

Донецкий Национальный
Технический университет

Факультет Компьютерных
Наук и Технологий

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

IX МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

«Информатика, управляющие системы,
математическое и компьютерное
моделирование»

ИУС МКМ 2018

В рамках IV международного научного форума
Донецкой Народной Республики

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ФАКУЛЬТЕТ
КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК И ТЕХНОЛОГИЙ**

**ИНФОРМАТИКА, УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ,
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ
(ИУСМКМ-2018)**

**Материалы IX Международной научно-технической
конференции в рамках
IV Международного Научного форума
Донецкой Народной Республики**

22-24 мая 2018 г.

г. Донецк, ДонНТУ – 2018

УДК 004

Материалы IX Международной научно-технической конференции «Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование» (ИУСМКМ-2018). – Донецк: ДонНТУ, 2018. – 290 с.

Сборник подготовлен по результатам IX Международной научно-технической конференции «Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование», проведенной в рамках IV Международного Научного форума Донецкой Народной Республики.

Организаторами конференции выступили Министерство образования и науки ДНР; ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет» (ДонНТУ) факультет компьютерных наук и технологий (ФКНТ), кафедра автоматизированных систем управления (АСУ); Полоцкий государственный университет (Республика Беларусь, г. Полоцк); Белгородский государственный национальный исследовательский университет (Российская Федерация, г. Белгород) и Институт «Высшая школа экономики и менеджмента» ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (Российская Федерация, г. Екатеринбург).

Материалы, вошедшие в сборник, представлены научно-педагогическими сотрудниками, аспирантами, магистрантами и студентами высших учебных заведений из России, Белоруссии, ДНР, ЛНР и Казахстана.

Рекомендовано к публикации на заседании Ученого совета ДонНТУ.
Протокол №5 от «22» июня 2018 г.

Адрес оргкомитета:
г. Донецк, проспект 25-летия РККА, 1, Донецкий национальный технический университет, 8 учебный корпус, ФКНТ, кафедра АСУ, ком. 8.601.
E-mail: iuskm@domntu.org



УДК 004.031.43

ПРИМЕНЕНИЕ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В СИСТЕМАХ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Соломаха С. С.*, Мальчева Р. В.*, Дегтярева И. И.**

* Донецкий национальный технический университет

кафедра компьютерной инженерии

** Полесский государственный университет, г. Пинск, Брестская обл.,

Республика Беларусь, кафедра высшей математики и информационных технологий

E-mail: sergey.solomakha@yahoo.com

Аннотация:

Соломаха С. С., Мальчева Р. В., Дегтярева И. И. Применение облачных вычислений в системах реального времени. Рассмотрена проблема использования облачных функций в системе реального времени. Построены математическая и физическая модели. Проведены исследования трудоемкости и определена граница эффективности использования облачных функций для рассматриваемой конфигурации аппаратных средств.

Annotation:

Solomakha S. S., Malcheva R. V., Dzehtsiarova I. I. Application of the cloud computing in real-time systems. The problem of a cloud computing application in real-time systems is considered. The mathematical and physical models are developed. The results of modeling are presented. Investigations of labor intensity are carried out and the boundary of the effectiveness of using cloud functions for the considered hardware configuration is determined.

Общая постановка проблемы

Системы реального времени имеют жесткие ограничения на временные (динамические) характеристики работы [1]. В стремлении к компактности, вычислительная мощность таких систем уменьшается. Установленные ограничения на время выполнения программы и максимальная возможная частота микропроцессора определяют максимальную трудоемкость алгоритма. В случае наличия ограничений на размеры и вес устройства, а также выхода алгоритма за пределы максимально-допустимой трудоемкости, физическая реализация устройства оказывается под сомнением. Одним из подходов для решения данной проблемы может служить вынесение трудоемких частей алгоритма в виде функций на внешние вычислительные ресурсы – в облако – с обеспечением последующего доступа к ним.

Обобщенная математическая модель

Для формализации задачи рассмотрим обобщенную математическую модель. Известно, что трудоемкость алгоритма определяется необходимым количеством процессорных операций и операций ввода-вывода [2]. Допустим, что в рассматриваемой системе реального времени скорость обработки команд равна частоте базового микропроцессора, а длительность обработки одной команды составляет 1 такт. Тогда, при наличии в системе ограничения на время реакции и при постоянной частоте, можно определить максимальную трудоемкость алгоритма по следующей формуле:

$$Q_{\max} = F \cdot t, \quad (1)$$

где Q_{\max} – максимальная трудоемкость алгоритма;
 F – частота обработки команд;
 t – время реакции на внешнее событие.

