

АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ XXI ВЕКА: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

2019 г. № 1 (44)

(Volume 7, issue 1)

Учредитель – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова» (ВГЛТУ)

Главный редактор
М.В. Драпалюк
Заместитель главного редактора
И.М. Бартенев
Члены редакционной коллегии
Д.Н. Афоничев
Т.Л. Безрукова
В.М. Бугаков
В.К. Зольников
Н.Н. Матвеев
С.М. Матвеев
С.С. Морковина
А.Д. Платонов
А.И. Сиволапов
С.И. Сушков
О.В. Трегубов
М.П. Чернышов
Ответственный секретарь
И.И. Шанин
Компьютерная верстка
И.И. Шанин

Издание зарегистрировано
Федеральной службой по надзору в
сфере связи, информационных
технологий и массовых
коммуникаций.

Материалы настоящего издания
могут быть воспроизведены только с
письменного разрешения
редакционной коллегии.

Издание включено в
Российский индекс научного
цитирования (РИНЦ). Издание
реферруется в ВИНТИ РАН.
Включено в «Ulrich's Periodicals
directory».

ФГБОУ ВО «ВГЛТУ»
394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8.
телефон (473) 253-72-51,
факс (473) 253-76-51,
e-mail: anni_vgltu@mail.ru
<http://www.conf.vglta.vrn.ru/zhurnal-anni/>

© ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», 2019

II Международная научно-практическая конференция
***«Молодежный форум: прикладная математика. Математическое
моделирование систем и механизмов»***

В данный номер журнала вошли статьи, отобранные редакционной коллегией, в рамках II Международной научно-практической конференции «Молодежный форум: прикладная математика. Математическое моделирование систем и механизмов», которая проведена 10-12 декабря 2018 года на базе ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова». Все статьи прошли рецензирование.

Оригинальные статьи включают актуальные проблемы теории функций и функционального анализа, теории управления и информационных систем, дифференциальных, интегральных уравнений и их приложений, компьютерных технологий в процессах математического моделирования динамических систем, смежных проблем прикладной математики.

В них рассмотрены различные аспекты применения компьютерных технологий к моделированию и визуализации динамических систем, актуальные проблемы математического моделирования явлений и процессов. Особое внимание уделено поиску перспективных направлений в расчетах оптимальных параметров динамических систем с применением современных компьютерных и информационных технологий.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Абдурагимов Г.Э.</i> О существовании и единственности положительного решения краевой задачи для одного квазилинейного функционально-дифференциального уравнения второго порядка	11
<i>Абрамов О.В., Абрамова И.Н., Нарзуллаев И.Ш.</i> Исследование движения самолета при выполнении петли Нестерова	13
<i>Абрамова И.Н., Абрамов О.В., Нарзуллаев И.Ш.</i> Оценка совместимости результатов испытаний при метрологической аттестации лабораторий	17
<i>Авилов А.В.</i> Оценки Гельфанда-Шилова для отрицательных степеней оператора простой структуры	20
<i>Авилов А.В.</i> Оценки Гельфанда-Шилова для положительных степеней оператора простой структуры	22
<i>Андреева Е.А., Беляев А.К.</i> Разрывные задачи оптимального управления с запаздываниями	25
<i>Аниськова Т.А.</i> Задача для уравнения смешанного типа с сосредоточенным отклонением	28
<i>Аристова Е.М.</i> О Парето-оптимальности обобщенного критерия, построенного на основе ОWA-оператора	32
<i>Балабан О.Р.</i> Математическое моделирование турбулентных процессов в сетеподобной гидросистеме	35
<i>Балабан О.Р.</i> Численный анализ математической модели диффузионных процессов на одномерной сети	38
<i>Баранов А.М., Матвейчук Н.М.</i> Экспериментальное определение параметров ПИД-регулятора в САР уровня воды	40
<i>Безноско Я.В., Стородубцева Т.Н.</i> Математический план проведения экспериментов по определению механических свойств материалов	44
<i>Белоглазова Т.В., Савчук А.Д.</i> Построение функций влияния некоторых разнопорядковых краевых задач на графах с различными видами закреплений	48
<i>Белоглазова Т.В., Цымбаленко Р.А.</i> Разрешимость одного класса разнопорядковых краевых задач с различными видами упругих закреплений	52
<i>Белоглазова Т.В., Шабанов А.Р.</i> Математическое моделирование задач о деформации разнопорядковыми дифференциальными уравнениями на графах	55
<i>Бобонова Е.Н.</i> Проблемы сетевой культуры пользователей Рунета	59
<i>Богатырева Ж.И.</i> Особенности и проблемы метрологической аттестации программного обеспечения средств измерений, применяемых в ВВТ	62
<i>Богатырева Ж.И., Верхогляд И.Ю.</i> Применение метода планирования эксперимента на основе композиционного плана при моделировании продуктов функциональной направленности для питания военнослужащих	64
<i>Богатырева Ж.И., Серебрянский А.И.</i> Моделирование изнашивания в узлах трения манипуляторов	67
<i>Богатырева Ж.И., Серебрянский А.И.</i> Сравнительный анализ методов неразрушающего контроля, применяемых в ВВТ	71

