

**Information and  
Telecommunication  
Technologies and  
Mathematical Modeling of  
High-Tech Systems 2019  
(ITTMM 2019)**

Monday 15 April 2019 - Friday 19 April 2019

3 Ordzhonikidze st.

\_z3qq.png \_z3qq.bb

**Book of Abstracts**



# Contents

A Chatbot as an environment for carrying out the Group Decision Making process . . .	1
A multiagent approach for cost estimating in big data analytics . . . . .	1
Analysis of asymptotic solutions of the boundary value problem for the Kadyshevsky equation with periodic boundary conditions . . . . .	1
Analysis of diffusion processes using the multidimensional Fokker-Planck equation . . .	2
Application of Neural Networks to the Analysis of the Resistance of the Human Immunodeficiency Virus to HIV Reverse Transcriptase Inhibitors . . . . .	2
Asymptotic solutions of singularly perturbed control problems in infinite dimensions . .	3
Asymptotic solutions of singularly perturbed systems of differential equations and the Hopfield neural network . . . . .	3
Clustering-based Collaborative Filtering Algorithm . . . . .	4
Combinatorial problem solving method by allocating resources . . . . .	4
Computer research of nonlinear stochastic models with migration flows . . . . .	5
Design and implementation of a RESTful API for access control based on the OrBAC model in an organization. Case of the DGTCP. . . . .	6
Designing the metadata repository for multidimensional information systems with data warehouse structure developed according to the "Data vault" methodology . . . . .	6
Digital economy as an object of sociotechnological research . . . . .	7
Financial stability modeling for companies with risks . . . . .	7
Financial stability modeling with project risks . . . . .	8
Generalized 3-dimensional Lotka-Volterra systems having a Darboux invariant plane . .	8
Heavy Load Asymptotics for a Single Server Queue with Two-Way Communication and Markov Modulated Poisson Input . . . . .	9
High performance simulation of the magnetization reversal phenomenon in the $0$ Josephson junction . . . . .	9
IT-environment of the HybriLIT platform . . . . .	9
Implementation of a waveguide analysis program using the Fenics Project package . . .	10

Instrumental implementation of the educational process model to improve the rating of the Universities . . . . .	10
Inverse approach to the center problem . . . . .	11
Large-scale queuing systems analysis for cloud computing . . . . .	11
Macroeconomic modeling of and dynamic panel data analysis . . . . .	12
Merging multidimensional histograms via hypercube algorithm . . . . .	12
Methods for compositional word embeddings learning . . . . .	13
Modeling RED algorithm modifications in the OpenModelica . . . . .	13
Modeling the energy consumption of smart buildings using artificial intelligence . . . .	14
Numerical solution of the problem of homogeneous nucleation in the liquid phase . . . .	14
On Experimental Evaluation of LoRaWAN at Brno University of Technology . . . . .	14
On improving the reliability of recommender systems with users clustering . . . . .	15
On the numerical solution of the Terzaghi problem . . . . .	15
Overview of social networks research software . . . . .	15
Pontryagin maximum principle for optimal control problem with second order differential equation . . . . .	16
Pricing modeling with incomplete information . . . . .	16
Pseudospectral Chebyshev method finds approximate solutions of the Mathieu's equations . . . . .	17
Research of methods of revealing factual proximity of text messages . . . . .	17
Resource management in distance and mobile education systems . . . . .	18
Rule based method and system for measuring user response towards scenes in a video/movie based on facial expressions. . . . .	18
Symbolic-numerical simulation of leaky modes in a regular homogeneous open waveguide . . . . .	18
Telecommunication market modeling and optimal pricing scheme of the implementation of 5G technology . . . . .	19
The application of the algorithm $A^*$ . . . . .	19
The challenge of climate change . . . . .	20
The method of identifying "doubled" cadastral data in the Unified Accounting Database Rosreestr . . . . .	20
The process of automating the rating of Russian universities . . . . .	21
The symbolic problems associated with Runge-Kutta methods and their solving in Sage .	21

The system for lingvo-statistical corpus studies . . . . .	22
Three algorithms for traffic limitation in emergencies . . . . .	22
Using Docker to deploy computing software . . . . .	22
Using Genetic Algorithms for Feature Selection in persian text Classification . . . . .	23
Web based Application for Operational Loss Collection and Value-at-Risk and Expected Shortfall Calculation . . . . .	23
Word embeddings using topical models . . . . .	24
Zhukovsky stability analysis for the generalized Kapitza pendulum under stochastic driving forces . . . . .	24
Алгоритм автоматического сопоставления информации из аптек товарным позициям . . . . .	24
Анализ влияния различных факторов на курс криптовалюты Ethereum . . . . .	25
Анализ досрочных схем погашения в потребительском и ипотечном кредитовании . . . . .	25
Анализ качества работы алгоритмов выделения сообществ в социальных сетях . . . . .	26
Анализ показателей функционирования RED-подобных алгоритмов с помощью систем массового обслуживания . . . . .	26
Анализ показателей эффективности интеллектуальной транспортной системы . . . . .	27
Анализ секретности сетей mmWave с поддержкой UAV и использованием процессов твёрдого ядра . . . . .	28
Анализ систем массового обслуживания с ограниченным ресурсом с повторным поступлением заявок . . . . .	28
Анализ характеристик сетевого трафика VR-устройств . . . . .	28
Анализ эффекта направленности антенн и высоты воздушных точек доступа в сетях связи миллиметрового диапазона . . . . .	29
Аналитическая модель восстанавливаемой системы типа k из n с произвольным распределением времени восстановления . . . . .	29
Вероятностная модель для анализа характеристик обслуживания эластичного трафика в беспроводной сети с сегментацией радиоресурсов . . . . .	29
Вероятность блокировки и вероятность сброса сессии мультимедиа в миллиметровом диапазоне . . . . .	30
Взаимодействие студентов африканского университета . . . . .	30
Выбор оптимального портфеля для модели Блека с двусторонними ограничениями весов и комиссией . . . . .	31

Вычисления добавочной скорости передачи данных в нелицензируемом спектре в системе 5G-U . . . . .	31
Выявление ключевых факторов влияющих на процесс централизованной логистики (в условиях неопределенности) . . . . .	32
Извлечение элементов библиографии на основе автоматически порождаемых регулярных выражений . . . . .	32
Имитационная модель обслуживания на миллиметровых волнах в сети с точкой доступа на дроне . . . . .	33
Имитационная модель расчета стационарных вероятностей системы типа К из N с произвольными распределениями времени безотказной работы и ремонта её элементов . . . . .	33
Инновации в блокчейн технологии . . . . .	34
Использование Docker для развертывания вычислительного программного комплекса . . . . .	34
Использование метода главных компонент при анализе пользовательской активности в социальных сетях . . . . .	34
Использование нейронных сетей в задачи распознавания образов . . . . .	35
Исследование величины массы антинейтрино в процессах $\beta$ -распада путем численного измерения относительных характеристик . . . . .	35
Исследование временных рядов средствами, встроенными в программную среду вычислений R . . . . .	36
Исследование динамики рынка криптовалют . . . . .	36
Исследование скорости работы блокчейна Ethereum . . . . .	37
Исследования производительности мультисервисных сетей связи на базе архитектурных концепций будущих сетей . . . . .	37
К анализу механизма выгрузки задач в системе туманных вычислений на основе двухпараметрического критерия . . . . .	38
К анализу модели совместного обслуживания трафика с малыми задержками URLLC и трафика ресурсоемких приложений eMBB в сети пятого поколения . . . . .	38
К анализу показателей эффективности динамической сегментации радиоресурсов беспроводной сети по активности пользователей . . . . .	39
К анализу скорости передачи данных с учетом процедуры формирования диаграммы направленности для движущихся устройств . . . . .	39
Качества функционирования мультисервисных телекоммуникационных сетей с использованием технологий SDN/NFV . . . . .	40
Классификационные модели в дискурсивном анализе текстов на русском языке . . . . .	40
Классификация эмоций по голосу с помощью BLSTM нейронной сети . . . . .	40

Коллаборативная фильтрация для данных с неявными предпочтениями пользователей . . . . .	41
Комплекс программ для исследования системы длинных джозефсоновских переходов на гибридных вычислительных архитектурах . . . . .	41
Компьютерное исследование нелинейных стохастических моделей, описывающих миграционные потоки . . . . .	42
Конфигурация удаленных рабочих столов для работы с высокопроизводительными графическими приложениями . . . . .	42
Математическое моделирование системы конвейерного типа . . . . .	43
Метод марковского суммирования и метод производящей функции для исследования параметров потока повторных обращений в неоднородных системах массового обслуживания . . . . .	43
Метод подготовки обучающих данных для разработки алгоритмов извлечения информации из медицинских текстов . . . . .	44
Метод решения комбинаторных задач распределением ресурсов . . . . .	44
Методы анализа психологических атрибутов человека при помощи автоматической обработки данных из социальных сетей . . . . .	44
Методы визуализации структурированных данных . . . . .	45
Методы идентификации ложных новостей . . . . .	45
Методы классификации изображений . . . . .	46
Методы прикладной статистики в анализе маркетинговой информации . . . . .	46
Механизмы поддержки целостности при обмене данными . . . . .	47
Модели ценообразования для рынка швейных машинок в зависимости от их параметров . . . . .	47
Моделирование институциональной среды социального предпринимательства . . . . .	48
Моделирование модификаций алгоритма RED в среде OpenModelica . . . . .	48
Моделирование переноса тепла и влаги в пористых материалах в диффузионном приближении . . . . .	49
Моделирование пробивания плоских преград в пакете Ansys . . . . .	49
Моделирование процесса передачи неоднородных данных в виде гетерогенной ресурсной системы массового обслуживания с рекуррентным входящим потоком . . . . .	50
Моделирование энергопотребления умных зданий с использованием методов искусственного интеллекта . . . . .	50
Модель обслуживания гетерогенного трафика для анализа технологии нарезки беспроводной сети LTE . . . . .	51

Модель открытой системы мобильной связи . . . . .	51
Модель предоставления услуги мультивещания точкой доступа mmWave . . . . .	52
Модель системы с ресурсами и управляемым внешним потоком заявок . . . . .	52
Модель формирования рейтинговой оценки вуза . . . . .	52
Модуль информационной системы для управления рейтинговой оценкой университета . . . . .	53
Модуль сохранения данных о состоянии здоровья человека . . . . .	53
Молекулярно-динамическое моделирование структурных изменений в металлах при облучении нанокластерами . . . . .	54
Молекулярно-динамическое моделирование термоупругих процессов в металлах при облучении тяжелыми ионами . . . . .	54
Направления исследований в беспроводных сетях передачи данных по технологии NB-IoT . . . . .	55
Нахождение коэффициентов гармонической линейризации для системы с управлением по алгоритмам Gentle RED и Double Slope RED. . . . .	56
О задаче автоматизации процесса группового принятия решений в социальных сетях . . . . .	56
О практических трудностях внедрения гибких методологий разработки в российских ИТ-компаниях . . . . .	57
О применимости нейросетевого подхода для решения различных классов задач . . . . .	57
О сценариях обработки трафика для мобильных граничных вычислений . . . . .	57
Об одном методе приближенно-аналитического решения квантово-механической задачи трех тел . . . . .	58
Об оценке кредитного риска в сдвинутой логнормальной модели . . . . .	58
Об условиях взаимного обнаружения устройств при передаче в миллиметровом диапазоне длин вол . . . . .	59
Обзор методов анализа стоимости и срока гарантийного обязательств . . . . .	59
Обзор программных средств для исследования социальных сетей . . . . .	60
Обзор стандартов технологий для сетей связи пятого поколения . . . . .	60
Определение инвестиционной стратегии с использованием методов машинного обучения . . . . .	61
Оптимальное распределение заданий произвольной длины в гетерогенных системах с параллельным обслуживанием на однопроцессорных узлах . . . . .	61
Оптимизация расположения узлов интерполирующего сплайна в задачах отработки типовых траекторий движения . . . . .	62



Оценка кредитного риска с помощью дерева решений. . . . .	62
Оценка повторяемости ударов в единоборствах . . . . .	63
Оценка риска дефолта розничного кредитного портфеля на основе вьющихся копул . . . . .	63
Оценка средней интерференции для мультигигабитной технологии беспроводной связи WiGig . . . . .	64
Пакет прикладных программ оценки характеристик систем стохастического поллинга . . . . .	64
Построение и анализ модели для оценки вероятностных характеристик облачной сети радио доступа . . . . .	64
Построение математической модели узла транспортной системы (системы перевозки пассажиров) с помощью методов и моделей теории массового обслуживания .	65
Построение модели виртуализированной функции ядра 5G сети . . . . .	65
Построение модели данных многомерной информационной системы в случае разреженной информации . . . . .	66
Применение методов машинного обучения для решения задачи сентимент-анализа музыкальных композиций . . . . .	66
Применение нейронных сетей для анализа резистентности вируса иммунодефицита человека к ингибиторам обратной транскриптазы ВИЧ . . . . .	67
Принцип морфинга и его приложение к задаче моделирования движения скоплений трансплантированных стволовых клеток . . . . .	67
Программный комплекс для имитационного моделирования и оценки надежности систем типа К из N с произвольными распределениями времени безотказной работы и ремонта её элементов . . . . .	68
Разработка библиотеки для работы с гиперграфами на языке Python . . . . .	68
Разработка в нотации BPMN модели бизнес-процесса обработки обращений в службу поддержки СЭД DIRECTUM . . . . .	69
Разработка в нотации BPMN модели бизнес-процесса оформления на работу на должность научного сотрудника в РУДН . . . . .	69
Разработка в нотации BPMN модели бизнес-процесса сопровождения научно-исследовательских работ в РУДН . . . . .	69
Разработка комплекса для определения качества выполнения спортивных упражнений . . . . .	70
Разработка модели генератора трафика для набора услуг беспроводной сети 5G . .	70
Разработка системы мониторинга для суперкомпьютера ГОВОРУН . . . . .	71
Реакционно-диффузионная модель вирусной инфекции с учетом мутации . . . .	71

Сегментация, анализ и тегирование сцен на видео содержащих действия с применением свёрточных и рекуррентных нейронных сетей . . . . .	72
Сравнение методов кластерного анализа в примере с банковскими клиентами . . .	72
Стохастические модели и методы искусственного интеллекта в финансах . . . . .	73
Структура базы данных операционного риска . . . . .	73
Технология блокчейн – перспективы и возможности . . . . .	74
Управление ресурсами в системах дистанционного и мобильного образования . . .	74
Управление цепочками поставок с онлайн-аналитикой . . . . .	75
Численное исследование тепловых процессов, возникающих в материалах при воздействии импульсных пучков ионов в рамках гиперболического уравнения теплопроводности . . . . .	75

Extended theses / 164

## A Chatbot as an environment for carrying out the Group Decision Making process

**Authors:** Nadezhda Chukhno<sup>None</sup> ; Olga Chukhno<sup>None</sup> ; Konstantin Samouylov<sup>1</sup> ; Sergey Shorgin<sup>None</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

**Corresponding Author:** olgachukhno95@gmail.com

Since the early 1960s, people have been interested in creating a robot that can communicate with humans (for example, ELIZA, ALICE and SmarterChild). Therefore, it's not surprising that chatbots are an incredibly sought-after topic now. This trend is due to the growing popularity of messaging platforms, as well as the development of artificial intelligence and machine learning. Firstly, the way of communicating is radically changed. We moved from phone calls to text messages, and then to messaging applications. Secondly, the current state of the field of artificial intelligence, natural language processing (NLP) and voice recognition allow to robots to understand user's requests better and respond to them accordingly. In fact, chatbots are becoming new interfaces in messaging applications, replacing many other mobile apps. Some experts argue virtual assistant of this type will be able to replace 99% of software in the near future. Thus, instead of developing a new application, it becomes possible to create a service that works in an already installed platform on the user's device. The goal of the work is to present a solution in which users will be able to participate in the GDM process using natural language at any time and any place. Moreover, the chatbot will make easier to provide experts preferences using an apprehensible interface. The paper proposes a virtual interactive system developed for implementing the method of ranking alternatives in the group decision making process. The designed digital assistant works on the base of a cross-platform messenger Telegram.

Poster session. Mathematical modeling and simulation / 97

## A multiagent approach for cost estimating in big data analytics

**Author:** Esteban Azofeifa<sup>None</sup>

**Corresponding Author:** esteban.azofeifa@gmail.com

The growing field of Big Data (BD) poses a number of difficulties in tasks that previously were approached in a simpler way. Processes in artificial intelligence, for instance, nowadays encounter digital environments characterized not only by very large databases, but also by dynamic and unstructured data. This work focuses on the problem of estimating the cost of analysis of such environments, specifically relating to object recognition in BD. Simulations considering a series of BD characteristics showed that multiagent recognition can be performed under a certain budget by combining different rates of agent learning and nonessential information loss.

Poster session. Mathematical modeling and simulation / 134

## Analysis of asymptotic solutions of the boundary value problem for the Kadyshevsky equation with periodic boundary conditions

**Authors:** Irina Kolosova<sup>1</sup> ; Sergey Vasilyev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> RUDN University

**Corresponding Author:** i.se.kolosova@gmail.com

A method for constructing asymptotic solutions of the boundary value problem for the Kadyshevsky equation (a singularly perturbed differential equation of infinite order) is proposed. For this equation boundary value problems with periodic boundary conditions on eigenfunctions and eigenvalues on the segment were formulated. With the help of the proposed method asymptotic solutions in the form of regular and boundary-layer parts were obtained and the problem of asymptotic behavior of solutions when a small parameter tends to zero was investigated. For the Kadyshevsky equation a truncation procedure was carried out. The transition from the equation of infinite order to the equation of finite order  $2m$  was made. For this equation boundary value problems with periodic boundary conditions for finding eigenfunctions and eigenvalues on the segment were also formulated. Asymptotic solutions to these problems were constructed and their behavior was investigated when the  $2m$  strand tends to infinity of the truncated Kadyshevsky equation.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 133**

## **Analysis of diffusion processes using the multidimensional Fokker-Planck equation**

**Authors:** Adel Bouatta<sup>1</sup> ; Sergey Vasilyev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *RUDN University*

**Corresponding Author:** admb34@yandex.ru

This paper presents an application of numerical methods to the solution of diffusion processes using the multidimensional Fokker-Planck equation. The Fokker-Planck equation is a degenerate convective-diffusion equation arising in Markov-Process theory. It governs the evolution of the transition probability density function of the response of a broad class of dynamical systems driven by Gaussian noise, and completely describes the response process. Analytical solutions for the Fokker-Planck equation have been developed for only a limited number of low-dimensional systems, leading to a large body of approximation theory. The mean field approximation is an effective tool for the study of dynamics of systems of different nature under the influence of noise and noise-induced these phenomena. It has been successfully applied to the study of noise-induced phase separation in conservative systems with order parameter, mechanism formation of structures under the influence of noise, internal noise-induced phase transitions, nonequilibrium phase transitions of the first kind induced by additive and multiplicative noise, are noise-induced-reentrant transitions in nonlinear chains, purely induced noise of non-equilibrium reentrant phase transitions of the second order, reentrant phase transitions disorder-order-disorder and order-disorder-order with a phase diagram having a saddle point.

There are many numerical methods that have been introduced over the past two decades to obtain approximate results for the solution of the Fokker-Planck equation. Many of these approximations can be shown to be accurate. One such approach successfully applied to the solution of these problems in the past is the finite element method, though for systems of dimension three or less. In this paper numerical analysis of diffusion processes using the multidimensional Fokker-Planck equation is made. We use adaptive numerical methods for solving the Fokker-Planck equation in an effort to choose a method that can yield higher accuracy on cruder spatial discretizations, thus reducing the computational overhead associated with large scale problems that arise in higher dimensions.

**Extended theses / 168**

## **Application of Neural Networks to the Analysis of the Resistance of the Human Immunodeficiency Virus to HIV Reverse Transcriptase Inhibitors**

**Authors:** Anastasia Demidova<sup>1</sup> ; Olga A. Tarasova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

<sup>2</sup> Institute of Biomedical Chemistry

**Corresponding Author:** ademidova@sci.pfu.edu.ru

AIDS and the opportunistic infections and some other complications, associated with this syndrome lead to more than one million of human deaths per year. Human Immunodeficiency Virus is a cause of AIDS. The drugs, targeted proteins of HIV, can only lead to decrease of HIV copies in the human organism but still do not eliminate HIV from an organism. The main cause of antiretroviral drug therapy failure is HIV resistance to main drug classes: inhibitors of HIV structural proteins, protease and reverse transcriptase. One of the approaches to the classification of HIV variants into the resistant and susceptible ones is the use of machine learning methods. The aim of this work is the classification of the HIV variants into susceptible and resistant based on the nucleotide sequence of the HIV protease using neural networks. In our work, we used two topologies of neural networks: multilayer perceptron and convolutional neural network. Neural Networks were built using Python Tensor Flow and Keras libraries, where optimization of the neural networks can be performed. The training and test sets include experimental data on the nucleotide sequence of HIV protease and their resistance. Sensitivity, specificity, balanced accuracy were used as the main parameters, reflected the quality of classification. Those parameters were calculated for the test set, collected in the later period comparing to the sequences of the data set.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 132**

## Asymptotic solutions of singularly perturbed control problems in infinite dimensions

**Authors:** Sergey Vasilyev<sup>1</sup> ; Shahmurad Kanzitdinov<sup>1</sup> ; Soltan Kanzitdinov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> RUDN University

**Corresponding Author:** shahmurad.kanzitdinov@mail.ru

It is well known that the control optimality conditions for singularly perturbed problems usually give rise to rigid boundary-value problems and in the numerical solution of which serious difficulties arise which are expressed in unacceptably long counting time and the inevitable accumulation of computational errors. The role of asymptotic methods in this class of problems increases now. It is possible to obtain solutions, which can be used in the construction and analysis of numerical algorithms for solving such problems. The proposed approaches are well developed and allow us to effectively build the asymptotics of solutions for problems with an open control area and smooth control actions. It is well known the problems of the classical variational type. For problems with a closed and bounded control domain there is the implementation of these approaches encounters serious difficulties, since the dynamic equations of the boundary value problem of the maximum principle do not have the smoothness necessary for the application of asymptotic methods. In this regard, optimal control problems with fast and slow variables and closed control constraints are not investigated fully. An important role in this regard is played by the construction and justification of a complete asymptotic solution of the optimal control problem at a fixed time interval for a linear system with fast and slow variables with convex terminal quality functional that depending on the slow variables and smooth geometric constraints on the control. Of particular interest is control problems in infinite-dimensional space. In this paper asymptotic solutions of singularly perturbed control problems in infinite dimensions is studied. Asymptotic behavior of the terminal control problem solution for infinite dimension Tikhonov system with fast and slow variables and smooth geometric constraints on control is proposed. The complete asymptotics of the solution is obtained up to any order of smallness in the regular and singular cases. An algorithm for determining all expansion coefficients is proposed.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 135**

## Asymptotic solutions of singularly perturbed systems of differential equations and the Hopfield neural network

**Authors:** Soltan Kanzitdinov<sup>1</sup> ; Oleg Maslov<sup>1</sup> ; Sergey Vasilyev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *RUDN University*

**Corresponding Author:** kanzitdinov\_sk@mail.ru

The recent research of random neural networks with an infinite number of cells deal with the problem of the solutions analysis of certain infinite systems of ordinary differential equations. A model for a large network of “neurons” with a graded response (or sigmoid input-output relation) was studied. The idea was used in biological systems was given added credence by the continued presence of such properties for more nearly biological “neurons”. It was given existence and uniqueness results for the equations describing the dynamics of some neural networks for which there were infinitely many cells. Such system was considered and neural nets which were modeled were described by the singular perturbed infinite system of ordinary differential equations. It was investigated a nonlinear infinite resistive network, an operating point could be determined by approximating the network by finite networks obtained by shorting together various infinite sets of nodes, and then taking a limit of the nodal potential functions of the finite networks. It is provided applications of stochastic neural networks. In this paper we propose method of analysis of asymptotic solutions of singularly perturbed systems of differential equations for the Hopfield neural network. Cauchy problem is studied for singular perturbed infinite order systems of differential equations with random coefficients which describes the stochastic process in Hopfield neural network with infinite number of cells.

**Mathematical modeling and simulation / 2**

## Clustering-based Collaborative Filtering Algorithm

**Author:** Евгений Юрьевич Щетинин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Financial University under the Government of the Russian Federation*

**Corresponding Author:** eugene.shchetinin@gmail.com

The growing popularity of online shopping services is increasingly attracting the attention of their users to the systems of recommendation services. Collaborative cf filtering is one of the well-known recommendation methods that helps customers choose possible products of interest to them. However, recommendation algorithms are open to malicious attacks to artificially promote or discredit certain products. We propose a recommendation algorithm based on K-means clustering as a sustainable method to counter Schilling attacks in social networks. Its resistance to Schilling attacks, the most popular among attackers, is investigated, and the influence of various attack parameters on the results of its work is analyzed. As a result of computer experiments, we found that the algorithm is resistant to Schilling attacks without significant impact of malicious profiles.

**Extended theses / 165**

## Combinatorial problem solving method by allocating resources

**Authors:** Антон Мамонов<sup>None</sup> ; Руслан Варламов<sup>None</sup> ; Солтан Салпагаров<sup>None</sup> ; Михаил Хачумов<sup>None</sup>

**Corresponding Author:** anton.mamonov.golohvastogo@mail.ru

There is a class of combinatorial problems that cannot be solved even on modern personal computers. You can use various means of working with high-performance computing, such as supercomputers

and cloud services for working with them. However, in some situations, this approach is impractical for scientific computing due to its high cost, low scalability, and limited access.

The main goal of this work is the development and study of one of the methods for solving such problems, based on the distribution of available computing resources. For this purpose, a utility that implements this method was developed. It is a client application of a distributed computing network. Network interaction is provided by building an overlay peer-to-peer (P2P) network. P2P architecture is software implemented using UDP.

To test the resulting utility, we chose the task of forming user groups for distributing channel flows when building streaming television of the «VUD model». ViewUpload Decoupling-scheme (VUD), which strictly decouples data to what peer uploads and what it personally views. It's based on the split of downloaded user data streams into two types: the stream of the chosen TV channel, and the stream (one or more) of the other TV channel, exclusively to deliver it to other users.

For the VUD model, there is a probabilistic model of data exchange between users in a homogeneous and heterogeneous in terms of the user distribution speed of a P2P network, which allows the analysis of the basic service quality indicator in streaming networks - the probability of the state of universal transmission. The calculation of this probability involves the multiple use of combinatorial formulas and, by its algorithmic complexity, belongs to the NP class problems.

As a result of the research, information was collected on the efficiency of the resource allocation method for solving combinatorial problems, the possibilities of expanding the subject area were considered, and a trial version of the distributed computing peer-to-peer network was constructed.

The main goal of this work is to develop a method for solving such problems. For this, a resource allocation model was built for two different computation algorithms. During the research the parameters of the model were refined and the current version of the program was developed. According to the results of the program test, data on the effectiveness of each of the algorithms were obtained and their comparative analysis was conducted.

