

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЕЛЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.А. БУНИНА»**

ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ, ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

**КАФЕДРА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ,
ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ:
УСТОЙЧИВОСТЬ, СТАБИЛИЗАЦИЯ,
ПУТИ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

**Материалы Международной научно-практической конференции,
посвященной 95-летию со дня рождения профессора
А.А. Шестакова**

2 – 3 апреля 2015 г.

Елец – 2015

УДК 51
ББК 32.97
С 34

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина
от 16. 01. 2015 г., протокол № 1*

Редколлегия:

О.Н. Масина, доктор физико-математических наук, доцент
(Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина);
О. Б. Гладких, кандидат физико-математических наук, доцент
(Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина)

С 34 Системы управления, технические системы: устойчивость, стабилизация, пути и методы исследования: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня рождения профессора А.А. Шестакова. 2-3 апреля 2015 г. – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2015. – 293 с.
ISBN 978-5-94809-770-1

В сборнике представлены материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня рождения профессора А.А. Шестакова, проходившей в ЕГУ им. И.А. Бунина 2-3 апреля 2015 г. Включенные в сборник материалы посвящены теоретическим аспектам, практическим приложениям и современным тенденциям в области системного анализа, управления и обработки информации, теории устойчивости и стабилизации динамических систем, математического моделирования технических систем с применением комплексов проблемно-ориентированных программ. Рассмотрены возможности применения информационных технологий в сфере образования, научных исследований, технических разработок.

Сборник предназначен научным работникам, преподавателям вузов, аспирантам, магистрантам, студентам.

Материалы опубликованы в авторской редакции.

УДК 51
ББК 32.97

ISBN 978-5-94809-770-1

© Елецкий государственный
университет им. И.А. Бунина, 2015

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТОХАСТИЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА В МОДЕЛИ МОДУЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТРАФИКОМ

Королькова А.В.¹, Кулябов Д.С.^{1,2}, Геворкян М.Н.¹, Севастьянов Л. А.^{1,3}

¹Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей,

Российский университет дружбы народов.

²Лаборатория информационных технологий,

Объединенный институт ядерных исследований,

³Лаборатория теоретической физики,

Объединенный институт ядерных исследований

Аннотация. На основании разработанных авторами модели алгоритма активного управления трафиком RED и метода стохастизации одношаговых процессов построена стохастическая модель RED с пуассоновским и винеровским процессами. В рамках модели изучено влияние стохастического члена на возникновение области автоколебательного поведения алгоритма.

Ключевые слова: активное управление очередью, алгоритм RED, стохастические дифференциальные уравнения, пуассоновский процесс, винеровский процесс.

В работах авторов [1–3] была развита модель алгоритма активного управления очередью RED с управляющим пуассоновским процессом. В рамках этой модели был исследован феномен возникновения автоколебаний в сетях с RED, была предложена методика определения областей возникновения автоколебаний [4]. Модель была построена для фиксированного набора дисциплин ТСП. Для увеличения гибкости построения модели и введения в нее стохастики был применен метод стохастизации одношаговых процессов [5–8]. Это позволяет строить модель не ad-hoc, а из первых принципов. Кроме того, модель получается более содержательной за счет введения самосогласованного стохастического члена с винеровским процессом. При этом следует понимать, что пуассоновское стохастическое управление вводится нами из физических соображений. В результате была получена следующая стохастическая модель [9]:

$$\left\{ \begin{array}{l} dW = \frac{1}{W} dt - \frac{W}{2} dN + \sqrt{\frac{1}{W} + \frac{W}{2} \frac{dN}{dt}} dV^1, \\ dQ = \left(\frac{W}{T} - C \right) dt + \sqrt{\frac{W}{T} - C} dV^2, \\ \frac{d\hat{Q}}{dt} = w_q C (Q - \hat{Q}). \end{array} \right.$$

где $W := W(t)$ – окно, $Q := Q(t)$ – размер очереди, $\hat{Q} := \hat{Q}(t)$ – экспоненциально взвешенное скользящее среднее длины очереди, dN – пуассоновский процесс, dV^1 – винеровский процесс, соответствующий случайному процессу $W(t)$, dV^2 – винеровский процесс, соответствующий случайному процессу $Q(t)$, C – интенсивность обслуживания, W_q – параметр скользящего среднего.