<i>Вакула Е.Ю., Серебрянский А.И.</i> Теория подобия в исследованиях подшипников скольжения	75
<i>Вахнина Г.Н., Коптев М.Г., Гулевский А.С., Васильченко Р.Ю.</i> Критерий оптимизации технического совершенствования противобуксовочных устройств	78
<i>Веневитин А.А., Веневитина С.С., Зеликова Н.В.</i> Обоснование выбора критерия оптимального управления процессом сушки витаминной муки в пневмо-барабанных агрегатах	81
<i>Веневитина С.С., Веневитин А.А., Дорохина А.С.</i> Графический метод решения и анализа задачи планирования производства	84
<i>Веневитина С.С., Сапронов И.В., Спирина Н.М.</i> О движении упругой среды во вращающемся теле	89
<i>Верховцов П.А.</i> Аутентификация на основе рукописной подписи	91
<i>Вишневецкий А.Л.</i> Явная формула частного решения ЛНДУ с постоянными коэффициентами и специальной правой частью	94
<i>Высоцкая И.А., Зиновьев Д.А., Лотков М.А.</i> Дискретная стохастическая задача управления запасами в рамках модернизации производства	96
<i>Гальцев О.В., Гальцева О.А.</i> Двумерная задача подземного выщелачивания	100
<i>Глуценко С.В.</i> Об использовании вариационного подхода для анализа ресурсного конфликта	104
<i>Глуценко С.В.</i> Проблемы связи функций конфликта и полезности в системах	106
<i>Горлов В.А., Макарова А.В.</i> Нелинейная диффузия в многомерных системах	109
<i>Горлов В.А., Макарова А.В.</i> Нелинейная диффузия в надэкспоненциальных пространствах Степанова	112
<i>Горлов В.А., Макарова А.В.</i> Нелинейная диффузия в обобщенных пространствах Степанова	114
<i>Горлов В.А., Макарова А.В.</i> нелинейная диффузия в подэкспоненциальных пространствах Степанова	117
<i>Графов В.В., Логовский В.А.</i> Применение клеточных автоматов при моделировании взаимодействия социальных структур	119
<i>Гуськов А.С., Ткачев О.А.</i> Датчик оптической плотности	123
<i>Демчук А.А., Новикова С.С., Долженко Д.С.</i> Профессионально-ориентированные задачи в обучении математике в военном ВУЗе	125
<i>Егорова А.В., Родина Л.И.</i> Об оценке средней временной выгоды для структурированной популяции, подверженной промыслу	129
<i>Еремеева К.С., Латыпова Н.В.</i> Исследование курса биткоина методом нормированного размаха Херста	132
<i>Желтоухов И.В., Козлов А.В., Игнатьев В.Г., Васильев Е.И.</i> Математическое описание процесса непрерывной ректификации в насадочном контактном устройстве криогенного аппарата	135
<i>Захарова Е.А., Гальцева О.А.</i> Реализация проекта с применением технологий 3D моделирования	139
<i>Зенин В.Л., Бахолдин А.М., Васильев Е.И., Овсянников О.А.</i> Моделирование выпускного клапана	141