**Extended theses / 166**

## **Computer research of nonlinear stochastic models with migration flows**

**Authors:** Anastasia Demidova<sup>1</sup> ; Olga V. Druzhinina<sup>2</sup> ; Olga N. Masina<sup>3</sup> ; Ekaterina D. Tarova<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

<sup>2</sup> Federal Research Center "Computer Science and Control" of RAS

<sup>3</sup> Bunin Yelets State University

**Corresponding Author:** [ademidova@sci.pfu.edu.ru](mailto:ademidova@sci.pfu.edu.ru)

The problems of the design methods extension and computer research of nondeterministic finite-dimensional population models describing migration flows are studied. The significant difficulties arise

in the construction of high dimension dynamic models in the course of analytical research. Computer research allows not only to obtain the results of numerical experiments to search for trajectories and estimate the parameters of deterministic models, but also to reveal the effects caused by stochasticization. The model parameters are estimated and local phase portraits are constructed for the initial four-dimensional migration-population model. The transition from the vector ordinary differential equation to the corresponding stochastic differential equation is performed. The structure of the stochastic model is described on the basis of applying the method of constructing self-consistent stochastic models. As a tool for the study of population-migration models, a software package is used to solve numerically the differential equations systems using modified Runge–Kutta methods. The software package allows numerical experiments based on the

implementation of algorithms for generating trajectories of multidimensional Wiener processes and multipoint distributions and algorithms for solving stochastic differential equations. The comparative analysis of the computer research results obtained for stochastic models is carried out. The properties of migration-population systems in deterministic and stochastic cases are characterized. The comparison of the results obtained for the three-dimensional and four-dimensional cases is carried out. The effects inherent in models with migration flows are revealed. The obtained results can be applied to the problems of modeling and forecasting the behavior of multidimensional systems describing the migration flows.

**Poster session. Applied information systems / 151**

## **Design and implementation of a RESTful API for access control based on the OrBAC model in an organization. Case of the DGTCP.**

**Author:** Kouwimmitou Caleb Sambienou<sup>1</sup>

**Co-author:** Ndah Bienvenue MOUALE MOUTOUAMA <sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Oryol State University named after I. S. Turgenev (OSU)*

<sup>2</sup> *Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)*

**Corresponding Author:** bmouale@mail.ru

Information systems security is particularly important today as public and private companies are in constant reorganization, expansion or enhancement of their information system in order to be more efficient. For example, the head office of task (DGTCP), a strategic public administration in the Benin government's policy, is engaged in a process of restructuring it to meet functional requirements in order to improve the quality of the offered services. This reorganization has a significant impact on the information system. Indeed, the procedures have become more complex and ensuring IT system security has become a very important issue.

In this dissertation, we proposed implementation of an access control system based on the Organization Based Access Control (OrBAC) model to strengthen the security of this (government) organization. This system will consider the organization's security policy and will be implemented as a RESTFull API, allowing existing or future business applications to access the organization's resources depending on the employees' rights and context. Simulation tests have been performed to ensure that the system is working as intended.

Key-words : Acces control, OrBAC, Web API, security policy, security, DGTCP.

**Applied information systems / 80**

## **Designing the metadata repository for multidimensional information systems with data warehouse structure developed according to the "Data vault" methodology**

**Authors:** Maxim Fomin<sup>1</sup> ; Yevgeni Kuznetcov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *RUDN University*

<sup>2</sup> *KSN Technology*

**Corresponding Author:** evgenii\_al@hotmail.com



The method of metadata repository development for information-analytical systems using the “Data vault” methodology is considered. The metadata repository is presented in the form of a metamodel, which is semantically connected with the subject area of the system, can be easily rebuilt in case of changes in the business model of the subject area and allows you to develop data marts on the principles of OLAP. In the description of the metamodel used the language of predicates, which makes it possible to manage the meta-model using declarative style of programming

**Poster session. Teletraffic theory and its applications / 33**

## Digital economy as an object of sociotechnological research

**Authors:** Evgeny Popov<sup>1</sup> ; Konstantin Semyachkov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institute of Economics, The Ural Branch of Russian Academy of Sciences*

**Corresponding Author:** epopov@mail.ru

It is shown that the essence of the digital economy is the combination of digital technologies and modern socio-economic behavioral models for doing business. The purpose of this study is to systematize the sociotechnological factors in the development of a modern digital economy. It was noted that on the one hand, digitalization processes are widely used in the field of creating modern technological innovations, on the other hand they create conditions for the transformation of socio-economic relations, they are a condition of social innovations. Thus, digitalization processes are a hybrid driver (combining both technologies and socio-economic behaviors formed on their basis) and should be taken into account in social development models. The theoretical significance of the work lies in the systematization of sociotechnological drivers of the development of the digital economy, the practical significance determines the possibility of future research in this direction.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 142**

## Financial stability modeling for companies with risks

**Authors:** Vadim Ivanov<sup>1</sup> ; aleksey cherkasov<sup>2</sup> ; Elie Varesse Wanko Pohdie<sup>1</sup> ; Cassie Warren<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *RUDN University*

<sup>2</sup> *RUDN University.*

**Corresponding Author:** vadimivan0v@yandex.ru

In contrast to the analysis of liquidity in the short term, the purpose of analyzing the financial soundness of the company is to assess its ability to withstand the negative impact of the external environment in the foreseeable future without a significant risk of loss of solvency, as well as the ability to finance its activities both at the expense of its own and at the expense of borrowed capital. Thus, the financial condition of the company in terms of long-term prospects is characterized by the stability of its activities, the degree of dependence on loans and investors, the ability to maintain liquidity and solvency. The most important characteristic of the change in the degree of dependence on borrowed capital is the optimal structure of sources of business financing. The notion financial stability is meaningful enough because it includes an assessment of various aspects of the company's activities and serves as a complex indicator of its successful functioning. Financial stability is the stability of the company's activity, one of the factors of its insuring against possible bankruptcy. Different insurance activities exhibit different levels of persistence of shocks and volatility. For example, life insurance is typically more persistent but less volatile than non-life insurance. We examine how diversification among life, non-life insurance, and active reinsurance business affects an insurer's contribution and exposure to the risk of other companies. Our model shows that a counterparty's credit risk exposure to an insurance group substantially depends on the relative proportion of the insurance group's life and non-life business. The empirical analysis confirms this finding with respect to several measures for spillover risk. The optimal proportion of life business that minimizes

spillover risk decreases with leverage of the insurance group, and increases with active reinsurance business.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 140**

## Financial stability modeling with project risks

**Authors:** Kirill Martynenko<sup>1</sup> ; Petar Stoyanovich<sup>2</sup> ; Genrikh Gogin<sup>2</sup> ; Буатта Адель<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *RUDN university*

<sup>2</sup> *RUDN University*

**Corresponding Author:** admb34@yandex.ru

In this article, the object of research is the methods of quantitative analysis of the financial risk of investment projects. Among the methods used in practice of this type, there is no universal method suitable for a comprehensive risk assessment of most investment projects in practice. Therefore, the problem of creating new or improving known methods of quantitative analysis of project risks is still relevant. The authors of the article in their previous works developed a new method for assessing the risks of investment projects - an analysis of the financial stability of the project. One of the main drawbacks of this method is its determinism. In this article, the authors attempted to combine their method of analyzing the financial sustainability of the project with the scenario method. As a result of the combination, the two methods that make up the combination have become more universal. The method of estimating the margin of financial stability of the project has the ability to find the mathematical expectations of the margin for all project scenarios, and the scenario method now assesses not only the integral risk of the project as a whole, but also the project risks by its parameters. In addition, the scenario method has been able to find critical parameter values and their mathematical expectations. With the help of the new combined method of analysis of project risks, it is possible to build project ratings by descending risk and a matrix of risk and predictability of project factors. The projects with different structure of payments (from rental to arbitrary) are considered.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 11**

## Generalized 3-dimensional Lotka-Volterra systems having a Darboux invariant plane

**Author:** Valentín Ramírez Sadovski<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Universitat Autònoma de Barcelona*

**Corresponding Author:** vrso1@hotmail.com

The Lotka-Volterra systems describe the phenomena that occur frequently in the physical and engineering sciences, as well as the biological. The evolution of this models is determined by an autonomous quadratic polynomial system of ordinary differential equations .

The applications of Lotka-Volterra model in the population biology is well-known. For example, the two dimensional Lotka-Volterra model describes the predator-prey dynamics and, as an example of the three dimensional Lotka-Volterra models, we have the symmetric and non-symmetric May-Leonard models that describe the competitions between three species.

Recently the generalization of 3-dimensional Lotka-Volterra systems has become important. The aim of this talk is to define all the final evolutions of this models having a Darboux invariant plane.

**Teletraffic theory and its applications / 64****Heavy Load Asymptotics for a Single Server Queue with Two-Way Communication and Markov Modulated Poisson Input****Authors:** Olga Lizyura<sup>1</sup> ; Anatoly Nazarov<sup>1</sup> ; Svetlana Paul<sup>1</sup><sup>1</sup> *National Research Tomsk State University***Corresponding Author:** olcha.93@mail.ru

In this paper, we consider an MMPP/M/1/N retrial queue where incoming fresh calls arrive at the server according to a Markov modulated Poisson process (MMPP). Upon arrival, an incoming call either occupies the server if it is idle or joins a virtual waiting room called orbit if the server is busy. From the orbit, incoming calls retry to occupy the server in an exponentially distributed time and behave the same as a fresh incoming call. After an exponentially distributed idle time, the server makes an outgoing calls. There are N types of outgoing calls in the system. We assume that each type of outgoing calls has different rate and its service times follows distinct exponential distributions. Our contribution is to derive the asymptotics for the distribution of the number of incoming calls in the system under the heavy load condition. The asymptotic results are used to obtain the Gamma approximation for the distribution of the number of calls in the orbit. Our result generalizes earlier results where Poisson input was assumed.

**Distributed high-performance computing and Big-data / 114****High performance simulation of the magnetization reversal phenomenon in the  $\phi$  Josephson junction****Author:** Maxim Bashashin<sup>None</sup>**Co-authors:** Elena Zemlyanaya<sup>1</sup> ; Yuri Shukrinov<sup>1</sup> ; Ilhom Rahmonov<sup>1</sup> ; Pavlina Atanasova<sup>2</sup> ; Stefani Panayotova<sup>2</sup><sup>1</sup> *JINR*<sup>2</sup> *University of Plovdiv Paisii Hilendarski***Corresponding Author:** bashashinmv@jinr.ru

The  $\phi$ -Josephson junction model with direct coupling between magnetic moment and Josephson current is considered. In this framework, effect of the full magnetization reversal is numerically studied in the wide range of parameters of the model. The simulation is based on the implicit two-stage Gauss-Legendre algorithm of the 4th accuracy order. Effect of parallel execution of respective C++ computer code is demonstrated. Calculations have been carried out at the Heterogeneous Platform "HybriLIT".

**Distributed high-performance computing and Big-data / 154****IT-environment of the HybriLIT platform****Authors:** Shushanik Torosyan<sup>1</sup> ; Oksana Streltsova<sup>1</sup> ; Dmitry Podgainy<sup>1</sup> ; Martin Vala<sup>None</sup><sup>1</sup> *JINR***Corresponding Author:** shushanik@jinr.ru

В 2018 году Многофункциональный информационно-вычислительный комплекс (МИВК) ОИЯИ пополнился новой гетерогенной высокопроизводительной компонентой - суперкомпьютером «ГОВОРУН». Суперкомпьютер содержит как CPU вычислительные компоненты, так и ускорители вычислений GPU NVIDIA V100, что позволяет проводить ресурсоемкие, массивно-параллельные расчеты, для которых требуются различные типы вычислительных архитектур.

Помимо суперкомпьютера «ГОВОРУН», платформа также состоит из учебно-тестового полигона HybriLIT, предназначенного для исследования возможностей новых вычислительных архитектур, новых IT- решений, а также проведения учебных курсов по технологиям параллельного программирования, современным инструментам разработки, отладки и профилирования параллельных приложений, пакетам прикладных программ.

Для эффективного использования вычислительных ресурсов платформы, разработана единая информационная среда, включающая в себя набор сервисов, позволяющих пользователям оперативно получать ответы на возникающие вопросы, совместно разрабатывать параллельные приложения, получать информацию о конференциях, семинарах и встречах, посвященных технологиям параллельного программирования.

Также в докладе представлены результаты текущего использования ресурсов HybriLIT для решения широкого спектра задач, связанных с теоритическими и экспериментальными исследованиями, проводимыми в ОИЯИ.

Работа поддержана грантом РФФИ № АААА-А19-119021590049-9.

#### Poster session. Mathematical modeling and simulation / 99

### Implementation of a waveguide analysis program using the Fenics Project package

**Author:** Iaroslav Kuziv<sup>None</sup>

**Corresponding Author:** yaroslav.kuziw@gmail.com

Mathematical modeling of electromagnetic processes is a very important and common task. Many methods and algorithms have been invented that are used to solve this problem. The finite element method (FEM) is one of the most frequently used at the moment. Project FreeFem ++ and Fenics. Fenics is more functional than FreeFem ++. In addition, the main interface for FEniCS, which is DOLFIN, is implemented for both C ++ and Python. The use of the high-level Python programming language and the large number of libraries built into Python makes the Fenics Project a very effective product for using FEM.

Thanks to all these advantages, the Fenics Project was chosen to write a program to find its own waveguide modes and analyze them. Waveguide research is used to create new types of conductors that can be used in telecommunications. Creation of new types of conductors will help with the increasing amount of traffic, which modern conductors can no longer cope with. Therefore, the analysis of waveguides is a very urgent task at the moment.

#### Extended theses / 120

### Instrumental implementation of the educational process model to improve the rating of the Universitys

**Author:** Ludmila Ponomareva<sup>None</sup>

**Co-authors:** Sergey Chiskidov ; Oxana Romashkova

**Corresponding Author:** ponomarevala@bk.ru

Taking into account the requirements of modern society for future specialists, the learning process becomes more complex and many-sided every year. At the same time the time frame of training cannot be increased. In such contradictory conditions, electronic means of management and support of the learning process come to the rescue.

The purpose of this research is the development of an information system that would allow to carry out quality management in terms of the results of the learning process.

The work is of practical importance, as algorithm for assessing the learning process is proposed, which is implemented and integrated into the information system of monitoring, evaluation, correction of the learning process for any discipline. With the help of the developed module it is possible to evaluate the degree of mastering competences by students and to carry out long-term planning of the educational process.

In the work, the process of teaching students is modeled on the basis of studies of general information processes in educational environments. A dynamic model is constructed in the notation of colored hierarchical Petri nets. The simulation model of one of the stages of mastering the discipline of the curriculum is analyzed.

Methods of statistical analysis developed an algorithm for rating the work of the department. The equation of the discriminant function was obtained, which served as a rating for real departments of the Moscow City University.

The model of the educational process and the rating algorithm of the departments is implemented in the additional module of the corporate system of the university. This module is located in the subsystem of department management. When designing the module, functional requirements were formulated. The processes that automate the information system are described. The prototype information was developed on the platform "1C: Enterprise".

#### Poster session. Mathematical modeling and simulation / 10

### Inverse approach to the center problem

**Authors:** Rafael Ramírez<sup>1</sup> ; Valentín Ramírez Sadovski<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Universitat Rovira i Virgili*

<sup>2</sup> *Universitat Autònoma de Barcelona*

**Corresponding Author:** rafelorlando.ramirez@urv.cat

We consider analytic (polynomial) vector field  $Z = (-y + X(x, y), x + Y(x, y))$ . It is well-known that  $Z$  has a center at the origin if and only if this system has a Liapunov-Poincaré local analytic first integral of the form  $H = 1/2(x^2 + y^2) + \text{h.o.t.}$

The classical center-focus problem already studied by Poincaré consists in distinguishing when the origin of  $Z$  is either a center or a focus. In this talk we study the inverse center problem i.e. for a given analytic function  $H$  of the previous form defined in a neighborhood of the origin, we determine the analytic (polynomial)  $X(x, y)$  and  $Y(x, y)$  such that  $H$  is it a first integral.

#### Poster session. Mathematical modeling and simulation / 138

### Large-scale queuing systems analysis for cloud computing

**Authors:** Avadhesh Yadav<sup>1</sup> ; Daria Vasilyeva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *RUDN University*

**Corresponding Author:** vasilyeva.darya@yandex.ru

Successful development of cloud computing has attracted more and more people and enterprises to use it. On one hand, using cloud computing reduces the cost; on the other hand, using cloud computing improves the efficiency. As the users are largely concerned about the Quality of Services (QoS),

performance optimization of the cloud computing has become critical to its successful application. In this paper we investigated the large-scale queueing system model that consists of infinite number of servers with a Poisson input flow of requests of intensity  $N\lambda$ . We assume that each request arriving to the system randomly selects two servers and is instantly sent to the one with the shorter queue. The service time is distributed exponentially with mean  $1/\mu$ . In this case a share  $u_k(t)$  of the servers that have the queues lengths with not less than  $k$  can be described using an infinite system of differential equations. Tikhonov type Cauchy problem for this system with small parameter  $\epsilon$  is investigated. The theorems of existence of solutions for this Cauchy problem is proved with taking into account parameters  $\lambda, \mu, \epsilon$ .

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 141**

## Macroeconomic modeling of and dynamic panel data analysis

**Authors:** Daniel Perez Acosta<sup>1</sup> ; Darya Vasilyeva<sup>1</sup> ; Maxim Voshchansky<sup>2</sup> ; BEUGRE BIE MARIE MICHELLE BEUGRE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *RUDN University*

<sup>2</sup> *Rudn university*

**Corresponding Author:** 1042185137@pfur.ru

Panel data is now widely used to estimate dynamic econometric models. Its advantage over cross-section data in this context is obvious: we cannot estimate dynamic models from observations at a single point in time, and it is rare for single crosssection surveys to provide sufficient information about earlier time periods for dynamic relationships to be investigated. Its advantages over aggregate time series data include the possibility that underlying microeconomic dynamics may be obscured by aggregation biases, and the scope that panel data offers to investigate heterogeneity in adjustment dynamics between different types of individuals, household or firms. Whilst these advantages are shared by repeated cross-section or cohort data, from which pseudo-panel data on grouped observations can be constructed, genuine panel data - with repeated observations on the same individuals - will typically allow more of the variation in the micro data to be used in constructing parameter estimates, as well as permitting the use of relatively simple econometric techniques. Many researches on dynamic panel estimation has focused on panels that, unlike a typical panel of macroeconomic data, have small time dimensions and large individual dimensions. We use a approach to investigate the performance of several different methods designed to reduce the bias of the estimated coefficients for the longer, narrower panels commonly found for macro data. We find that the bias of the least squares dummy variable approach can be significant, even when the time dimension of the panel is as large as 40. For panels with small time dimensions, we find a corrected least squares dummy variable estimator to be the best choice.

**Distributed high-performance computing and Big-data / 118**

## Merging multidimensional histograms via hypercube algorithm

**Authors:** Martin Vala<sup>1</sup> ; Andrey Bulatov<sup>2</sup> ; Yuri Butenko<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Pavol Jozef Safarik University in Kosice*

<sup>2</sup> *JINR*

**Corresponding Author:** andrey.bulatov20@gmail.com

Scientists in high energy physics produce their output mostly in form of histograms. Set of histograms are saved in output file for each grid job. As the next step is to merge these files/histograms to one file where scientist

can produce final plots for publication. Merging of these out files may be done sequentially as one job or do it in parallel via binary tree algorithm as it is done by many users. Using histogram with low dimensions (1D or 2D) one can fit in memory with final merged objects. On the other side, if dimensions or binning of histograms are increased, sparse implementation of histogram has to be used in analysis and final object might grow so much that user will not be able to merge or open final merged object because it will not fit in memory at some point. Our task is merge these multidimensional histograms to N independent objects to multiple files, where each file will contain unique part of merged object sorted by some axis in histogram dimension. For optimization reasons hypercube algorithm is used.

**Poster session. Applied information systems / 14**

## Methods for compositional word embeddings learning

**Author:** Anna Sofronova<sup>None</sup>

**Corresponding Author:** anyssofronova@yandex.ru

This research paper is dedicated to the review and the development of methods for compositional words embeddings. The main purpose of this research is developing an algorithm that picks out noun phrases and trains the model.

To accomplish these tasks, various methods for constructing compositional embeddings as well as for the assessment of their quality have been explored. A library named isanlp was used for developing the algorithm that extracts the noun phrases, specifically, a module named ProcessorRemote.

During the execution of the algorithm for extracting noun groups, more than 90GB of textual data have been processed and a dataset composed of noun groups with a volume of 20 GB has been obtained. The program is written in Python3, using the service for interactive computing Jupyter Notebook.

**Extended theses / 171**

## Modeling RED algorithm modifications in the OpenModelica

**Authors:** Анна Мария Апреутсей<sup>None</sup> ; Анна Владиславовна Королькова<sup>None</sup> ; Dmitry Sergeevich Kulyabov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

**Corresponding Author:** am.apreyt@mail.ru

The goal of this work is to simulate the Random Random Detection algorithm (RED) and Double Slope Random Early Detection (DSRED) and Gentle Random Early Detection (GRED) modifications in Modelica. RED and its modifications allow to control the network load by selectively discarding packets before the queue is full and Transmission Control Protocol (TCP) begins to reduce the transmission rate preventing resynchronization. This selective packet loss helps TCP find the right data rate faster and keep the queue size and latency at the appropriate level. The existence of a large number of modifications of the classical RED algorithm is associated with the problem of selecting the parameters of the algorithm (queue thresholds, maximum drop parameter, etc.) under which the system would function stably and efficiently. The Modelica language is used as the implementation language. Based on the results obtained during the simulation it is planned to conduct a comparative analysis of the three algorithms with similar initial parameters to reveal the advantages of one or another algorithm.

Extended theses / 163

## Modeling the energy consumption of smart buildings using artificial intelligence

**Author:** Евгений Юрьевич Щетинин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Financial University under the Government of the Russian Federation*

**Corresponding Author:** eugene.shchetinin@gmail.com

Intelligent energy saving and energy efficiency technologies are the modern large-scale global trend in the energy systems development. The demand for smart buildings is growing not only in the world, but also in Russia, especially in the market of construction and operation of large business centers, shopping centers and other business projects. Accurate cost estimates are important for promoting energy efficiency construction projects and demonstrating their economic attractiveness. The growing number of digital measurement infrastructure, used in commercial buildings, has led to increased availability of high-frequency data that can be used for anomaly detection and diagnostics of equipment, heating, ventilation, and optimization of air conditioning. This led to the use of modern and efficient machine learning methods that provide promising opportunities to obtain more accurate forecasts of energy consumption of the building, and thus increase energy efficiency. In this paper, based on the gradient boosting model, a method of modeling and forecasting the energy consumption of buildings is proposed, and computer algorithms are developed to implement it. Energy consumption dataset of 300 commercial buildings was used to assess the effectiveness of the proposed algorithm. Computer simulations showed that the use of these algorithms has increased the accuracy of the prediction of energy consumption in more than 80 percent of cases compared to other machine learning algorithms.

Extended theses / 172

## Numerical solution of the problem of homogeneous nucleation in the liquid phase

**Authors:** Nickolay Kravchenko<sup>None</sup> ; Dmitry Sergeevich Kulyabov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)*

**Corresponding Author:** kravchenko-nyu@rudn.ru

The paper considers the processes taking place in the liquid phase: nucleation in liquids and liquid metals, electrical explosion of conductors and spark cavitation. It is established that all these processes are well described by the basic equation of cavitation, which is solved numerically by the Runge–Kutta method. For this purpose, a program in the Fortran programming language has been created, and a method for determining the time of appearance of cavitation nuclei by the method of numerical integration has been described. A mathematical model of homogeneous nucleation in the liquid phase was created. With the help of the created model, such parameters as the time of appearance of a cavitation bubble for various frequencies of external influence were calculated. The maximum amplitude and period of the natural oscillations of a bubble at various frequencies.

**Poster session. Next-generation communication networks: management, quality, architecture / 155**

## On Experimental Evaluation of LoRaWAN at Brno University of Technology

**Authors:** Dmitry Poluektov<sup>1</sup> ; Mikhail Polovov<sup>1</sup> ; Petr Kharin<sup>None</sup> ; Evgeny Mokrov<sup>1</sup> ; Irina Gudkova<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

**Corresponding Author:** lojka10@list.ru

Nowadays, tasks, which associated with commutation of low-power devices in wireless networks (for example, LPWAN) for the Internet of Things (IoT), are becoming more popular. In this paper, we researched the LoRa technology and deployed the LoRaWAN network at the Brno University of Technology. The LoRa RN2483 and Arduino bundle was used as a transmitter. The experiment was conducted to analyze the qualitative indicators of the expanded network.

**Extended theses / 162**

## **On improving the reliability of recommender systems with users clustering**

**Author:** Евгений Юрьевич Щетинин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Financial University under the Government of the Russian Federation

**Corresponding Author:** eugene.shchetinin@gmail.com

The growing popularity of E-commerce services is increasingly attracting the attention of their users to the services of recommendation systems. Collaborative filtering is one of the well-known recommendation methods that help customers select possible products of interest. However, recommendation systems are open to malicious attacks to promote or discredit certain products. They create and implement in the system of recommendations fake user profiles, the so-called shilling attacks, causing a significant change in the ratings of products in the social network, thereby causing significant material and moral damage. This paper presents the characteristics of shilling attacks, describes the main models and their parameters, as well as the main, the most important methods of detecting fake profiles. We propose an algorithm of recommendations based on K-means clustering as a sustainable method of countering shilling attacks in social networks. Its resistance to shilling attacks, the most popular among attackers, are investigated, and the influence of various attack parameters on the results of its work is analyzed. Computer simulation of intrusions and analysis of their impact on the forecast of recommendations showed that the algorithm is resistant to shilling attacks without significant impact of introduced malicious profiles on the work of the recommendation system.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 110**

## **On the numerical solution of the Terzaghi problem**

**Author:** Ali Bddour<sup>1</sup>

<sup>1</sup> RUDN university

**Corresponding Author:** alibddour@gmail.com

The classic one-dimensional problem of the Terzaghi consolidation is considered; analyzing solution in the form of a series. This is a standard math task. physics, which has two features: first, the initial and the boundary condition, and secondly, the coefficient of the highest derivative at It has very small values, that is, the problem is singularly perturbed. It is shown that the use of the implicit Euler scheme does not introduce numerical oscillations characteristic of hard problems.

