

Министерство образования и науки Донецкой народной республики  
ГОУ ВПО "Донецкий национальный технический университет"



Институт компьютерных наук и технологий  
Донецкого национального технического университета  
1921-1961-2021 - Устремлённые в будущее!

Кафедра "Прикладная математика"



# МАТЕРИАЛЫ

**VII Международной научно-технической конференции  
"Современные информационные технологии в  
образовании и научных исследованиях"  
СИТОНИ-2021**

23 ноября 2021г.

Донецк  
2021

**Министерство образования и науки Донецкой народной республики  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»  
Факультет «Интеллектуальные системы и программирование»**



Институт компьютерных наук и технологий  
Донецкого национального технического университета  
1921-1961-2021 - Устремлённые в будущее!

**Кафедра «Прикладная математика»**



**МАТЕРИАЛЫ**

***VII Международной научно-технической конференции***  
**«Современные информационные технологии в образовании**  
**и научных исследованиях»**

**СИТОНИ-2021**

**23 ноября 2021 г.**

**Донецк  
2021**

УДК 004.37  
М34

Материалы VII Международной научно-технической конференции  
М34 «Современные информационные технологии в образовании и научных исследованиях» (СИТОНИ-2021). – Донецк: ДонНТУ, 2021. – 626 с.

Сборник подготовлен по результатам VII Международной научно-технической конференции «Современные информационные технологии в образовании и научных исследованиях» (СИТОНИ-2021). В конференции принимали участие представители 22 организаций из ДНР, ЛНР, России и Белоруссии. Материалы, вошедшие в сборник, посвящены применению информационных технологий в образовании и научных исследованиях. Статьи излагаются в авторской редакции. Сборник предназначен для специалистов в области информационных технологий, аспирантов, магистрантов и студентов вузов.

УДК 004.37

Рекомендовано к печати на заседании совета факультета **Интеллектуальных систем и программирования**. Протокол №4 от «20» декабря 2021 г.

Под общей редакцией д.т.н., профессор В.Н. Павлыша  
Редакционная коллегия:  
В.Н. Павлыш, В.И. Зензеров, Д.В. Бельков

**Председатель оргкомитета конференции:**

Павлыш Владимир Николаевич – зав. кафедрой ПМ, д.т.н., профессор

**Заместитель председателя:**

Бельков Дмитрий Валерьевич – доцент кафедры ПМ, к.т.н, доц.

**Члены оргкомитета:**

Анохина Инна Юрьевна – доцент кафедры ПМ, к.т.н, доц.

Ефименко Константин Николаевич – доцент кафедры ПМ к.т.н., доц.

Прокопенко Елена Васильевна – доцент кафедры ПМ к.т.н., доц.

**Ответственный секретарь:**

Зинченко Татьяна Анатольевна – ст. преп. кафедры ПМ

Адрес оргкомитета: г. Донецк, ул. Артема, 131,  
Донецкий национальный технический университет, 11-й учебный корпус,  
факультет интеллектуальных систем и программирования,  
кафедра «Прикладная математика», ком. 11.516.

Справки по телефонам: (062)301-09-51; (062)301-03-91

e-mail: [pm@donntu.org](mailto:pm@donntu.org)

Web-сайт конференции: <http://pm.conf.donntu.org/index.php>

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ MEMS-МИКРОФОНОВ В ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

<sup>1</sup>Голенцов Ю.Р., <sup>1</sup>Николаенко Д.В., <sup>2</sup>Янковский И.А

<sup>1</sup>ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет» (г. Донецк)

<sup>2</sup>УО «Полесский государственный университет» (г. Пинск, Беларусь)

e-mail: [pumaok763@mail.ru](mailto:pumaok763@mail.ru)

### Постановка проблемы

На сегодняшний день микроэлектромеханические системы (МЭМС) и применяемые в них технологии, так называемые mems-технологии, имеют достаточно обширную область применения. Из всего множества устройств в ходе выполнения данных исследований взят один из подвидов реализации данной технологии в передовых технологиях - mems-микрофоны. Это обусловлено, в первую очередь, тем, что звук сам по себе и, особенно, его передача играют большую роль в нынешней среде обитания для человека. В современном мире среднестатистическому человеку тяжело представить жизнь без звука.