<i>Зенин В.Л., Бахолдин А.М., Говорухин С.С.</i> Создание трехмерной модели детали «шестерня»	145
<i>Зенин В.Л., Бахолдин А.М., Смыр Р.З., Багба Д.Д.</i> Расчет силовых и деформационных параметров детали в процессе ее эксплуатации с использованием САЕ	148
<i>Зенин В.Л., Бахолдин А.М., Сороколетов А.И., Нуждин К.А.</i> Анализ принципа действия фрикционной муфты	152
<i>Зюкин П.Н., Сапронов И.В., Раецкая Е.В.</i> Условия существования явления пограничного слоя для решений специальной задачи Коши	155
<i>Зюкин П.Н., Сапронов И.В., Спирина Н.М.</i> Условия существования явления ограниченного пограничного слоя для решений специальной задачи Коши	157
<i>Игнатъев В.Г., Полухин Р.А.</i> Алгоритмическое обеспечение решения задач компьютерного моделирования химико-технологических процессов	159
<i>Канищева О.И., Картушин В.С.</i> Использование системы MathCAD для изучения динамики биологических популяций	163
<i>Канищева О.И., Картушин В.С.</i> Математическое моделирование боевых действий двух регулярных армий	166
<i>Киреева Е.Д., Трынин А.Ю.</i> Об аппроксимативных свойствах полиномиальных систем Чебышёва $\left\{s_{k,\lambda_n}(x)\right\}_{k=0}^n$	170
<i>Клочков Ю.В., Киселева Т.А., Андреев А.С., Клочков М.Ю.</i> Определение напряженно-деформированного состояния цилиндрического резервуара при гидростатическом нагружении	173
<i>Клочков Ю.В., Николаев А.П., Киселева Т.А., Клочков М.Ю.</i> Особенности учета физической нелинейности при конечно-элементном анализе тонких оболочек	176
<i>Ковалева М.И., Дёмин А.Н., Гусев Д.О.</i> Управление инвестиционным потоком на основе гидродинамической модели	179
<i>Ковалева М.И., Новиков А.В., Ячников В.А.</i> Анализ поля скоростей жидкости в коническом 3D-диффузоре	182
<i>Козлуков С.В.</i> Спектральные свойства матриц смежностей NEPS сумм графов	185
<i>Козлуков С.В.</i> Спектральные свойства некоторых блочно-диагональных матриц	187
<i>Колодежнов В.Н., Фролов П.С.</i> Кинематическая модель поражения воздушных целей наземными средствами	189
<i>Комраков В.В., Ласьков Д.А.</i> Многофункциональное устройство на базе 3D-принтера для осуществления процесса граттажа при помощи 3D-модели микрорельефа	193
<i>Кононов А.Д., Кононов А.А., Богатырев К.И., Кулик А.А.</i> Моделирование деполяризующих свойств радиоканала в задаче повышения эффективности систем передачи команд управления	196
<i>Копачевский Н.Д., Сёмкина Е.В.</i> О малых движениях частично диссипативной гидросистемы из трёх жидкостей	199
<i>Корчагина В.А., Чекулдаев Р.А., Пономарев Р.И.</i> Математическое моделирование пространственной диаграммы направленности параболической антенны	202