**Extended theses / 170**

## Overview of social networks research software

**Authors:** Мигран Нельсонович Геворкян<sup>None</sup> ; Анна Владиславовна Королькова<sup>None</sup> ; Dmitry Sergeevich Kulyabov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

**Corresponding Author:** mngevorkyan@gmail.com

This paper discusses the software tools which are used to study of social networks (graphs). The study of social graphs received a significant boost with the development of the Internet, as there was open access to data on different communities, uniting millions of people. This allowed to conduct research on a large amount of real data, but the researcher is now required knowledge from different areas of computer technology and programming. The study of social graphs is a complex task. The researcher is required to obtain data, process them, visualize (build a graph) and calculate the metrics of interest to him. In this paper, we looked at the tools that allow you to implement each stage of the study: the NetworkX library, gephi and Graphviz utilities, and the language for graph representation .dot. In the report, we gave a concrete example of the application of all these software tools to the task of obtaining data about the authors and their co-authors from the Scopus abstract database using the open API provided by these services.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 49**

## Pontryagin maximum principle for optimal control problem with second order differential equation

**Author:** Alexander Kotyukov<sup>None</sup>

**Corresponding Author:** amkotyukov@mail.ru

In this paper we study the optimal control problem with second order equation. The purpose of the study is to obtain the Pontryagin maximum principle for this problem - the powerful and effective theorem which we can use to solve the problem. Due to their structure and idea, these problems have a vast number of application in mathematical modelling. Many optimal control problems include first order differential equation. Pontryagin maximum principle is suitable for this kind of equations. But some of these problems contain second order differential equation and we can't use the maximum principle, which makes solving these problems quite difficult. To reach the goal of the study, we use variable substitution, which reduces the order of given equation from second to first. After that, we have a convenient optimal control problem with first order equation and we apply the Pontryagin maximum principle to it. Finally, when we have obtained the theorem, we make a reverse substitution and acquire the theorem for initial problem.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 139**

## Pricing modeling with incomplete information

**Authors:** Pavel Butin<sup>1</sup> ; Sergey Zinovoy<sup>None</sup> ; Daniel Perez Acosta<sup>1</sup> ; Igor Levichev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> RUDN University

**Corresponding Author:** 1042185137@pfur.ru

The empirical analysis of consumer behavior has always held a central position in econometrics and many of what are now standard techniques were developed in response to practical problems in interpreting demand data. An equally central position in economic analysis is held by the theory of consumer behavior which has provided a structure and language for model formulation and data

analysis. Demand analysis is thus in the rare position in econometrics of possessing long interrelated pedigrees on both theoretical and empirical sides. And although the construction of models which are both theoretically and empirically satisfactory is never straightforward, no one who reads the modern literature on labor supply, on discrete choice, on asset demands, on transport, on housing, on the consumption function, on taxation or on social choice, can doubt the current vigor and power of utility analysis as a tool of applied economic reasoning. There have been enormous advances towards integration since the days when utility theory was taught as a central element in microeconomic courses but then left unused by applied economists and econometricians. This paper investigates pricing modeling with incomplete information. Customers can buy goods at a discount price if they use to a service plan with the price above a threshold. We have proposed using nonlinear mixed-integer programming to determine the optimal price to maximize the total profit of the companies. An efficient algorithm has been presented to solve this problem when discrete demand data is available. We have compared the profits from three strategies: individual sale, mixed bundle and pure bundle. Our analysis suggests the condition under which the mixed bundle strategy outperforms other strategies. We have also studied the impact of parameters on the solution. The results of the analysis may help the companies adjust their pricing schemes according to changes in the market. In the case of incomplete information (only the distribution of the demand is known), we apply another research approach (partition graph) to determine the optimal bundle price.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 93**

## **Pseudospectral Chebyshev method finds approximate solutions of the Mathieu's equations**

**Author:** Anh Nhat Le<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *RUDN university of Russia; Tan Trao university of Vietnam*

**Corresponding Author:** leanhnhat@mail.ru

Mathieu's equations are second-order linear ordinary differential equations; they have many applications in Engineering and Physical Sciences. We shall be considered Mathieu's equations with two-point boundary value on the range  $[-1, 1]$  and the boundary values are given. We used Chebyshev pseudospectral method (CPM) basing Chebyshev-Gauss-Lobatto points to compute the approximate solutions and computing programs wrote on the Mathematica version 10.4. To obtain numerical results comparing Mathematica's numerical results, and they have very small errors.

**Poster session. Applied information systems / 39**

## **Research of methods of revealing factual proximity of text messages**

**Author:** Valeria Tsygankova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)*

**Corresponding Author:** valeria080196@gmail.com

This article discusses the problem of determining the similarity of news reports. An analytical review of the existing methods of analyzing and categorizing news reports has been performed. Approaches based on the analysis of the syntactic structure of messages, rubrication using keywords and a text vector model, factual information extraction using production systems, and filtering using machine learning methods are considered. As part of the solution of the problem, a mechanism for determining the measure of similarity of text messages was proposed and a marked corpus of Russian-language news reports was created.

**Extended theses / 119****Resource management in distance and mobile education systems****Author:** Оксана Ромашкова<sup>None</sup>**Co-author:** Елена Павличева**Corresponding Author:** ox-rom@yandex.ru

The relevance of the study is due to the fact that the support of management information processes of distance and mobile education is associated with the problem of effective distribution of system resources used in the transmission and processing of educational information. Methods and models of pre-resource planning should be aimed at more efficient use of infocommunication data transmission environment with low bandwidth, as well as to solve the problem of a limited number of simultaneous users (sessions) of the educational process. The aim of the study: is a comprehensive analysis and development of methods of resource management in the organization and operation of distance and mobile education systems. Scientific novelty of research: formalization of information management processes in the system of distance and mobile education, taking into account the resource constraints of the educational system, the requirements of effective management. The authors conducted a study of existing information systems that control distance and mobile education. We proposed an improved integrated approach to the formation of requirements and automation of modern systems of distance and mobile education.

**Poster session. Applied information systems / 71****Rule based method and system for measuring user response towards scenes in a video/movie based on facial expressions.****Author:** Conrad Simon<sup>1</sup><sup>1</sup> RUDN Univeristy MCs student**Corresponding Author:** conradsimon@hotmail.com

Through the use of deep neural net classes which can accurately predict emotions of given images of people's faces to create an accurate Facial Expression Recognition (FER) model to make an assessment of a user's emotional state of mind is gathered and the age of the user is used to identify if the video which the user is watching is adequate for the user. In the event that the video is inadequate the hould be skipped; based on the rating of the video (G, PG, PG13, R, M) which is associated with the age of the user it then:

1) if the person is of the age to be watching the movie / video; for example if a person is 9 years old but watching an R rated movie / video it will sensor the scene or not start the movie depending on user settings.

2) If the video is approved to start, it then continues the video and user is then analyzed for the user's interest in said scene and if the scene should be skipped, Moreover inplace of skipping the scene can not only skipped, but replaced with something more age appropriate or generally intersting for all parties involved.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 153****Symbolic-numerical simulation of leaky modes in a regular homogeneous open waveguide****Authors:** Andrey Drevitskiy<sup>None</sup> ; Дмитрий Валентинович Диваков<sup>None</sup>

**Corresponding Author:** adrevitskiy@gmail.com

Multilayer planar waveguides are used in many devices of modern photonics and optoelectronics. Due to the complex structure of such devices, the main method used at the design and optimization stage is symbolic-numerical simulation. This paper presents a simulation of the propagation of a leaky TE-mode in a flat three-layer dielectric waveguide. The simulation algorithm of the propagation of a leaky TE-mode includes finding eigenvalues and eigenfunctions of a mode. In this work, we used the wave coupling method, separation of variables method, Hook-Jeeves method and a modified Gauss method. During the development of this algorithm, the areas of shadow in the top layer and the substrate were taken into account. As a result, the propagation process of the  $y$  electric field vector component was simulated. These results can be used to simulate the propagation of the entire electromagnetic field, as well as to solve other classes of waveguide modes. The implemented symbolic-numerical solution method can also be applicable to other waveguide structures with an arbitrary number of layers. The described algorithm of symbolic-numerical simulation is implemented in the system of computer algebra Maple.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 136**

## **Telecommunication market modeling and optimal pricing scheme of the implementation of 5G technology**

**Authors:** Daniel Perez Acosta<sup>1</sup> ; Dina Urusova<sup>1</sup> ; Igor Levichev<sup>1</sup> ; Haroun Hassan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *RUDN University*

**Corresponding Author:** 1042185137@pfur.ru

5G mobile networks have become a necessary element of urban infrastructures. There exist a great number of papers on economics of telecommunications that mainly concerned with cost pricing, peak-load or congestion control problems. With the development of 5G technology, Internet of Things (IoT) and big data technologies a great number of customers and devices are connected with using collect data methods. This induces a fast growth of data volumes traffic. Together with the progress of telecommunication technology, information storage, and computational algorithms, the network services can be transferred, processed, stored, investigated and analyzed productively. The customer demand for telecommunication services demonstrates significant changing over time. In some cases the customer demand is good predictable but this demand has a stochastic component generally. It can be noted that telecommunication services tariffs are changeless during certain periods because of the expenditure of telecommunication companies have a fixed character. Financial investments to increase the network capacity takes long time to plan, implement and profit effect. The problem which telecommunication companies have to solve is thus to determine service prices and network capacity before the real consumer demand is defined. 5G technological changes come very fast in the telecommunication industry. The number of mobile devices increase and big data technology use very widely, Internet of Things (IoT) permeates the daily lives of consumers. Some of this technology, particularly IoT, transforms radically the possibility to incorporate the stochastic fluctuations in consumer demand when telecommunication companies make the service pricing decisions. In this paper we study the economic mutual influence between 5G resource providers and customers. In this work we study telecommunication market and build services pricing scheme for the welfare maximization and for the companies profit maximization. We find the conditions under which investments in new technologies of 5G, Internet of Things (IoT) and big data increase welfare. We also study the effects of investments in new technologies on the optimal service price, the network capacity, the company net revenue and profit under conditions of monopoly and duopoly on the telecommunication market.

**Poster session. Applied information systems / 124**

## **The application of the algorithm A\***

**Author:** Aleksander Sablin<sup>None</sup>

**Corresponding Author:** alsablino@yandex.ru

This work is devoted to the study and comparison of the algorithm A\* search for the minimum distance used in the development of computer games.

A\* - popular informed search algorithm. The word "informed" means that instead of blunt brute force algorithm explores the most promising of them. The criterion for determining the prospects is a vague feeling of "warm-cold" - heuristic function.

What problems can A\* solve?

- Find a solution.
- Build a sequence of steps to the goal.

Like many other search algorithms, A\* works with state space. The state space is a graph in which:

- Nodes are the possible States of the system.
- Edges - allowed transitions between States.

If the purpose of the search is to find a path, the input is the start and end States.

If the goal is to find a solution, the final state is unknown. In this case, you must specify a way to determine whether the state is the desired state.

The paper implements the algorithm A\* by means of the C#

**Mathematical modeling and simulation / 56**

## **The challenge of climate change**

**Authors:** Vladimir Gorelov<sup>1</sup> ; Pavel Golosov<sup>2</sup> ; Oksana Karelova<sup>2</sup> ; Nikolay Tretyakov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *ranepa*

<sup>2</sup> *Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration*

**Corresponding Author:** vigorelov@mail.ru

In the article we consider the formulation and approaches in the first approximation to the solution of the problem, which, according to the authors, meets the primary challenges of our time. The authors would like to draw the attention of researchers to this task facing humanity in order to solve it more fully and accurately, to make recommendations and to bring it to representatives of all sectors of society. The formulation of the problem is based on hypotheses, the validity of which must be checked. The first hypothesis is that in addition to the movement in orbit and rotation around its own axis, the Earth, in the first approximation, makes a precession motion (in general, it is necessary to take into account, in addition, the nutation angle) due to the displacement of the magnetic pole. The second hypothesis is that, in the most General case, the precession period is not a multiple of The earth's rotation around the Sun. So, in the first approximation, we can set the problem of the motion of a heavy solid in orbit with a small angle of precession. Note that due to the lack of historical evidence and observations, we cannot accurately determine the period of precession, but the lower limit of the periodicity is likely to be at least 300 years. The exact solution of the problem is waiting for its researchers, because analogies are not evidence. However, this approach allows us to consider the cyclic natural phenomenon, which was not previously taken into account. In particular, one conclusion is that global warming is out of the question.

**Applied information systems / 86**

## **The method of identifying "doubled" cadastral data in the Unified Accounting Database Rosreestr**

**Authors:** Maxim Fomin<sup>1</sup> ; Alexander Grankin<sup>None</sup>

<sup>1</sup> *RUDN University*

**Corresponding Author:** av.grankin@yandex.ru

The method of identifying "doubled" cadastral data in the Unified Accounting Database Rosreestr is considered by creating a multidimensional data mart representing changes in land use and condition. Analysis of the data mart is carried out using standard OLAP operations, which allow grouping data related to problematic accounting records and identifying the facts of duplication of accounting data.

**Extended theses / 121**

## **The process of automating the rating of Russian universities**

**Author:** Oxana Romashkova<sup>None</sup>

**Co-authors:** Ludmila Ponomareva ; Igor Vasilyuk

**Corresponding Author:** ox-rom@yandex.ru

The relevance of the study is determined by the need to create an automated system for monitoring activities and determining rating indicators of universities in order to improve the efficiency of the control and regulation of the functioning of the Russian universities.

The aim of the study: modeling the processes of determining the rating indicators of universities and the formation of requirements for the information system for the center of the rating assessment of universities.

Scientific novelty of research: modeling of processes of rating processing of universities, formation and forecasting of rating estimates and on the basis of mathematical models implemented in the intelligent modules of the information system, the ability to integrate the system into the management information system of the University.

The authors conducted a study of information systems that carry out rating evaluation on various indicators of higher education institutions. The functional requirements for the developed information system for the rating evaluation center of higher education institutions were formulated.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 109**

## **The symbolic problems associated with Runge-Kutta methods and their solving in Sage**

**Authors:** Mikhail Malykh<sup>1</sup> ; Ying Yu<sup>None</sup>

<sup>1</sup> *Dmitrievich*

**Corresponding Author:** yingy6165@gmail.com

Runge-Kutta schemes play a very important role in solving ordinary differential equations numerically. Firstly, we present the Sage routine for calculation of Butcher matrix, we call it as rk package. We tested our Sage routine in several numerical experiments with standard and symplectic schemes and verified our result by corporation with results of the calculations made by hand.

Secondly, in Sage there are the excellent tools for investigation of algebraic sets, based on Groebner basis technique. As we all known, the choice of parameters in Runge-Kutta scheme is free. By the help of these tools we can study the algebraic properties of the manifolds in affine space, coordinates of whose are Butcher coefficients in Runge-Kutta scheme. Results are given both for explicit Runge-Kutta scheme and implicit Runge-Kutta scheme by using our rk package. Examples are carried out to justify our results. All calculation are executed in the computer algebra system Sage.

**Applied information systems / 51**

## The system for lingvo-statistical corpus studies

**Author:** Daniil Larionov<sup>1</sup>

**Co-author:** Danil Kireev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *FRC CSC RAS / RUDN University*

<sup>2</sup> *RUDN University*

**Corresponding Author:** dslarionov@isa.ru

In this paper we present architecture, features and principles behind the system for lingvo-statistical corpus studies. Before people used to performed syntactic, morphological and semantic analysis and calculate markers and statistics for each document manually. We developed the system for automatic calculation of psycho-lingvistic markers and statistics for texts in Russian language. It will help sociologists, journalists, historians, linguists and anybody, who works with human-generated texts. We demonstrated an example of using the system for texts of psychological nature.

**Teletraffic theory and its applications / 38**

## Three algorithms for traffic limitation in emergencies

**Authors:** Nikolai Sokolov<sup>1</sup> ; Andrey Levakov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *LOZNIIS*

<sup>2</sup> *Rostelecom*

**Corresponding Author:** nicksokolov@hotmail.com

Three algorithms for traffic limitation arising in case of significant congestion which are caused by emergencies of different nature are considered. The first algorithm is based on the introduction of a pause between the moments of call arrival from each source. Each call represents the attempt to establish a connection from a fixed or mobile phone. The second algorithm is based on restriction of the communication session duration. With regard to telephone communication, session is considered as the conversation time. The third algorithm provides for the sorting of calls and the possibility of separating the number of servers into two groups taking into account the nature of specific emergencies. In this case, servers are terminals in the emergency call center. The effectiveness of the proposed algorithms in emergencies is analyzed. Some examples of practical implementation of the proposed solutions are given. In conclusion, the directions of further work are formulated. Mainly, these directions are based on interdisciplinary research in relation to the operation of a multiservice network in emergencies.

**Extended theses / 167**

## Using Docker to deploy computing software



**Authors:** Tatiana Demidova<sup>None</sup> ; Anton Sobolev<sup>None</sup> ; Anastasia Demidova<sup>1</sup> ; Migran Gevorkyan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

<sup>2</sup> RUDN University

**Corresponding Author:** dem\_tatiana@mail.ru

There are many ways to facilitate the creation of large-scale projects. One of the most commonly used methods is to create virtual machines that contain the program environment. However, software has recently been created to make this process even easier. One example is Docker, a software for automating the deployment and management of applications in an operating system-level virtualization environment.

This paper discusses the Docker software, its features and benefits, which allows you to create images that contain the program and all the necessary components for its operation. The purpose of this work is to study the capabilities of Docker. And also, the creation of a container containing a software implementation of the neural network for recognition of various handwritten characters. Training and test data is a database of handwritten numbers and letters "MNIST" and "EMNIST". To teach the neural network to recognize numbers, a training set containing 60 thousand copies was used, and the test set includes 10 thousand copies. For letters – the training set contains 88800 copies, and the test set includes 14800 copies. The project was created on the basis of the image tensorflow downloaded from public Docker-registry Docker Hub. The program is written in Python3, using the service for interactive computing Jupyter Notebook.

**Applied information systems / 104**

## Using Genetic Algorithms for Feature Selection in persian text Classification

**Authors:** Galina M. Novikova<sup>None</sup> ; Naeim Rezaeian<sup>None</sup>

**Corresponding Author:** naeim.rezaeian@hotmail.com

With the advent of information technology and the rapid growth of the Internet, data was converted from paper to electronic form. This allows us to search for books and news electronically. Therefore, need data retrieving and mining tools. In text classification, feature selection is essential to improve the classification effectiveness. This paper provides an empirical study of a feature selection method based on genetic algorithms for Persian text. Initially, we perform the preprocessing steps like Tokenization, Remove Stop words and etc on the input text in other hands we use a generic algorithm to finding a feature subset with the smallest dimensionality which achieves higher accuracy in classification. In this paper, we have compared the Gaussian, Multinomial and Bernoulli methods of naive Bayes algorithms for choice best algorithm.

**Extended theses / 169**

## Web based Application for Operational Loss Collection and Value-at-Risk and Expected Shortfall Calculation

**Authors:** Sergey Shorokhov<sup>None</sup> ; Виктория Хаптаханова<sup>None</sup>

**Corresponding Author:** shorokhov\_sg@pfur.ru

We study some issues of operational risk information system design and implementation in compliance with new requirements of Basel Committee on Banking Supervision and Bank of Russia. To meet regulatory requirements, banks need to create and regularly update an analytical database on operational risk losses extending back for some years. We provide requirements to the form and contents of the information to be registered for operational risk events and losses and list mandatory

classifiers for risk event database. The structure of tables in risk event database is presented on entity-relationship diagram. Operational risk information system can be rapidly developed as a distributed system using web-framework Django. Such Django features as MVC (model-view-controller) pattern and ORM (object-relational mapping) speed up the development of web-based application for risk event database and allow us to avoid manipulating sophisticated SQL expressions. We provide examples of Django classes in Python for risk event database to be used by “model” component of Django MVC pattern. We also develop and present algorithm for Value-at-Risk and Expected Shortfall calculation using data in operational risk event database. The algorithm can be easily implemented in Python using Django database-abstraction API.

**Poster session. Applied information systems / 42**

## Word embeddings using topical models

**Author:** Irina Skripkina<sup>None</sup>

**Co-authors:** I.V. Sochenkov ; I.V. Smirnov

**Corresponding Author:** skripkina.i.a@yandex.ru

In this paper the method of topic modeling – additive regularization for topic modeling of large collections of text documents was considered. The main purpose of this research is to develop an algorithm that automatically identifies topics in large collections of documents. To accomplish this task, the method of combining regularizers for sparsing and improving the interpretability of topic modeling themes have been explored. Developing the algorithm, a set of data consisting of text collections was used. The program is written in Python2, using the service for interactive computing Jupyter Notebook.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 137**

## Zhukovsky stability analysis for the generalized Kapitza pendulum under stochastic driving forces

**Authors:** Sergey Vasilyev<sup>1</sup> ; Darya Vasilyeva<sup>1</sup> ; Леонид Антонович Севастьянов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *RUDN University*

**Corresponding Author:** vasilyeva.darya@yandex.ru

Kapitza pendulum is a rigid pendulum in which the pivot point vibrates in a vertical direction, up and down. The unique feature of the Kapitza pendulum is that the vibrating suspension can cause it to balance stably in an inverted position. A pendulum with vibrating point is a classical problem of perturbation theory. The phenomenon of stabilization of the upper vertical position of the pendulum by fast vertical vibrations of the suspension point was discovered by A. Stephenson. P.L.Kapitsa has developed a method of separation of slow and fast motions for the pendulum. Lyapunov stability analysis of the motion for this pendulum subjected to excitation of stochastic driving forces that random act in the vertical and horizontal planes has been studied. In this work generalizations to Kapitza pendulum whose suspension point moves in the vertical and horizontal planes is investigated. Zhukovsky stability analysis of the motion for this pendulum subjected to excitation of stochastic driving forces that random act in the vertical and horizontal planes has been studied. The numerical study of the random motion for generalized Kapitza pendulum under stochastic driving forces has made. It is shown the existence of stable quasi-periodic motion this pendulum.

**Poster session. Applied information systems / 149**

## **Алгоритм автоматического сопоставления информации из аптек товарным позициям**

**Authors:** Лавприт Сингх<sup>1</sup> ; Мария Зубрихина<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Технологии системного анализа

<sup>2</sup> РУДН, ООО ТСА

**Corresponding Author:** m.zubrikhina2014@yandex.ru

В настоящее время в маркетинговых исследованиях при мониторинге фармацевтического рынка стоит задача сопоставления наименований аптечных препаратов заданному справочнику идентификаторов торговой позиции, так называемых SKU. Проблема такого сопоставления заключается в том, что, во-первых, не существует единого справочника или единой системы, в которой каждый препарат имеет свой уникальный SKU, а также в том, что каждая аптека или аптечная сеть может по-разному называть один и тот же аптечный препарат, в названиях могут присутствовать ошибки и использоваться различные сокращения. В статье описывается подход к решению данной задачи с использованием методов машинного обучения.

**Poster session. Applied information systems / 53**

## **Анализ влияния различных факторов на курс криптовалюты Ethereum**

**Author:** Эльза Мингажитдинова<sup>None</sup>

**Co-author:** Алексей Анатольевич Хохлов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> RUDN University

**Corresponding Author:** 1032152633@rudn.ru

Работа посвящена исследованию курса по отношению к американскому доллару одной из наиболее популярных криптовалют - Ethereum (ETH). Курс ETH за все время существования токена подвергался очень сильной волатильности - стоимость ETH менялась от 100 до около 1000 долларов за токен за год. Невооруженным взглядом заметно, что стоимость ETH напрямую зависит от стоимости других популярных криптовалют (Bitcoin, Litecoin, Ripple и других), то есть от состояния рынка криптовалют в целом. Авторы поставили целью с помощью методов факторного анализа найти и другие факторы, которые влияли курс ETH. В рамках работы предполагается несколько этапов. На первом этапе предлагается сбор данных о факторах, которые так или иначе могли оказывать влияние на курс ETH (курсы различных акций и индексов, курсы фиатных валют по отношению к USD и EUR и другие факторы). На следующем этапе предлагается разработка программного обеспечения, реализующего метод CSSA (Coupled SSA) для того, чтобы попарно анализировать зависимость между временным рядом, состоящим из значений курса ETH и временным рядом, представляющим тот или иной предполагаемый фактор. Методы из семейства \*SSA (Singular Spectrum Analysis) предполагают собой формирование тракторной матрицы из одного или более временных рядов, последующее применение метода SVD (Singular Value Decomposition) и работу с полученными собственными значениями и собственными векторами. После отбора некоторых из них можно восстановить исходный временной ряд и делать требуемые задачей выводы. На последнем этапе исследований предполагается анализ полученных результатов и формирование выводов.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 30**

## **Анализ досрочных схем погашения в потребительском и ипотечном кредитовании**

**Authors:** Юрий Касимов<sup>1</sup> ; Алексей Колесников<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Финансовый университет при Правительстве РФ

**Corresponding Author:** yukasimov@fa.ru

Досрочное погашение задолженности - это соглашение, по которому заемщик выплачивает кредитору денежную сумму, равную текущему остатку невыплаченного долга. Однако размер непогашенной задолженности определяется структурой погасительных платежей. Так в равномерных схемах погашения потребительского кредита все погасительные платежи одинаковы, но их структура: процентная и основная части меняются с течением времени. При досрочном погашении банк теряет значительную часть ожидаемых процентных платежей. Поэтому на практике часто используются, так называемые, ускоренные схемы выплаты процентов.

Работа посвящена анализу моделей досрочного погашения в многопериодных кредитных сделках. Описана общая схема реализации инвариантной ускоренной выплаты процентов за счет перераспределения процентных выплат. Под инвариантностью здесь понимается тот факт, что общая сумма выплаченных процентов (т.е в случае когда досрочное погашение отсутствует) будет той же самой, что и классических стандартных схемах. Основное внимание уделено линейным схемам по типу правила 78-х. Получена формула для полного досрочного платежа в ускоренных линейных схемах и проанализировано превышение в заключительном погасительном платеже в ускоренной схеме по сравнению со стандартной. Показано, что это превышение вначале растет и по достижении максимума (на отрезке от половины до двух третей от общего срока кредита) монотонно убывает. Размер этого превышения зависит от размера кредита, срока погашения и процентной ставки. При небольших сроках (например в потребительских кредитах) максимальное относительное превышение сравнительно небольшое - порядка 5%, хотя может быть значительным в абсолютном, денежном выражении. Для больших сроков, как в ипотечных кредитах, максимальное относительное превышение может стать весьма значительным - порядка 20%-30%, не говоря уже о абсолютных денежных значениях.

**Applied information systems / 46**

## **Анализ качества работы алгоритмов выделения сообществ в социальных сетях**

**Authors:** Анастасия Харитоновна<sup>1</sup> ; Вячеслав Жуков<sup>1</sup>

<sup>1</sup> РУДН

**Corresponding Author:** anastasiya52@mail.ru

В данной работе рассматривается применение алгоритмов выделения сообществ к реальной выборке пользователей социальной сети ВКонтакте. Был выбран пользователь и построен социальный граф его друзей. Исходя из знания фактического разделения друзей пользователя на группы, были оценены показатели качества работы алгоритмов и определен алгоритм, наиболее точно решающий задачу кластеризации.

**Poster session. Teletraffic theory and its applications / 40**

## **Анализ показателей функционирования RED-подобных алгоритмов с помощью систем массового обслуживания**

**Authors:** Илкиаш Виана Карвалью Кравид<sup>1</sup> ; Анна Зайцева<sup>1</sup> ; Иван Сергеевич Зарядов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> РУДН

**Corresponding Authors:** ,

В представленной работе строится математическая модель расчета вероятностных и временных характеристик для RED-подобной системы активного управления очередью (Random Early Detection (RED), Active Queue Management (AQM)) с помощью системы массового обслуживания, в которой реализованы пороговый механизм и механизм обобщенного обновления, позволяющие регулировать количество поступивших в систему пакетов (заявок или запросов) путем вероятностного сброса в зависимости от соотношения некоторого управляющего параметра (обычно это экспоненциально взвешенная средняя длина очереди) с заданными пороговыми значениями. В отличие от стандартных RED-подобных систем возможный сброс происходит не в момент поступления очередной заявки (запроса) в систему, а в момент окончания обслуживания на приборе (сервере) и управляющим параметром является текущая длина очереди. В рамках построенной математической модели получены аналитические выражения стационарного распределения числа пакетов в системе, стационарные вероятности потери или дальнейшей передачи поступивших в систему пакетов, а также такие стационарные временные характеристики как распределение времени пребывания пакетов в системе, среднее время и дисперсия времени пребывания пакетов в системе. Проведен численный анализ полученных характеристик. Кроме того, в работе приведен обзор других математических моделей для исследования алгоритмов управления очередью, в частности с помощью систем массового обслуживания с ММПП (Markov Modulated Poisson Process) входящим потоком, а также его дискретным аналогом – ММБП (Markov Modulated Bernoulli Process) входящим процессом, либо с помощью жидкостных моделей.