**Целью работы** является изучение области применения mems-микрофонов в передовых технологиях для более продуктивного восприятия и использования звука человеком.

### Анализ основных направлений применения mems-микрофонов

Основными областями применения mems-микрофонов являются:

- сотовые телефоны;
- WAP-телефоны;
- PDA (personal digital assistant) – персональные цифровые помощники;
- ноутбуки;
- аудиоаппаратура;
- слуховые аппараты [1];
- военные аппараты для приема/передачи звука [2];

Данные направления логичнее всего считать основными массовыми рынками. Такие приборы выпускаются в большом объеме, поэтому именно для них целесообразно применение mems -микрофонов [3].

### Сравнение mems-микрофонов и их предшественников

В большинстве аудиоподсистем в настоящее время используются электретные конденсаторные микрофоны. Принцип работы такого

микрофона основан на свойстве некоторых диэлектрических материалов (электретов) сохранять поверхностную неоднородность распределения заряда в течение длительного времени. Тонкая пленка из гомоэлектрета помещается в зазор конденсаторного микрофона (т.е. конденсатора, в котором одна из обкладок, представляющая собой мембрану, имеет возможность перемещаться под действием внешнего акустического сигнала) либо наносится на одну из обкладок. Это приводит к появлению некоторого постоянного заряда конденсатора. При изменении емкости вследствие смещения мембраны под воздействием акустического сигнала напряжение на обкладках конденсатора изменяется. Для согласования внутреннего сопротивления микрофона с сопротивлением нагрузки в состав микрофона включен предварительный усилитель на полевом транзисторе [4].

В микрофонах *mems* чувствительная к давлению диафрагма формируется непосредственно на кремниевом кристалле. Там же размещается и предварительный усилитель, а в микрофонах с цифровым выходом – и АЦП. Микрофоны с цифровым выходом обеспечивают очень низкую чувствительность к ВЧ- и электромагнитным помехам, создаваемым такими устройствами, как антенны Wi-Fi и генераторы тактового сигнала ЖК-дисплеев. Эти свойства позволяют конструкторам размещать *mems*-микрофоны в удобных (с точки зрения конструктора) местах, легко строить стереофонические микрофоны и направленные акустические антенны для приема голоса. Функциональная схема микрофона ADMP521 с цифровым выходом (рис. 1) [5].

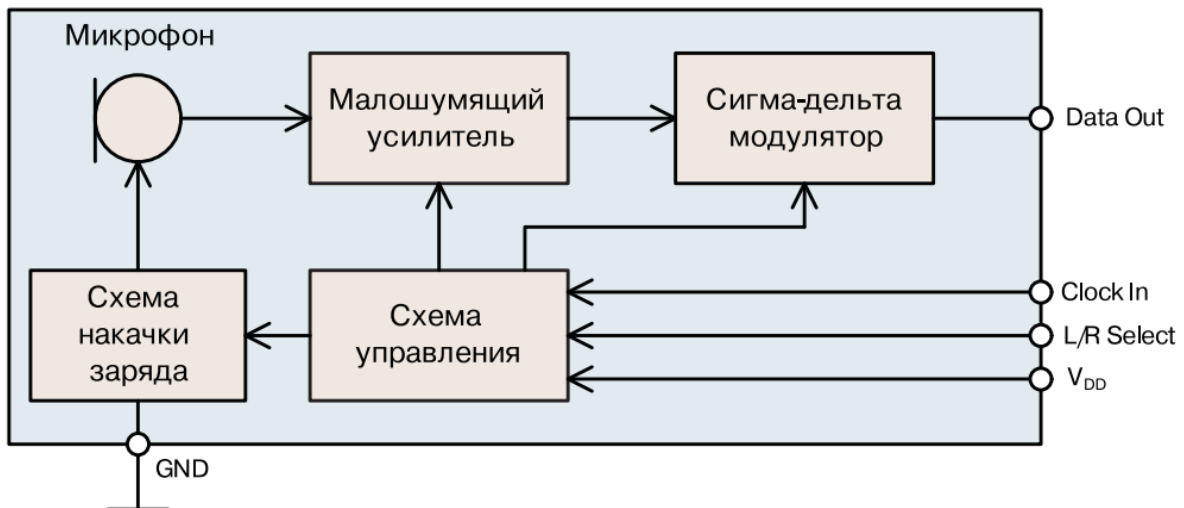


Рисунок 1 – Функциональная схема микрофона ADMP521

Благодаря тому, что все технологии стремятся к максимально возможному коэффициенту полезного действия и при этом хотят оставаться миниатюрными, *mems*-технология и в том числе *mems*-микрофоны очень хорошо способствуют решению данной проблемы.