<i>Корытаева Ю.В., Пелевин А.С.</i> Асимптотический метод решения матрично сингулярно возмущенных линейных задач оптимального управления с многомерными управлениями	208
<i>Кошуков А.Н., Логачёв Д.А., Сердюкова Н.А.</i> Применение электроприводных агрегатов в газотурбинном двигателе	212
<i>Красова Н.Е., Абзалов Э.Р., Потапов А.Н.</i> Построение траектории движения беспилотного летательного аппарата при выполнении задачи поиска	215
<i>Кузнецов А.В.</i> Точность спутниковых технологий при решении инженерных задач лесотранспорта	218
<i>Кузнецов А.В., Скрыпник В.И., Герасимов Ф.С., Иванова А.А.</i> Обоснование применения лесозаготовительных машин на базе гусеничных систем повышенной проходимости	221
<i>Кузьменко Е.Л., Жуков Р.Л., Полозов А.С.</i> Трёхмерное моделирование рамы квадрокоптера в системе SolidWorks	224
<i>Курочка К.С., Оныськив В.В.</i> Программный комплекс для управления роботом из виртуальной реальности	228
<i>Кухаренко С.П., Кравцов Д.А.</i> Приближенный расчет критической силы стойки методом конечных разностей	231
<i>Кухаренко С.П., Кравцов Д.А.</i> Пути повышения экономичности работы силовой установки автомобиля многоцелевого назначения за счет рекуперации энергии	234
<i>Кухаренко С.П., Умрихин Д.С.</i> Расчет на прочность ленточных маховиков	238
<i>Логачёв Д.А., Кошуков А.Н., Сердюкова Н.А.</i> Метод увеличения аэродинамической устойчивости сверхлегких летательных аппаратов в поперечном канале с помощью САПР	241
<i>Лупаренко Е.В.</i> Асимптотический метод исследования волнового поля в несимметричной анизотропной прямоугольной области	244
<i>Мамедов К.Ш., Мамедли Н.О.</i> Построение субоптимистического и субпессимистического решений частично-целочисленной интервальной задачи о ранце	247
<i>Маркевич Я.Я.</i> Об исследовании производительности труда с помощью квадратичной функции	251
<i>Медведева Е.Ю.</i> Введение в blockchain: технология распределенного хранения данных	254
<i>Мельников А.В., Мищенко А.В.</i> Тестирование промышленных программных систем с использованием пирамиды тестирования	257
<i>Мирзаева С.А.</i> Собственные колебания сжимаемой стратифицированной жидкости	261
<i>Мищенко М.В., Коженков А.О., Мужичук Р.И., Дмитриев Н.Е.</i> Оценка качества математической модели тренажера технической системы специального назначения	265
<i>Нестерова А.С.</i> Оценка простого собственного значения оператора Хилла	268
<i>Нестерова А.С.</i> Оценка собственного значения оператора Хилла	272
<i>Пальчикова Г.С.</i> Монолитное строительство в экстремальных условиях	275
<i>Пальчикова Г.С.</i> Применение и развитие монолитного строительства	277

<i>Пальчикова Г.С., Кривцов А.Н., Москалюк Д.Д.</i> Анализ теории трения и изнашивания полимерных материалов	279
<i>Папилин П.И., Мелихов О.О.</i> Графоаналитический метод оценки средств кондиционирования воздушных судов	282
<i>Парт А.А.</i> Задача оптимизации системы гиперболического типа на графе	285
<i>Парт А.А., Андриенко В.Ю.</i> Вибрационные процессы в системе жизнеобеспечения летательных аппаратов	289
<i>Пикалова Л.Д., Стородубцева Т.Н.</i> Регрессионная модель для нахождения модуля упругости	292
<i>Платова П.О., Сетько Е.А.</i> ArtecSDK — конструктор для сборки своего приложения	295
<i>Платонов А.А., Хаустов А.И.</i> О промежуточных итогах исследования возможности внедрения комбинированных воинских перевозок в арктических регионах	298
<i>Попова А.С., Греков Д.А.</i> Управление научно-исследовательской и рационализаторской работой курсантов	302
<i>Попова А.С., Радионов А.П.</i> Оптимальные параметры поражения цели	305
<i>Попова А.С., Рязанцев Д.А.</i> Теория графов в анализе работы радиоэлектронных систем связи	309
<i>Поттосина С.А., Дума В.Д., Бегун Т.А.</i> Система анализа и мониторинга дефектов ИТ-проекта	312
<i>Раецкая Е.В., Сапронов И.В., Зюкин П.Н.</i> The control of the dynamic system that's modeled the system of reading information	315
<i>Раецкая Е.В., Сапронов И.В., Спирина Н.М.</i> Solution of the control problem of the inverted pendulum	318
<i>Ржеуцкий В.Ю., Матвейчук Н.М.</i> Моделирование ПИД-регулятора в САР температуры со стабилизацией управляющего воздействия	321
<i>Роде Д.А.</i> О некоторых свойствах обобщённой модели вязкоупругости Фойгта	324
<i>Родина Л.И., Тютеев И.И.</i> Об оценке средней временной выгоды в вероятностных моделях сбора ресурса	325
<i>Романова Е.Ю.</i> Dirac operator with periodic boundary condition in the Lebesgue spaces. Spectral analysis	328
<i>Романова Е.Ю.</i> Спектральный анализ дифференциального оператора с инволюцией в Лебеговых пространствах	331
<i>Савенко В.С., Галенко Е.Н., Зерница Д.А., Степанев Н.В.</i> Исследование физико-механических характеристик деформированного алюминия при локально-контактном деформировании в условиях электропластичности	333
<i>Савенко В.С., Зерница Д.А., Галенко Е.Н., Степанев Н.В.</i> Модификация физико-механических характеристик алюминия при электропластической деформации	337
<i>Савенко В.С., Степанев Н.В., Зерница Д.А., Галенко Е.Н.</i> Расчет пондеромоторных факторов с использованием математического пакета Matlab	340
<i>Салманова Г.М., Акперли Р.С.</i> Распространения волн в жидкостях, протекающих в деформированных трубах	343