**Poster session. Next-generation communication networks: management, quality, architecture / 65**

## **Анализ показателей эффективности интеллектуальной транспортной системы**

**Authors:** Елена Юрьевна Богданова<sup>1</sup> ; Константин Евгеньевич Самуйлов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

**Corresponding Author:** elenabogdanova1@gmail.com

Тенденция урбанизации и рост численности населения планеты приводят к проблемам, которые могут быть решены посредством эффективного распределения ресурсов и рационального управления городской системой. Таким образом, многие страны ставят перед собой задачу реализации проектов интеллектуального общества.

В настоящее время интенсивность транспортного движения стремительно растет, что приводит к увеличению заторов и аварий на дорогах. Такая ситуация требует немедленного решения и внедрения интеллектуальных транспортных систем (ИТС). ИТС представляют собой группу технологий, которые позволяют значительно улучшить эффективность пассажирских и грузовых перевозок, обеспечить безопасность и более комфортное движение транспорта. Ожидается, что следующие поколения транспортных средств будут поддерживать расширенные услуги, такие как обнаружение и распознавание объектов, идентификацию и предотвращение дорожных происшествий, и другие.

Однако управление автомобильными сетями является сложной задачей, поскольку требует мобильности, осведомленности о местоположении, высокой надежности и низкой задержки трафика данных. Требования к данным оцениваются с учетом количества полос, чтобы эффективно использовать частоту и ширину полосы пропускания. Такой объем передаваемых данных выходит за рамки возможностей существующих коммуникационных технологий и требует новых решений. Считается, что связь миллиметрового диапазона может удовлетворить эти требования и является единственным надежным вариантом для транспортных средств с высокой пропускной способностью. В статье рассматривается возможность использования связи миллиметрового диапазона в ИТС, проводится анализ показателей эффективности системы. Также описаны проблемы, связанные с использованием mmWave.

## Poster session. Teletraffic theory and its applications / 75

**Анализ секретности сетей mmWave с поддержкой UAV и использованием процессов твёрдого ядра**

**Authors:** Anna Volynets<sup>1</sup> ; Anastasiia Sochenkova<sup>1</sup> ; Natalia Podzharaya<sup>1</sup> ; Anna Gorbunova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University) Miklukho-Maklaya str. 6, Moscow, 117198, Russia

**Corresponding Author:** volynetc.sp@yandex.ru

В современном мире перед телекоммуникациями стоят задачи обеспечения большего покрытия сети и динамически изменяемой мощности предоставляемого сигнала. Для решения этих задач современные исследования предлагают использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Применение БПЛА для обеспечения связи порождает ряд сопутствующих проблем. Одной из них является вопрос устойчивости связи, предоставляемой БПЛА, к пассивным атакам прослушивания. В данной работе описывается общая модель системы, которая должна обеспечить безопасность с точки зрения секретности на миллиметровом диапазоне длин волн (mmWave), а также учесть особенности использования БПЛА и применения воздушно-наземных каналов связи. Исследование предполагает использование Matern Hardcore Point Process (МНС), известный также как Процесс твёрдого ядра (ПТЯ), чтобы гарантировать безопасное расстояние между развернутыми случайным образом базовыми станциями (БС) БПЛА. Также модель предусматривает повышение уровня безопасности с точки зрения секретности передаваемого сигнала за счёт трансляции шумового сигнала с целью создания помех для подслушивающих устройств. В работе также приведены расчётные параметры для анализа качества работы рассматриваемой модели, а также в качестве примера приведён частный случай системы.

## Poster session. Teletraffic theory and its applications / 57

**Анализ систем массового обслуживания с ограниченным ресурсом с повторным поступлением заявок**

**Author:** Кирилл Агеев<sup>1</sup>

**Co-author:** Эдуард Сопин

<sup>1</sup> RUDN University

**Corresponding Author:** kaageyev@gmail.com

Системы массового обслуживания с ограниченными ресурсами, в которых клиентам требуется сервер и определенное количество ограниченных ресурсов на время обслуживания, доказали свою эффективность в анализе производительности современных беспроводных сетей. Применение систем массового обслуживания приводит к сложным вычислениям. В данной работе мы выдвинули предположение для анализа систем массового обслуживания с ограниченными ресурсами с повторными поступлениями заявок, сопоставили полученный результат с имитационным моделированием такой модели. Такие средства помогают анализировать показатели трафика в беспроводных сетях LTE и LTE-A.

## Next-generation communication networks: management, quality, architecture / 45

**Анализ характеристик сетевого трафика VR-устройств**

**Author:** Эмиль Талыбов<sup>None</sup>

**Co-author:** Эдуард Сопин

**Corresponding Author:** hulkking2@gmail.com

В современном мире начинают набирать популярность технологии виртуальной реальности (VR). Но одной из главных проблем является наличие проводов при передаче данных. Вместо проводной связи можно использовать новые сети 5G, применение которых позволит сконцентрировать вычислительную мощность на отдалённом сервере, вместо мобильных устройств. Благодаря этому можно снизить цену на оборудование для пользователей, и сделать, например, подписку на трансляционную услугу. В нашей работе мы производим анализ характеристик трафика потока данных для VR приложений. Особенность данного потока заключается в том, что сцена состоит из двух типов видеокадров, один из которых является основным для построения сцены, а второй дополняющей и улучшающей качество первого. Поэтому приоритетом попадания первого в устройство первоначально.

**Poster session. Teletraffic theory and its applications / 78**

## **Анализ эффекта направленности антенн и высоты воздушных точек доступа в сетях связи миллиметрового диапазона**

**Authors:** Natalia Podzharaya<sup>1</sup> ; Anastasiia Sochenkova<sup>1</sup> ; Roman Kovalchukov<sup>1</sup> ; Yuliya Gaidamaka<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University) Miklukho-Maklaya str. 6, Moscow, 117198, Russia

**Corresponding Author:** nyappa@mail.ru

Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в качестве воздушных точек доступа (AAP) является многообещающей концепцией для увеличения покрытия сети и ее пропускной способности. Развивающаяся технология связи миллиметрового диапазона длин волн (mmWave) предоставляет возможность обеспечения более высоких скоростей передачи данных, что делает применение AAP более эффективным. К рассмотрению предлагается разработанная трёхмерная модель для обеспечения связи mmWave с использованием дронов в качестве базовых станций (БС). Предлагаемая модель отражает направленность передачи данных, а также учитывает случайные высоты взаимодействующих объектов. Отношение сигнал/помеха (SIR) выбирается как основной показатель качества обеспечиваемой связи, на основе которого оценивается производительность системы с акцентом на влияние вертикальной составляющей в соединении mmWave.

**Teletraffic theory and its applications / 126**

## **Аналитическая модель восстанавливаемой системы типа k из n с произвольным распределением времени восстановления**

**Author:** Nika Ivanova<sup>None</sup>

**Corresponding Author:** nm\_ivanova@bk.ru

Рассмотрена восстанавливаемая система горячего резервирования типа k из n с произвольным распределением времени восстановления элементов. Для стационарных вероятностей получены аналитические выражения их зависимости от вида распределения времени безотказной работы (в.б.р.) и времени восстановления, которые явно зависят от вида функции распределения (ф.р.) исходных характеристик системы через их производящие функции (преобразования Лапласа-Стилтьеса соответствующих ф.р.).

**Next-generation communication networks: management, quality, architecture / 125**

## Вероятностная модель для анализа характеристик обслуживания эластичного трафика в беспроводной сети с сегментацией радиоресурсов

**Author:** Tatiana Grigoryeva<sup>None</sup>

**Co-authors:** Nikita Poliakov ; Anastasia V. Vlaskina

**Corresponding Author:** tgrigoryeva97@gmail.com

В сетях пятого поколения мобильной связи 5G применяется концепция Network Slicing. Данная форма архитектуры виртуальной сети позволяет разделить традиционные сетевые архитектуры на виртуальные элементы, которые могут быть связаны (также с помощью программного обеспечения) и отдельно оптимизированы под различные требования скоростей передачи данных для удовлетворения конкретных потребностей приложений, сервисов, устройств или операторов.

Если значительно упростить характеристики беспроводной сети, то можно заметить некоторую аналогию с классическими системами массового обслуживания (СМО) и описать ее при помощи вероятностных моделей систем, учитывая, заявки обрабатываются не одним или несколькими приборами, а единым ресурсом, сегментирующимся между заявками, поступившими на обслуживание.

В данной работе в качестве модели для анализа характеристик обслуживания эластичного трафика в беспроводной сети с сегментацией радиоресурсов будет рассмотрена СМО с несколькими источниками.

Next-generation communication networks: management, quality, architecture / 70

## Вероятность блокировки и вероятность сброса сессии мультимедиа в миллиметровом диапазоне

**Authors:** Фаина Александровна Москалева<sup>None</sup> ; Анна Алексеевна Платонова<sup>None</sup> ; Виталий Александрович Бесчастный<sup>None</sup> ; Юлия Васильевна Гайдамака<sup>None</sup>

**Corresponding Author:**

Индустрия беспроводных технологий переходит к производству систем пятого поколения сотовой связи, которые будут использовать частоты миллиметрового диапазона для обеспечения высокой спектральной эффективности и скорости передачи данных на мобильное устройство. Известно, что распространение миллиметровой волны существенно зависит от прямой видимости по пути ее распространения. В отличие от микроволновых систем с длинными волнами, в рассматриваемом случае такая блокировка может быть вызвана препятствиями небольшого размера и даже людьми. Мобильность как приемопередающих устройств, так и препятствий, вызывает чередование заблокированных и незаблокированных состояний прямой видимости. В работе представлена модель, описывающая обслуживание точкой доступа стационарных пользователей при наличии движущихся объектов, вызывающих блокировку прямой видимости. Модель построена для гетерогенного трафика, представляющего собою комбинацию одноадресных сессий и сессий мультимедиа. Особенностью данной модели является возможность учитывать эффект блокировки прямой видимости для сессий мультимедиа. Необходимый для предоставления услуги объем ресурсов зависит от расстояния между миллиметровой точкой доступа и пользовательским устройством и наличия блокиатора прямой видимости. Основными показателями производительности системы, представляющими интерес, являются вероятности блокировки и вероятности сброса сессии мультимедиа.

Applied information systems / 111

## Взаимодействие студентов африканского университета



**Authors:** Ayodele Emmanuel Abiola<sup>None</sup> ; kouame amos Brou<sup>None</sup>

**Corresponding Author:** abiolaemma01@gmail.com

Обмен студентами в университетах Африки - это не просто студенческие визиты в заграничные университеты, но приобретение нового опыта студенческой жизни и незабываемый культурный и языковой обмен за границей; который должен быть доступен для студентов во всех африканских странах. Более пяти миллионов студентов, преподавателей, лекторов по всей Африке должны будут принять участие в этом зарубежном обмене, чтобы изменить свою повседневную жизнь и увидеть новые горизонты. Это также способ лучше познакомиться с другими регионами Африки, встретить новых друзей и таким образом упрочить африканскую самобытность. Организация студенческого обмена призвана решить проблемы систем образования Африки, объединить их и охватить африканские традиции и культуру во всех аспектах. Мы представляем и предлагаем создать электронную систему на основе технологии баз данных и SQL, которая позволит управлять процессом обмена студентами для Африканских вузов, с тем, чтобы этот процесс работал более эффективно. Эта система, в частности, будет отслеживать наличие одинаковых программ подготовки в разных Африканских университетах (в соответствии с международной кодировкой образовательных программ), предлагать варианты обмена студентами (учитывая квоты, способности и желание студентов), фиксировать состоявшиеся факты студенческого обмена и показатели успеваемости этих студентов при обучении в разных университетах. В работе приводится описание этой системы.

**Mathematical modeling and simulation / 47**

## **Выбор оптимального портфеля для модели Блека с двусторонними ограничениями весов и комиссией**

**Authors:** Мухаммед Аль-Натор<sup>1</sup> ; Софья Аль-Натор<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Финансовый университет при Правительстве РФ*

**Corresponding Authors:** malnator@yandex.ru, salnator@yandex.ru

Рациональный инвестор в условиях определенности выбирает портфель с наибольшей доходностью. При этом веса портфеля не могут быть выбраны произвольно, поскольку с одной стороны веса портфеля подчиняются бюджетному ограничению (сумма весов равна 1), а с другой – на многих рынках имеются жесткие ограничения на количество коротких позиций. Например, страховые компании, пенсионные фонды и некоторые кредитные учреждения должны соответствовать определенным законодательным требованиям по долям, инвестируемым в активы различных классов.

В работе на основе ранее разработанном авторами эвристического алгоритма продолжается исследование модели Блека (для этой модели допускаются короткие позиции) с двусторонними ограничениями весов и с комиссией. Отметим, что для модели Блека доходность портфеля является негладкой рациональной функцией от самих весов и их абсолютного значения. Как показано в работе, оптимальный портфель с комиссией может не совпадать с оптимальным портфелем без комиссии.

Особое внимание в работе уделяются портфели малых размерностей.

**Poster session. Next-generation communication networks: management, quality, architecture / 67**

## **Вычисления добавочной скорости передачи данных в нелицензируемом спектре в системе 5G-U**

**Authors:** Anastasia Daraselia<sup>1</sup> ; Eduard Sopin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *RUDN*

**Corresponding Author:** avdaraseliya@sci.pfu.edu.ru

Существование технологий WiGig и 5G в нелицензированном спектре частот (5G NR-U) сейчас является одной из самых актуальных тем в научном сообществе и в промышленности. В данной работе нами была предложена модель, в которой точки доступа 5G NR могут работать в лицензируемом и нелицензируемом диапазонах частот, и в зоне действия каждой такой точки находится одна точка доступа WiGig, работающая в том же нелицензируемом диапазоне частот. Было предложено использование рабочего цикла (duty cycle) в качестве подхода передачи данных в нелицензированном диапазоне частот.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 94**

## **Выявление ключевых факторов влияющих на процесс централизованной логистики (в условиях неопределенности)**

**Authors:** Daria Petiforova<sup>None</sup> ; Сергей Анатольевич Васильев<sup>None</sup>

**Corresponding Author:** petiforova.darya@yandex.ru

В настоящее время одним из важных и актуальных вопросов управления, является процесс управление обеспечением. Так как отлаженный процесс управления ресурсами позволяет компании эффективно функционировать.

В рамках данной работы были проанализированы действующие бизнес-процессы частной компании, на основе которых был сформирован процесс централизованного обеспечения. Более того, в работе представлен обзор типовых решений на базе 1С, представленных на рынке связанных с управлением материально-техническими ресурсами. Выявлены основные преимущества и недостатки рассматриваемых типовых решений, построена сравнительная таблица этих решений. Осуществлен выбор наиболее подходящего типового решения в рамках процесса обеспечения рассмотренной компании. Доказана необходимость внедрения процесса централизованного обеспечения, в связи с сокращением трудозатрат, а также уменьшение расходов.

В рамках данной работы предполагается несколько этапов.

Во-первых, разделение процесса обеспечения на два типа в зависимости от влияния сезона:

1. Ситуация, когда сезон не оказывает влияние на число заявок на обеспечение (процесс офисного снабжения и обеспечение форменной одеждой).
2. Ситуация, когда сезон оказывает влияние на число заявок на обеспечение.

Во-вторых, определены основные факторы, оказывающие эффект на число заявок на обеспечение. После чего, на базе полученных статистических данных была построена регрессионная модель, отображающая влияние выделенных факторов на число заявок на обеспечение.

Проинтерпретированы основные показатели построенной модели, а также дана оценка ее качества.

На следующем этапе работы определены ключевые функции процесса централизованного обеспечения “Закупка”, “Поступление”, “Выбытие”. На их основе было создано приложение на базе 1С, с учетом выявленных факторов и основных функций. В завершении работы происходит моделирование рабочей ситуации (запуск приложения), его анализ, выявление возможных узких мест их корректировка.

**Poster session. Applied information systems / 9**

## **Извлечение элементов библиографии на основе автоматически порождаемых регулярных выражений**

**Author:** Татьяна Соколова<sup>None</sup>

**Corresponding Author:** t4377@yandex.ru

В данной работе будет рассмотрена задача извлечения и структурирования элементов библиографических списков из научных текстов. Для решения данной задачи был создан инструмент автоматической

генерации регулярных выражений. Применяемый метод формирует стандарты библиографии на основе языка регулярных выражений, применяет аппарат регулярных выражений к библиографии, вычисляет точность оформленных библиографических ссылок в соответствие со стандартами.

**Next-generation communication networks: management, quality, architecture / 77**

## **Имитационная модель обслуживания на миллиметровых волнах в сети с точкой доступа на дроне**

**Author:** Ekaterina Medvedeva<sup>1</sup>

**Co-authors:** Emil Khayrov<sup>1</sup>; Alexandr Zhdankov<sup>1</sup>; Yuliya Gaidamaka<sup>1</sup>

<sup>1</sup> RUDN

**Corresponding Author:** a.zhdankov@inbox.ru

Для беспроводных сетей пятого поколения, использующих технологию передачи данных в миллиметровом диапазоне (mmWave), характерны понятия прямой и не прямой видимости между точкой доступа и оборудованием пользователя, и, как следствие, возникновение блокировки сигнала. Блокатором распространения сигнала в технологии mmWave может являться любой объект, возникающий в зоне прямой видимости двух приемопередающих устройств, при этом упомянутые сетевые устройства могут быть как стационарными, так и перемещаться на плоскости (2D) или в пространстве (3D). В данной работе представлен пример сети Air-to-Everything, состоящей из нескольких точек доступа подключения, размещенных на дроне в воздушной среде, пользовательских устройств на поверхности земли и зданий-блокираторов. Для рассмотренного примера сети разработана имитационная модель обслуживания по нисходящему соединению, которая позволяет исследовать эффект блокировки и вероятность подключения пользовательских устройств в зависимости от высоты дрона и подключенных к ним точек доступа, с учетом заданных размеров и расположения зданий-блокираторов. Предполагая, что пользовательское устройство может быть расположено в любой части моделируемой области, рассчитан эффект блокировки, то есть случай перекрытия области прямой видимости тенью здания. В имитационной модели для расчета площади области прямой видимости используются методы стохастической геометрии.

**Next-generation communication networks: management, quality, architecture / 145**

## **Имитационная модель расчета стационарных вероятностей системы типа К из N с произвольными распределениями времени безотказной работы и ремонта её элементов**

**Author:** Hector Gibson Kinmanhon HOUANKPO<sup>None</sup>

**Co-author:** Dmitry Kozyrev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> RUDN University

**Corresponding Author:** gibsonhouankpo@yahoo.fr

Рассматривается система К из Ноблегченного резервирования с произвольной функцией распределения (ФР) времени безотказной работы (в.б.р.) и произвольной ФР времени ремонта её элементов. Проведено имитационное моделирование системы для нахождения стационарных вероятностей состояний системы и стационарной вероятности безотказной работы системы. Получены значения коэффициента  $\rho$  (относительная скорость восстановления) при котором достигается заданный уровень надежности и построены графики зависимости вероятности безотказной работы системы от относительной скорости восстановления.

**Poster session. Applied information systems / 116****Иновации в блокчейн технологии****Author:** Victor Kudinov<sup>None</sup>**Corresponding Author:** 1042170083@pfur.ru

Цифровой мир обеспечил эффективность отношений с клиентами во всем мире благодаря эффективному использованию мобильных технологий, Интернета вещей, социальных сетей, аналитики и облачных технологий создания моделей для принятия более эффективных решений. Технология Блокчейн была представлен не так давно и с тех пор революционизирует цифровой мир, предлагая новый взгляд на безопасность, отказоустойчивость и эффективность систем. Хотя Блокчейн изначально популяризировался биткоином, он представляет собой нечто гораздо большее, чем фундамент для криптовалюты. Эта технология предлагает безопасный способ обмена любого вида товара, услуги или транзакции. Промышленный рост все больше зависит от надежных партнерских отношений; но усиление регулирования, киберпреступность и мошенничество препятствуют его расширению. Технология блокчейн помогает обеспечить более гибкие производственно-сбытовые цепочки, более тесные взаимоотношения с клиентами и более быструю интеграцию с Интернетом вещей и облачной технологией. Кроме того, блокчейн обеспечивает более низкую стоимость торговли с помощью доверенного контракта, отслеживаемого без вмешательства третьих сторон, что позволяет не увеличивать прямую стоимость, а также обеспечивает умные контракты и соглашения надежными функциями кибербезопасности. Эта статья является попыткой создать основу для представления и демонстрации использования технологии блокчейн в различных промышленных сферах. Представленные концепции могут быть перенесены в широкий спектр отраслей, таких как финансы, правительство и производство, где должны соблюдаться безопасность, масштабируемость и эффективность.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 5****Использование Docker для развертывания вычислительного программного комплекса****Authors:** Tatiana Demidova<sup>1</sup> ; Anton Sobolev<sup>1</sup><sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia**Corresponding Authors:** dem\_tatiana@mail.ru, raven357be@gmail.com

Существует множество способов облегчения создания масштабных проектов. Один из наиболее используемых способов — это создание виртуальных машин, содержащих окружение программы. Однако, недавно было создано программное обеспечение, способное сделать этот процесс еще проще. Одним из примеров может служить Docker — программное обеспечение для автоматизации развертывания и управления приложениями в среде виртуализации на уровне операционной системы.

В данной работе рассматривается программное обеспечения Docker, его возможности и преимущества, которое позволяет создавать образы, содержащие программу и все необходимые составляющие для ее работы. Целью данной работы является изучение возможностей Docker. А также, создание контейнера, содержащего программную реализацию нейронной сети для распознавания различных рукописных символов. Тренировочными и тестовыми данными является база рукописных цифр и букв «MNIST» и «EMNIST». Для обучения нейронной сети распознаванию цифр использовался тренировочный набор, содержащий 60 тысяч экземпляров, а тестовый набор включает 10 тысяч экземпляров. Для букв — тренировочный набор содержит 88800 экземпляров, а тестовый набор включает 14800 экземпляров. Проект создан на основе образа tensorflow, загруженного с публичного Docker-реестра Docker Hub. Программа написана на языке Python3, с использованием сервиса для интерактивных вычислений Jupyter Notebook.

**Applied information systems / 73**

## **Использование метода главных компонент при анализе пользовательской активности в социальных сетях**

**Authors:** Alexandra Lozovaya<sup>None</sup> ; Алексей Анатольевич Хохлов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *RUDN University*

**Corresponding Author:** sunowww@yandex.ru

Название: Анализ активности пользователей в социальных сетях

Абстракт:

В настоящее время социальные сети прочно вошли в жизнь практически всех пользователей интернета. Они используются для коммуникации, в роли новостных порталов, интернет-магазинов, площадок для рекламы товаров и услуг, распространения цифрового контента и не только. Компании-владельцы социальных сетей, очевидно, собирают огромные объемы данных о поведении пользователей своих площадок для последующей аналитики, по результатам которой корректируется программное обеспечение, разрабатываются новые функции, реализуются новые модули, меняется поведение сервисов. Однако бизнесу, который использует социальные сети как площадку для продвижения своих товаров и услуг, данная информация обычно бывает недоступна, поэтому широко распространены многочисленные руководства и статьи о том, как привлекать пользователей на свои страницы, как увеличивать количество подписчиков и других важных показателей. Авторы поставили цель классифицировать методы сбора доступной информации о поведении пользователей площадки Instagram и использовать факторный анализ, чтобы попытаться найти зависимость между различными метриками и внешними факторами.

**Poster session. Applied information systems / 159**

## **Использование нейронных сетей в задачи распознавания образов**

**Author:** Nikita Marchenko<sup>1</sup>

**Co-author:** Andrei Vinogradov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *People's Friendship University of Russia(RUDN University)*

<sup>2</sup> *Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)*

**Corresponding Author:** nrmarchenko@gmail.com

Появление нейронных сетей в современном мире стало новым витком в эре технологий. Благодаря им удалось решить и упростить множество задач, которые до этого были очень сложны и дорогостоящи в реализации. Очень многое изменилось в 2012 году на соревновании ImageNet. Тогда-то соревнование выиграла нейронная сеть, которая относилась к convolutional neural networks или свёрточной нейронной сети, или сокращённо CNN – она выиграла соревнование и тогда же была публично представлена публике. С тех пор CNN больше никогда не уступали свои позиции. С того времени нейронные сети совершили огромный рывок вперед, распознавание образов с использованием CNN используется повсеместно и активно внедряется в повседневную жизнь людей. Очень широкое распространение они получили в распознавании лиц людей. Данная работа посвящена распознаванию дорожных знаков. Для решения данной задачи будет использоваться несколько различных методов глубинного обучения.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 129**

## **Исследование величины массы антинейтрино в процессах $\beta$ -распада путем численного измерения относительных характеристик**

**Author:** Maxim Alibin<sup>1</sup>

**Co-author:** Nikolay Vladimirovich Samsonenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia

**Corresponding Author:** maalibin2017@mail.ru

На сегодняшний день значение величины массы антинейтрино является очень актуальным вопросом в физике, в связи с этим проводится немало измерений для оценки значения параметра-массы антинейтрино содержащегося в кинематическом множителе (без учета лептонной и нуклонной частей матричного элемента в которых тоже имеется этот параметр), с помощью численных методов и методов математического моделирования, а также путем экстраполяции графика Кюри из середины спектра. Поэтому предлагается использовать численные методы для измерения относительных характеристик, из-за того, что относительные характеристики дают возможность минимизировать влияние нуклонных эффектов в матричном элементе, которые плохо изучены в наши дни, что позволит с большой на нашем мнению точностью определить исследовать значения такого параметра, как масса, в процессах  $\beta$ -распада, на примере свободного нейтрона.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 113**

## **Исследование временных рядов средствами, встроенными в программную среду вычислений R**

**Author:** Anna Amiraslanova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> RUDN University

**Corresponding Author:** anny.alex28@gmail.com

Настоящая работа посвящена исследованию и прогнозированию временных рядов с помощью программной среды вычислений R. А также анализ самих функций и методов среды R. В R существуют различные пакеты. Пакетом является набор каких-либо функций R, примеры использования этих функций, а также справочная информация по использованию пакетов. Каждый пакет является дополнением к базе R и обычно описывает какую-то конкретную тему.