Одно из важнейших достоинств данных микрофонов по сравнению с электретным состоит в том, что у электретных микрофонов наблюдается плохая повторяемость характеристик при их массовом производстве. Кроме того чувствительность в отношении сигнал/шум и линейность таких микрофонов достигла своего теоретического и практического предела, а дальнейшее улучшение этих характеристик требует больших затрат.

В то же время mems-микрофоны имеют следующие достоинства:

- высокую повторяемость параметров при производстве;
- слабую зависимость параметров от температуры;
- большое отношение сигнал/шум;
- хорошую интегрируемость с технологическими КМОП-процессами;

К недостаткам следует отнести:

- сложность конструкции;
- достаточно длительное время разработки;
- высокая цена разработки [6].

## **Выводы**

С учетом имеющихся преимуществ и недостатков можно прийти к выводу, что MEMS-микрофоны хорошо подходят для внедрения в передовые технологии, где требуются звукопередающие устройства, благодаря низкой стоимости и хорошей интегрируемости с технологическими КМОП-процессами. Их применение позволяет изготавливать более дешевые и компактные устройства с хорошими характеристиками.

Но, в связи со сложностью конструкции и с учетом длительной разработки, выход новых, более технически-качественных устройств, происходит сравнительно редко.

Тем не менее, выбор данных микрофонов, на наш взгляд, позволит упростить и сделать устройство более компактным, при этом уменьшит затраты в связи со своей низкой стоимостью.

Но, не стоит забывать, что, если данное устройство по каким-то причинам не удовлетворяет проектировщика, а микрофона с нужными характеристиками не имеется в наличии, то разработка нового устройства будет долгим и дорогостоящим.

## **Литература**

1. Новое поколение слуховых аппаратов Siemens [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mastersluch-crimea.ru/stati/o-sluxovyx-apparatax/novoe-pokolenie-sluxovyx-apparatorov-siemens-nx-nature-experience>. – Заглавие с экрана.

2. Микрофоны на основе технологии MEMS для поверхностного монтажа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.chipinfo.ru/literature/chipnews/200309/12.html>. – Заглавие с экрана.

3. Микрофоны на основе технологии MEMS для поверхностного монтажа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.chipinfo.ru/literature/chipnews/200309/12.html>. – Заглавие с экрана.

4. MEMS-микрофоны компании Analog Devices [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://ekis.kiev.ua/UserFiles/Image/pdfArticles/V.Makarenko\\_MEMS\\_microphones\\_EKIS\\_6\\_2012-3.pdf](http://ekis.kiev.ua/UserFiles/Image/pdfArticles/V.Makarenko_MEMS_microphones_EKIS_6_2012-3.pdf). – Заглавие с экрана.

5. ADMP521 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/obsolete-data-sheets/ADMP521.pdf>. – Заглавие с экрана.

6. МЭМС, как микроэлектромеханические системы работают в оборудовании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://itigic.com/ru/mems-how-systems-work-in-hardware>. – Заглавие с экрана.

*Голенцов Ю. Р., Николаенко Д. В., Янковский И.А. Использование мемс-микрофонов в передовых технологиях. Выполнен анализ основных направлений использования мемс-микрофонов и мемс-технологии в целом. Дано сравнение с применяемыми типами устройств, отмечены перспективы использования и недостатки мемс-микрофонов. Намечены направления дальнейшей работы.*

*Ключевые слова:* микроэлектромеханические системы, MEMS-микрофоны, звук, восприятие.

*Golentsov Yu. R., Nikolaenko D. V., Ynkovskiy I.A. The use of mems microphones in advanced technologies. The analysis of the main directions of using mems microphones and mems technology in general is carried out. A comparison with the types of devices used is given, the prospects for the use and disadvantages of mems microphones are noted. The directions of further work are outlined.*

*Keywords:* microelectromechanical systems, MEMS microphones, sound, perception.