<i>Сапронов И.В., Веневитина С.С., Раецкая Е.В., Нитченко А.В.</i> Интегральное уравнение с особенностью в специальном банаховом пространстве	345
<i>Сапронов И.В., Зенина В.В., Нитченко А.В.</i> Уравнения Вольтерра в банаховом пространстве в комплексном случае	346
<i>Сапронов И.В., Зюкин П.Н., Веневитина С.С.</i> Линейное интегральное уравнение Вольтерра I рода в банаховом пространстве	347
<i>Сапронов И.В., Спирина Н.М., Зенина В.В.</i> Об одном классе решений интегрального уравнения в специальных банаховых пространствах	349
<i>Сафонова Н.М., Серебрянский А.И.</i> Анализ и моделирование механизма трения шасси самолета	350
<i>Сафонова Н.М., Серебрянский А.И.</i> Анализ эксплуатационных характеристик механизмов трения манипуляторного оборудования	353
<i>Седых И.А., Сметанникова А.М.</i> Параметрическая идентификация линейных и билинейных динамических окрестностных моделей	357
<i>Сеньков А.Г., Ошейчик Н.И.</i> Автоматическое управление центробежными насосами в системах водоснабжения сельскохозяйственных объектов	360
<i>Серебрянский А.И.</i> Анализ автоколебаний в кронштейнах оперения самолета	363
<i>Серебрянский А.И.</i> Модернизация узла трения-скольжения	366
<i>Серебрянский А.И., Шуваев А.Ю.</i> Анализ температуры трения подшипников скольжения манипуляторов	368
<i>Серебрянский А.И., Шуваев А.Ю.</i> Критериальное уравнение расчета масштабного фактора при исследованиях подшипников скольжения	372
<i>Сидоренко А.С., Варлыгин А.В.</i> Изготовление зубчатых колес для ответственных прямозубых передач	374
<i>Сидоренко А.С., Варлыгин А.В.</i> Рекуперация кинетической энергии автомобиля	378
<i>Сидоренко А.С., Ярыгин А.В.</i> Анализ кинематической погрешности у обработанной партии зубчатых колес	381
<i>Сидоренко А.С., Ярыгин А.В.</i> Механизмы с избыточными связями	383
<i>Сидоренко А.С., Ярыгин А.В.</i> Расчет сил действующих на дорожное полотно от колес автомобиля	387
<i>Симонов А.Б., Симонов Б.В.</i> Влияние множителей на двойные тригонометрические полиномы	390
<i>Симонов Б.В., Симонова И.Э.</i> Некоторые неравенства для тригонометрических полиномов в разных метриках	394
<i>Симонова И.Э., Симонов Б.В.</i> Оценки констант Лебега для преобразованных ядер Дирихле	397
<i>Скрипкин В.В., Бруцкий Е.Ю.</i> Специальный кондиционер модульного типа для эксплуатации в условиях повышенной запыленности	401
<i>Солоненко И.В.</i> Метод расчета вероятностных характеристик связности сложных иерархических систем	405
<i>Спирина Н.М., Сапронов И.В., Веневитина С.С.</i> Первая краевая задача для дифференциального уравнения с операторными коэффициентами	408

