

ским обслуживанием и системой ремонтов по фактическому состоянию позволит решить задачу безопасной эксплуатации горной техники. При системном подходе к использованию современных диагностиче-

ских методов удастся избежать серьезных аварийных ситуаций и несчастных случаев на производстве, связанных с техническим состоянием оборудования.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герике Б.Л. Диагностика горных машин и оборудования. Учебное пособие. /Б.Л. Герике, Г.И. Козовой, В.С. Квагинидзе, А.А. Хорешок, П.Б. Герике/ Москва, 2012. – 400 с.
2. Bently D.E., Hatch C.T. “Fundamentals of rotating Machinery Diagnostics”, Bently Pressurized Press, 2002, P.726
3. РД 15-14-2008. Методические рекомендации о порядке проведения экспертизы промышленной безопасности карьерных одноковшовых экскаваторов.
4. Клишин В.И. Проблемы безопасности и новые технологии подземной разработки угольных месторождений. /В.И. Клишин, Л.В. Зворыгин, А.В. Лебедев, А.В. Савченко/ Новосибирск, 2011. – 524 с.

□ Автор статьи:

Герике  
Павел Борисович,  
канд. техн. наук, старший научный сотрудник лаборатории средств механизации отработки угольных пластов Института угля СО РАН, доцент каф. горных машин и комплексов КузГТУ  
Email: am\_besten@mail.ru

УДК 53.083(430.1)

П. Б.Герике

## ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ НАПОРНЫХ ЛЕБЕДОК ЭКСКАВАТОРОВ ТИПА ЭКГ МЕТОДАМИ КОНТРОЛЯ ПО ПАРАМЕТРАМ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

Безопасность проведения горных работ является приоритетной задачей развития угольной промышленности России. Поэтому сегодня перед эксплуатирующими предприятиями как никогда остро стоят вопросы повышения качества обслуживания горной техники и безопасной эксплуатации оборудования.

Карьерные экскаваторы типа ЭКГ на сегодняшний день остаются самыми распространенными машинами, применяемыми в открытых разработках на угольных разрезах и рудниках Кузбасса, часть из них находится в недопустимом техническом состоянии. Согласно федеральному закону № 116-ФЗ [1] все технические устройства, эксплуатирующиеся на опасном производственном объекте и выработавшие свой ресурс, в обязательном порядке подлежат экспертизе промышленной безопасности (ЭПБ ТУ ОПО). Неотъемлемой составляющей процедуры экспертизы является диагностирование технического состояния объекта с применением метода контроля по параметрам механических колебаний. Анализ составляющих виброакустической волны, несущей максимум полезной информации о состоянии узла работающего механизма, является единственным ме-

тодом неразрушающего контроля, позволяющим без длительного непроизводительного простоя техники определить фактическое техническое состояние машины и динамику его изменения в режиме реального времени [2].

Определение предельных характеристик допустимого состояния экскаваторного парка Кузбасса, разработка математических моделей развития типовых дефектов и формулирование точных диагностических правил для уникального оборудования угольной промышленности является предметом исследования ученых Сибирского отделения РАН. Однако, вопросу особенностей диагностирования напорных лебедок экскаваторов ЭКГ должного внимания ранее не уделялось.

На примере диагностики технического состояния механизма напора экскаваторов типа ЭКГ в данной работе рассматриваются вопросы формирования случайных виброакустических характеристик и особенности проведения расширенного анализа параметров вибрации.