**Applied information systems / 92**

## **Исследование динамики рынка криптовалют**

**Authors:** Кристина Штепа<sup>1</sup> ; Алексей Анатольевич Хохлов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> RUDN University

**Corresponding Author:** stepakristina@mail.ru

В работе представлены данные по исследованию динамики изменений рынка криптовалют. В качестве метрики для анализа выбран сводный индекс, зависящий от курсов основных токенов по отношению к доллару США. Он служит основным показателем общего направления развития рынка, позволяя крупным инвесторам и частным покупателям токенов без долгосрочного анализа поведения и динамики валют надёжно определить текущее состояние рынка и инвестировать

в виртуальную валюту с максимальной прибылью как в краткосрочном, так и в долгосрочном периоде. Задача авторов — используя методы факторного анализа, найти и охарактеризовать факторы, имеющие наибольшее влияние на индекс динамики изменения криптовалютного рынка. В рамках данной работы предполагается несколько этапов. Во-первых, необходимо изучить текущее положение и историю изменения курса десятка крупнейших по рыночной капитализации цифровых валют, рассмотреть имеющиеся инструменты анализа рынка – крупнейшие индексы, такие как общая рыночная капитализация, оборотное предложение, максимальное предложение, объем торгов, CRyptocurrency IndeX (CRIX) - взвешенный индекс рыночной капитализации криптовалюты др. На следующем этапе предлагается разработка программного обеспечения, реализующего метод CSSA (Coupled Singular Spectrum Analysis). Это метод анализа временных рядов, основанный на преобразовании одномерного ряда в многомерный с помощью однопараметрической сдвиговой процедуры, исследовании полученной многомерной траектории с помощью анализа главных компонент и восстановлении ряда по выбранным главным компонентам. На последнем этапе исследований предполагается анализ полученных результатов, определение факторов, влияющих на рынок, и формирование выводов.

Applied information systems / 61

## Исследование скорости работы блокчейна Ethereum

**Author:** Анна Денисенко<sup>None</sup>

**Co-author:** Алексей Анатольевич Хохлов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> RUDN University

**Corresponding Author:** ggintou@gmail.com

В данной работе исследуется зависимость скорости работы блокчейна Ethereum от различных факторов. Эта развивающаяся технология представляет большой интерес как для различных сфер, так и для частных лиц, однако известны случаи, когда ее востребованность приводила пользователей к таким неприятным обстоятельствам, как необходимость увеличения стоимости комиссии и задержки подтверждения транзакций. Для получения большей пользы при взаимодействии с Ethereum было бы полезно оценить скорость его работы. Задача авторов — используя методы факторного анализа, найти факторы, влияющие на количество транзакций в блоке. Работа состоит из нескольких этапов. На первом этапе собираются данные о факторах, которые как - либо могут влиять на скорость работы блокчейна. Далее, разрабатывается программное обеспечение, которое использует метод CSSA (Coupled SSA) для анализа зависимости между временными рядами, один из которых состоит из количества транзакций в каждом блоке Ethereum, а второй представляет какой - либо другой фактор. Методы SSA(Singular Spectrum Analysis) используют траекторные матрицы, полученные из одного или нескольких временных рядов, после чего применяется метод SVD(Singular Value Decomposition) и далее ведется работа с полученными собственными значениями и собственными векторами матрицы. Выбрав несколько интересных из них, временной ряд восстанавливается, после чего можно сделать какие либо выводы. Цель последнего этапа — проанализировать результаты и сделать заключение.

Poster session. Teletraffic theory and its applications / 123

## Исследования производительности мультисервисных сетей связи на базе архитектурных концепций будущих сетей

**Author:** Bayram Ibrahimov<sup>None</sup>

**Corresponding Authors:** ,

Исследованы показатели производительности мультисервисных сетей связи на базе архитектурной концепции будущих сетей FN (Future Network) с использованием инновационных технологий при оказании мультимедийных услуг и приложений. На основе исследования предложена математическая модель, учитывающая сетевых ресурсов, вероятностно-временных характеристик сетей связи общего пользования и показатели самоподобия полезного и служебного трафиков. Получены аналитических выражений, которые позволяют оценить пропускные способности комплексов аппаратно-программных средств на базе SDN/NFV технологий и сетевых ресурсов.

Poster session. Mathematical modeling and simulation / 52

## К анализу механизма выгрузки задач в системе туманных вычислений на основе двухпараметрического критерия

**Authors:** Eduard Sopin<sup>1</sup> ; Vasilisa Golitsyna<sup>2</sup>

<sup>1</sup> RUDN

<sup>2</sup> RUDN University

**Corresponding Author:** golitsynavm@gmail.com

Облачные и туманные вычисления набирают все большую популярность в последнее время. Наблюдается устойчивая тенденция к увеличению количества и объема данных, которые надо не просто хранить, но и обрабатывать. Такие службы ускоряют внедрение инноваций, повышают гибкость ресурсов и обеспечивают экономию благодаря высокой масштабируемости. Данные технологии позволяют развивать концепцию интернета вещей, ускорять процесс отклика системы и процесс обработки вычислений.

Ранее была построена модель механизма выгрузки задач в системе туманных вычислений с одним параметром, описывающим объем вычислений при выполнении задания. В данной работе рассматривается зависимость не только от объема вычислений, которые должны быть сделаны, но и от объема данных, передаваемых по сети для дальнейшей обработки. Нами были получены формулы, описывающие количество работы, которое надо выполнить каждому устройству, время обслуживания задания, а также среднее время ответа системы для разных концепций обработки данных – мобильных устройств, тумана и облака.

Poster session. Next-generation communication networks: management, quality, architecture / 127

## К анализу модели совместного обслуживания трафика с малыми задержками URLLC и трафика ресурсоемких приложений eMBB в сети пятого поколения

**Authors:** Makeeva Elena<sup>None</sup> ; Irina Gudkova<sup>1</sup> ; Petr Kharin<sup>None</sup>

<sup>1</sup> RUDN University

**Corresponding Author:** len16730637@yandex.ru

Технология 5G призвана решить такие вопросы, как рост мобильного трафика, увеличение числа устройств, подключаемых к сети, сокращение задержек для реализации новых услуг и нехватка частотного спектра. Основными услугами для решения этих задач, являются enhanced Mobile Broadband (eMBB), massive Machine Type Communications (mMTC) и Ultra Reliable Low Latency Communications (URLLC). Неоднородность услуг может быть учтена путем разделения сети, посредством которого каждому сервису выделяются ресурсы для обеспечения гарантий производительности и изоляции от других сервисов.

В данной работе рассматриваются две технологии ортогонального (OMA) и неортогонального (NOMA) множественного доступа, при потоковом и эластичном трафике eMBB соответственно.



Исследуется задачи оптимизации скорости передачи eMBB при неортогональном наложении ресурсов трафика URLLC с учетом критериев справедливости, а также сравнение двух систем массового обслуживания с резервированием ресурсов и с приоритизацией одного из типа услуг на основе полученных метрик для каждой системы.

**Next-generation communication networks: management, quality, architecture / 131**

## **К анализу показателей эффективности динамической сегментации радиоресурсов беспроводной сети по активности пользователей**

**Authors:** Valeria Savich<sup>None</sup> ; Polina Dymova<sup>None</sup> ; Nikita Polyakov<sup>None</sup> ; Anastasia Vlaskina<sup>None</sup> ; Irina Gudkova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> RUDN University

**Corresponding Author:** valeria.savich16@gmail.com

В работе исследована двухсервисная система массового обслуживания с двумя очередями с нетерпеливым эластичным трафиком и минимальными требованиями к скорости обслуживания заявки. Трафик способен приспосабливаться к изменениям задержки и пропускной способности, продолжая удовлетворять потребности приложения, но чувствителен к потерям. Система предусматривает равенство вероятностей попадания заявок обоих типов на прибор, а также возможность нахождения на обслуживании большего числа заявок одного типа по сравнению с другим. Это позволяет называть ее системой с динамической сегментацией ресурсов в зависимости от активности пользователей. Во время исследования удалось создать модель такой системы обслуживания, рассмотреть все ее возможные состояния и рассчитать интенсивность переходов из одного состояния в другое. Полученные вероятности помогли изучить показатели системы, и проанализировать эффективность сегментации ресурсов беспроводной сети в зависимости от активности пользователей. Результаты исследования могут быть использованы в дальнейшем для проектирования новых систем с возможностью исключения не оптимальных решений передачи данных на начальных этапах, а также для управления структурой сети для улучшения качества ее обслуживания.

**Poster session. Next-generation communication networks: management, quality, architecture / 20**

## **К анализу скорости передачи данных с учетом процедуры формирования диаграммы направленности для движущихся устройств**

**Authors:** Надежда Чухно<sup>1</sup> ; Юлия Гайдамака<sup>1</sup> ; Константин Самуйлов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

**Corresponding Author:** nvchukhno@gmail.com

Начальный доступ (Initial Access) относится к процедурам, которые устанавливают начальное соединение между передатчиком и приемником для передачи данных в радиоканале беспроводных сетей, работающих в миллиметровом диапазоне длин волн. Начальный доступ является важным компонентом всех сотовых систем и основной предпосылкой для установления соединения. Следует отметить, что для будущей системы мобильной связи 5G технология передачи данных в миллиметровом диапазоне длин волн является одной из ключевых, а процедура начального доступа – неотъемлемой частью установления соединения для передачи данных.

Начальный доступ является центральной проблемой для сотовых систем миллиметрового

диапазона по сравнению с существующими сотовыми системами. Во-первых, миллиметровые линии связи обычно требуют высокой направленности для достижения достаточного отношения сигнал / шум (SNR). Однако приемник и базовая станция не знают, какие именно направления луча использовать во время цикла начального доступа. Таким образом, они должны искать соответствующие направления формирования диаграммы направленности из большого углового пространства поиска во время начального доступа, что занимает много времени. Во-вторых, передачи в миллиметровом диапазоне уязвимы для блокировок, следовательно, начальный доступ должен проводиться гораздо чаще, чем в обычных системах. В работе исследуется длительность цикла начального доступа при которой средняя достижимая скорость передачи данных в радиоканале стремится к максимальной.

Poster session. Teletraffic theory and its applications / 117

## Качества функционирования мультисервисных телекоммуникационных сетей с использованием технологий SDN/NFV

Author: Bayram Ibrahimov<sup>None</sup>

Corresponding Authors: i.bayram@mail.ru, ,

Проанализированы показатели качества функционирования мультисервисных телекоммуникационных сетей на базе архитектурной концепции будущих сетей FN (Future Network), использующей SDN/NFV технологии при оказании мультимедийных услуг и приложений. Предложена математическая модель, учитывающая информационных и сетевых ресурсов сети связи общего пользования и показатели самоподобия полезного и служебного трафиков, которые позволяют оценить пропускные способности комплексов аппаратно-программных средств на базе SDN/NFV технологий и некоторые важные вероятностно-временных характеристик сети связи.

Poster session. Applied information systems / 22

## Классификационные модели в дискурсивном анализе текстов на русском языке

Author: Elena Chistova<sup>None</sup>

Corresponding Author: chistova@isa.ru

В настоящей работе рассматривается задача распознавания дискурсивных отношений между фрагментами русскоязычных текстов в рамках Теории Риторических Структур (Rhetorical Structure Theory). Представлен подход, основанный на машинном обучении с учителем, приводится анализ информативности различных видов текстовых признаков применительно к подзадачам классификации и определения ядра дискурсивного отношения. В качестве набора классов используется сокращенный набор отношений RST-DT.

Poster session. Mathematical modeling and simulation / 29

## Классификация эмоций по голосу с помощью BLSTM нейронной сети

Author: Никита Курков<sup>1</sup>

Co-author: Евгений Юрьевич Щетинин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Финансовый Университет

<sup>2</sup> *Financial University under the Government of the Russian Federation*

**Corresponding Author:** nikitakurkov@gmail.com

Компьютерный паралингвистический анализ речи для определения эмоций находит свое применение в охранных системах, биометрических исследованиях, при анализе поведения абонентов и операторов колл-центров и в банковской сфере в ходе интервью с клиентом. Для этого используются различные модели, которые оценивают физические параметры голоса, такие как высоту, интенсивность, форманты и гармоники, для определения эмоций. Основная сложность задачи определения эмоций по голосу состоит в необходимости определения таких признаков, которые будут достаточно устойчивыми к выбросам, при этом сохраняя все многообразие черт голоса. Также, используемая модель должна иметь возможность учитывать признаки во времени, для эффективного анализа изменений в голосе. В этой работе представлена паралингвистическая модель на основе BLSTM нейронной сети, обученной для определения человеческих эмоций по голосу. Преимущество данной архитектуры состоит в том, что каждый модуль данной сети состоит из нескольких взаимодействующих слоев: output layer, input layer и forget gate. Это позволяет сети определять гибкие долгосрочные зависимости в данных, что особенно важно в контексте анализа человеческой речи. Для обучения и оценки модели использовался набор данных SEMAINE Corpus, модель была построена с использованием библиотеки глубокого обучения Keras и языка программирования Python.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 32**

## **Коллаборативная фильтрация для данных с неявными предпочтениями пользователей**

**Authors:** Евгений Юрьевич Щетинин<sup>1</sup> ; Никита Рассакхан<sup>None</sup>

<sup>1</sup> *Financial University under the Government of the Russian Federation*

**Corresponding Authors:** eugene.shchetinin@gmail.com, rassahan@gmail.com

Стандартной задачей рекомендательных систем является улучшение опыта пользователей при помощи персонализации рекомендаций, основывающихся на неявном предварительном фидбеке пользователей (на его предыдущих оценках подобных продуктов). Такие системы постоянно наблюдают за различными особенностями пользовательского поведения, например, за историей покупок, предпочтениями в просматриваемом видеоконтенте или историей просмотра веб-страниц. В отличие от чаще исследуемого явного фидбека, мы не обладаем какими-либо входящими параметрами помимо предыдущих предпочтений пользователя. В частности, мы не имеем представления о том, какие продукты ему не нравятся. В данной работе определяется ряд особенностей, присущих именно наборам данных, содержащим неявный фидбек. Предлагается отношение к данным как к индикатору положительного или негативного предпочтения продукта с определенным уровнем доверия. Это приводит нас к факторной модели, особенно хорошо подходящей для рекомендательных систем, основанных на неявном фидбеке. Также предлагается масштабируемая процедура оптимизации, которая масштабируется линейно относительно объема данных.

**Distributed high-performance computing and Big-data / 152**

## **Комплекс программ для исследования системы длинных джоэфсоновских переходов на гибридных вычислительных архитектурах**

**Authors:** Elena Zemlyanaya<sup>1</sup> ; Ksenia Erofeeva<sup>2</sup> ; Maxim Bashashin<sup>None</sup> ; Maxim Zuev<sup>1</sup> ; Oksana Streltsova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *JINR*

<sup>2</sup> State University "Dubna"

**Corresponding Author:** zuevmax@jinr.ru

В докладе представлены работы по разработке комплекса программ для исследования системы длинных джозефсоновских переходов, позволяющего проводить вычисления на гетерогенных вычислительных архитектурах: центральных процессорах Intel (CPU), процессорах Intel Xeon Phi (KNL), графических ускорителях от NVIDIA (GPU). Проведен сравнительный анализ ускорения и эффективности разработанных параллельных реализаций в зависимости от параметров задачи и схемы распараллеливания; проведен анализ эффективности разработанных параллельных реализаций с использованием технологий OpenMP, MPI и CUDA для системы джозефсоновских контактов с целью выбора оптимальной архитектуры для решения поставленной задачи. Расчеты проводились на гетерогенной платформе HybridIT (ЛИТ ОИЯИ). Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-71-10095)

**Mathematical modeling and simulation / 90**

## **Компьютерное исследование нелинейных стохастических моделей, описывающих миграционные потоки**

**Authors:** Anastasia Demidova<sup>1</sup> ; О. В. Дружинина<sup>2</sup> ; О. Н. Масина<sup>3</sup> ; Е. Д. Тарова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

<sup>2</sup> Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук

<sup>3</sup> Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина

**Corresponding Author:** ademidova@sci.pfu.edu.ru

Работа посвящена развитию методов построения и компьютерного исследования недетерминированных конечномерных моделей, описывающих миграционные потоки. При построении динамических моделей высокой размерности в ходе аналитического исследования возникают существенные трудности. Компьютерное исследование позволяет не только получить результаты численных экспериментов по поиску траекторий и оценке параметров детерминированных моделей, но и выявить эффекты, обусловленные стохастизацией. Для четырехмерной миграционно-популяционной модели проведена оценка модельных параметров и построены локальные фазовые портреты. Выполнен переход от векторного обыкновенного дифференциального уравнения к соответствующему стохастическому дифференциальному уравнению. Описана структура стохастической модели на основе применения метода построения самосогласованных стохастических моделей. В качестве инструментального программного средства исследования миграционно-популяционных моделей использован программный комплекс для численного решения систем дифференциальных уравнений модифицированными методами Рунге-Кутты. Программный комплекс позволяет проводить численные эксперименты на основе реализации алгоритмов генерирования траекторий многомерных винеровских процессов и многоточечных распределений и алгоритмов решения стохастических дифференциальных уравнений. В исследовании моделей, описывающих миграционные потоки, использованы такие структурные возможности программного обеспечения, как возможность численного исследования моделей высокой размерности, аппроксимация кратных стохастических интегралов и тестирование сходимости численных методов. Проведен сравнительный анализ результатов компьютерного исследования, полученных для стохастических моделей. Охарактеризованы свойства миграционно-популяционных систем в детерминированном и стохастическом случаях. Проведено сравнение полученных результатов для трехмерного и четырехмерного случаев. Выявлены эффекты, характерные для моделей с миграционными потоками. Полученные результаты могут найти применение в задачах моделирования и прогнозирования поведения многомерных систем, описывающих миграционные потоки.

**Distributed high-performance computing and Big-data / 156**

## Конфигурация удаленных рабочих столов для работы с высокопроизводительными графическими приложениями

**Authors:** Дмитрий Беляков<sup>1</sup> ; Петр Зрелов<sup>1</sup> ; Максим Зуев<sup>2</sup> ; Владимир Кореньков<sup>1</sup> ; Михаил Матвеев<sup>1</sup> ; Дмитрий Подгайный<sup>1</sup> ; Оксана Стрельцова<sup>1</sup> ; Шушаник Торосян<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Объединённый институт ядерных исследований, Лаборатория информационных технологий, Россия

<sup>2</sup> Объединённый институт ядерных исследований, \ \ Лаборатория информационных технологий, Россия

**Corresponding Author:** matveevma@jinr.ru

В докладе представлены предпосылки и описание конфигурации удаленных рабочих столов HybriLIT, созданных с помощью программного обеспечения компании Citrix. Отличительной особенностью подготовленных виртуальных машин является использование ресурсов серверного графического ускорителя для отрисовки изображения при работе с высокопроизводительным программным обеспечением Maple, Comsol, Wolfram Mathematica, Matlab, а так же беспроводное соединение тонкого клиента с виртуальной машиной за счет технологии HDX 3D Pro.

Poster session. Mathematical modeling and simulation / 112

## Математическое моделирование системы конвейерного типа

**Authors:** Акси́нья Замо́рина<sup>1</sup> ; Иван Заря́дов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> РУДН

**Corresponding Author:**

В представленной работе строится математическая модель системы массового обслуживания конвейерного типа, то есть системы, состоящей из накопителя неограниченной емкости, конвейера кругового типа и обслуживающего прибора. В систему поступает пуассоновский поток заявок, каждая из которых занимает одну из свободных ячеек на конвейере. Время оборота ячеек конвейера подчинено экспоненциальному распределению. Прибор может обслужить (обработать) заявку только с той ячейки конвейера, которая оказалась напротив него. Если прибор успевает закончить обслуживание заявки до поворота конвейера, то соответствующая ячейка конвейера освобождается и после оборота на освободившееся место поступает заявка из накопителя (если накопитель не пуст). Если прибор не успевает закончить обслуживание до поворота конвейера, то ячейка остается занятой и заявка из накопителя не может перейти на конвейер. Прибор приступает к обслуживанию заявки со следующей ячейки конвейера. При исследовании данной системы строится многомерный марковский процесс, первая компонента которого - это случайная величина, описывающая число заявок в накопителе, а вторая компонента - это случайный вектор, каждый элемент которого характеризует состояние ячеек конвейера (0 - ячейка свободна, 1 - занята). Основная задача данной работы - получить вероятностные и временные характеристики рассматриваемой модели, а также сформулировать задачу на случай неэкспоненциального распределения времени поворота конвейера.

Poster session. Teletraffic theory and its applications / 55

## Метод марковского суммирования и метод производящей функции для исследования параметров потока повторных обращений в неоднородных системах массового обслуживания

**Author:** Maria Shklennik<sup>None</sup>

**Corresponding Author:** shklennikm@yandex.ru

В работе исследуется поток повторных обращений в неоднородной системе массового обслуживания с неограниченным числом приборов. Для исследования предложены два метода: метод марковского суммирования и метод производящей функции. Получено выражение для характеристической функции распределения вероятностей числа повторных обращений к системе за определенный интервал времени, а также основные вероятностные характеристики исследуемого потока.

Poster session. Applied information systems / 24

## Метод подготовки обучающих данных для разработки алгоритмов извлечения информации из медицинских текстов

**Authors:** Антон Лукин<sup>1</sup>; Алексей Молодченков<sup>2</sup>

<sup>1</sup> РУДН, ООО "ТСА"

<sup>2</sup> RUDN University, ФИЦ ИУ РАН

**Corresponding Author:** antonvlukin@gmail.com

Для проведения мета-анализа требуется составить обзор большого количества литературных источников. Вручную сделать это очень тяжело. Поэтому необходимы алгоритмы, которые позволяют автоматически извлекать релевантную информацию из научных публикаций. Для разработки такого рода алгоритмов необходимо подготовить некоторый набор размеченных текстов и словарей. В статье рассматривается метод разметки медицинских статей с применением соответствующего программного модуля. Этот модуль позволяет создавать структуру разметки и выделять фрагменты текстов которые соответствуют элементам этой структуры. Работа этого модуля показана на примере статей по печеночной недостаточности.

Applied information systems / 96

## Метод решения комбинаторных задач распределением ресурсов

**Authors:** Антон Мамонов<sup>None</sup>; Руслан Варламов<sup>None</sup>; Солтан Салпагаров<sup>None</sup>

**Corresponding Authors:** anton.mamonov.golohvastogo@mail.ru,

Известен класс комбинаторных задач, решение которых даже на современных персональных компьютерах не представляется возможным. Использование специализированных математических сред, таких как Mathematica и Wolfram, позволяет выполнять вычисления, но не снимает проблему вычислительной сложности. В этом случае можно использовать различные средства работы с высокопроизводительными вычислениями, такие как суперкомпьютеры и облачные сервисы. Однако, в ряде ситуаций такой подход нецелесообразен для научных вычислений по причине его высокой стоимости, малой масштабируемости и ограниченного доступа. Основной целью данной работы является разработка метода решения такого рода задач. Для этого была построена модель распределения ресурсов для двух различных алгоритмов ведения вычислений. В ходе проведенных исследований были уточнены параметры модели и разработана актуальная версия программы. По итогам тестирования программы были получены данные об эффективности каждого из алгоритмов и был проведен их сравнительный анализ.

Poster session. Mathematical modeling and simulation / 79

## Методы анализа психологических атрибутов человека при

## **ПОМОЩИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ИЗ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ**

**Authors:** Maksim Stankevich<sup>1</sup> ; Nikolay Ignatiev<sup>2</sup> ; Ivan Smirnov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Federal Research Center "Computer Science and Control" of RAS*

<sup>2</sup> *RUDN University*

**Corresponding Author:** maxastan95@gmail.com

В данной работе рассмотрено направление исследований, посвященных анализу психологических атрибутов человека на основе обработки данных из социальных сетей. На примере крупнейших наборов данных и открытых проектов, рассмотрены методы, которые используют алгоритмы машинного обучения и признаки активности, выделенные из цифровых следов пользователей: текстовые сообщения, мета-информация персональных профилей и выкладываемый медиа-контент. Представлены основные проблемы по заданной теме: выявление депрессии и анализ личностных черт. Описаны подходы и признаки, которые используются для решения данных задач, и проведена оценка опубликованных результатов. В работе также представлены наши текущие исследования, которые сфокусированы на анализе психологических характеристик пользователей русскоязычных социальных сетей.

**Applied information systems / 91**

## **Методы визуализации структурированных данных**

**Author:** Alex Mikolauskas<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)*

**Corresponding Author:** minecraftserversasha@gmail.com

В представленной работе предлагается метод визуализации данных в виде диаграмм. Для реализации этого метода строится алгоритм, использующий информацию, полученную со специализированных веб-сервисов. Актуальность данной темы заключается в том, что есть многочисленные примеры, когда разнородная информация содержится в таблицах с тысячами записей и попытка получить семантику представленных данных может быть тяжело даже для специалистов. В настоящее время существуют различные программы для визуализации данных, но у бесплатных версий слишком низкая гибкость, а профессиональные инструменты тяжело освоить и имеют высокую стоимость. При реализации алгоритма были проанализированы базовые команды для работы с таблицами. Существующие на данный момент команды, имеют узкую направленность и ограниченность в функционале. В данной работе на основе этого анализа были предложены модификации этих команд для устранения указанных недостатков. Данные модификации были протестированы на нескольких базах данных с последующим анализом результатов на корректность. В дальнейшем предполагается доработка алгоритма, введение поддержки нескольких источников в одной сессии, снижение времени работы.

**Poster session. Applied information systems / 21**

## **Методы идентификации ложных новостей**

**Author:** Екатерина Курышева<sup>None</sup>

**Corresponding Author:**

В данной работе рассматривается задача выявления ложных новостей. Для решения этой задачи был разработан алгоритм автоматической классификации новостных сообщений с

помощью методов машинного обучения. Для разработки алгоритма использовался набор данных, состоящих из известных ложных и правдивых новостей.

**Poster session. Applied information systems / 66**

## Методы классификации изображений

**Authors:** Ekaterina Popova<sup>None</sup>; Алексей Анатольевич Хохлов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> RUDN University

**Corresponding Author:** evlap.0852@gmail.com

Во всем мире реализуются проекты “Умный город”, основной идеей которых является использование цифровых технологий для улучшения качества жизни горожан. Одной из важнейших задач проекта “Умный город” является повышение безопасности жителей. Благодаря данным с систем видеонаблюдения, экстренные службы могут оперативно реагировать и предотвращать чрезвычайные ситуации и криминал. Помимо работы операторов, для автоматического анализа видеопотока с городских видеокамер, чаще всего используют нейронные сети. Классической задачей для нейронных сетей является классификация образов. Это позволяет в оперативном режиме получать информацию о нестандартных ситуациях в городе. Однако такой анализ требует серьезных вычислительных мощностей и надежных быстрых линий связи камер с аналитическим центром. В своей работе авторы поставили цель сравнить качество работы нейронной сети в задаче распознавания изображения с другим методом для классификации изображений, а именно алгоритмом SSA (Singular Spectrum Analysis). В качестве критериев для сравнения авторы выбрали скорость классификации и объем вычислительных мощностей, которые необходимы для выполнения классификации. Авторами разрабатывается программное обеспечение для реализации SSA алгоритма, для реализации и обучения простой нейронной сети для классификации изображений, а также проводится сравнительный анализ полученных результатов и делается вывод о проделанной работе.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 88**

## Методы прикладной статистики в анализе маркетинговой информации

**Author:** Anastasiia Soldatkina<sup>None</sup>

**Co-author:** Darya Pyatkina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> RUDN

**Corresponding Author:** nasty090298@gmail.com

В данной работе исследуется модель зависимости цены путевки от других характеристик, таких как: цена путевки, тип питания, количество дней, звездность отеля, удаленность от аэропорта и от центра города, береговая линия, страна прибытия.

Сбор данных проходил с популярного ресурса - onetwoTrip.com. Нами были собраны, обработаны и проанализированы более двухсот наблюдений с различными показателями и значениями. Мы работали с качественными переменными, принимающими более двух значений. Целью нашей работы было определить, какие параметры влияют на образование цены путевок.