В случае вынесения алгоритма на внешние вычислительные ресурсы суммарное значение времени передачи данных (при передаче функции параметров), собственно времени выполнения функции и времени получения результата не должно превышать времени выполнения той же функции микропроцессором. Следовательно, должно выполняться условие:

$$t_s(b_1) + t_{Qc}(Q) + t_R(b_2) < t_L(Q), \quad (2)$$

где t_s – время передачи данных облачной функции;
 t_{Qc} – время выполнения облачной функции;
 t_R – время получения результата от облачной функции;
 t_L – время обработки данных микропроцессором;
 b_1 – количество передаваемых байт;
 b_2 – количество получаемых байт;
 Q – трудоемкость алгоритма.

Структурная схема модели

Основными элементами модели являются: микропроцессорная система реального времени, интерфейс передачи данных, среда передачи данных и облачный сервер.

Существует немало вариаций подключения микропроцессорных систем к облачным серверам. Модули взаимодействия с Интернетом могут быть подключены к универсальному асинхронному приемо-передатчику микропроцессора (UART-интерфейсу) [3]. В свою очередь, процесс доступа к облачной функции заключается в подключении к точке входа в облако, которую обычно обслуживает балансировщик сетевой нагрузки, распределяющий подключение на наиболее подходящий сервер, где выполняется функция [4].

Таким образом, можно упростить рассмотрение модели взаимодействия микропроцессора с облачным сервером, представив последний как компьютер (PC) с USB-входом. Для согласования UART и USB используется адаптер, который может быть и беспроводным [5].

Структурная схема модели приведена на рис. 1.

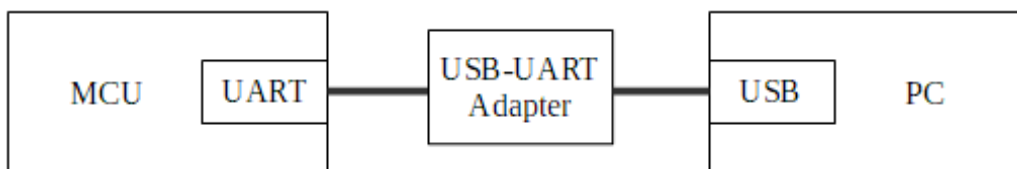


Рисунок 1 – Структурная схема модели

При условии, что время приема и время передачи данных по UART равны, временные функции имеют вид:

$$t_s(b) = t_R(b) = \frac{1}{V_{Bs}} \cdot b, \quad (3)$$

где V_{Bs} – скорость передачи данных, байт/сек;
 b – количество байт.

$$V_{Bs} = \frac{d \cdot V_U}{(d + 1 + s + p) \cdot bits}, \quad (4)$$

где V_U – скорость передачи данных, бод/сек;
 d – количество байт,

s – количество стоповых бит,
 p – бит четности (равен 1, если присутствует, иначе 0),
 $bits$ – количество битов в передаваемом байте.

$$t_{Qc}(Q) = \frac{Q}{F_{PC}}, \quad (5)$$

где F_{PC} – частота обработки команд компьютером.

$$t_L(Q) = \frac{Q}{F_{MCU}}, \quad (6)$$

где F_{MCU} – частота обработки команд микроконтроллером.

Физическая модель

Построение физической модели осуществлено в соответствии со структурной схемой, разработанной ранее (рис. 1).

Для построения модели использованы следующие компоненты:

- PC на базе AMD Phenom II B70 (3 ядра), под управлением Windows 10 Pro;
- отладочная плата MikroElektronika EasyPIC Fusion v7 с MCU PIC24EP512GU810.

Микроконтроллер PIC24EP512GU810 относится к серии промышленных микроконтроллеров и может применяться для построения систем реального времени [6].

Трудоемкость алгоритма затруднительно просчитать предварительно из-за наличия условных переходов, по ветвям которых находятся фрагменты разной длины. При этом трудоемкость алгоритма можно определить эмпирически, путем подсчета количества тактов процессора, в период выполнения алгоритма. Это можно сделать с помощью синхронного счетчика, запустив счет в начале выполнения алгоритма и остановив его в конце.