Анализ данных, полученных при обследовании выборки из 30 машин типа ЭКГ 8И, ЭКГ 10, ЭКГ 12,5 и т.д. позволил вы-

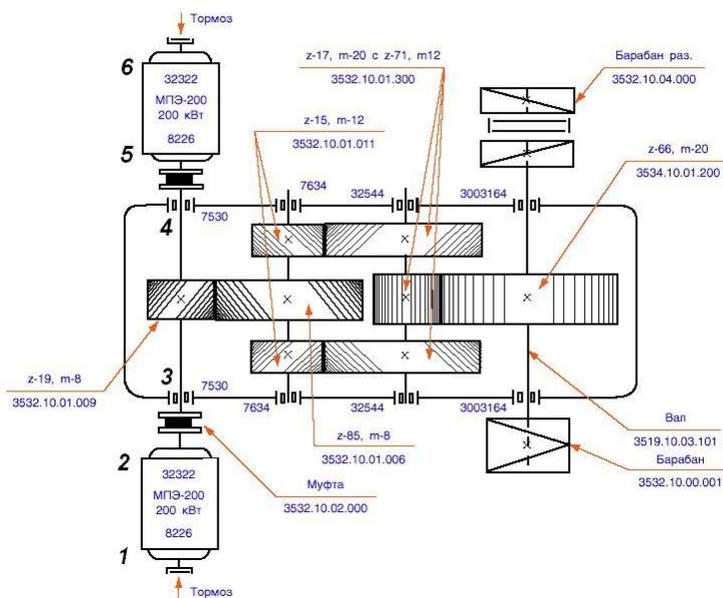


Рис. 1. Схема проведения замеров параметров вибрации механизма напора экскаватора ЭКГ-10.

явить, что основными дефектами напорных лебедок этого класса горной техники являются:

- дисбаланс ротора электродвигателя;
- расцентровка электродвигателя с редуктором;
- дефекты подшипниковых узлов (перекосы, ослабления посадок, износы беговых дорожек, тел качения и сепараторов, нарушение режима смазки);
- дефекты элементов соединительных муфт;
- износ зубчатых зацеплений, нарушение соосности валов редуктора;
- различные дефекты двигателей электромагнитного происхождения (магнитная асимметрия якоря, перекося фаз, смещение в магнитном

поле, и т.д.);

- нарушение жесткости опорной системы, структурный резонанс.

Некоторые примеры анализа параметров виброакустической волны приведены на рис. 2-4.

В конструкции механизма напора карьерных одноковшовых экскаваторов значительную часть статических и динамических усилий воспринимают подшипники качения. Для оценки их технического состояния наиболее предпочтительным является применение сразу нескольких методов контроля по параметрам механических колебаний – прямого спектрального анализа, анализа спектра огибающей, метода ударных импульсов и эксцесса.

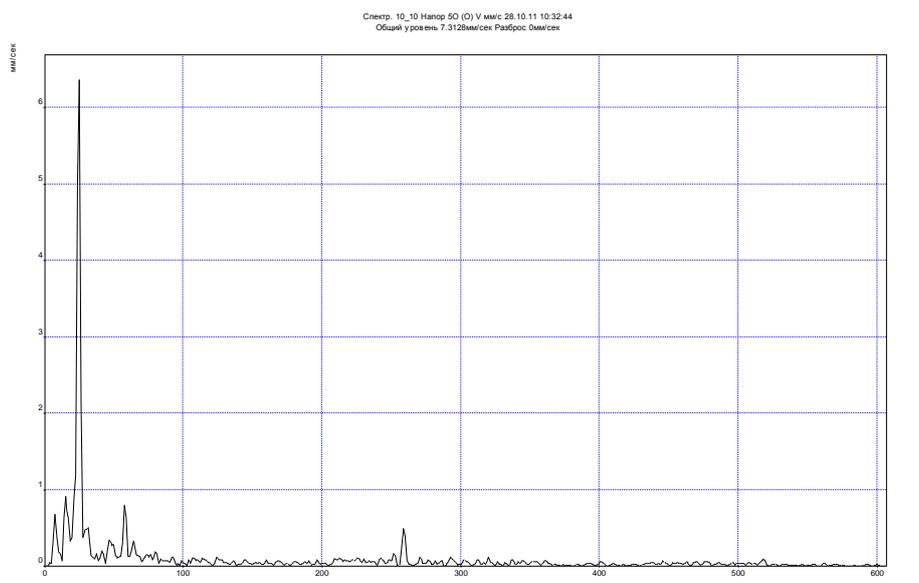


Рис. 2. Ярко выраженная расцентровка правого электродвигателя с редуктором на механизме напора экскаватора ЭКГ-10.