Внутри области автоколебания вклад стохастического члена заключается во внесении некоторой иррегулярности в поведение решения, но существенного влияния на количественные и качественные показатели он не оказывает. Этот факт иллюстрируют рисунки 1 и 2.

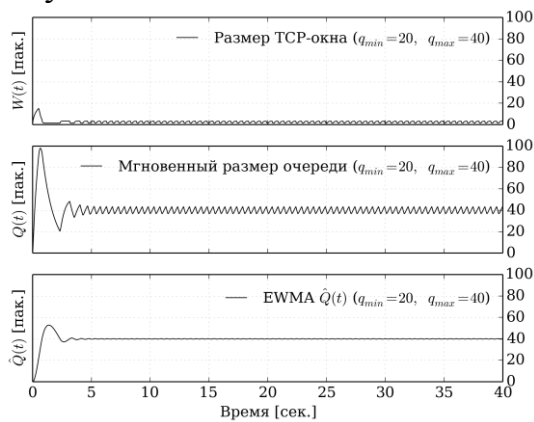


Рис. 1. Решение ОДУ

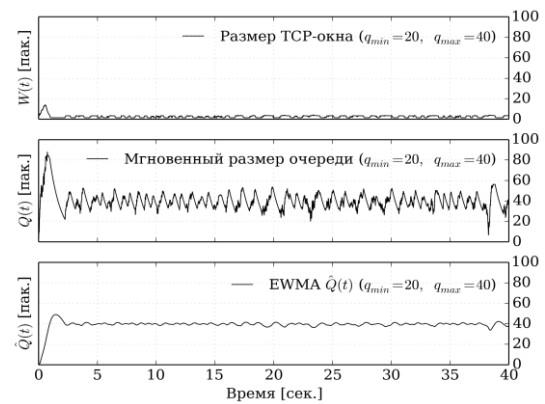


Рис. 2. Решение СДУ

Аналогичная картина наблюдается для областей стационарного режима. Вклад от стохастического члена заключается лишь в добавлении шума (см. рисунки 3 и 4).

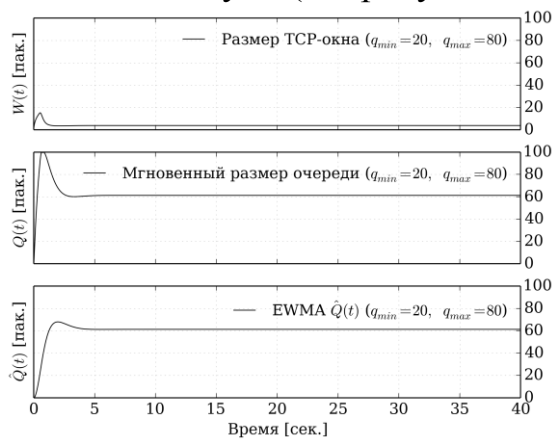


Рис. 3. Решение ОДУ

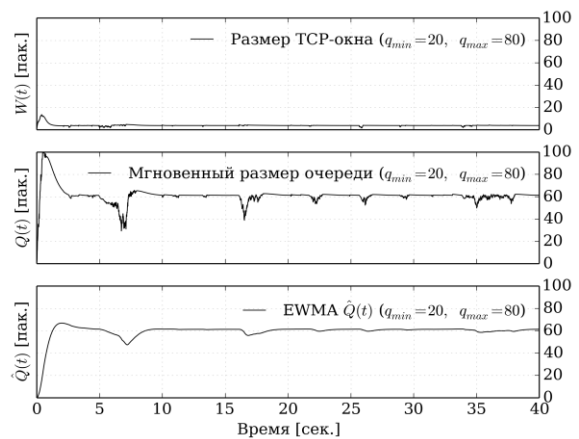


Рис. 4. Решение СДУ

Однако иная картина наблюдается на границе стационарной и автоколебательной областей. В некоторой окрестности вклад стохастического члена может провоцировать переход из одного

режима в другой. Этот факт проиллюстрирован на рисунках 5 и 6. Несмотря на то, что графики решений детерминированного уравнения, изображенные на рисунках 3 и 5, практически идентичны, соответствующие графики решений (рисунки 5 и 6) для стохастического уравнения различаются.