Исследование физической модели заключается в измерении времени выполнения алгоритмов полезной нагрузки одинаковой трудоемкости, выполняемых локально и удаленно, с учетом времени передачи данных. Для определения порога эффективности, трудоемкость алгоритма увеличивается итерационно.

Измерение времени производится на стороне микроконтроллера, где в качестве средства измерения используется один из таймеров, задействованный в роли счетчика тактов. В изучаемой модели в качестве функции полезной нагрузки используется функция поиска в тексте фраз по их MD5 хеш-сумме.

Измерения времени предполагается производить для функций, использующих в реализации алгоритмы полезной нагрузки одинаковой трудоемкости, выполняемые локально и удаленно. Фрагмент исходного кода для осуществления измерений имеет вид:

```
// Измерение локальной функции
StartMeasure();
my_sz = md5search(Text, i*2+10, &md5c, bBuf1, szBuf1);
StopMeasure(&PERF);
telemetry_cloud(&PERF, F_MD5SRCH_LOCAL);
// Измерение удаленной функции
StartMeasure();
cl_sz = md5search_cloud(Text, i*2+10, &md5c, bBuf2, szBuf2);
StopMeasure(&PERF);
telemetry_cloud(&PERF, F_MD5SRCH_CLOUD);
```

Основные параметры моделей:

1. трудоемкость алгоритма Q – определяется экспериментально;
2. объем передаваемых данных, с учетом протокола обмена, в байтах, определяется по формуле:

$$b_1 = 41 + 2(i-1), \quad (7)$$

где i – номер итерации;

3. объем получаемых параметров с учетом протокола обмена $b_2 = 20$ байт;
4. частота микроконтроллера $F_{MCU} = 40$ МГц;
5. частота процессора ПК $F_{PC} = 3500$ МГц;
6. UART – скорость передачи 9600, по 8 бит, с одним стоповым разрядом и без четности.

Результаты моделирования

Для выполнения моделирования на базе математической модели необходимо получить значения трудоемкости алгоритма. Трудоемкость алгоритма определена путем измерения длительности выполнения алгоритма в тактах, при условии, что один такт соответствует одной команде (операции). Измерения получены с использованием физической модели. Зависимость трудоемкости алгоритма полезной нагрузки от номера итерации отражена на графике (рис. 2).

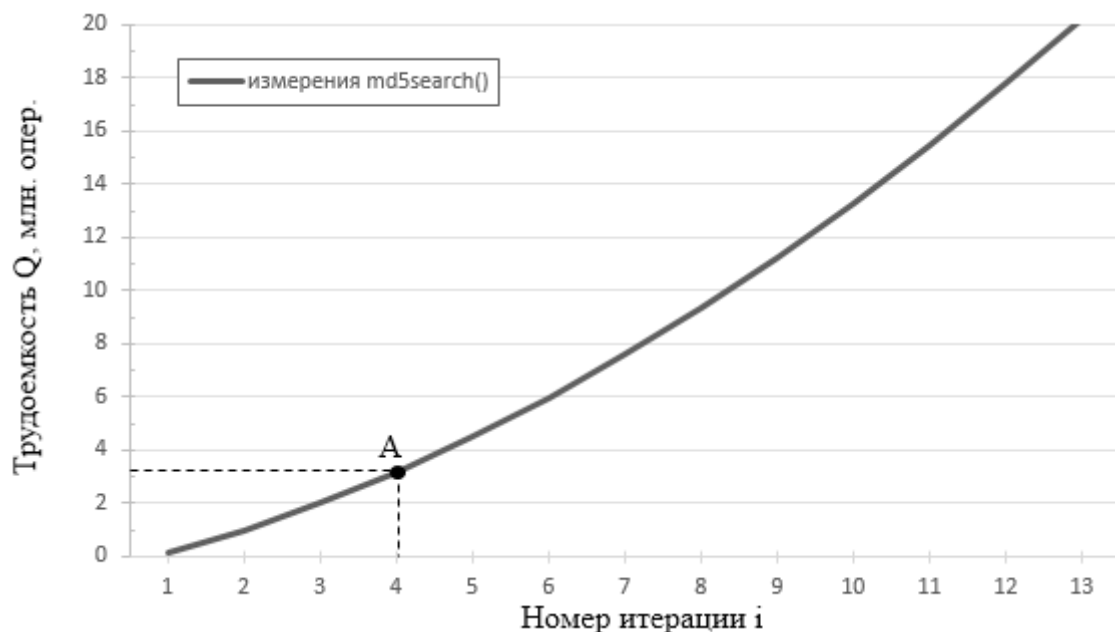


Рисунок 2 – Трудоемкость алгоритма

В результате исследования математической и физической моделей было определено время выполнения алгоритма полезной нагрузки локально и удаленно, с учетом времени передачи данных. Зависимости времени выполнения алгоритмов полезной нагрузки, с учетом времени передачи данных, от номера итерации (трудоемкости алгоритма) отражены на графике (рис. 3), отклики математической модели отображены пунктиром. Графики, отражающие время выполнения алгоритма полезной нагрузки локально и удаленно, пересекаются в точке А.