<i>Спирина Н.М., Сапронов И.В., Зюкин П.Н.</i> Периодические решения некоторых нелинейных систем дифференциальных уравнений	409
<i>Спирина Н.М., Сапронов И.В., Раецкая Е.В.</i> Существование решения одной краевой задачи	411
<i>Струков В.Е.</i> О медленно меняющихся на бесконечности функциях из однородных пространств	412
<i>Струкова И.И.</i> О рядах Фурье периодических на бесконечности функций в однородных пространствах	415
<i>Сумин В.А., Агаммедов Р.М., Шамаева А.В.</i> Исследование полета снаряда при различных выражениях для сил сопротивления	418
<i>Сухачев Н.В., Сердюкова Н.А.</i> Использование беспилотных летательных аппаратов в качестве ретранслятора сигнала	422
<i>Сушков С.И., Бурмистрова О.Н., Рябова О.В., Ермолов Ю.В.</i> Теоретические основы формирования транспортно-технологических потоков при сетевой доставке ресурсов	425
<i>Сысоева И.С., Венивитина С.С., Сапронов И.В.</i> Экономико-математическое моделирование задачи доставки груза	433
<i>Сысоева В.И., Нгием Ван Донг, Фан Ван Тунг</i> Приближённое решение задачи о наибольшей клике графа	436
<i>Трынин А.Ю., Уханова К.А.</i> Математическое моделирование трендов котировок ценных бумаг	439
<i>Урманбетов Р.Д., Дыйканова А.Т., Ботлаева Г.К.</i> Математическое моделирование процесса влагопереноса	442
<i>Усков В.И.</i> Явление погранслоя в задаче Коши для системы тихонова	445
<i>Федоренко Ю.Н.</i> Анализ систем защиты газотурбинных двигателей от попадания посторонних предметов	447
<i>Хазова Ю.А.</i> Интегральное представление приближенных решений функционально-дифференциального уравнения	450
<i>Хусаинов И.Г., Насретдинова Л.Ф.</i> Математическое моделирование воздействия акустическим полем на пористую среду	453
<i>Хусаинов И.Г., Шаехмурзина И.С.</i> Математическое моделирование распространения волн в пористой среде	456
<i>Хусаинова Г.Я., Агапов М.А.</i> Исследование температуры при фильтрации аномальной жидкости	459
<i>Хусаинова Г.Я., Камагаева А.В.</i> Обработка призабойной зоны пласта	462
<i>Целюк Д.И., Хвостов А.А., Журавлев А.А.</i> Использование метода Ньютона для приближенного решения уравнения кипения смесей азота и кислорода	465
<i>Цыганов И.А., Ролдугина А.С.</i> Вывод точечных групп, включающих несобственные повороты	469
<i>Чернова О.В.</i> О фредгольмовости одной краевой задачи для эллиптической системы	471
<i>Чернухин Ю.В., Дильмухаметов Д.Р., Ковальчук А.В.</i> Моделирование процесса сепарирования в инерционном поле	473
<i>Шапович Е.Г., Шах А.В.</i> Методы распознавания отпечатков пальцев и реализация на высокоуровневом языке программирования C#	477

Шапович Е.Г., Шах А.В. Модуль обнаружения лиц на изображении с использованием библиотеки EmguCV	480
Шах А.В., Шапович Е.Г. Алгоритм автоматизации идентификации автомобильных номерных знаков	483
Шах А.В., Шапович Е.Г. Разработка приложения для автоматизации распознавания автомобильных номеров	486
Шипицин М.В., Грищук К.Д. Реализация генетического алгоритма	489
Ширяев К.Е., Марголина Н.Л., Матыцина Т.Н. Об условной остаточно равномерной устойчивости в неограниченных системах	492
Шмырин А.М., Яцев А.Г. Вариант процедуры смешанного управления окрестностной модели	495
Шуваев А.Ю., Серебрянский А.И. Компенсация отрицательного эффекта бафтинга в оперении самолета	498
Шуваев А.Ю., Серебрянский А.И. Некоторые результаты анализа температуры трения в шарнирах манипуляторов	502
Юлдашев Т.К. Об одной краевой задаче для интегро-дифференциального уравнения в частных производных	505

УДК 519.25

**ИССЛЕДОВАНИЕ КУРСА БИТКОИНА МЕТОДОМ НОРМИРОВАННОГО
РАЗМАХА ХЕРСТА**

A STUDY OF THE BITCOIN EXCHANGE RATE BY THE METHOD OF
NORMALIZED HURST STRANGE

Еремеева Ксения Сергеевна

студентка 3 курсанаправления «Прикладная математика и информатика»

УдГУ, г. Ижевск, Россия, yermeeva-2001t@ya.ru

Научный руководитель: Латыпова Наталья Владимировна

кандидат физико-математических наук, доцент,

доцент кафедры математического анализа

УдГУ, г. Ижевск, Россия, nlatypova@udm.ru

Аннотация. В статье рассмотрен временной ряд курса биткоина по отношению к рублю с ежедневной периодичностью с 1 сентября по 30 ноября 2017 года. Биткоин – цифровая денежная система, построенная на криптографических алгоритмах. Цель работы – исследование временного ряда курса биткоина с помощью метода Херста для прогноза дальнейшего поведения биткоина. R/S-анализ, предложенный Херстом, позволяет выяснить: является ли временной ряд случайным или обладающим долговременной памятью.