## СОДЕРЖАНИЕ

**Пленарное заседание**

Аноприенко А. Я. Системодинамика информационных технологий в контексте периодических, экспоненциальных и прочих закономерностей .....	8
Степович М.А., Туртин Д.В., Калманович В.В. О некоторых математических моделях диффузии неравновесных неосновных носителей заряда, генерированных электронным пучком в полупроводниковой мишени .....	22
Ромасевич П.В., Смирнова Е.В. Изучение сетевых технологий в школах на основе оригинальных курсов компании D-Link .....	26

**Секция 1. Теоретическая и прикладная математика**

Клово А.Г., Куповых Г.В., Белоусова О.А. Различные виды представления функций обобщенных тригонометрических систем .....	36
Капустин Д.А., Швыров В.В. Разработка математической модели для формального описания межпредметных связей в учебном плане .....	41
Беловодский В.Н., Букин С.Л. Инерционная вибромашина с несоосным соединением валов в трансмиссии привода .....	49
Павлыш В.Н., Чупахин А.С. Задача управления параметрами технических элементов оборудования киноконцертных комплексов .....	57
Павлыш В.Н., Добровольский Ю.Н., Лазебная Л.А, Бельков Д.В., Паранок Д.Е. Математическая модель радиальной фильтрации в угольном пласте с учетом его фрактальной пустотной структуры .....	67
Павлыш В.Н., Перинская Е.В., Бельков Д.В., Федин Д.В. BML-модель пустотной структуры угольного пласта .....	72
Юрченко А.С., Лавренюк В.Н., Зензеров В.И., Бельков Д.В. Моделирование движения в плотном потоке .....	77
Пауков Д.В., Коленко В.А., Ефименко К.Н. Анализ сетевых протоколов удаленного доступа .....	85
Прокопенко Е.В., Юрьева В.Р. Реализация принципа сжимающих операторов для задачи приближенного решения уравнений с применением математических пакетов .....	91
Щучкин Н.А. Преобразования слов с помощью n-квазигрупп.....	97
Прокопенко Е.В., Калмыков Д.Е. Рогозин В.В. Обзор современных средств разработки при создании пользовательских интерфейсов .....	100
Анохина И.Ю., Лапшина Е.В., Кобец А.А. Моделирование процессов развития электронной коммерции .....	108
Прокопенко Е.В., Букша Д.Р. Определение закона распределения экспериментальных данных с использованием статистического пакета STADIA.....	113
Павлыш В.Н., Доценко Г.В., Григорьев С.А., Ефремов Ю.В. Графическое проектирование модели прототипа системы с распределенными параметрами (на примере гидродинамической системы) .....	118
Кожухов И.Б., Колесникова К.А. О кохопфовости полигонов над полугруппами.....	138



Третьяк И.Д. О неприводимых системах образующих квадратов частичных полигонов .....	140
Кобец А.А., Анохина И.Ю., Лапшина Е.В. Моделирование биржевых показателей .....	144
Решетников А.В. О диагональных полигонах полугрупп, у которых все отношения эквивалентности являются односторонними конгруэнциями .....	150

## **Секция 2. Компьютерная инженерия**

Акименко В.И., Гапошкин Н.Р. Облачные технологии резервирования корпоративных данных: анализ мирового рынка, выбор надежного программного обеспечения и облачного хранилища .....	155
Голенцов Ю.Р., Николаенко Д.В., Янковский И.А. Использование темс-микрофонов в передовых технологиях .....	166
Николаенко Д.В., Струнилин В.Н., Пшеничный Д.В. Метод ветвей и границ как сокращение полного перебора .....	170
Кобыляцкий А.И., Мальчева Р.В., Володько Л.П. Выбор аппаратно-программных средств для реализации веб-ориентированности и мониторинга инфраструктуры «Умный дом» .....	175
Погорелов А.А., Мальчева Р.В., Долженко А.М. Выбор способа передачи данных между веб-приложением и микроконтроллером .....	180
Шарибченко Е.И., Мальчева Р.В., Володько О.В. Проблемы и подходы к реализации обучающей системы с дистанционным доступом .....	185