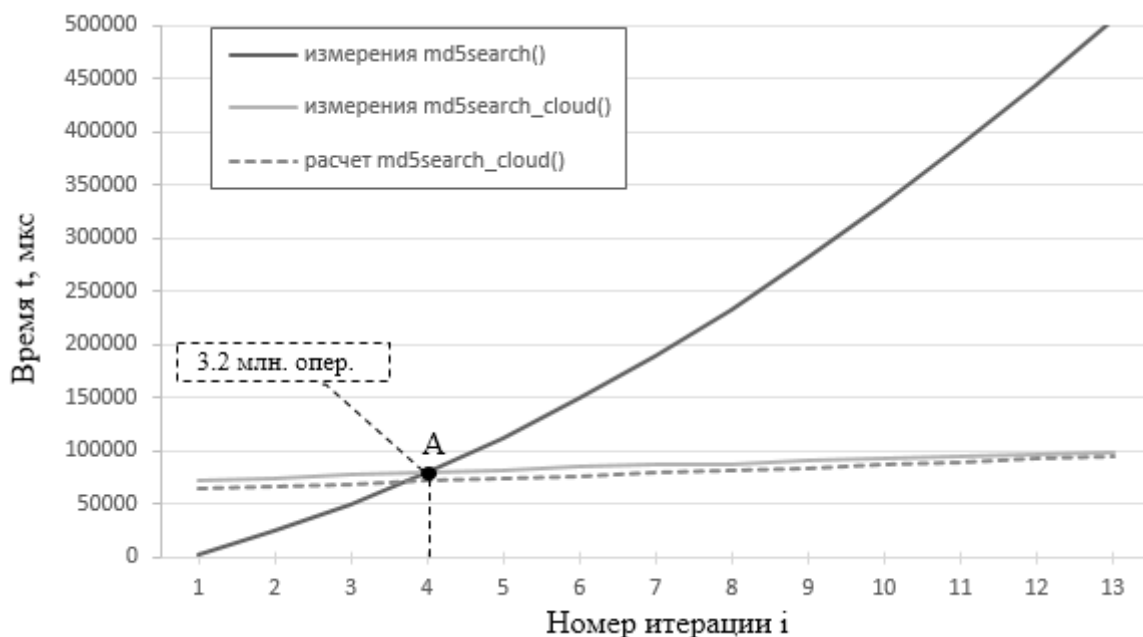


Рисунок 3 – Время выполнения алгоритмов полезной нагрузки

В результате моделирования удалось определить, что для данной конфигурации аппаратных средств имеет смысл вынести в облако функции с трудоемкостью более 3,2 млн. операций.

Выводы

На основе математической модели разработана физическая модель, получены данные моделирования, проведен анализ процесса использования облачных функций в системах реального времени. Для использованной конфигурации аппаратных средств определена граница эффективности вынесения функций в облако.

Литература

1. Климентьев К. Е. Системы реального времени: обзорный курс лекций / Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 2008. 45 с.
2. Оценка трудоемкости алгоритма / URL: http://life-prog.ru/1_56130_otsenka-trudoemkosti-algoritma.html (дата обращения: 12.04.2018)
3. Востриков А. А., Балонин Н. А., Сергеев А. М. Внутриплатные интерфейсы встраиваемых систем: Учеб. пособие / СПбГУАП. СПб., 2012.
4. Федоров А. Н. и Мартынов Д. В. Windows Azure: Облачная платформа Microsoft, М., 2010. - 100 с.
5. Malcheva R., Naaem H. Development of the Data Transferring System Using SoC // European Scientific Journal. 2014. Т. 10. № 7. PP. 168-172.
6. 16-битные микроконтроллеры Microchip / URL: http://www.pic24.ru/doku.php/articles/mchp/16_bit_mcu (дата обращения: 12.04.2018)