Abstract. In the article we considered the time series of bitcoin exchange rate against the ruble with a daily frequency from September 1 to November 30, 2017. Bitcoin is a digital monetary system built on cryptographic algorithms. The purpose of the work is to study the time series of bitcoin exchange rate using the Hurst method to predict the future behavior of bitcoin. R/S-analysis proposed by Hurst allows us to find out whether the time series is random or has long-term memory.

Ключевые слова: биткоин, временной ряд, метод Херста, показатель Херста, метод R/S-анализа, персистентный ряд.

Keywords: bitcoin, time series, method of R/S analysis, Hurts rate, persistent series.

В последние годы набирает популярность рынок криптовалюты, самой известной разновидностью которой является биткоин. Биткоин – это пиринговая платёжная система, использующая одноимённую единицу для учёта операций и одноимённый протокол передачи данных. Для обеспечения функционирования и защиты системы используются криптографические методы. Вся информация о транзакциях между адресами системы доступна в открытом виде. Цель работы – исследование курса биткоина с помощью метода Херста для выяснения: является ли полученный временной ряд случайным или персистентным, и прогноза дальнейшего поведения биткоина. Курс биткоина по отношению к рублю был взят с ежедневной периодичностью с 1 сентября по 30 ноября 2017 года (<https://www.calc.ru/kurs-BTC-RUB.html>). Для полученного временного ряда,

состоящего из 91 значения, были вычислены фрактальная размерность и показатель Херста методом R/S-анализа Херста [1, с.27]. Все расчеты были выполнены в программе Excel.

Пусть $\xi(t)$ – исследуемая временная зависимость курса биткоина по отношению к рублю за период с 1 сентября по 30 ноября 2017 года. Значение $\tau = 91$ день – период исследования, который называют запаздыванием. График данной зависимости представлен на рис. 1.

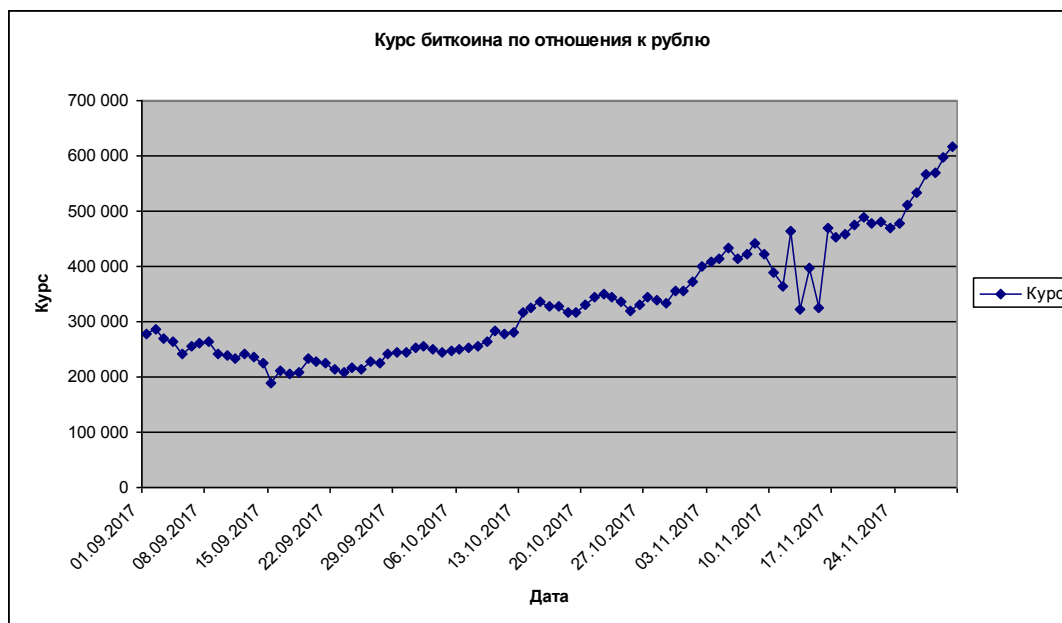


Рис. 1. Курс биткоина по отношению к рублю

Исследование проводится по алгоритму:

- 1) Вычислим среднее значение за период τ :

$$\langle \xi \rangle_\tau = \frac{1}{\tau} \sum_{t=1}^{\tau} \xi(t)$$

При $\tau = 91$: $\langle \xi \rangle = 58,1114$.

