расплава в литейных ковшах	246
<i>Леонтьев А.С., Рыбенко И.А., Борисов А.С., Волкова И.В.</i>	
Опыт разработки и применения системы математического моделирования на «Евраз ЗСМК»	250
<i>Анакин С.Д., Борщинский М.Ю.</i>	
Цифровая система управления производительностью вентиляторной установки главного проветривания типа ВОД-30М.....	256
<i>Лисиенко В.Г., Чесноков Ю.Н., Лаптева А.В.</i>	
Эмиссия СО₂ при производстве меди.....	262
<i>Дмитриев А.Н., Золотых М.О., Витькина Г.Ю., Алекторов Р.В.</i>	
Использование цифровых технологий в аглококсоменном производстве металлургических предприятий	268
<i>Фрянов В.Н., Павлова Л.Д., Цветков А.Б.</i>	
Моделирование геомеханических процессов в разномодульном геомассиве для обоснования ширины устойчивых угольных целиков при подземной угледобыче.....	273
<i>Трофимов В.Б.</i>	
О разработке интеллектуальной системы диагностики шлака при выпуске металла из кислородного конвертера	280
<i>Дворянчиков М.В., Павлова Л.Д.</i>	
Разработка конвейера исследования данных для определения взаимного влияния подземных горных работ и сейсмических событий.....	285
<i>Кулюшин Г.А., Иванов Д.В., Коровин Д.Е., Грачев В.В., Коришунов С.Ю.</i>	
Создание резервируемой инфокоммуникационной сети АСУ ТП ОФ «Шахта №12»	291
<i>Коровин Д.Е., Макаров Г.В., Горб Д.С., Иванов Д.В., Кулюшин Г.А.</i>	
Разработка и внедрение системы формирования отчетной документации на обогатительной фабрике «Барзасская»	295
<i>Спирин Н.А., Лавров В.В., Щипанов К.А., Истомин А.С.</i>	
Об информативности видеокамер для контроля состояния фурменных очагов доменной печи	299
<i>Спирин Н.А., Щипанов К.А., Истомин А.С., Першин А.А., Блинков А.С.</i>	
О представительности температурного поля на уровне засыпи для контроля неравномерности распределения потоков материалов и газов в доменной печи	304

Болгов А.Е., Спирин Н.А.

Структура и функциональная модель информационно-моделирующей системы движения слоев шихты и накопления расплава в горне доменной печи 309

Кузнецов В.А., Кузнецова Е.С., Зайцев Н.С.

Модернизация системы управления синхронным электроприводом вращения валков прокатного стана. 315

Рыбенко И.А., Буинцев В.Н.

Математическая модель и инструментальная система для исследования процессов горения отходов углеобогащения 321

Сеченов П.А., Рыбенко И.А., Цымбал В.П.

Расчет энтальпии и энтропии химических элементов в колонном струйно-эмульсионном реакторе 326

Грачев В.В., Мышляев Л.П., Иванов Д.В., Коровин Д.Е., Кулюшин Г.А.

Информационное обеспечение автоматизированной системы управления технологическими процессами сушильно-топочного отделения обогатительной фабрики «Шахта №12». 330

Кожухов А.А.

Перспективы использования отходов производства прямого восстановления железа в качестве шихтовых материалов дуговых сталеплавильных печей. 335

СЕКЦИЯ 3. Информационные технологии в социально-экономических системах

Александрова Е.В., Платонов А.В.

Моделирование совместной работы промышленного здания и грунтового основания. 339

Блохина Е.С., Петрова Т.В.

Анализ моделей управления организационной деятельностью благотворительных фондов 345

Трубникова О.А., Тарасова И.В., Белый А.М., Никитенко М.С., Кухарева И.Д., Барбараиш О.Л.

Разработка алгоритма и программы для реализации когнитивного тренинга путем выполнения двойной задачи 350

Кожевников А.А.

Особенности стратегической рефлексии при принятии решений в сфере профессионального медицинского образования. 354

Гусев М.М., Киселева Т.В., Кораблина Т.В., Пермякова Е.П.

Модель взаимодействия агентов в социальной сети с учетом их психофизиологических особенностей. 359

Бондин Ю.А., Спирин Н.А.

Планирование капитального ремонта межкраных участков газопроводов с учетом техногенных рисков, рассчитанных в среде геоинформационной системы ARCGIS DESKTOP. 362

Темербекова А.А., Байкунакова Г.В.

Использование компьютерных программ Paint и CorelDraw в развитии пространственного воображения обучающихся 367

<i>Байкунакова Г.В.</i> Развитие пространственного воображения обучающихся как элемента графической культуры	372
<i>Поповян Н.О., Усов А.Б.</i> Моделирование системы контроля качества речной воды.....	378
<i>Киселева Т.В., Конюхова Е.С.</i> Разработка и внедрение digital-продукта в телекоммуникационном бизнесе	383
<i>Кузнецова Е.С., Костык А.В., Кузнецов В.А.</i> Исследование параметров генератора для разработки модели предиктивной диагностики.....	389
<i>Киселева Т.В., Михайлов В.Г., Михайлова Я.С.</i> Апробация алгоритма оптимизации степени использования производственной мощности предприятия на основе учета эколого-экономических показателей.....	395
<i>Жилина Н.М., Чеченин Г.И., Кан С.Л., Климантова И.П.</i> Анализ кадрового обеспечения здравоохранения врачами различных специальностей на примере Уральского федерального округа и Республики Крым.....	400
<i>Корягин М.Е., Вылегжанин И.А.</i> Математическая модель конкуренции не равноудаленных парковок	406
<i>Пимонов А.Г., Попова К.В., Раевская Е.А.</i> Программное обеспечение для формирования экспертных групп и проведения сложных экспертиз	410
<i>Губина А.А., Кораблина Т.В.</i> Исследование и оптимизация бизнес-процессов подготовки технической документации и выпуска конечной продукции.....	414
<i>Авдеева Е.А., Аверина Т.А., Бутырина Н.А.</i> Информационные технологии – главный фактор ускорения экономического роста и глобального развития	419
<i>Порядина В.Л., Лихачева Т.Г., Лаврова Ю.С.</i> Применение методов оптимизации для выбора приоритетной стратегии в условиях пандемии	423
<i>Киселева Т.В., Михайлов В.Г., Михайлов Г.С.</i> Разработка и апробация алгоритма управления отходами производства и потребления.....	429
<i>Зимин А.В., Койнов Р.С., Зимин В.В.</i> Интеллектуализация механизма планирования образовательной и научной деятельности преподавателя университета	434
<i>Гусев М.М., Киселева Т.В., Кораблина Т.В.</i> Программный модуль для моделирования распространения информации в социальной сети.....	440
<i>Шатов А.А.</i> Использование суперкомпьютеров для визуализации данных	444
СПИСОК АВТОРОВ	448
СОДЕРЖАНИЕ	451

Научное издание

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И НАУКОЕМКИЕ
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ТЕХНИЧЕСКИХ И СОЦИАЛЬНО-
ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Труды V Международной научно-практической конференции

14 апреля 2021 г.

Под общей редакцией

д.т.н., доц. И.А. Рыбенко,
д.т.н., проф. Т.В. Киселевой

Техническое редактирование и компьютерная верстка В.И. Кожемяченко

Напечатано в полном соответствии с авторским оригиналом

Подписано в печать 07.04.2021 г.

Формат бумаги 60×84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 27,15. Уч.-изд. л. 28,84. Тираж 300 экз. Заказ 89.

Сибирский государственный индустриальный
университет 654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, зд. 42.
Издательский центр СибГИУ