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

Анализ методов решения задачи коммивояжёра <i>Савкин В. Ю., Светличная В. А., Рыдзывлыло К. Г.</i>	6
Анализ методов сетевого планирования для АСУ загрузкой механического оборудования <i>Стрельников Е. А., Светличная В. А., Шевченко Д. Д.</i>	11
Анализ структуры сети транзакций учебной платежной системы <i>Овчинникова Т. А.</i>	16
Анализ эмоционального состояния человека на основе математического моделирования <i>Семенова А. П., Миненко А. С.</i>	22
Аналитический базис и оценка влияния риска взаимодействия на структуру портфеля ИТ-проектов компании <i>Лапина С. Н., Лавриненко Т. В., Коломыцева А. О.</i>	26
Архитектура искусственного интеллекта на базе технологии блокчейна <i>Матвеев М. О., Гудаев О. А.</i>	29
Графовая модель разработки производственного расписания вагонного депо <i>Азоркин К. С., Савкова Е. О., Жданов Е. В.</i>	33
Задачи по геометрии на тему: нахождение точек плоскости, расположенных на рациональных расстояниях от вершин треугольника <i>Свентковский В. А.</i>	37
Закономерности и особенности развития компьютерных систем в контексте «революции криптехнологий» и перспектив постбинарного компьютеринга <i>Аноприенко А. Я., Иванюца С. В., Сидоров К. А.</i>	41
Интеллектуальная система составления перспективного и ежедневного меню в условиях младшего дошкольного воспитательного учреждения <i>Солоницын Л. П., Землянская С. Ю., Гримута А. В., Смирнов И. В.</i>	46
Использование информационных технологий в обработке результатов реологических исследований концентрированных золотых гидросмесей <i>Капустин Д. А., Сентяй Р. Н., Швыров В. В., Корон Г. В., Шулика Т. И.</i>	52
Использование пакета Cisco Packet Tracer для создания виртуальной локальной сети <i>Кирпач Е., Моногаров А. А., Мальцева Р. В.</i>	56
Исследование и проектирование программного комплекса удаленного резервного копирования данных <i>Ольшевский А. И., Нестеренко В. С.</i>	61
Исследование и разработка метода оптимизации роя частиц для распознавания динамических жестов <i>Потопахин А. А., Ручкин К. А.</i>	65
Компьютеризированная подсистема учета текущей успеваемости студента в условиях вуза <i>Потовиченко М. А., Привалов М. В., Корнев С. В.</i>	71
Крейновское расширение дифференциального оператора чётного порядка <i>Грановский Я. И.</i>	76
Методика построения концептуальной модели логистической системы на основе имитационного моделирования <i>Медведева М. А., Глумова Ю. Э.</i>	78
Методика структурного анализа графов коммуникаций между студентами при выполнении учебных проектов <i>Назарова Ю. Ю.</i>	83
Моделирование интеллектуального управления образовательными программами в вузе <i>Молдабекова Б. К.</i>	87