## **Секция 3. Инженерия программного обеспечения**

Артеменко О.Г., Федяев О.И. Оценка качества программного обеспечения на основе лексического анализа исходного кода .....	190
Пильненький А.С., Федяев О.И. Технология построения речевого командного управления программами на базе платформы Android .....	200
Решетняк Я.А., Федяев О.И. Детектирование границ при нейросетевом обнаружении объектов на изображении .....	208
Рудак Л.В., Федяев О.И. Анализ подходов к решению проблемы понимания и обработки естественного языка методами машинного обучения .....	216
Юрьев Н.Н., Федяев О.И. Алгоритм роевого управления динамическими объектами на основе мультиагентных систем .....	225
Зори С.А., Бездетный Н.А. Программная симуляция распространения эпидемии вируса .....	230
Нарижный А.Д., Губенко Н.Е. Анализ инструментов управления бизнес-процессами IT-предприятия .....	237
Баляба Я.В., Рычка О.В. Автоматизированная информационная система «Библиотека университета» .....	242
Перепелица Р.А., Тарасова И.А. Разработка метода оценки проектных рисков на базе деревьев принятия решений и метода Монте-Карло .....	248
Данильчук К.М., Моргунов А.Г., Чернышова А.В. Проектирование авторского протокола защищенной передачи данных в программном обеспечении для агрегации сообщений .....	253

Михайлов Б.В., Чернышова А.В. Методы обеспечения информационной безопасности облачного хранения данных.....	262
Колодий К.Н., Чернышова А.В. Обзор методов и средств защиты, используемых при взаимодействии веб-приложений с сервисами облачного хранения информации .....	268
Арефьев В.И., Жильцов В.А., Чернышова А.В. Анализ реализации дистанционного электронного голосования ЦИК РФ, основанного на технологии блокчейн .....	276
Бондаренко В.В., Чернышова А.В. Обзор протоколов передачи данных, использующих криптографическую защиту .....	282
Назарко А.В., Чернышова А.В. Проектирование программных средств и алгоритмов защиты для клиент-серверного приложения с базой данных .....	289
Минакова В.С., Киселёва О.В. Разработка технического предложения обучающей игры в жанре «лабиринт» на платформе Unity.....	298
Сноведская М.В., Киселева О.В. Технический анализ концепции игры в жанре RPG «Поставьте три» .....	302
Струченкова Я. В., Киселёва О. В. Разработка модели игры «Home, green home» средствами UML .....	309
Потреба Е.Ю., Губенко Н.Е. Выбор метода криптографической защиты для передачи и хранения конфиденциальной информации дизайн-студии .....	317
Харламов Д.В., Григорьев А.В. Разработка медиаплеера для людей с расстройствами аутистического спектра .....	322
Зори С.А., Ткаченко И.С. Кубическая карта как основа для генерации виртуального окружения .....	328
Трушкин М.И., Бондаренко М.Р., Коломойцева И.А. Тестирование и анализ средств взаимодействия с базой данных при проектировании клиент-серверного приложения .....	334
Парсаданян Я.Р., Коломойцева И.А., Щедрин С.В., Филипишин Д.А. Обзор принципа работы электронного документооборота .....	338
Колодий К.Н., Раннев Д.Г., Григорьев А.В. Генераторы инструментальных сред программирования, анализ современного состояния.....	342
Коломойцева И.А. Анализ способов расширения запроса информационно-поисковой системы .....	350
Данильчук К. М., Моргунов А. Г., Коломойцева И. А. Проектирование клиент-серверной системы агрегации сообщений .....	358
Грищенко Д. А., Данильчук К. М., Моргунов А. Г. Совместное использование C++ и Python для разработки эффективных программ .....	369
Бердюкова С.С., Коломойцева И.А. Исследование применения сверточных нейронных сетей для анализа тональности текста.....	378
Дручевский Д.В., Григорьев А.В. Создание компиляторов для специализированных языков программирования .....	384
Боровиков А.И., Олейник В.Ю., Григорьев А.В. Области применения генерации программного кода при помощи шаблонизаторов .....	388
Кошкин Е.В., Ищенко А.П., Григорьев А.В. Анализ систем управления маркетинговыми ресурсами .....	393