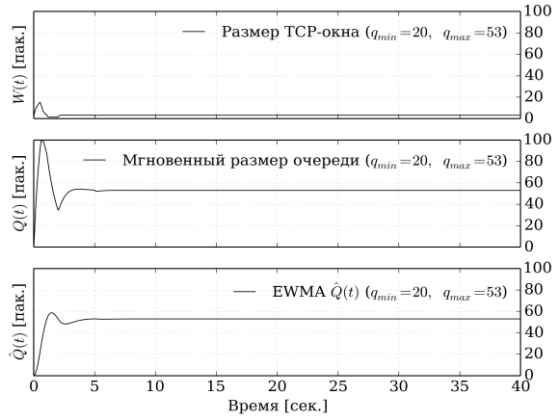


Рис. 5. Решение ОДУ

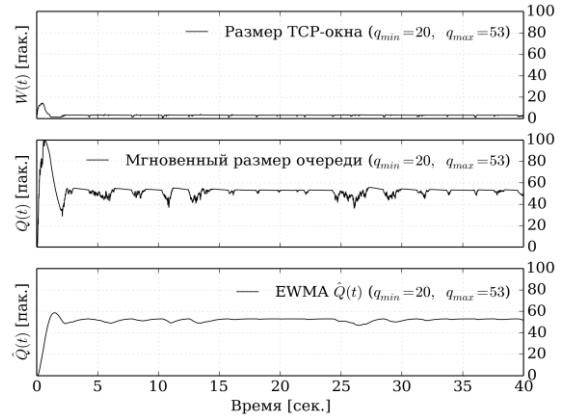


Рис. 6. Решение СДУ

Предварительную оценку границ промежутка иллюстрирует рисунок 7. Величина планок погрешностей задается абсолютной величиной стохастического члена, взятой со знаком плюс (нижняя планка) и со знаком минус (верхняя планка). Однако корректность данной оценки находится под вопросом, теоретическое обоснование ее пока не представляется возможным и необходимы дальнейшие исследования.

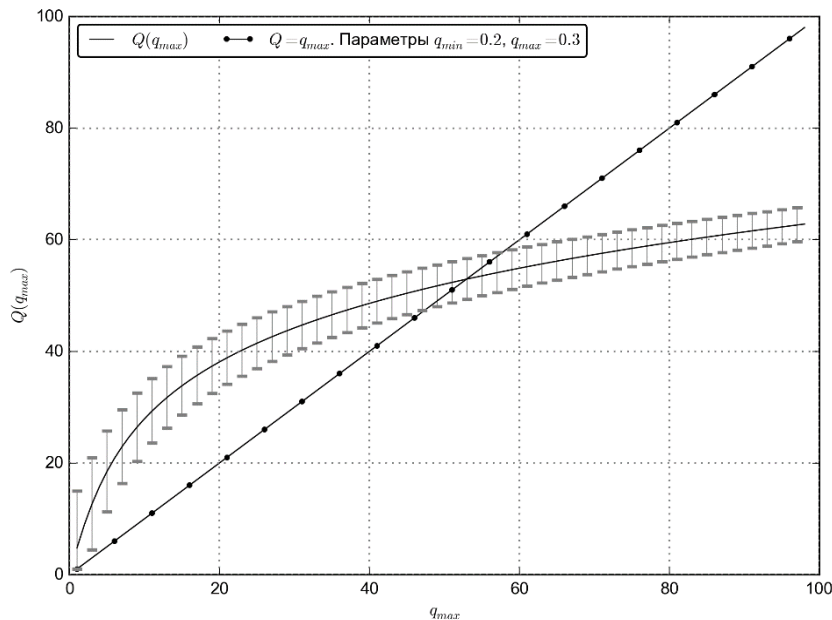


Рис. 7. Область автоколебания для детерминированного случая и оценка области эффективного влияния стохастического члена (планки погрешностей)

Таким образом, можно сделать вывод, что нельзя пренебрегать влиянием самосогласованного стохастического члена на поведение системы. В дальнейшем планируется построить и изучить соответствующее уравнение Фоккера-Планка, а также провести верификацию модели на натурном стенде [10, 11].