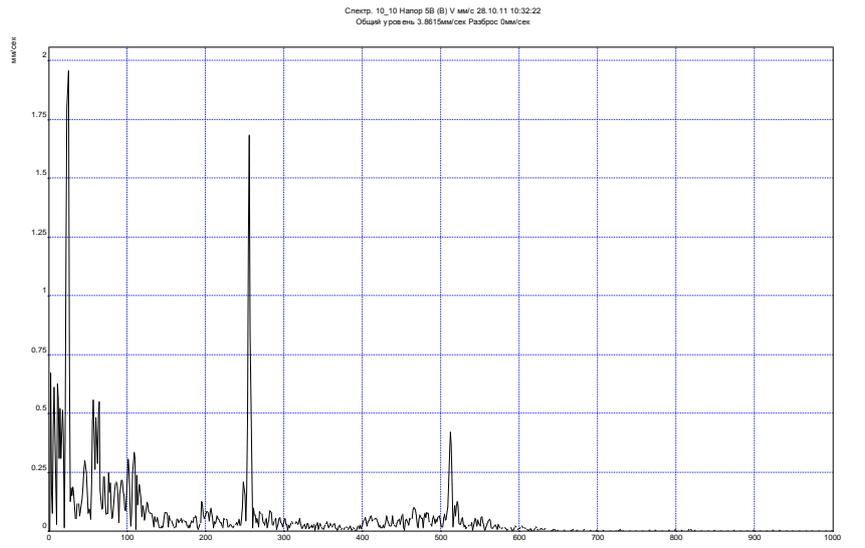


Рис. 3. Нарушение жесткости опорной системы, нарушение режима смазки подшипника правого электродвигателя со стороны редуктора, дефект соединительной муфты точка 5 (см. схему рис.1) механизма напора экскаватора ЭКГ-10.

На эффективность применения того или иного метода диагностики накладывают свои ограничения такие факторы, как цикличность работы механизма, изменяющиеся частоты вращения, ударные нагрузки и т.д. Поэтому для эффективной оценки текущего состояния узлов и механизмов карьерного экскаватора необходимо использовать результаты одновременной работы нескольких различных подходов, на основании которых впоследствии могут быть рассчитаны диагностические критерии.

В настоящее время для оценки параметров интенсивности вибрации применяются как межотраслевые нормативные документы [3-4], так и утвержденные Ростехнадзором РФ «Методические рекомендации о порядке проведения экспертизы промышленной безопасности карьерных одно-

ковшовых экскаваторов» [5], в разработке которых приняли участие ученые и специалисты Кузбасса (ФГБОУ ВПО «КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева», ИУ СО РАН, НФ «КузбассНИИОГР», ООО «КузбассРИКЦ», ПО «ВИДИА 2004» и др.). РД 15-14-2008 регламентирует процедуру проведения экспертизы промышленной безопасности, определяет порядок продления срока безопасной эксплуатации карьерных одноковшовых экскаваторов, устанавливает четкие границы классификации оценки технического состояния конкретных узлов и агрегатов.

На примере одноковшовых карьерных экскаваторов в данной методике обоснован современный подход для осуществления расчета остаточного ресурса безопасной эксплуатации горной техники.