Моделирование коммерциализацией ИТ-инноваций по показателям согласования интересов производителя и потребителя <i>Лапина С. Н., Дерябина И. Ю.</i>	94
Моделирование систем уравнений динамики движения транспортного средства на параллельной архитектуре <i>Хайдуков А. В., Кривошеев С. В., Штепа В. Н.</i>	99
Моделирование системы снижения убыточности строительного предприятия на основе системно-динамического подхода <i>Загорная Т. А., Нелюбина Ю. А.</i>	104
Моделирование физических процессов в САПР <i>Чернышов Д. Н., Григорьев А. В.</i>	109
Модифицированный генетический алгоритм формирования графика прохождения лечебно-оздоровительных процедур <i>Задорожная Е. Г., Савкова Е. О., Кожбакова А. А.</i>	113
Нейросетевое прогнозирование сбыта продукции строительных материалов <i>Вудбуд Е. Ю., Васяева Т. А., Теплова О. В.</i>	118
О связи решёток конгруэнций полигона и полигона с нулём <i>Кожухов И. Б., Мухамедкаримов Е.</i>	124
Обнаружение угроз безопасности в системе контроля и управления доступом <i>Юрьев Н. Н., Васяева Т. А.</i>	126
Объектно-ориентированный подход в моделировании и диагностике производительности автоматизированных технологических комплексов механообработки <i>Секирин А. И., Калинин А. В., Бабич К. К.</i>	130
Особенности проектирования логистических информационных систем <i>Шаповалова А. В., Боднар А. В.</i>	135
Оценка возможностей учебной платёжной системы в организации внеучебной деятельности студентов <i>Демина М. И.</i>	139
Оценка возможности криптографической валюты выполнять функции денег <i>Берг Д. Б., Балагура К. А., Заярский И. М.</i>	144
Построение кругового цилиндра с эвольвентной осью методом подвижного симплекса <i>Малютин Т. П., Давыденко И. П., Старченко Ж. В.</i>	148
Преобразование Фурье и спектральный анализ при цифровой обработке сигналов электрокардиограммы сердца человека <i>Поликова М. Ю.</i>	153
Приложение для чтения текста в форматах fb2 и epub на мобильных устройствах <i>Морнева А. Е., Коломойцева И. А.</i>	157
Применение метода генетических уточнений решений дифференциальных уравнений на примере моделирования процесса металлообработки <i>Долженко А. М., Рыбалко К. К.</i>	163
Применение методов анализа данных для медийного освещения Сирийского конфликта <i>Козмоцкий Е. И., Кузнецов А. Л., Кочуров Д. Н.</i>	167
Применение методов глубокого обучения в системе видеонаблюдения <i>Егорова М. С., Мартыненко Т. В., Ченгарь И. В.</i>	172
Применение методов текстурного анализа для классификации изображений природного облицовочного камня с разной зернистостью <i>Погодин С. К., Привалов М. В., Макаров И. В.</i>	177
Применение облачных вычислений в системах реального времени <i>Соломаха С. С., Мальцева Р. В., Дегтярева И. И.</i>	182

Прогнозирование траектории движения подвижного объекта распределенного симулятора тяжелой инженерной техники <i>Койбаш А. А., Завадская Т. В., Кривошеев С. В.</i>	187
Проект сети корпоративного управления в системе обеспечения информационной безопасности оператора мобильной связи <i>Чернильцев А. Г., Бродская А. В.</i>	192
Проектирование и разработка защищенной административной панели для распределенной системы Nadoor <i>Егоров А. А., Чернышова А. В.</i>	197
Равномерность и g-суммы <i>Айдагулов Р. Р.</i>	202
Разработка модификации волнового метода трассировки печатных соединений <i>Чумаков Э. Е., Струнилин В. Н., Володько Л. П.</i>	209
Разработка системно-аналитического инструментария совершенствования процессов выращивания пшеницы и производства мукомольной продукции <i>Кутафина В. И.</i>	214
Разработка системы контроля приемом посетителей предприятия <i>Парфенов Д. А., Мальчева Р. В., Янковский И. А.</i>	219
Разработка системы показателей для анализа консолидированной финансовой отчетности <i>Андреева А. И., Детков А. А., Боднар А. В.</i>	223
Самосопряженность матричного оператора Дирака с точечными матричными взаимодействиями <i>Будыка В. С.</i>	226
Система построения ментального портрета студента с речевым интерфейсом <i>Гончаров К. Д., Федяев О. И.</i>	230
Системно-динамическая модель управления коммуникациями в муниципальной сети <i>Апанасенко А. В., Берг Д. Б.</i>	235
Современная интерпретация и классификация платежных систем <i>Мостовая Н. В., Берг Д. Б.</i>	239
Сравнительный анализ методов распознавания лиц для использования в подсистеме идентификации личности <i>Коношенко В. О., Привалов М. В., Пашкова Ю. И.</i>	245
Студенческое предпринимательское сообщество <i>Исайчик К. Ф.</i>	251
Увеличение производственной мощности путём расширения существующего участка транспортировки <i>Сноведский И. В., Достлев Ю. С., Лобзенко П. В.</i>	256
Управление взаимодействием субъектов строительного рынка <i>Медведева М. А., Стрелина С. И.</i>	261
Управление разработкой программного продукта на основании методологии Scrum (Agile) <i>Божско Ю. О., Чепуров Е. Г.</i>	265
Усовершенствование технологии ИТ-аудита бизнес-процессов <i>Ченакал В. А.</i>	271
Формирование трафика на основе самоорганизованной критичности <i>Глухов Д. М., Бельков Д. В., Едемская Е. Н.</i>	275
Численное моделирование процессов теплопереноса с фазовыми переходами в противоточных теплообменных аппаратах <i>Толстых В. К., Пшеничный К. А.</i>	280