Работа частично поддержана грантами РФФИ № 14-01-00628, 15-07-08795.

Литература

1. *Королькова А.В., Кулябов Д.С.* Математическая модель динамики поведения параметров систем типа RED // Вестник РУДН. Серия «Математика. Информатика. Физика». 2010. № 1. С. 54–64.

2. *Korolkova A.V., Kulyabov D.S., Gevorkyan M.N.* Development of Click modules: DSRED and SDRED algorithms // The 8th WSEAS International Conference on APPLIED INFORMATICS AND COMMUNICATIONS (AIC'08). Rhodes (Rodos) Island, Greece, 2008. С. 363–368.

3. *Королькова А.В., Кулябов Д.С.* Математическая и имитационная модели звена сети с модулем активного управления очередью // Моделирование нелинейных процессов и систем. Сборник тезисов второй международной конференции. Москва, 2011. С. 300–301.

4. *Королькова А.В., Кулябов Д.С.* Определение области возникновения автоколебаний в системах типа RED // XLVI Всероссийская конференция по проблемам математики, информатики, физики и химии: Тезисы докладов. Секции физики. Москва: Издательство РУДН, 2010. С. 68–69.

5. *Eferina E.G. et al.* One-Step Stochastic Processes Simulation Software Package // Bulletin of Peoples' Friendship University of Russia. Series "Mathematics. Information Sciences. Physics". 2014. № 3. С. 46–59.

6. *Demidova A.V. et al.* The method of constructing models of peer to peer protocols // 6th International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT). IEEE, 2014. С. 557–562.

7. *Кулябов Д.С. и др.* Построение стохастической модели BitTorrent-подобного протокола методом комбинаторной кинетики // T-Comm - Телекоммуникации и транспорт. 2013. № 11. С. 110–114.

8. *Демидова А.В. и др.* Влияние стохастизации на одношаговые модели // Вестник РУДН. Серия «Математика. Информатика. Физика». 2014. № 1. С. 71–85.

9. *Велиева Т.Р. и др.* Модель управления очередями на маршрутизаторах // Вестник РУДН. Серия «Математика. Информатика. Физика». 2014. Т. 2. С. 81–92.

10. Камнев А. и др. Имитационное моделирование алгоритма RED в симуляторе NS-3 // Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое моделирование высокотехнологичных систем. Москва: РУДН, 2015. С. 279–282.

11. Velieva T.R., Korolkova A.V., Kulyabov D.S. Designing installations for verification of the model of active queue management discipline RED in the GNS3 // 6th International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT). IEEE, 2014. С. 570–577.

КАЧЕСТВЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕТЕРМИНИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИЙ И ПОСТРОЕНИЕ СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ СТОХАСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Демидова А.В.¹, Дружинина О.В.², Масина О.Н.³

¹Российский университет дружбы народов

²Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН

³Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

Аннотация. Проведено качественное исследование решений в модели взаимодействия популяций, учитывающей конкуренцию и миграцию видов. Указанная модель является обобщением трехмерной модели, изученной Жанг Ксин-Аном и Л. Ченом, на случай разных скоростей миграции. Получены условия существования неотрицательных состояний равновесия. Исследована устойчивость в смысле Ляпунова и построены локальные фазовые портреты. Для изучаемой модели популяционной динамики построена соответствующая стохастическая модель на основе применения метода построения стохастических самосогласованных моделей.

Ключевые слова: стохастическая модель, одношаговые процессы, популяционная динамика, устойчивость.

Одной из важных проблем нелинейного динамического анализа и математической биологии является проблема устойчивости состояний равновесия и построения фазовых портретов [1–4]. В работе [1] показана эффективность применения функций Ляпунова для изучения устойчивости решений моделей популяционной динамики. Устойчивость решений классических и обобщенных моделей взаимодействия популяций в многомерном случае исследована в [2] методом функций Ляпунова. В работе [3] вопрос об устойчивости решений обобщенных многомерных моделей изучен с помощью метода, основанного на свойствах дивергенции поля скоростей.