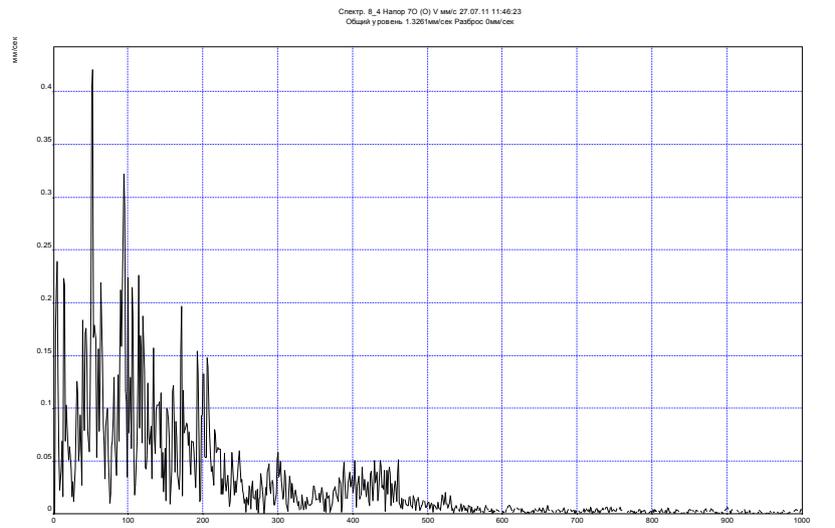


Рис. 4. Незначительный локальный абразивный износ зубчатых зацеплений редуктора механизма напора экскаватора ЭКГ-8У.

На основе комплекса выполненных научных исследований и представительного банка статистической информации по параметрам виброакустического сигнала проработан вопрос оценки фактического технического состояния узлов и механизмов, сформулированы четкие критерии предельного технического состояния динамического оборудования карьерных экскаваторов.

Система планово-предупредительных ремонтов, функционирующая на предприятиях угольной и горнорудной промышленности Кузбасса, неудовлетворительно работает в современных условиях.

Нарушаются сроки проводимых ремонтов, используются контрафактные или восстановленные узлы и запасные части, объемы финансирования ремонтов занижаются, плохо решаются задачи логистики и складского хозяйства предприятий. Последствия подобного обслуживания зачастую критичны для состояния техники.

Исторически сложилось, что угольная промышленность являлась и является объектом повышенной опасности [6].

Только переход к качественно новой системе управления техническим обслуживанием позволит уйти от малоэффективной системы планово-предупредительных ремонтов и «каварийной» схемы обслуживания оборудования, максимально эффективно и безопасно эксплуатировать горную

технику, обоснованно планировать и осуществлять ремонты оборудования угольной промышленности.

Сегодня в Кузбассе существуют все наработки для внедрения на предприятиях системы обслуживания производственного оборудования по фактическому техническому состоянию.

Созданы уникальные по своей представительности банки данных по параметрам виброакустического сигнала, разработаны критерии предельно-допустимого состояния различных типов оборудования и прогностические модели развития типовых дефектов динамически работающих агрегатов.

Предложенный путь совершенствования систем технического обслуживания горной техники является инновационным по отношению к качеству проводимых ремонтов и позволяет вывести эксплуатационные характеристики производственного оборудования на качественно новый уровень.

Комплексный подход к системе ремонтов, сочетающий использование различных современных диагностических методов с элементами систем обслуживания по фактическому техническому состоянию, позволит избежать серьезных аварийных ситуаций и непроизводительных простоев техники, оптимизировать эксплуатационные издержки предприятий угольной и горнорудной промышленности Кузбасса.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 № 116-ФЗ (Собрание законодательства Российской Федерации, 1997, № 30, ст. 3588).
2. *Герике Б.Л.* Диагностика горных машин и оборудования. Учебное пособие. /Б.Л. Герике, Г.И. Козовой, В.С. Квагнитдзе, А.А. Хорешок, П.Б. Герике/ Москва, 2012. – 400 с.
3. ГОСТ Р ИСО 7919-1-99. Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на вращающихся валах. Общие требования.
4. ГОСТ ИСО 10816 (ч. 1...6). Контроль состояния машин по результатам измерения вибрации на невращающихся частях.
5. РД 15-14-2008. Методические рекомендации о порядке проведения экспертизы промышленной безопасности карьерных одноковшовых экскаваторов.
6. *Клишин В.И.* Проблемы безопасности и новые технологии подземной разработки угольных месторождений. /В.И. Клишин, Л.В. Зворыгин, А.В. Лебедев, А.В. Савченко/ Новосибирск, 2011. – 524 с.