Баев Д.Э., Суров А.Д., Григорьев А.В. Генерация программного кода .....	397
Кружилин Н.В., Незамова Л.В. Игры как средство совершенствования студента.....	413
Полятыкин А.С., Федяев О.И. Перспективы создания рекомендательных систем для продвижения медиапродукции .....	419
Серёженко А.А., Коломойцева И.А. Анализ методов классификации при определении тональности.....	423
Харламов И.А. Григорьев А.В. Обзор моделирования на 3D принтере .....	429
Мухина В.М., Григорьев А.В. Современные SMART-системы, назначение, анализ и перспективы развития.....	438

#### **Секция 4. Искусственный интеллект**

Бершадская О.А., Семенова А.П. Применение нейронных сетей для задачи распознавания речи.....	445
Бочаров Д.М., Норкене Е.А., Савицкая И.В. Исследование алгоритмического обеспечения решения задачи построения трансверселей.....	450
Черников Н.И., Бычкова Е.В., Норкене Е.А. Разработка структуры программного комплекса распознавания образов.....	462
Луста В.М., Едемская Е.Н., Бельков Д.В. Анализ модели нейрона Хиндмарша–Роуза .....	467
Зайцева А.В., Нестругина Е.С. Интеллектуальный анализ данных в системах электронного документооборота .....	473
Нестругина Е.С., Бачинский Б.И. Биометрическая система учета рабочего времени работников предприятий.....	478
Пархоменко Н.А. Нестругина Е.С. Интеллектуальные информационные системы в прогнозировании потребительского спроса на рынке кондитерских изделий....	483
Акименко В. И., Мельник А .В. Искусственный интеллект: текущее состояние, основные проблемы и перспективы дальнейшего развития. Построение общей модели искусственного интеллекта.....	488
Афанасьева А.А, Суханов А.Л., Фролов И.В., Куркурин Н.Л. Анализ сфер применения технологий искусственного интеллекта .....	499
Внуков В.В., Ольшевский А.И. Интеллектуальная система процесса закупок на предприятии .....	504
Ниценко А.В., Шелепов В.Ю., Большакова С.А. Исследование омонимии предикативных словосочетаний на основе национального корпуса русского языка ..	510
Волков А.С., Бочаров Д.М. Современные технологии вёрстки и frontend .....	515
Пигуз В.Н., Ивашко К.С., Изосимова С.А. Методы безмедикаментозной компьютерной регуляции .....	521

#### **Секция 5. Информационные технологии в образовании**

Анохина И.Ю. Внедрение открытых онлайн–курсов на платформе Open Edx в Донецком национальном техническом университете .....	525
Караванский А.Н. Развитие понятия информационной среды.....	534

---

Павлыш В.Н., Зайцева М.Н. Совершенствование методического обеспечения преподавания иностранного языка на основе применения компьютерных средств...	541
Павлыш В.Н., Зайцева М.Н. Информационные технологии как средства повышения эффективности изучения иностранных языков в техническом университете .....	544
Закамаркина Е.А., Губенко Н.Е. Модель педагогического дизайна для изучения лингвистических курсов с элементами геймификации.....	550
Зиновьева Л.М. Web-сайт – как электронное средство обучения для повышения качества подготовки конкурентно способного специалиста в области охранно-пожарной сигнализации.....	555
Гудзь И.С., Ульяненко А.Э. Цифровой шрифт жестового языка .....	567
Крыль Т.Н. Дистанционное обучение как необходимое условие развития образования в современных условиях.....	573
Мишко Т.А., Черкасов Д.И. Особенности образовательного процесса в условия пандемии и трансформации ценностей в цифровизованном обществе .....	578
Ткаченко Д.А. Использование дистанционных образовательных технологий с целью повышения эффективности обучения с применением системы дистанционного обучения Moodle.....	588
Соколова Н.В., Куксина О.И. Работа с электронными источниками технической профессиональной информации .....	594
Косминская О.А., Чайка А.М. Проблема организации дистанционного обучения средствами Google Classroom .....	600
Павлыш Э.В. Теоретические аспекты применения студентоцентрированного подхода к дизайну MOOC.....	604
Курилов М.А. Принцип первого лица В.М. Глушкова в обучении.....	611
Семичастный И.Л. Исследование проблем эффективного управления и выбора рациональной стратегии инновационного развития современных открытых систем в выпускных работах кафедры информационных технологий ГОУ ВПО «ДОНАУИГС» .....	618