В процессе анализа мы построили boxplots по качественным переменным, определили базовые значения, построили регрессионную и логарифмическую модель уравнения, проверили на нормальность, гетероскедстичность, сделали все необходимые подправки, “очистили” модель



от выбросов и оценили процент ошибки нашей модели.

Получившиеся цифры позволили нам убедиться, что цена путевки более, чем на 90% зависит от исследуемых нами переменных.

Во время исследования мы провели опрос среди студентов, задав им вопрос “Какое количество дней вы чаще всего выбираете для поездки?”. Полученные результаты опроса мы активно использовали в нашей работе для построения новой зависимости цены от собранных наблюдений и уточненных параметров.

Для проверки наших гипотез в заключении нашего исследования мы построили прогноз цены. Для этого мы построили доверительный интервал, предварительно задав параметры путешествия, и спрогнозировали цену на популярное направление россиян.

В статье подробно изложены результаты работы.

**Poster session. Applied information systems / 43**

## **Механизмы поддержки целостности при обмене данными**

**Authors:** Maria Lukina<sup>1</sup> ; Viktor Ivanov<sup>None</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

**Corresponding Authors:** m\_lukina@list.ru, ivanov\_ve@inbox.ru

В быстро развивающемся мире высоких технологий важную роль играет автоматизация бизнес-процессов и поддержка обмена данными между ними. Особенно это актуально в крупных предприятиях, где вероятность возникновения ошибок ручного ввода должна стремиться к нулю. В данной статье рассматриваются механизмы обмена данными между различными информационными системами, позволяющие исключить человеческий фактор и в значительной степени увеличить продуктивность работы.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 72**

## **Модели ценообразования для рынка швейных машинок в зависимости от их параметров**

**Authors:** Shushanna Pogosian<sup>None</sup> ; Darya Pyatkina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> RUDN

**Corresponding Author:** shushanna.pogosian0101@yandex.ru

В данной работе рассматриваются модели ценообразования швейных машинок в зависимости от их параметров. К покупке различных видов техники люди подходят очень вдумчиво, не является исключением и поход к покупке швейных машинок. Если раньше особого выбора данного вида техники не было, то сейчас мы так сказать не можем по причине того, что на рынке представлен широкий модельный ряд машинок для разных видов деятельности, поэтому выбор становится сложнее. При приобретении не следует опираться только на известность бренда, нужно изучить рынок в целом, все характеристики и возможности, которые бы соответствовали вашим требованиям.

Важной частью исследований подобного рода является проверка значимости как каждого коэффициента, так и модели в целом, проверка остатков на нормальность, а также пошаговое исключение незначимых коэффициентов из модели для получения модели более высокого качества, которое измеряется коэффициентом детерминации. Подробно рассмотрена методология такого исследования, приведён ряд графиков и выводов. Следует отметить, что предварительный визуальный анализ также важен, так как это позволит выявить некоторые закономерности

ещё до построения эконометрических моделей и анализа полученных данных. Для исследования применён эконометрический пакет SPSS. Главной задачей является определение степени влияния бренда на цену, а также определение значимо влияющих факторов на цену.

**Applied information systems / 59**

## Моделирование институциональной среды социального предпринимательства

**Authors:** Анна Веретенникова<sup>1</sup>; Ксения Козинская<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук*

<sup>2</sup> *Институт экономики Уральского отделения Российской Академии Наук*

**Corresponding Author:** vay\_uiec@mail.ru

Развитие социального предпринимательства как довольно нового феномена в российской экономике, а также альтернативного способа решения социальных проблем в обществе, требует наличия эффективно функционирующих институтов. В данной статье с целью анализа и моделирования институциональной среды социального предпринимательства проведен анализ факторов, характеризующих формальные и неформальные институты, и влияющих на социальное предпринимательство. При анализе формальной институциональной среды развитых стран показана значимость уровня экономического развития и инвестиционной свободы для развития данного вида деятельности. В части анализа неформальной институциональной среды определено влияние таких факторов, как автономность членов общества и индекс гендерного равенства, на развитие социального предпринимательства. Информационной базой исследования выступили данные Глобального мониторинга предпринимательства (Global Entrepreneurship Monitor), Всемирного обзора ценностей (World Values Survey), Всемирного банка (World Bank), Фонда «Наследие» (Heritage Foundation). При построении эконометрических нелинейных моделей были использованы регрессионный и корреляционный анализ. Кроме того, в статье показано, что развитие поддерживающих институтов, а также укрепление неформальной институциональной среды, способствует стимулированию гражданских инициатив в части решения социальных проблем в обществе. Раскрыта ключевая роль цифровизации экономических процессов и развития сетевых отношений в стимулировании социального предпринимательства как направления обеспечения устойчивого социального развития территории, а также обоснована роль данного вида деятельности в активизации гражданской активности и формировании гражданского общества. Практическая значимость данного исследования состоит в возможности применения полученных результатов при разработке механизмов стимулирования социального предпринимательства на различных уровнях хозяйствования.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 1**

## Моделирование модификаций алгоритма RED в среде Open-Modelica

**Author:** Анна Мария Апреутесей<sup>1</sup>

**Co-authors:** Анна Владиславовна Королькова<sup>1</sup>; Дмитрий Сергеевич Кулябов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)*

**Corresponding Author:** am.apreyt@mail.ru

Целью данной работы является моделирование алгоритма Random Early Detection (RED) и его модификаций Double Slope Random Early Detection (DSRED) и Gentle Random Early Detection (GRED) на языке Modelica. RED и его модификации позволяют контролировать нагрузку

в сети с помощью выборочного случайного отбрасывания пакетов до того, как очередь будет заполнена полностью, и TCP-подобные протоколы начнут снижать скорость передачи, предотвращая повторную синхронизацию. Такая выборочная потеря пакетов помогает TCP быстрее найти подходящую скорость передачи данных и удерживать размер очереди и время задержки на подходящем уровне. Существование большого числа модификаций классического алгоритма RED связано с проблемой подбора параметров алгоритма (пороговых значений очереди, параметра максимального сброса и т.д.), при которых система функционировала бы стабильно и эффективно. В качестве программного средства моделирования используется среда OpenModelica. На основе полученных результатов в ходе моделирования планируется провести сравнительный анализ трёх алгоритмов при схожих начальных параметрах, выявить преимущества того или иного алгоритма.

Poster session. Mathematical modeling and simulation / 95

## Моделирование переноса тепла и влаги в пористых материалах в диффузионном приближении

**Authors:** Илькизар Амирханов<sup>1</sup> ; Мирон Павлуш<sup>None</sup> ; Иброхим Сархадов<sup>None</sup>

<sup>1</sup> *Валиевич*

**Corresponding Author:** ibrohim@jinr.ru

В настоящей работе численно исследуется переноса влаги и тепла в пористых материалах находящихся под разными внешними условиями, в диффузионном приближении. Исследовано автомодельное решение данной задачи, в которой на одной границе прилагаются разные температуры, а другая граница находится в бесконечности и ее температура остается комнатной. Граница, разделяющая сухую зону (в которой присутствуют воздух и влага в виде пара) и влажную зону (в которой присутствуют воздух и влага в двух фазах: пара и жидкость) заранее не известна и она перемещается по времени. Численным моделированием установлена динамика перемещения этой границы из условия сшивания на этой границе и соблюдения начальных условий в бесконечности. Определены профили влаги и температуры в сухой и влажной зонах в разных моментах времени. Полученные результаты важны для дальнейшего исследования переноса влаги и тепла в образцах пористого влажного материала конечного размера, для которого автомодельное решение не применимо. Однако, в начальной стадии переноса влаги, когда граница разделения областей близка к первой границе, автомодельное решение позволяет определить начальные условия переноса влаги в образце пористого влажного материала конечного размера.

Poster session. Mathematical modeling and simulation / 50

## Моделирование пробивания плоских преград в пакете Ansys

**Author:** Олег Кройттор<sup>None</sup>

**Corresponding Author:** olegkroytorge@gmail.com

Рассматриваются задачи пробивания плоских, композитных, многослойных преград ударником под прямым углом и углом 45 градусов. При помощи моделирования в Ansys исследуется поведение преград во время и после пробивания их ударником. Современные летательные аппараты, в частности, космические корабли, искусственные спутники, орбитальные станции, в процессе эксплуатации непрерывно подвержены соударениям с различными частицами (крупная космическая пыль, обломки метеоритов и так далее). Постоянные соударения, в особенности высокоскоростные, приводят к накоплению поврежденности в материале конструкции аппарата и дальнейшему выходу из строя. В связи с этим вышеперечисленные

аппараты снабжаются специальными защитными покрытиями. Как правило, защитное покрытие состоит из иного материала, нежели внешний слой конструкции, так как защитный слой имеет иное предназначение. Например, если основной материал внешнего слоя летательного аппарата – металл (сплав), то в качестве защитного слоя может выступать керамика.

В связи с вышесказанным, актуальность данной работы и тем связанных с высокоскоростными соударениями подтверждает, что исследования в данном направлении актуальны и востребованы в наше время.

В работе получены численные и полуаналитические решения задач, наглядно представлены результаты и проведены их сравнения. Проведено численное моделирование высокоскоростного соударения преград с ударником и получена скорость сквозного пробивания преград, состоящих из разного количества слоёв и материалов.

**Teletraffic theory and its applications / 58**

## **Моделирование процесса передачи неоднородных данных в виде гетерогенной ресурсной системы массового обслуживания с рекуррентным входящим потоком**

**Authors:** Anastasia Galileyskaya<sup>None</sup> ; Ekaterina Lisovskaya<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Tomsk State University*

**Corresponding Authors:** lusta.nastya@mail.ru, ekaterina\_lisovs@mail.ru

В настоящее время индустрия телекоммуникаций претерпевает значительные изменения: бурное развитие сетей связи, быстрый рост числа их абонентов и количество предоставляемых услуг. Кроме того, возрастают требования к качеству: необходимо непрерывно увеличивать скорость передачи информации, уменьшать число «проводов» и обеспечивать возможность беспроводной связи, а также минимизировать потери при передаче любого вида данных. Данная работа посвящена исследованию процесса передачи неоднородных данных. В качестве математической модели предлагается использовать гетерогенную ресурсную систему массового обслуживания с рекуррентным входящим потоком и произвольной функцией распределения времени обслуживания, где каждый поступающий запрос с некоторой вероятностью требует различное время и различное количество ресурса для его обработки, соответствующие типу запроса. С помощью метода динамического просеивания было составлено интегро-дифференциальное уравнение Колмогорова, которое решено методом асимптотического анализа в предельном условии растущей интенсивности входящего потока. В работе получены параметры многомерной гауссовской аппроксимации распределения вероятностей суммарных объемов занятого ресурса для каждого типа запросов. С помощью аппаратов имитационного моделирования и численного анализа сделаны выводы о точности гауссовской аппроксимации и условиях ее применимости.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 3**

## **Моделирование энергопотребления умных зданий с использованием методов искусственного интеллекта**

**Authors:** Евгений Юрьевич Щетинин<sup>1</sup> ; Михаил Бережков<sup>None</sup>

<sup>1</sup> *Financial University under the Government of the Russian Federation*

**Corresponding Author:** eugene.shchetinin@gmail.com

Промышленные предприятия, крупные объекты недвижимости (бизнес-центры, жилые комплексы) характеризуются высоким уровнем энергопотребления, так что в современных условиях развития концепции энергетической безопасности среди предъявляемых к ним требований успешного функционирования важнейшими являются показатели их энергоэффективности.

Повышение оснащенности зданий цифровой инфраструктурой учета, контроля и управления энергопотреблением (интеллектуальные счетчики, приборы и т.д.) привело к увеличению доступности структур данных. Все большее число собственников и руководителей девелоперских проектов стремится использовать получаемую таким образом информацию для различных исследований характеристик энергопотребления, таких как выявление и диагностика неисправностей, отопление, вентиляция, обнаружение и диагностика неисправностей, а также оптимизация кондиционирования воздуха. Это открыло новые возможности для использования эффективных математических моделей и методов машинного обучения, которые позволили бы повысить точность прогнозов потребления электроэнергии зданиями, а значит и улучшить оценки энергосбережения.

Одним из наиболее мощных алгоритмов в машинном обучении является алгоритм градиентного бустинга, который широко используется в различных областях, таких как цифровая экономика и финансы, робототехника, системы компьютерного зрения и др. В настоящей работе на его основе предложена модель профиля энергопотребления как для отдельного здания, так и для комплекса зданий, а также численный алгоритм оценивания ее параметров. Для оценки эффективности модели были проведены компьютерные эксперименты на реальных данных об энергопотреблении коммерческих зданий. Для этого использовались разные периоды обучения модели, и ее точность прогноза анализировалась по нескольким критериям одновременно. Результаты показали, что использование предложенного метода позволило повысить точность прогнозирования энергосбережения более чем в 80% случаев по сравнению с классическими регрессионными моделями и некоторыми методами машинного обучения.

#### Teletraffic theory and its applications / 60

### Модель обслуживания гетерогенного трафика для анализа технологии нарезки беспроводной сети LTE

**Authors:** Armen Garibyan<sup>None</sup> ; Konstantin Samuylov<sup>None</sup>

**Corresponding Author:** armen.zed@yandex.ru

Рассматривается модель, учитывающая три основных типа мультисервисного трафика: трафик с гарантированной скоростью (Guaranteed Bitrate, GB, трафик с наибольшим приоритетом), трафик с негарантированной доставкой и гарантированной минимальной скоростью (Best Effort with Guaranteed Bitrate, BG) и трафик с негарантированной доставкой (Best Effort, BE)

#### Poster session. Teletraffic theory and its applications / 150

### Модель открытой системы мобильной связи

**Author:** Anastasiia Alekseeva<sup>None</sup>

**Co-author:** Dmitry Kozyrev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> RUDN University

**Corresponding Author:** alexeeva.97@mail.ru

В работе исследуется модель, описывающая систему обмена данными между произвольным числом пользовательских устройств, которые взаимодействуют как с помощью стационарных инфраструктурных линий связи, так и с помощью технологий прямых соединений, т.е. связи Device-to-Device (D2D). Пользователи прибывают в систему в соответствии со стохастическим процессом и покидают ее через случайный промежуток времени вследствие своей мобильности. Предполагается, что воздушные точки доступа, которые расположены в наиболее загруженной зоне рассматриваемого участка сети, смогут обеспечить D2D взаимосвязь участников соединения с целью уменьшения нагрузки на основную сеть. Производится оценка вероятностных характеристик рассматриваемой системы.

**Poster session. Teletraffic theory and its applications / 76****Модель предоставления услуги мультивещания точкой доступа mmWave****Authors:** Anastasia Gorbunova<sup>1</sup> ; Irina Yartseva<sup>1</sup> ; Vladislav Prosvirov<sup>1</sup> ; Yuliya Gaidamaka<sup>1</sup><sup>1</sup> RUDN**Corresponding Authors:** irina.s.yartseva@gmail.com, gnarwhal18@gmail.com

В работе исследована модель точки доступа в миллиметровом диапазоне длин волн, обслуживающей запросы на установление сессий для предоставления услуг как по принципу «точка-точка», так и по принципу «точка- много точек». В модели учитывается случайный объем требований к ресурсам сети, зависящий от расположения устройства пользователя, а именно, от расстояния между приемником и передатчиком. Кроме того, в модели учитывается возможность временного нарушения прямой видимости между устройствами блокираторами – людьми, столбами линий освещения, автомобилями, зданиями. Такое нарушение, возникающее в случае движущихся объектов и приемо-передающих устройств, приводит к необходимости увеличения ресурса для обслуживания запроса пользователя в течение всего времени отсутствия прямой видимости. В качестве основных показателей производительности системы рассмотрены вероятности сброса запросов на установление одноадресных и многоадресных соединений, а также коэффициент использования ресурсов точки доступа. Сброс запроса на установление соединения происходит либо в момент поступления запроса при отсутствии необходимого для его обслуживания ресурса системы, либо в момент появления блокиратора прямой видимости при невозможности увеличить уже выделенный для обслуживания запроса ресурс на необходимую величину.

**Poster session. Teletraffic theory and its applications / 68****Модель системы с ресурсами и управляемым внешним потоком заявок****Authors:** Vladimir Tsurlukov<sup>None</sup> ; Ivan Zaryadov<sup>1</sup><sup>1</sup> RUDN University, Institute of Informatics Problems, FRC CSC RAS**Corresponding Author:** dober.vvt@gmail.com

При построение математических моделей часто используют пуассоновский и рекуррентный входящие потоки в силу простоты получающихся аналитических моделей. Однако есть ряд недостатков: при моделировании реального трафика предположение о независимом процессе, который подразумевает независимые друг от друга поступления – не совсем адекватно. Это можно увидеть во время возникновения корреляций во входящих потоках. В данной работе рассматривается математическая модель системы с внешним управлением поступлением заявок и предоставлением ресурсов системой на основе Markov-modulated Poisson Process (ММРР). В систему поступает пуассоновский поток заявок двух типов с требованиями на фиксированный размер ресурсов разного объема и не равными интенсивностями поступления. Обслуживание заявок на приборах подчиняется экспоненциальному закону с интенсивностью и изначально ограниченным объемом ресурсов, но в рамках решаемой задачи, принято считать, что максимального конечного объема ресурсов всей системы достаточно для обслуживания всех требований на имеющихся приборах (ситуация, когда прибор простаивает из-за нехватки ресурсов, принято считать невозможной). Также следует учесть, что если текущий объем ресурсов меньше, чем требуется поступающей заявке, то данная заявка будет утеряна.

**Poster session. Applied information systems / 7**

## Модель формирования рейтинговой оценки вуза

**Author:** O.N. Romashkova<sup>None</sup>

**Co-authors:** L. A. Ponomareva ; I. P. Vasilyuk

**Corresponding Author:** ox-rom@yandex.ru

Актуальность исследования обусловлена необходимостью создания автоматизированной системы мониторинга деятельности и определения рейтинговых показателей вузов, чтобы повысить эффективность системы контроля и регламентации функционирования российских университетов.

Цель исследования: моделирование процессов определения рейтинговых показателей университетов и формирование требований к информационной системе для центра рейтингового оценивания вузов.

Научная новизна исследования: моделирование процессов обработки рейтинговой информации о вузах, формирование и прогнозирование рейтинговых оценок с помощью интеллектуальных модулей корпоративной информационной системы.

Авторы провели исследование существующих информационных систем, осуществляющих рейтинговую оценку по различным показателям деятельности вузов. Предложили усовершенствованный модуль к информационной системе для центра рейтингового оценивания вузов (ИС ЦРОВ).

**Poster session. Applied information systems / 8**

## Модуль информационной системы для управления рейтинговой оценкой университета

**Author:** L. A. Ponomareva<sup>None</sup>

**Co-authors:** O.N. Romashkova ; S.V. Chiskidov

**Corresponding Author:** ponomarevala@bk.ru

С учетом возрастающих требований современного общества к будущим специалистам, процесс обучения становится с каждым годом все более сложным и многогранным. При этом нельзя увеличивать временные рамки обучения. В таких противоречивых условиях на помощь приходят электронные средства управления и поддержки процесса обучения.

Целью работы является разработка модуля для информационной системы, который позволил бы осуществлять управление качеством обучения по рейтинговым оценкам.

Работа имеет практическую значимость, поскольку с помощью разработанного модуля можно оценивать степень освоения компетенций студентами и осуществлять перспективное планирование учебного процесса по любой дисциплине.

В работе построена динамическая модель в нотации раскрашенных иерархических сетей Петри. Модель учебного процесса реализована в дополнительном модуле корпоративной информационной системы вуза. Этот модуль входит в состав подсистемы управления работой кафедры. При проектировании модуля были разработаны функциональные требования, описаны процессы, которые автоматизирует информационная система. Прототип информационной системы разрабатывался на платформе «1С: Предприятие».

**Poster session. Applied information systems / 23**

## Модуль сохранения данных о состоянии здоровья человека

**Authors:** Андрей Пальчевский<sup>1</sup> ; Алексей Молодченков<sup>2</sup>

<sup>1</sup> RUDN University, ООО "Технологии системного анализа"

<sup>2</sup> RUDN University, ФИЦ ИУ РАН

**Corresponding Author:** apalchev@gmail.com

В настоящее время активно развивается направление здоровьесбережения. Создается множество программных продуктов для мониторинга показателей здоровья человека. Показателей, характеризующих здоровье человека, достаточно большое число. Кроме этого, много источников поступления данных о состоянии здоровья людей. Это: мобильные телефоны, гаджеты, фитнес трекеры, ввод данных вручную через web интерфейс и др. В рамках проекта по разработке системы формирования плана профилактических мероприятий разработан модуль записи показателей здоровья человека из различных источников.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 143**

## **Молекулярно-динамическое моделирование структурных изменений в металлах при облучении нанокластерами**

**Authors:** Балт Батгэрэл<sup>None</sup> ; Игорь Пузынин<sup>1</sup> ; Таисия Пузынина<sup>2</sup> ; Зафар Тухлиев<sup>3</sup> ; Иван Христов<sup>4</sup> ; Радослава Христова<sup>5</sup> ; Зариф Шарипов<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Викторович

<sup>2</sup> Петровна

<sup>3</sup> Камаридинович

<sup>4</sup> Георгиев

<sup>5</sup> Данаилова

<sup>6</sup> Алимжонович

**Corresponding Author:** zafar@jinr.ru

В работе методом молекулярной динамики проведено исследование процессов взаимодействия нанокластеров меди Cu(141) (нанокластер меди с количеством атомов 141 с энергиями из диапазона 10 эВ - 1000 эВ) с металлическими мишенями различных размеров. При взаимодействии нанокластеров с мишенью в зависимости от энергии облучения могут происходить различные физические процессы, которые, как правило, связаны между собой. Важными параметрами при облучении мишени нанокластерами являются плотность энергии на единице площади поверхности мишени и время действия источника на мишень, являющиеся фиксированными. При моделировании эти параметры можно варьировать изменением поперечных размеров мишени и энергии нанокластера соответственно. Целью настоящей работы является исследование образования тепловых ударных волн и их влияние на структурные изменения в облучаемой мишени в зависимости от энергии нанокластера и размера мишени. В работе моделируются процессы образования ударных волн в зависимости от энергии нанокластера и размера мишени. Исследовано воздействие ударных волн на мишень, приводящее к появлению эффекта дальнего действия. Показана возможность классификации возникающих структурных изменений в глубине мишени в зависимости от энергии нанокластера и размера мишени. Полученные результаты показывают, что действие ударных волн является одним из возможных механизмов образования эффекта дальнего действия.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 148**

## **Молекулярно-динамическое моделирование термоупругих процессов в металлах при облучении тяжелыми ионами**

**Authors:** Игорь Пузынин<sup>1</sup> ; Таисия Пузынина<sup>2</sup> ; Зафар Тухлиев<sup>3</sup> ; Зариф Шарипов<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Викторович



<sup>2</sup> Петровна<sup>3</sup> Камаридинович<sup>4</sup> Алимжонович**Corresponding Author:** zarif@jinr.ru

В работе методом молекулярной динамики (МД) проведено исследование термоупругих процессов в металлических мишенях при облучении тяжелыми ионами меди с энергией 100-5000 эВ. При моделировании размер мишени выбирали  $2 \times 2 \times 80$  нм с периодическими граничными условиями по направлениям  $Ox$  и  $Oy$  с целью дальнейшего сравнения результатов с расчетами в рамках одномерного уравнения термоупругости, при этом облучение ионами проводилась по направлению  $Oz$ . Сравнение результатов, полученных в различных подходах, дает возможность развивать более эффективные методы математического моделирования. В рамках МД вычисления термомеханических напряжений проводились следующим способом. Сначала вычислялся 6-компонентный тензор ( $\sigma_{xx}$ ,  $\sigma_{yy}$ ,  $\sigma_{zz}$ ,  $\sigma_{xy}$ ,  $\sigma_{xz}$ ,  $\sigma_{yz}$ ) для каждого атома в мишени. Для сравнения с одномерной задачей термоупругости может быть использована компонента  $\sigma_{zz}$ , так как в МД моделировании облучение ионами проводилось по направлению  $Oz$ . В работе получены результаты моделирования процессов образования термоупругих волн и их динамики в зависимости от энергии иона. Результаты можно использовать в дальнейшем для уточнения формы источника в системе уравнений термоупругости.

**Poster session. Next-generation communication networks: management, quality, architecture / 100**

## Направления исследований в беспроводных сетях передачи данных по технологии NB-IoT

**Author:** Ivan Sinitsyn<sup>1</sup>**Co-authors:** Olga Vikhrova<sup>1</sup>; Konstantin Samuylov<sup>1</sup> RUDN**Corresponding Author:** iesinitsyn@gmail.com

Технология передачи данных небольшого объема от большого количества маломощных устройств на дальние расстояния, известная как Low-power Wide-area Network (LPWAN), широко применяется для организации сенсорных сетей, межмашинного взаимодействия и для реализации интернета вещей (Internet of Things, IoT). Данная технология обеспечивает централизованный сбор данных с оборудования, принадлежащего к различным классам требований: по допустимой мощности передачи, жизненному циклу батареи и скорости передачи, при помощи различных технологий беспроводной связи, использующих как лицензированные частоты, так и работающих в нелицензированном спектре. Ключевой технологией беспроводного доступа для IoT-устройств в сотовых сетях стала технология NarrowBand-IoT (NB-IoT), впервые представленная консорциумом 3GPP (3rd Generation Partnership Project) в 2016 году (Release 13). Для доступа к базовой станции многочисленным IoT устройствам, расположенным в одной из трех зон покрытия, выделена полоса радиочастот, не превышающая 200 кГц. В следующих версиях стандарта были предложены изменения, которые позволили увеличить скорость передачи данных, улучшить точность определения местоположения устройства, сделать возможной одновременную передачу данных от базовой станции нескольким устройствам и также передачу данных на назначенных частотах (non-anchor carriers). Позднее в стандарте версии 15 (Release 15) стали возможны передача в малых сотах (small, femto-cell) и полнодуплексная передача в режиме временного разделения каналов (TDD).

Технология NB-IoT была признана коммерчески успешной и число новых устройств и сетей, использующих данную технологию, неуклонно растет. Для того чтобы технология могла отвечать текущим и новым требованиям бизнеса, 3GPP определил направления для дальнейших исследований и улучшений, которые могут войти в следующую версию стандарта (Release 16), ожидаемую в конце 2019 года. В данной работе, мы проанализируем ключевые требования различных потребителей IoT услуг и рассмотрим направления исследований, обозначенные

стандартизирующей организацией, а также предложим обзор предложенных на данный момент решений.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 85**

## **Нахождение коэффициентов гармонической линейаризации для системы с управлением по алгоритмам Gentle RED и Double Slope RED.**

**Author:** Анна Завозина<sup>1</sup>

**Co-authors:** Анна Владиславовна Королькова<sup>1</sup>; Татьяна Рефатовна Велиева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

**Corresponding Author:** 1032171772@pfur.ru

В работе проводится исследование системы нелинейных дифференциальных уравнений, описывающих взаимодействие входящего потока типа TCP и маршрутизатора, обрабатывающего поток по алгоритмам типа Gentle RED и Double Slope RED. С целью обнаружения условий возникновения автоколебаний для анализа системы применяется метод гармонической линейаризации. Метод позволяет получить значения амплитуды и частоты колебаний длины очереди в маршрутизаторе. Для решения этой задачи необходимо получить коэффициенты гармонической линейаризации. Получение коэффициентов гармонической линейаризации аналитическими методами представляет собой трудоёмкую задачу. Нашим научным коллективом был разработан программный комплекс, в котором задействована система компьютерной алгебры SymPy для автоматизации получения конкретных выражений для коэффициентов гармонической линейаризации. Полученные аналитические выражения коэффициентов гармонической линейаризации в дальнейшем могут быть использованы для численного исследования системы и определения конкретных значений амплитуды и частоты в качестве параметров автоколебаний.