В настоящей работе рассмотрена модель взаимодействия популяций, учитывающая конкуренцию и миграцию видов. Указанная модель является обобщением трехмерной модели, изученной в [4], на

Содержание

Дружинина О.В., Иголина Е.В., Масина О.Н., Свирина З.С., Щенников В.Н., Щенникова Е.В. О жизни и деятельности профессора Александра Андреевича Шестакова.....	3
Раздел 1. Устойчивость, управление и обработка информации в сложных системах	12
<i>Дружинина О.В.</i> О методах исследования устойчивости в смысле Н.Е. Жуковского нелинейных динамических систем	12
<i>Седова Н.О.</i> Использование квадратичных функций в анализе нелинейных систем с запаздыванием	21
<i>Галиуллин И.А.</i> Орбитальная устойчивость и точки непрерывности сужений показателей Ляпунова на множество правильных систем.....	28
<i>Савчин В.М.</i> О неклассических действиях по Гамильтону и приближенных решениях задач с диссипативными силами	31
<i>Щенников В.Н., Щенникова Е.В., Каледина Е.А.</i> Условия стабилизации гибридных управляемых систем	35
<i>Лисовский Е.В.</i> Анализ устойчивости программного движения систем с распределенными параметрами	39
<i>Голечков Ю.И., Корольков Е.П.</i> О качественных свойствах решений неавтономных нелинейных дифференциальных уравнений	45
<i>Терёхин М.Т.</i> Почти периодические решения линейной системы дифференциальных уравнений с параметром при наличии ограниченного счетного спектра	49
<i>Щенникова Е.В., Дружинина О.В., Петрова Н.П.</i> Теория устойчивости по части переменных и проблема координатной синхронизации динамических систем	57
<i>Мулкиджан А.С., Климачкова Т.С.</i> Анализ устойчивости рельсовых транспортных средств на основе применения функций Ляпунова	62
<i>Шулиманова З.Л., Афанасьева В.И., Климова Т.Ф.</i> Об устойчивости солитонных моделей	71
<i>Климова Д.В.</i> Идентификация и анализ опасностей в риск- менеджменте железнодорожной транспортной системы	76
<i>Еграшкина Ж.Е.</i> О методах аппроксимации нелинейной векторной функции выпуклыми комбинациями линейных	81
<i>Петрова С.Н.</i> Об асимптотической устойчивости и неустойчивости динамических систем при наличии параметрических колебаний	87
<i>Рошупкин С.А.</i> Фундаментальное решение линейного дифференциального оператора.....	92

<i>Масина О.Н., Щербаков А.В.</i> Анализ устойчивости модели взаимодействия двух конкурирующих популяций с учетом симбиоза	93
<i>Дружинина О.В., Карпеченкова О.Н., Прозоров С.В., Романков В.В.</i> Об оценке безопасности движения с учетом неровностей пути и показателей жесткости системы "путь – подвижной состав"	97
<i>Тарова Е.Д.</i> Об исследовании экологической модели с управлением	104
<i>Петров А.А.</i> О нечеткой логике в построении баз знаний самообучающихся систем управления, основанных на прецедентах	109
<i>Садыкова О.И.</i> О способе получения интервальных оценок математического ожидания случайной величины	115
<i>Гладких О.Б., Зувев А.В.</i> Использование нейронных сетей для обработки изображений	119
Раздел 2. Математическое моделирование технических систем с применением численных методов и комплексов программ	124
<i>Kondakov O. V.</i> Modeling of the quantum transformer of radiation	124
<i>Королькова А.В., Кулябов Д.С., Геворкян М.Н., Севастьянов Л.А.</i> Исследование влияния стохастического элемента в модели модуля управления трафиком	143
<i>Демидова А.В., Дружинина О.В., Масина О.Н.</i> Качественное исследование детерминированной модели динамики популяций и построение соответствующей стохастической модели	147
<i>Решетов И.С., Яковлев О.В.</i> Моделирование разрушения космического аппарата с ядерной энергетической установкой	155
<i>Васильева И.И.</i> Различные модели закона дисперсии носителей заряда в висмуте	159
<i>Иголина Е.В.</i> О построении моделей и методах изучения устойчивости маятниковых систем интеллектуального управления	164
<i>Силкин С.А.</i> Моделирование технической системы на основе нелинейного уравнения теплопроводности	170
<i>Лаухин В.В.</i> Метод нечеткой идентификации для нелинейных систем	176
<i>Зайцева И.Н., Морозов В.А.</i> Использование компьютерного моделирования при выполнении выпускных квалификационных работ по специальности "Сервис"	183
Раздел 3. Технологии и системы программирования. Информационные технологии в науке, технике и образовании.	190