- 2) Рассчитаем величину $X(t, \tau)$, которая будет иметь смысл накопленных отклонений от среднего, для каждого значения τ :

$$X(t, \tau) = \sum_{u=1}^t \{ \xi(u) - \langle \xi \rangle_\tau \}$$

- 3) Найдём максимальное и минимальное значения $X(t, \tau)$, а затем размах $R(\tau)$ для зависимости $X(t, \tau)$ в пределах каждого периода:

$$R(\tau) = \max_{1 \leq t \leq \tau} X(t, \tau) - \min_{1 \leq t \leq \tau} X(t, \tau)$$

$$R(91) = 34,2599$$

- 4) Вычислим стандартные отклонения для периода τ по формуле:

$$S(\tau) = \sqrt{\frac{1}{\tau} \sum_{u=1}^{\tau} \{\xi(u) - \langle \xi \rangle_{\tau}\}^2}$$

В нашем случае, $S(91) = 0,7224$. И найдем безразмерную величину R/S . При $\tau = 91$ получаем $R/S = 34,1512$.

5) На каждом шаге уменьшаем τ вдвое и повторяем шаги 1–4 нужное количество раз. На каждом шаге число независимых областей будет удваиваться. Результаты R/S , соответствующие одному и тому же значению запаздывания τ усредняются и вместе со значениями τ откладываются в логарифмическом масштабе. В результате получится некоторое множество точек на фрактальной плоскости, которая образована координатными осями $x = \ln(\tau)$, $y = \ln(R/S)$. Воспользуемся встроенной функцией Excel построения прямой линейной регрессии. На рис. 2 представлена данная прямая.

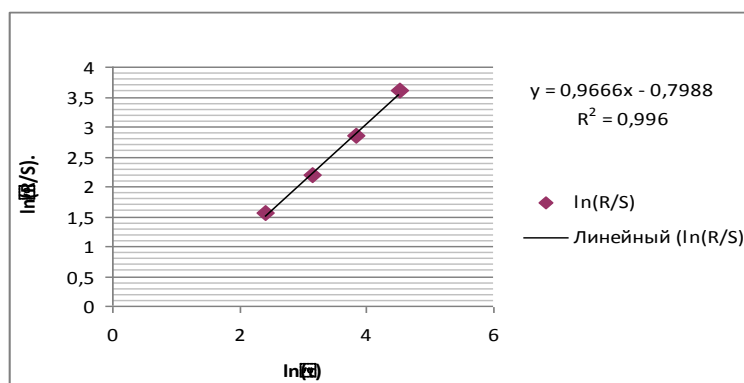


Рис. 2. Прямая линейной регрессии

Уравнение прямой имеет вид $y = 0,9666x - 0,7988$. Показатель Херста H определяет закон аппроксимирующей прямой фрактальной линии к оси абсцисс, т. е. H равен угловому коэффициенту k прямой линейной регрессии.

По результатам расчетов был получен показатель Херста $H=0,9666$ и фрактальная размерность $D = 2 - H = 1,0334$. Согласно классификации [1, с.30] исследуемый временной ряд – персистентный, или трендоустойчивый. Если ряд возрастает (убывает) в предыдущий период, то вероятно, что он будет сохранять эту тенденцию еще какое-то время в будущем. Исходный ряд возрастал в исследуемый период, поэтому в силу его персистентности стоит ожидать его рост в последующий период. Действительно, если проследить курс биткоина в последующий период, то в декабре 2017 года он продолжал расти. Колебания курса биткоина в 2018 году требуют отдельного исследования.

Список литературы

1. Латыпова Н.В. Компьютерная обработка данных. Фракталы: учебное пособие. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2012 - 78 с.