**Poster session. Next-generation communication networks: management, quality, architecture / 18**

## **О задаче автоматизации процесса группового принятия решений в социальных сетях**

**Authors:** Ольга Чухно<sup>1</sup>; Константин Евгеньевич Самуйлов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

**Corresponding Author:** olgachukhno95@gmail.com

В настоящее время практически каждый человек может общаться и делиться информацией через всемирную сеть. Интернет является открытой структурой, которая позволяет людям высказывать свое мнение. Поэтому вполне ожидаемо, что социальные сети стали использоваться экспертами для выполнения процессов группового принятия решений. Одним из недостатков традиционных методов группового принятия решений является то, что они не позволяют экспертам свободно выражать мнение относительно пар альтернатив. Напротив, им приходится следовать определенной структуре предоставления предпочтений. Этот факт противоречит механизму работы социальной сети, где пользователи могут использовать ту текстовую структуру, которую они предпочитают. По этой причине сегодня важно разрабатывать методы, которые помогут экспертам упростить процесс выставления оценок. В работе представлена модель процесса группового принятия решений, использующая анализ тональности текстов. Основным преимуществом метода является то, что он предназначен для автоматической работы в социальных сетях. Благодаря анализу тональности текстов можно обрабатывать текст и вычислять значения предпочтений, которые эксперты выставляют относительно пары альтернатив.

**Applied information systems / 103**

## **О практических трудностях внедрения гибких методологий разработки в российских ИТ-компаниях**

**Author:** Елизавета Осипова<sup>1</sup>

**Co-author:** Вячеслав Жуков<sup>1</sup>

<sup>1</sup> РУДН

**Corresponding Author:** osipova.elizaveta.e@gmail.com

Практика внедрения гибких методологий разработки с целью повышения показателей эффективности получила широкое применение на российском ИТ-рынке. В рамках работы исследованы практические трудности, которые могут возникнуть в ходе внедрения гибких методологий разработки в российской ИТ-компаниях. Авторами проведен анализ, основанный на опыте отечественных и зарубежных компаний, особенностях российского рынка и практическом опыте.

В работе выявляются следующие трудности: вертикальный менеджмент, экономическая оценка проекта, совмещение исполнителями нескольких ролей в команде, отсутствие необходимых KPI, а также высокий уровень формализации и многоэтапность процесса согласования нормативной и технической документации.

**Poster session. Applied information systems / 26**

## **О применимости нейросетевого подхода для решения различных классов задач**

**Authors:** Andrei Vinogradov<sup>1</sup> ; Anna Petroshenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

**Corresponding Author:** petroshenko98@mail.ru

Работа посвящена исследованию вопроса применимости нейросетевого подхода в различных предметных областях. Рассмотрена классификация искусственных нейронных сетей (ИНС). Описывается содержание понятия ИНС, история развития технологии, а также рассматриваются её ключевые принципы. Представлены различные подходы и принципы классификации нейронных сетей, описываются некоторые типы нейронных сетей и области их применения. Проводится анализ преимуществ нейронных сетей в решении ряда задач, а также существующих ограничений их применения. Рассмотрено использование нейросетевого подхода на примере практической задачи раскрашивания черно-белых (полутонных) изображений.

**Poster session. Next-generation communication networks: management, quality, architecture / 81**

## **О сценариях обработки трафика для мобильных граничных вычислений**

**Authors:** Алексей Царев<sup>1</sup> ; Екатерина Штыкова<sup>1</sup> ; Арсений Федоров<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Российский университет дружбы народов

**Corresponding Author:** arsenyvitalievich@yandex.ru

Развитие сетей следующих поколений требует обновления инфраструктуры для обеспечения высокой пропускной способности, низкого времени ожидания и отсутствия задержек при передаче данных. Технология граничных вычислений Edge Computing является основополагающим концептом сетевой архитектуры, предлагаемой в рамках архитектуры сетей 5G в качестве одного из ключевых драйверов для соответствия статусу “живой сети”<sup>1</sup>, обеспечивая при этом значительный прирост возможностей в сфере IoT и ее приложений: улучшенная пропускная способность мобильной связи, виртуальная реальность и дополненная реальность, самоуправляемые транспортные средства и многие другие направления.

Одной из последних реализаций Edge Computing является концепция мобильных граничных вычислений (МЕС) - следующий шаг в эволюции граничных вычислений. Задача этого подхода к построению архитектуры сети состоит в выносе функции сети как можно ближе к конечным пользователям, на периферию сети. Актуальность исследования обосновывается тем фактом, что мобильные граничные вычисления признаны одной из ключевых технологий, удовлетворяющих требованиям 5G, особенно по отношению к уменьшению задержек и более эффективному использованию пропускной полосы.

В работе исследуются несколько сценариев обработки пользовательского трафика в рамках архитектуры мобильных периферийных вычислений с учетом расположения виртуализированной сетевой функции относительно границы ядра сети

#### Mathematical modeling and simulation / 16

### Об одном методе приближенно-аналитического решения квантово-механической задачи трех тел

**Authors:** Ilkizar Amirkhanov<sup>1</sup> ; Nil Ratan Sarker<sup>1</sup> ; Ibrohim Sarkhadov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *JINR, Dubna*

**Corresponding Author:** sarker@jinr.ru

В работе предложен метод исследования решений одной квантово-механической задачи трех тел. Исследована краевая задача для системы из двух частиц, движущихся в потенциальном поле третьей частицы. Проведем исследование исходной задачи для тождественных частиц. Потенциалы взаимодействия между частицами выбраны квадратично-растущими. В этом случае задача двух тел имеет точное решение. Решение исходной задачи трех тел представлено в виде разложения по решениям задачи двух тел. На коэффициенты разложения получается однородное линейное матричное уравнение. Приравнивая определитель этого уравнения к нулю, находим собственные значения исходной задачи и коэффициенты разложения. Так как элементы матрицы алгебраических уравнений с решениями задачи двух тел вычисляются аналитически, то собственные значения задачи трех тел явным образом зависят от параметров потенциалов. Меняя эти параметры произвольным образом, можно получить желаемые спектры, т.е. можно управлять собственными значениями исходной задачи. Например, если выключить взаимодействие между первой и второй частицей, то получается точные решения двух невзаимодействующих частиц в поле третьей частицы.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ №№ 17-01-00661a и 19-01-00645a.

#### Poster session. Mathematical modeling and simulation / 31

### Об оценке кредитного риска в сдвинутой логнормальной модели

**Author:** Юлия Гордиенко<sup>None</sup>

**Co-author:** Сергей Шорохов

**Corresponding Author:** gordienkoj@mail.ru

Структурные модели кредитного риска обычно базируются на модели Блэка-Шоулза, которая подразумевает, что стоимость активов компании удовлетворяет стохастическому дифференциальному уравнению данной модели. В работе рассматриваются вопросы оценки кредитного риска для сдвинутой логнормальная модели, которая является обобщением классической модели Блэка-Шоулза. В работе найдены стоимости акций и облигаций компании, рассчитаны реальная и риск-нейтральная вероятности дефолта для модели дефолта Мертона. Также рассматриваются вопросы оценки кредитных рисков для барьерных моделей дефолта. Полученные результаты сравниваются с известными результатами для модели Блэка-Шоулза. Обсуждаются возможности использования полученных результатов в задачах анализа кредитного риска банковских заемщиках и корпоративных облигаций.

**Poster session. Next-generation communication networks: management, quality, architecture / 19**

## **Об условиях взаимного обнаружения устройств при передаче в миллиметровом диапазоне длин волн**

**Authors:** Надежда Чухно<sup>1</sup> ; Ольга Чухно<sup>1</sup> ; Юлия Гайдамака<sup>1</sup> ; Константин Самуйлов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

**Corresponding Authors:** nvchukhno@gmail.com, olgachukhno95@gmail.com

Проблема направленной глухоты - одна из самых важных проблем в доступе к каналу на основе формирования диаграммы направленности в частотах миллиметрового диапазона (mmWave), которая, как полагают, оказывает пагубное влияние на производительность системы в виде чрезмерных задержек и значительных потерь пакетов. Глухотой мы называем ситуацию, когда вторичный приемник, пытается установить соединение с одним из двух участников уже установленного соединения (передатчик и основной приемник) и не получает Запрос на передачу/Подтверждение готовности к приему либо данные от любого из них. Тогда вторичный приемник будет продолжать периодически передавать запрос на передачу данных после регулярных интервалов ожидания. Данное событие называется проблемой глухоты и представляет собой ключевой интерес нашего исследования.

Несмотря на то, что соответствующие исследовательские работы по использованию коммуникационных технологий миллиметрового диапазона уже ведутся, относительно мало сделано для разработки процедур радиодоступа, которые явно учитывают условия, характерные для миллиметровых волн. Действительно, в то время как миллиметровые сети связи обеспечивают высоконаправленные передачи пакетов на физическом уровне, современные беспроводные стандарты используют устаревшие процедуры контроля доступа, не приспособившись к специфике направленной передачи.

В работе, опираясь на исследования стохастической геометрии, мы стремимся исследовать указанную проблему глухоты, чтобы оценить ее значение для широкого круга практических развертываний в миллиметровом диапазоне.

**Poster session. Teletraffic theory and its applications / 146**

## **Обзор методов анализа стоимости и срока гарантийного обязательств**

**Authors:** Ndah Bienvenue MOUALE MOUTOUAMA<sup>1</sup> ; Dmitry Vladimirovich Kozyrev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

**Corresponding Author:** bmouale@mail.ru

В настоящее время в одной из основных составляющих сервиса является гарантийное обслуживание. Проведению любого договора о купле-продаже изделия должно сопутствовать предоставление срока гарантии. Сервисные гарантийные услуги становятся более важным в процессе выбора товара потребителем, чем сложнее его конструкция и способ функционирования. Поэтому для технически сложных изделий сервисное обслуживание может выступить основным преимуществом, определяющим решение о покупке товара. Гарантия на товары, предоставляемые покупателю, вместе с другими льготными условиями поставок, являются важными факторами в конкурентной борьбе предприятий за увеличение сбыта своей продукции. На величину гарантийного срока товара оказывает влияние различные технические решения, сделанные в процессе разработки и при производстве долгослужущих товаров. Установление производителем более длительного гарантийного срока или льготных условий гарантийного и послегарантийного обслуживания является одним из способов привлечения покупателей, то есть является одним из важных критериев потребительского выбора.

Таким образом, не смотря на важность качественного сервисного обслуживания для потребителей товаров длительного пользования, на него не существует обоснованной методики определения величины гарантийного срока. Поэтому разработка методик определения величины и стоимости гарантийного срока с учетом мнения потребителей является актуальной научной задачей.

В этой статье рассматривается обзор методов анализа стоимости и срока гарантийного обязательств. Изучаются алгоритмы определения величины гарантийного срока товаров длительного пользования.

**Mathematical modeling and simulation / 35**

## Обзор программных средств для исследования социальных сетей

**Authors:** Юрий Юрьевич Балахонов<sup>1</sup>; Темир Саналович Манжиков<sup>1</sup>; Абдужалил Зохиждонугли Олижанов<sup>1</sup>; Migran Gevorgyan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Российский университет дружбы народов*

<sup>2</sup> *RUDN University*

**Corresponding Author:** mngevorgyan@sci.pfu.edu.ru

В данной работе рассматриваются программные средства для исследования социальных сетей (графов). Исследование социальных графов получило существенный импульс с развитием сети Интернет, так как появился открытый доступ к данным о различных сообществах, объединяющих миллионы людей.

Исследование социальных графов является комплексной задачей. От исследователя требуется получить данные, обработать их, визуализировать (построить граф) и провести вычисление интересующих его метрик. В данной работе мы рассмотрели средства, позволяющие реализовать каждую стадию исследования: библиотеку NetworkX, утилиты Gephi и Graphviz и язык для представления графов .dot. Также мы описали способы получения данных из социальной сети VK и информации об авторах и их соавторах из системы индексации Scopus с помощью открытого API, предоставляемого этими сервисами.

**Next-generation communication networks: management, quality, architecture / 44**

## Обзор стандартов технологий для сетей связи пятого поколения

**Authors:** Eduard Sopin<sup>1</sup>; Maksim Korshikov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *RUDN*

**Corresponding Author:** acmnutorious@gmail.com

В работе рассмотрены стандарты технологий сетей связи пятого поколения, такие как 5G NR, NR-SS, NR-U, 5G NR TDD, CAT4 LBT, LAA, feLAA предоставляемые NOKIA, Qualcomm, 3GPP. Проводится обзор стандартов и их характеристик. Дается обзор архитектуры стандартов, основа, на которой базируется построение сети, проблемы и трудности при их реализации. Далее описывается как начало стандартизации, так и дальнейшие пути развития. Описание возможностей улучшения использования спектров при помощи распределения, возможности распределения. Для некоторых стандартов предоставляется настройка и методология имитационного моделирования.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 28**

## **Определение инвестиционной стратегии с использованием методов машинного обучения**

**Author:** Вера Карпенко <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Финансовый университет при Правительстве РФ*

**Corresponding Author:** veragerasimchuk@gmail.com

Представленная в работе модель используется для нескольких будущих дискретных периодов и портфеля из рискованного и безрискованного актива. В качестве рискованного актива в работе использованы акции ПАО «Сбербанк». Для определения безрисковой ставки выбрана номинальная ставка по депозитам в банке в размере 7% годовых, в качестве транзакционных издержек использовано 1,5%.

При расчете доходности статистическим методом был построен дискретный закон распределения доходностей.

Также для определения доходностей рискованного актива были обучены две нейронные сети, которые предсказывали абсолютную и логарифмическую недельную доходность акций. В качестве эндогенных переменных для нейронных сетей были использованы лаговые логарифмические и абсолютные доходности по данным акциям. После оценки результатов по обеим нейронным сетям полученные предсказания были скомбинированы линейным способом.

Предсказанные значения доходностей рискованного актива использовались при построении оптимального управления портфелем ценных бумаг на 4-х недельный период. В результате чего было определено оптимальное управление согласно статистически определенным доходностям и согласно доходностям, которые были обучены методом машинного обучения.

В работе представлены результаты использования статистических методов и методов машинного обучения для определения доходности рискованного актива, которые в дальнейшем используются в модели динамической оптимизации управления инвестиционным активом с учетом транзакционных издержек. По результатам, полученным по фактическим данным доходность при применении методов машинного обучения примерно в 5 раз выше, чем при применении статистических методов определения доходности рискованного актива.

**Poster session. Next-generation communication networks: management, quality, architecture / 89**

## **Оптимальное распределение заданий произвольной длины в гетерогенных системах с параллельным обслуживанием на однопроцессорных узлах**

**Authors:** Mikhail Kononov<sup>1</sup> ; Rostislav Razumchik<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *FRC CSC RAS*

<sup>2</sup> *FRC CSC RAS, RUDN University*

**Corresponding Author:**

Рассматривается традиционная система распределения заданий, состоящая из диспетчера, нескольких параллельно работающих однопроцессорных узлов, каждый из которых имеет FIFO очередь неограниченной емкости. Задания поступают в систему по рекуррентному потоку и имеют случайный размер с известной плотностью распределения. В момент поступления очередное задание в соответствии с некоторой стратегией направляется в один из узлов и после окончания обслуживания навсегда покидает систему. Скорости процессоров различны и фиксированы. Ставится задача нахождения стратегии, минимизирующей среднее время пребывания заявки в системе.

**Applied information systems / 98****Оптимизация расположения узлов интерполирующего сплайна в задачах отработки типовых траекторий движения**

**Author:** Vyacheslav Khachumov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> RUDN University

**Corresponding Author:** vmh48@mail.ru

Рассматривается задача оптимизации расположения узлов интерполяции при визуализации и отработке плоского движения. В качестве траекторий используются типовые кривые: эллипсы, параболы, гиперболы как результаты конического сечения. Одним из основных подходов к организации универсальности вычислительных процедур при воспроизведении различных кривых является использование аппарата сплайн-интерполяции, который позволяет на единой методологической основе разрабатывать математическое обеспечение средств отработки сложных движений, хранить геометрическую информацию в компактном виде и воспроизводить траектории с наперед заданной точностью. Значительный интерес при этом представляют локальные сплайны, в частности, параметрический кубический сплайн Эрмита, отличающийся простотой вычислительных процедур. Задача наилучшего приближения контура конического сечения формулируется следующим образом: найти узлы, минимизирующие максимальную относительную ошибку воспроизведения кривой при заданном числе опорных точек. В настоящей работе для получения узлов использовались специальные алгоритмы, предназначенные для рационального вычерчивания эллипсов, парабол и гипербол и позволяющие определенным образом расставлять опорные точки на кривой. Эти точки далее используются в качестве узлов для интерполяции кривых сплайном Эрмита. Показано, что результаты получаются при этом близкие к оптимальным. Проведены экспериментальные исследования поиска оптимального расположения узловых точек, путем ограниченного перебора, которые позволили улучшить результаты на 0.2%-5%. Полученные результаты могут быть практически применены при планировании и отработке траекторного движения летательного аппарата. Универсальность и простота рассматриваемых алгоритмов вывода графической информации позволяет перейти к построению интерполятора, основанного на реализации одной из рациональных вычислительных схем. При многократной реализации интерполяции могут быть применены алгоритмы совмещения циклов обработки информации.

**Poster session. Applied information systems / 147****Оценка кредитного риска с помощью дерева решений.**

**Author:** Emmanuel NIBASUMBA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> \_

**Corresponding Author:** ema.patiri2015@yandex.ru



В данной работе представлены результаты оценок кредитного риска с помощью метода дерева решений. При оценке пользовалась обучающая выборка, включающая следующих данных клиентов: возраст заёмщика в годах; уровень образования; лет с нынешним работодателем (лет); лет по текущему адресу; доход домохозяйства; отношение долга к доходу; задолженность по кредитной карте и другие задолженности в тыс. В результате исследования было построено модель, способной оценивать кредитный риск.

**Applied information systems / 54**

## Оценка повторяемости ударов в единоборствах

**Authors:** Elena Emelianova<sup>1</sup> ; Alexey Khohlov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *RUDN University*

**Corresponding Author:** eeu057@gmail.com

Информационные системы и автоматизация в физической культуре и спорте привели к появлению различных программных продуктов на рынке, которые предоставили возможность анализировать деятельность человека, его психологических фон, предрасположенность к видам спорта и т.п. Авторы данной работы поставили цель разработать программное обеспечение для оценки повторяемости ударов в единоборствах. Объектом исследования является человек, на руках которого расположены девайсы, позволяющие считывать амплитуду совершенного удара по боксерской груше. В результате обработки полученных с девайсов данных, ПО делает заключение о повторяемости произведенных ударов.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 13**

## Оценка риска дефолта розничного кредитного портфеля на основе вьющихся копул

**Author:** Артем Ратников<sup>None</sup>

**Co-author:** Евгений Юрьевич Щетинин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Financial University under the Government of the Russian Federation*

**Corresponding Author:** aa\_ratnikov@mail.ru

В настоящее время банки активно развиваются в сфере розничного кредитования. Характерной особенностью розничных продуктов является необходимость использования продвинутого математического аппарата на всех стадиях процесса: от генерации лидов и выдачи кредита, до последующего мониторинга выданных кредитов. Процесс мониторинг пула выданных банком кредитов принято называть управлением кредитного портфеля. Одной из ключевых задач в управлении кредитным портфелем является оценка риска дефолта заёмщиков, то есть оценка вероятности того, что клиент на одном из платежей выйдет на просрочку. От адекватности и актуальности оценки риска напрямую зависит эффективность кредитной политики банка.

Сложность рассматриваемой задачи заключается в том, что на вероятность дефолта влияют множество зависящих друг от друга параметров заёмщика и предлагаемого кредитного продукта. Пренебрежение взаимосвязями параметров может привести к сильному искажению оценок риска дефолта, а учёт взаимосвязей порождает сложную многомерную структуру данных. В данной работе рассматривается подход оценки кредитного портфеля на основе аппарата вьющихся копул (vine copulas). Такой подход позволяет свести задачу к совокупности парных копул, для которых задача поиска закона распределения и оценки параметров становится значительно проще. Основные вычисления проводятся на языке R с использованием пакета CDVine.

**Poster session. Next-generation communication networks: management, quality, architecture / 130**

## Оценка средней интерференции для мультигигабитной технологии беспроводной связи WiGig

**Authors:** Daria Ivanova<sup>None</sup> ; Ekaterina Karnauhova<sup>None</sup> ; Ekaterina Markova<sup>None</sup>

**Corresponding Authors:** daria.i@mail.ru,

Сети пятого поколения 5G, в первую очередь, должны будут обеспечить пользователям надежность связи в условиях большого количества абонентов, а также предоставить ряд других возможностей, таких как быстрый отклик устройств, малое энергопотребление и т.д., для поддержки которых в настоящее время ведется разработка нового поколения базовых станций и сложных архитектурных и сетевых решений. В частности, одна из технологий, реализуемых на базе сетей пятого поколения, технология беспроводной связи WiGig, работающая на нелицензируемой полосе частот, обладает встроенными механизмами борьбы с интерференцией от соседних точек доступа, что позволяет существенно повысить качество предоставляемых пользователям услуг.

В работе рассматривается модель беспроводной мультисервисной сети связи, работающей в рамках технологии WiGig, использующей передачу данных в миллиметровом диапазоне. Для оценки производительности модели предложена формула расчета средней интерференции на приемнике, создаваемой интерферирующими узлами, произвольно расположенными в соте.

**Teletraffic theory and its applications / 34**

## Пакет прикладных программ оценки характеристик систем стохастического поллинга

**Author:** Ольга Валерьевна Семёнова<sup>1</sup>

**Co-author:** Зуи Тан Буй<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН*

<sup>2</sup> *Московский физико-технический институт*

**Corresponding Author:** duytan@phystech.edu

Пакет прикладных программ предназначен для расчета характеристик систем массового обслуживания с несколькими очередями и общим сервером, а именно, систем поллинга с циклическим и адаптивным динамическим опросом очередей с различными дисциплинами обслуживания: шлюзовой, исчерпывающей, глобально-шлюзовой, k-ограниченной, T-ограниченной, пороговой и случайной.

Программа используется в области моделирования систем и сетей массового обслуживания, проектирования компьютерных сетей и позволяет проводить расчет характеристик систем поллинга, таких как среднее время ожидания в очереди системы, среднее время цикла, среднее время между посещениями очереди сервером, и других характеристик в зависимости от типа системы поллинга как на основе теоретических результатов, так и с помощью имитационного моделирования.

**Poster session. Teletraffic theory and its applications / 101**

## Построение и анализ модели для оценки вероятностных характеристик облачной сети радио доступа

**Authors:** Artyom Dashkin<sup>None</sup> ; Павел Абаев<sup>None</sup>

**Corresponding Author:** d.a.v.hammer@yandex.ru

Облачность мобильных сетей гарантирует экономию средств, а также лучшее управление радио Ресурсами. Кроме того, эта новая концепция позволит сетевым операторам по требованию развертывать виртуальные сети и предлагать инновационные услуги. Эта цель соответствует общим рамкам виртуализации сетевых функций (NFV), которые состоят из замены сети функции, работающей на выделенном и проприетарном оборудовании с открытыми программными приложениями, базирующиеся на общем коммерческом (COTS) сервере облачной платформы. Таким образом, операторы могут создавать виртуальные сети и функции (VNF) на лету в различных местах сети, чтобы соответствовать требованиям заказчика. Главным принципом виртуализации является размещение сети, работающей на одной или нескольких виртуальных машинах (VM) или контейнерах. Фактически, обработка основной полосы должна быть завершена в течение 1 миллисекунды в направлении нисходящей линии связи и 2 миллисекунды в восходящей ссылке. Таким образом, помимо требований к высокопроизводительным процессорам, методы параллельного программирования могут быть рассмотрены для обеспечения ловкости и гибкости, обещанной NFV. Кроме того, одна основная проблема производительности S-RAN связана с недетерминированностью поведения функции кодирования канала, т.е. изменчивости времени выполнения, которое требуется для кодирования и декодирования. Большая часть изменчивости происходит из-за радио условия канала пользовательского оборудования (UE), подключенного к eNodeB (eNB), требуемой скорости передачи данных на UE, а также количеством трафика в ячейке. Чтобы решить эту проблему, мы принимаем в этой статье вероятностный подход моделирования. Мы считаем количество BBU размещенное в многоядерной системе. Мы моделируем как различные задачи обработки BBU вызываются, и мы используем данные, наблюдаемые при запуске Open Air Interface (OAI) открытым исходным кодом RAN для настройки параметров нашей модели.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 108**

## **Построение математической модели узла транспортной системы (системы перевозки пассажиров) с помощью методов и моделей теории массового обслуживания**

**Authors:** Алексей Алёшин<sup>1</sup> ; Иван Зарядов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> РУДН

**Corresponding Author:**

В представленной работе дан краткий исторический обзор применения методов и моделей теории массового обслуживания в задачах математического моделирования и исследования работы транспортной системы. Также приведена математическая модель функционирования узла транспортной системы (на примере станции московского метрополитена) как системы массового обслуживания с поступающим групповым потоком заявок (группа случайного размера) и групповым обслуживанием (обслуживаются либо группы фиксированной величины - начальная станция линии метрополитена, либо группа случайного размера - остальные станции). Для общей модели (а также ряда частных случаев) выведены уравнения равновесия, описывающие функционирование рассматриваемой системы в стационарном режиме, представлены алгоритмы расчета основных вероятностных и временных характеристик.

**Poster session. Next-generation communication networks: management, quality, architecture / 102**

## **Построение модели виртуализированной функции ядра 5G сети**

**Authors:** Rustam Eredzhepov<sup>None</sup> ; Павел Абаев<sup>None</sup>

**Corresponding Author:** fl0r1x27@gmail.com

Абстрактная модель виртуализированной функции сети (NFV) считается одной из ключевых технологий для мобильных сетей поколения 5G. В этой модели, сетевые функции реализованы в программных компонентах, названных как Виртуальные Сетевые Функции (VNF). В этой статье представлена аналитическая модель, основанная на открытой сети массового обслуживания  $G / G / m$ , для моделирования Виртуальных Сетевых Функций с несколькими компонентами и цепочками ВСФ. Наша представленная модель достаточно гибкая и универсальная, что позволяет нам показать поведение таких систем. В статье представлено несколько разделов: I ВВЕДЕНИЕ, где рассказывается, о беспрецедентной революционности применения сетей нового поколения 5G, O сетевых функциях, что представляют из себя функциональные блоки в сетевой инфраструктуре, которые имеют четко определенные внешние интерфейсы и четко определенное функциональное поведение. II ФОНОВЫЕ И СОПУТСТВУЮЩИЕ РАБОТЫ В этом разделе кратко рассматриваются предлагаемые схемы виртуализации NF и пересматривается соответствующая литература. III СИСТЕМНАЯ МОДЕЛЬ. В этой модели рассматривается VNF с архитектурой отображения 1:3. В частности, VNF раскладывается на три VNFC: 1) Внешний интерфейс (FE); 2) Рабочий (W) и 3) База данных состояния (DB). IV АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ VNF. В этом разделе объясняется модель массового обслуживания для VNF и методология анализа, рассматриваемая для получения времени отклика системы из модели. V СУЩЕСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЛУЧАЯ: ТРЁХУРОВНЕВЫЙ vMME. В этом разделе мы конкретизируем нашу модель для vMME с дизайном отображения 1:3. В частности, мы предоставляем аналитические выражения для вычисления входных параметров модели. VI ЧИСЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ. В этом разделе мы представляем нашу экспериментальную установку и численные результаты. VII. ВЫВОДЫ И БУДУЩАЯ РАБОТА В этом разделе мы предлагаем аналитическую модель, основанную на открытой сети массового обслуживания, для расчета среднего времени отклика VNF с несколькими VNFC.