<i>Карасева Н.А., Левченко А.А.</i> Структура информационной компетентности студента направления подготовки "Агрономия"	190
<i>Карасева Н.А., Гнездилов А.Н.</i> Использование байесовского механизма логического вывода в оболочке экспертных систем.....	193
<i>Дружинина О.В., Климова А.Ф., Петрова Н.П.</i> Концептуальная модель логической структуры системы хранения научной информации	197
<i>Пачин Р.К.</i> Систематизация правил кода при проектировании реляционных баз данных.....	202
<i>Губин М.А.</i> Анализ технологий защиты сетей, построенных на оборудовании CISCO	207
<i>Гладких О.Б., Маримонская Г.С.</i> Особенности внедрения системы электронного документооборота в образовательном учреждении....	214
<i>Щучка Т.А., Щучка Р.В., Гнездилов А.Н., Гнездилова О.Н., Гнездилова Н.А.</i> Личностные качества специалиста в управлении сложными системами.....	220
<i>Мелякова О.Ю.</i> Роль и место информационных технологий в обучении математике	227
<i>Александрова Л.Н.</i> Конкурсная деятельность как фактор развития готовности учителя к применению ИКТ в профессиональной деятельности	232
<i>Самойлов А.А.</i> Теоретические основы изучения объектно-ориентированного программирования в магистратуре ВУЗа	238
<i>Маклаков А.В., Маклакова Л.С.</i> Разработка и внедрение концепции автоматизации бизнес-процессов для ООО "АЙТИ-НЭТ" группа компаний "Зеленая точка"	241
<i>Ирищян К.А.</i> Разработка автоматизированной системы контроля и учета спецодежды для предприятия ООО "ДЖ.Т.И. ЕЛЕЦ"	250
<i>Попов В.И.</i> Системы параметрического проектирования.....	256
<i>Кобзева Е.С.</i> Разработка мобильного приложения по учету личных финансов на платформе 1С	261
<i>Перцев П.Ю.</i> Некоторые аспекты разработки кроссплатформенных приложений на языке Python	263
<i>Аникин Е.А.</i> Проектирование сайта ФГБОУ ВПО «Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина»	268
<i>Бужурак В.О.</i> Выбор усилительного оборудования при построении кабельных сетей (КСКТП)	271
<i>Тарова А.Д.</i> Проектирование базы данных структурного подразделения университета.....	274
<i>Кривоушков А.В.</i> Технологии построения домовых сетей.....	280
<i>Таранова Е.И.</i> Организация безопасности при разработке интернет-портала олимпиад средствами технологии ASP.NET MVC.....	281
Сведения об авторах.....	287

Научное издание

**СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ,
ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ:
УСТОЙЧИВОСТЬ, СТАБИЛИЗАЦИЯ,
ПУТИ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

**Материалы Международной научно-практической конференции,
посвященной 95-летию со дня рождения профессора
А.А. Шестакова**

2 – 3 апреля 2015 г.

*Техническое исполнение – В. М. Гришин
Книга печатается в авторской редакции*

Формат 60 x 84 1/16. Гарнитура Times. Печать трафаретная.
Печ.л. 18,4 Уч.-изд.л. 17,0
Тираж 500 экз. (1-й завод 1-100 экз.). Заказ 80

Отпечатано с готового оригинал-макета на участке оперативной полиграфии
ФГБОУВПО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»
399770, г. Елец, ул. Коммунаров, 28,1