**Poster session. Applied information systems / 69**

## Построение модели данных многомерной информационной системы в случае разреженной информации

**Authors:** Муратова Жансая Муратовна<sup>None</sup>; Фомин Максим Борисович<sup>None</sup>

**Corresponding Author:** jansik.86@mail.ru

### Аннотация

Наполнение многомерного куба данными при недостаточном количестве исходных данных и при большом числе аспектов анализа приводит к появлению пустых ячеек. Многомерные кубы данных с большим количеством пустых ячеек характеризуются существенной разреженностью. Значимые ячейки куба могут быть представлены как допустимые сочетания значений измерений. Корректное описание разреженного куба данных, отражающее семантику предметной области, облегчает работу с данными на этапе анализа. В статье предложен метод описания структуры многомерного куба данных с использованием методов классификации.

**Poster session. Applied information systems / 62**

## Применение методов машинного обучения для решения задачи сентимент-анализа музыкальных композиций

**Author:** Egor Shagaev<sup>1</sup>

**Co-author:** Andrei Vinogradov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Public Friendship University of Russia

<sup>2</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

**Corresponding Author:** mail.ferrum.in@yandex.ru

В представленной работе рассмотрены подходы к использованию технологий машинного обучения для решения задачи анализа музыкальных аудиофайлов с целью распределения их по категориям в соответствии с признаками эмоционального восприятия слушателем и жанровой классификации. Выполнен анализ существующих в настоящее время сервисов подобной направленности, позволяющих формировать для слушателей индивидуальные плейлисты рекомендаций, в соответствии с его предпочтениями при выборе музыкальных произведений. Чаще всего, подобные сервисы используют методы коллаборативной фильтрации, базирующиеся на выявлении схожих по поведению групп пользователей и не анализируют содержание самих рекомендуемых произведений. В статье предложен новый подход к реализации музыкального сервиса, базирующийся на сентимент-анализе музыкальных композиций с применением методов машинного обучения, который отталкивается не только от жанровых предпочтений, но и позволяет выдавать ситуативные плейлисты, несущие строго определенную эмоциональную окраску, при этом оставаясь наиболее близко к границам вкусовых предпочтений. Например, слушатель может в разные периоды времени заказывать веселую или грустную музыку, бодрую или меланхоличную, агрессивную или спокойную, а программа совместит это с музыкальными предпочтениями пользователя и получит наиболее подходящий плейлист. В статье рассматриваются различные алгоритмы классификации и обучения с целью выбора наиболее оптимального варианта для решения поставленной задачи, а также предлагается вариант пользовательского интерфейса для рекомендательного музыкального сервиса.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 37**

## **Применение нейронных сетей для анализа резистентности вируса иммунодефицита человека к ингибиторам обратной транскриптазы ВИЧ**

**Authors:** Anastasia Demidova<sup>1</sup> ; Olga Tarasova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

<sup>2</sup> Institute of Biomedical Chemistry

**Corresponding Author:** ademidova@sci.pfu.edu.ru

Ежегодно синдром приобретённого иммунодефицита человека (СПИД) и ассоциированные с ним заболевания, приводят к смерти более миллиона человек. Причиной СПИД является вирус иммунодефицита человека 1 типа (ВИЧ-1). Современные лекарственные препараты против ВИЧ не позволяют полностью блокировать его размножение, а могут лишь снизить скорость размножения вируса в организме человека. Данная проблема связана с появлением устойчивости ВИЧ к антиретровирусным препаратам. Одним из возможных подходов к прогнозированию устойчивости ВИЧ к антиретровирусным препаратам являются методы машинного обучения. Целью данной работы является анализ возможности классификации нуклеотидных последовательностей протеазы ВИЧ на их принадлежность к резистентным и чувствительным вариантам с применением нейросетевых моделей. Для решения задачи прогнозирования устойчивости варианта ВИЧ с известной нуклеотидной последовательностью к конкретному антиретровирусному препарату, были выбраны две нейросетевые топологии: нейронная сеть типа многослойный перцептрон и сверточная нейронная сеть. Данные для обучения представляют собой данные эксперимента, в которых представлена взаимосвязь между нуклеотидной и/или аминокислотной последовательностью белков ВИЧ и степенью их устойчивости. Для анализа качества классификации были рассчитаны чувствительность, специфичность и сбалансированная точность для тестовой выборки, представляющей собой последовательности, полученные от пациентов в более поздние годы по сравнению с обучающей выборкой. Для реализации нейронных сетей был использован язык программирования Python и библиотеки TensorFlow и Keras, которые имеют встроенные инструменты для построения и тонкой настройки нейронных сетей.

**Applied information systems / 63**

## Принцип морфинга и его приложение к задаче моделирования движения скоплений трансплантированных стволовых клеток

**Authors:** Mikhail Khachumov<sup>1</sup> ; Olga Anokhina<sup>2</sup>

<sup>1</sup> RUDN University

<sup>2</sup> MIREA - Russian Technological University

**Corresponding Author:** khachumov\_mv@rudn.university

Рассматривается задача оптимального отображения множеств скоплений точек в сочетании с методами компьютерной визуализации. Решение служит основой для построения алгоритма морфинга и его применения для моделирования движения стволовых клеток между срезами МРТ-данных. Решение разбито на два этапа. На первом решается задача оптимального назначения исходного множества точек (исходной модели) на точки результирующего скопления (результирующей модели). Здесь точки изображения условно представляют, т.е. моделируют, мезенхимальные стволовые клетки, трансплантированные в мозг лабораторного животного (крысы). На втором этапе решается задача морфинга точек в соответствии с полученным решением на первом этапе. Решение сводится к интерполяции траекторий движения и его визуализации в модельном времени. Данные для проведения междисциплинарных исследований, связанные с изготовлением стволовых клеток и проведением экспериментов на томографе, необходимые для решения задачи морфинга, предоставлены ГБОУ ВПО РНИМУ им. Н.И.Пирогова Минздрава России. Разработана информационная технология и программа, предназначенные для поддержки деятельности врачей-исследователей, занимающихся проблемами изучения поведения (миграции и хоуминга) мезенхимальных стволовых клеток, трансплантированных в мозг лабораторного животного. Программа решает задачи устойчивого выделения зон ишемического поражения головного мозга, скоплений стволовых клеток на изображениях срезов, полученных в разные моменты времени после трансплантации клеток, подсчета числа клеток в каждом скоплении и реализации описанного метода морфинга.

Poster session. Teletraffic theory and its applications / 144

## Программный комплекс для имитационного моделирования и оценки надежности систем типа К из N с произвольными распределениями времени безотказной работы и ремонта её элементов

**Author:** Hector Gibson Kinmanhon HOUANKPO<sup>1</sup>

**Co-author:** Dmitry Kozyrev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia

<sup>2</sup> RUDN University

**Corresponding Author:** gibsonhouankpo@yahoo.fr

Рассматривается система К из N облегченного резервирования с произвольной функцией распределения (ФР) времени безотказной работы (в.б.р.) и произвольной ФР времени ремонта её элементов. Проведено имитационное моделирование системы на основе дискретно-событийного подхода для оценки характеристик надёжности системы.

Applied information systems / 105

## Разработка библиотеки для работы с гиперграфами на языке Python

**Author:** Юрий Михайлов<sup>1</sup>

**Co-author:** Вячеслав Жуков<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

**Corresponding Author:** rudn@mikhailov.xyz

*Гиперграфы и алгоритмы на гиперграфах* широко применяются при решении задач машинного обучения, распознавания образов, в биоинформатике, в системах поддержки принятия решений.

Часто такие задачи решаются с использованием языка программирования *Python*. Однако на сегодняшний день для *Python* не существует полнофункциональных библиотек, предназначенных для работы с гиперграфами.

Для устранения данного пробела была разработана и протестирована библиотека **hgraphs**, реализующая *гиперграфовые модели* и различные *алгоритмы на гиперграфах*.

Poster session. Teletraffic theory and its applications / 160

## Разработка в нотации BPMN модели бизнес-процесса обработки обращений в службу поддержки СЭД DIRECTUM

**Author:** Мария Зимина<sup>None</sup>

**Corresponding Author:** zimina.mari@inbox.ru

Данный тезис содержит краткое описание обращений в службу поддержки на примере действующей системы электронного документооборота «DIRECTUM». Первая причина - посмотреть обработку обращений. Вторая причина - схема работы решения. Также, рассмотрим основные понятия системы электронного документооборота и понятия обработки обращений по системе и схему работы решения по обработке обращений в службу поддержки. Актуальность данной статьи поддерживается тем, что бумажный документооборот уже редко используется в крупных организациях и активно заменяется системами электронного документооборота, что является неотъемлемой частью экономики организации. Как и любую систему, после ее внедрения, требуется поддерживать в дальнейшем для корректной и оперативной работы системы. У каждой поддержки есть свои определенные особенности, с которыми в ходе работ по развитию системы после внедрения, сталкиваются организации, которые предоставляют такие услуги. Очень коротко ознакомимся на примере реальной системы, чтобы немного представить для себя трудоемкость этого процесса. Ознакомимся и со схемой работы решения, так как для каждой системы она может быть индивидуальна, в зависимости от особенностей системы.

Poster session. Teletraffic theory and its applications / 157

## Разработка в нотации BPMN модели бизнес-процесса оформления на работу на должность научного сотрудника в РУДН

**Author:** Анна Куцазли<sup>None</sup>

**Corresponding Author:** aikushch@yandex.ru

В работе проводится построение в нотации BPMN модели бизнес-процесса оформления на работу на должность научного сотрудника в Российский университет дружбы народов (РУДН).

**Poster session. Teletraffic theory and its applications / 158****Разработка в нотации BPMN модели бизнес-процесса сопровождения научно-исследовательских работ в РУДН****Author:** Анна Кашинцева<sup>None</sup>**Corresponding Author:** ann\_kaa@mail.ru

В работе приводится построение в нотации BPMN модели бизнес-процесса сопровождения научно-исследовательских работ в Российском университете дружбы народов (РУДН). Внедрение бизнес-процессов, которые построены по нотации BPMN, помогает ускорять эти процессы и выстраивать оптимальные схемы работы всех участников. К ключевым целям моделирования относятся аналитика и мониторинг выполнения процесса для поиска путей улучшения и оптимизации. Одной из причин является то, что построение модели упрощает изучение процесса от самого начала и до конца. Другая причина – создание бизнес-процесса помогает установить взаимосвязь между отдельными элементами. Кроме того, построение модели помогает оценить сильные и слабые стороны процесса, что, в свою очередь, поможет оптимизировать его. В ходе работы был рассмотрен регламент организации выполнения научно-исследовательских работ, который определяет порядок их проведения в РУДН. Данный тезис описывает все четыре этапа сопровождения научно-исследовательских работ в РУДН, включая подробное описание, каждого из этих этапов.

**Poster session. Applied information systems / 128****Разработка комплекса для определения качества выполнения спортивных упражнений****Authors:** Алексей Хохлов<sup>None</sup> ; Владимир Петров<sup>None</sup> ; Люк Дональд Дилие<sup>None</sup>**Corresponding Author:** 1042165023@rudn.university

В данной работе авторами предложено описание программно-аппаратного комплекса, предназначенного для оценки качества выполнения различных спортивных упражнений. Сегодня похожие задачи решаются несколькими способами. Во-первых, в специализированных спортивных центрах используется дорогостоящее оборудование (анализ видеоряда, анализ траектории движения, функциональная диагностика человека - кардиомониторы и прочее оборудование). Во-вторых, современные смартфоны обладают встроенным акселерометром и гироскопом, что позволяет отслеживать активность человека, и специальные приложения для смартфонов могут анализировать данные от акселерометров и классифицировать активность человека (бег, ходьба, тренировка), но при этом не дают качественной оценки, кроме очевидных (например, скорость бега, количество шагов). Авторами поставлена перед собой цель создать комплекс, который, с одной стороны, обладал бы массовой доступностью и был бы носимым, а не стационарным, а, с другой стороны, позволял бы делать выводы и формировать рекомендации относительно качества выполнения упражнений (единоборства, гимнастика, игровой спорт и другие виды спорта). В аппаратной части предполагается использовать акселерометр, микроконтроллер AVR, Bluetooth модуль и другие необходимые для работы комплектующие. Данные передаются на смартфон пользователя через bluetooth, где анализируются с помощью алгоритма, основанного на методе анализа временных рядов SSA (Singular Spectrum Analysis). В данном случае, временной ряд – это набор данных, полученных от акселерометра, закрепленного на человеке, а именно – зафиксированные с определенно частотой ускорения относительно трех осей Декартовой системы координат, связанной с корпусом акселерометра. Взаимодействие с пользователем происходит с помощью мобильного приложения.

**Poster session. Next-generation communication networks: management, quality, architecture / 74**



## Разработка модели генератора трафика для набора услуг беспроводной сети 5G

**Authors:** Екатерина Конькова<sup>1</sup> ; Егор Мачнев<sup>1</sup> ; Yuliya Gaidamaka<sup>1</sup> ; Константин Евгеньевич Самуилов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> RUDN

<sup>2</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

**Corresponding Author:** katikonkova1997@yandex.ru

Стандарт мобильной связи пятого поколения (5G) – это новый этап развития технологий, который призван расширить возможности доступа в Интернет посредством технологий радиодоступа. Появление технологии 5G должно способствовать решению таких задач, как: рост трафика передачи данных; увеличение числа устройств, подключаемых к сети и нехватка частотного спектра.

В данной работе будет рассмотрена задача создания стохастической модели потоков трафика в сети и обслуживания трафика с различным набором услуг по дисциплине Best Guess (BG), то есть пользователь обслуживается с гарантированным минимальным предоставляемым объемом ресурса и неустановленным максимальным. Для решения данной задачи была построена математическая модель ресурсной системы массового обслуживания (РСМО), выведены формулы для численного анализа частного случая РСМО, построены графики зависимости основных вероятностно-временных характеристик системы, в том числе, от нагрузки на систему и создано программное средство генерации трафика.

Distributed high-performance computing and Big-data / 122

## Разработка системы мониторинга для суперкомпьютера ГОВОРУН

**Authors:** Yuri Butenko<sup>1</sup> ; Martin Vala<sup>2</sup> ; Ivan Kashunin<sup>1</sup> ; Dmitry Belyakov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> JINR

<sup>2</sup> Pavol Jozef Safarik University in Kosice

**Corresponding Author:** ybutenko@jinr.ru

Суперкомпьютер ГОВОРУН предназначен для разработки параллельных приложений и выполнения параллельных вычислений, необходимых для широкого круга задач ОИЯИ.

Чтобы повысить эффективность суперкомпьютера ГОВОРУН, необходимы следующие компоненты:

- 1) Учетная система суперкомпьютера (Supercomputer's accounting system) - помогает руководителям и системным администраторам оценивать производительность суперкомпьютера;
- 2) Система использования узлов и мониторинга сервисов (Nodes utilization and services monitoring system) - помогает пользователям оптимизировать использование узлов суперкомпьютера и улучшить собственный код;
- 3) Мониторинг серверов - уведомляет системных администраторов о сбое статистики;
- 4) Система мониторинга инженерной инфраструктуры - уведомляет системных инженеров о сбоях.

Poster session. Mathematical modeling and simulation / 115

## Реакционно-диффузионная модель вирусной инфекции с учетом мутации

**Author:** MARIA CRISTINA LEON ATUPANA<sup>None</sup>

**Corresponding Author:** merycris25@hotmail.com

В работе рассматривается построение математической модели развития вирусной инфекции в виде реакционно-диффузионного уравнения, которое учитывает факты размножение вируса, мутации вируса и их уничтожения иммунными клетками. Исследуется существование и устойчивость стационарных решений этого уравнения, показано что могут возникать пространственно-неоднородные структуры, а также различные пространственно-временные структуры. Эти решения описывают развитие вирусной инфекции, возникновение и эволюцию новых вирусных штаммов.

**Poster session. Applied information systems / 27**

## **Сегментация, анализ и тегирование сцен на видео содержащих действия с применением свёрточных и рекуррентных нейронных сетей**

**Authors:** Alexander Buyko<sup>1</sup> ; Andrei Vinogradov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

**Corresponding Author:** sas6092@yandex.ru

В статье рассматривается актуальная задача анализа и классификации видеоконтента. Ввиду лавинообразного роста объёма генерируемой человечеством видеoinформации возможность её “ручного” просмотра и сортировки чрезвычайно затруднена. Особенно это касается рутинных и монотонных записей видеонаблюдения, где 99% времени занимает “мусорный” контент, ввиду чего концентрация человека-оператора резко снижается и он способен пропустить важный кадр или сцену. В связи с этим всё острее встаёт задача автоматической классификации видеозаписей по их контенту. В представленной работе исследуется возможность применения свёрточных и рекуррентных нейронных сетей к задаче анализа видео и автоматического извлечения мета-данных. На текущий момент опубликовано малое количество работ, в которых рассматривается задача комплексного анализа видео. Целью работы является тщательное исследование существующих подходов к анализу видео и создание алгоритма, способного разбивать видео на сегменты, определять ключевые слова фрагментов: основной объект, действие, сцену (место) и тегировать контент на основе полученных данных. В результате анализа существующих подходов был сформирован следующий алгоритм анализа видеоконтента: фильтрация видео от шумов, вычисление дескрипторного портрета, сбор и формирование мета-данных с помощью свёрточной нейронной сети, распределение полученных коэффициентов (вероятности принадлежности к тем или иным тегам) по таймлайнам. Далее осуществляется сравнение дескрипторов и тегов соседних кадров, на основании чего фиксируется смена сцены. Далее зафиксированная сцена (на промежутке между временными отметками начала -  $t-1$  и конца  $t$  сцены) анализируется с помощью рекуррентной нейронной сети LSTM для определения присутствующего на ней действия. Каждая сцена содержит свой блок тегов, которые предварительно фильтруются. Предполагается, что в будущем, на основе тегов возможно составление лингвистического портрета. Описанный алгоритм предполагает следующие ограничения: число переходов заранее известно, объекты известны и различимы, объекты совершают известные действия, переходы между сценами различимы, ярко выражены и заметны. Используемые в алгоритме методы машинного обучения были модульно протестированы и в дальнейшем предполагается проведение полноценного тестирования на различных датасетах и дальнейшее развитие предложенного подхода.

**Poster session. Mathematical modeling and simulation / 48**

## **Сравнение методов кластерного анализа в примере с банковскими клиентами**

**Authors:** Анна Гайдамака<sup>1</sup> ; Константин Самуйлов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> RUDN University (Российский университет дружбы народов)

**Corresponding Author:** aagajdamaka@sci.pfu.edu.ru

С каждым годом растёт потребность в изучении больших данных. Однако работа с большими наборами данных трудоёмка и требует значительных ресурсов, в связи с чем перед анализом данные необходимо «подготовить». Одним из вариантов подготовки является выделение некоторых множеств в наборе данных. Гораздо удобнее сперва выделить группы схожих объектов, изучить их особенности и построить для каждой группы отдельную модель, а не создавать одну общую модель для всех данных. Разбиение множества объектов на группы, называемые кластерами, и есть задача кластерного анализа.

В данной работе рассмотрены три алгоритма кластерного анализа – метод K-средних (K-means), кластеризация, основанная на плотности (DBSCAN) и иерархическая кластеризация. Каждый из методов применяется на наборе данных, состоящем из информации о банковских клиентах. Удачность применения того или иного метода кластеризации оценивается с помощью таких показателей, как сумма квадратов ошибок и силуэт. В качестве результата исследования выбирается метод кластеризации, наилучшим образом подходящий к набору данных, количество кластеров, которое предписывает выбранный метод, численные значения показателей.

Plenary session / 36

## Стохастические модели и методы искусственного интеллекта в финансах

**Author:** Сергей Геннадьевич Шорохов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

**Corresponding Author:** shorokhov-sg@rudn.ru

Рассматриваются основные применения стохастических моделей и методов искусственного интеллекта, включая методы машинного и глубокого обучения, при решении различных теоретических и прикладных задач в финансах.

Приводятся стохастические модели динамики стоимости базисных активов и процентных ставок, являющиеся естественной математической платформой для оценки стоимости финансовых активов различной структуры, построения стратегий формирования портфелей ценных бумаг с заданными характеристиками, измерения и управления финансовыми рисками, возникающими при совершении операций финансовых рынках и кредитовании контрагентов.

Также обсуждаются информационные технологии, оказывающие наиболее существенное влияние на развитие финансового сектора, такие, как Big Data и интеллектуальный анализ данных, мобильные технологии, технологии машинного и глубокого обучения, роботизация бизнес-процессов, распределенные реестры (блокчейн), открытые интерфейсы (API), вычисления на графических процессорах и т.п.

Приводятся примеры задач в области оценки финансовых рисков, управления инвестиционными портфелями, отношений с клиентами, андеррайтинга в страховании, эффективно решаемых с применением методов искусственного интеллекта.

Poster session. Applied information systems / 41

## Структура базы данных операционного риска

**Author:** Виктория Хаптаханова<sup>None</sup>

**Co-author:** Сергей Геннадьевич Шорохов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

**Corresponding Author:** vkhaptakhanova@mail.ru

Цель данной работы-разработка структуры базы данных операционного риска на основе сочетания моделирования исторических событий потерь и анализа сценариев для оценки капитала кредитной организации. Учитывая неоднородность и недостаточность данных, моделирование операционных рисков остается сложной задачей, которая требует конкретных методов моделирования: один из них называется сценарным подходом и будет представлен на протяжении данной работы. Этот подход в целом основан на сценарном анализе и характеризуется как перспективный. Во-первых, он заключается в выявлении всех операционных рисков, которые в ходе своей деятельности несет компания, с целью построения комплексного профиля рисков. После этого частота и серьезность таких сценариев измеряются с использованием сочетания экспертных оценок, внутренних и внешних данных, когда таковые имеются.

**Poster session. Applied information systems / 25**

## **Технология блокчейн – перспективы и возможности**

**Authors:** Andrei Vinogradov<sup>1</sup> ; Anna Petroshenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

**Corresponding Author:** petroshenko98@mail.ru

В работе ставится задача провести комплексное исследование блокчейна. Значительное внимание уделяется описанию ключевых принципов, на которых базируется технология. На основании анализа обширного материала, формулируются достоинства и недостатки технологии, а также проводится сравнение способов обеспечения доступа к данным. Дискуссионным остаётся вопрос о будущем криптовалют – одного из наиболее актуальных применений блокчейна. В заключение приводятся примеры различных перспективных проектов на основе рассматриваемой технологии, а также делается прогноз относительно её развития.

**Poster session. Applied information systems / 12**

## **Управление ресурсами в системах дистанционного и мобильного образования**

**Author:** Оксана Ромашкова<sup>None</sup>

**Co-author:** Елена Павличева

**Corresponding Author:** ox-rom@yandex.ru

Аннотация — актуальность исследования обусловлена тем, что поддержка управленческих информационных процессов дистанционного и мобильного образования связана с проблемой эффективного распределения системных ресурсов, используемых при передаче и обработке образовательной информации. Методы и модели предварительного планирования ресурсов должны быть направлены на более эффективное использование инфокоммуникационной среды передачи данных при небольшой пропускной способности, а также на решение проблемы ограниченного количества одновременных пользователей (сессий) образовательного процесса. Цель исследования заключается в комплексном анализе и разработке методов управления ресурсами при организации и эксплуатации систем дистанционного и мобильного образования. Научная новизна исследования: формализация информационных управленческих процессов в системе дистанционного и мобильного образования с учетом ресурсных ограничений образовательной системы, требований эффективного управления. Авторы провели исследование существующих информационных систем, осуществляющих управление дистанционным и мобильным образованием. Предложили усовершенствованный комплексный подход к формированию требований и автоматизации современных систем дистанционного и мобильного образования.

Ключевые слова – информационная система, дистанционное и мобильное образование, автоматизация управления.

Applied information systems / 106

## Управление цепочками поставок с онлайн-аналитикой

Author: Elvina Voykina<sup>None</sup>

Co-author: Вячеслав Жуков<sup>1</sup>

<sup>1</sup> РУДН

Corresponding Author: elvoikina@gmail.com

В настоящее время вопросы повышения эффективности управления цепочками поставок являются одними из самых обсуждаемых. Компании и, в частности, цепочки поставок в целом сегодня больше соревнуются на основе времени и качества, так как клиенты требуют, чтобы заказы постоянно поставлялись быстро, вовремя и без повреждений. Быстрые инновации породили огромные возможности для развития. Конкурентное давление привело к производству в глобальном масштабе, что обеспечило значительный рост предложения продукции. Когда бизнес становится все более сложным, это приводит также к изменениям и усложнениям цепочек поставок. Поэтому современным компаниям нужны инструменты, которые обеспечат анализ данных в режиме реального времени.

Poster session. Mathematical modeling and simulation / 17

## Численное исследование тепловых процессов, возникающих в материалах при воздействии импульсных пучков ионов в рамках гиперболического уравнения теплопроводности

Authors: Ilkizar Amirkhanov<sup>1</sup>; Nil Ratan Sarker<sup>2</sup>; Ibrokhim Sarkhadov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> LIT JINR, Dubna

<sup>2</sup> LIT JINR, Dubna

<sup>3</sup> LIT JINR, Dubna

Corresponding Author: ibrohim@jinr.ru

Наиболее известной моделью теплопроводности является закон Фурье, который устанавливает линейную связь между градиентом температуры и тепловым потоком. Закон Фурье является лишь приближенным описанием процесса теплопроводности, неадекватен при описании переноса тепла в высокочастотных процессах, при воздействии на вещество импульсов излучения пико и фемтосекундной длительности. Модификация закона Фурье путем ввода релаксации потока теплоты и температуры приводит к гиперболическому уравнению теплопроводности типа уравнения Максвелла-Катанео-Лыкова и других уравнений. В работе проведено численное моделирование тепловых процессов, возникающих в материалах при воздействии импульсных пучков ионов в рамках гиперболического уравнения теплопроводности. Проведен сравнительный анализ полученных результатов в рамках упомянутой модели с результатами полученными в рамках параболического уравнения теплопроводности. Показано, что влияние гиперболичности уравнения теплопроводности проявляется только при очень маленьких размерах образца и быстро протекающих процессах. Значения температуры в области нагрева больше и сама область имеет меньшего размера, по сравнению области нагрева при решении параболического уравнения. Существует фронт области нагрева, за который образец не нагреет. В работе также повторены численным моделированием, методом

конечных разностей результаты работы Э.М. Карташова и В.А. Кудинова-исследования тепловых процессов в бесконечно-протяженном слое конечной толщины с симметричными граничными условиями методом разделения переменных.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ № 17-01-00661а и № 19-01-00645а.