□ Автор статьи:

Герике  
Павел Борисович  
канд. техн. наук, старший научный сотрудник  
лаборатории средств механизации отработки угольных пластов Института угля СО  
РАН, доцент каф. горных машин и комплексов  
КузГТУ  
Email: am\_besten@mail.ru

ISSN 1999-4125

# ВЕСТНИК

КУЗБАССКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА



---

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

1-14

# ВЕСТНИК

КУЗБАССКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

№1 (101), 2014

Основан в 1997 году  
Выходит 6 раз в год  
ISBN 5-89070-074-X

## Редакционная коллегия:

Антонов Ю.А., к.т.н., Блюменштейн В.Ю., д.т.н. (зам. главного редактора), Голофастова Н.Н., к.э.н., Завьялов В.М., д.т.н., Зникина Л.С., д.п.н., Исмагилов З.Р., член-корреспондент РАН, д.х.н., Каширских В.Г., д.т.н., Клишин В.И., член-корреспондент РАН, д.т.н., Клубович В.В., академик НАН Беларуси, д.т.н., Ковалев В.А., д.т.н. (главный редактор), Колесников В.Ф., д.т.н., Конторович А.Э., академик РАН, д.т.н., Коротков А.Н., Лесовая Н.К. (отв. секретарь), д.т.н., Мазикин В.П., д.т.н., Мальшев Ю.Н., академик РАН, д.т.н., Маметьев Л.Е., д.т.н., Масленников Р.Р., к.т.н., Нестеров В.И., д.т.н., Першин В.В., д.т.н., Петрик П.Т., д.х.н., Ренев А.А., д.т.н., Тайлаков О.В., д.т.н., Трубчанинов А.Д., к.т.н., Угляница А.В., д.т.н., Федяев М.Ю., к.т.н., Хмяляйнен В.А., д.т.н., Цзяо Ви-го, д.т.н., Черкасова Т.Г., д.х.н., Шевченко Л.А., д.т.н., Юй Шен-вэнь, д.т.н.

Журнал включен в "Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук".

Кемерово  
© Кузбасский государственный  
технический университет  
имени Т.Ф.Горбачева, 2014

Адрес редакции: 650099,  
Кемерово, ул. Дзержинского 9,  
комн. 2100, тел.39-69-28  
http: www.kuzstu.ru  
e-mail: tma\_vt@kuzstu.ru

## СОДЕРЖАНИЕ

### ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

- Л.Е. Маметьев, А.А. Хорешок, А.Ю. Борисов, А.В. Воробьев.* Совершенствование конструкций узлов крепления дискового инструмента на коронках проходческих комбайнов ..... 3
- В.А. Ковалев, А.А. Хорешок, Б.Л. Герике, С.Г. Мухортиков.* Диагностика технического состояния редукторов проходческого комбайна СМ-130К по результатам анализа работающего масла ..... 6
- В.И. Клишин, Д.И. Кокоулин, А.П. Гуртенко.* Обоснование параметров и разработка станков для бурения скважин из подземных горных выработок. .... 11
- В.Ю. Тимофеев, М.В. Дохненко.* Определение параметров силового распределения в элементах волновой передачи с промежуточными телами качения с полым валом в трансмиссии геодода ..... 16
- С.Г. Мухортиков.* Диагностика редуктора резания проходческого комбайна избирательного действия ..... 19
- П. Б. Герике.* Определение дефектов динамического оборудования тяговых лебедок экскаваторов типа драглайн по параметрам механических колебаний ..... 21
- П. Б. Герике.* Выявление дефектов напорных лебедок экскаваторов типа ЭКГ методами контроля по параметрам механических колебаний ..... 26
- П.В. Бурков, С.П. Буркова, В.Ю. Тимофеев, А.А. Ащеулова, Д.А. Захаров.* Исследование взаимодействия диагностического дефектоскопа с трупопроводом методом конечных элементов ..... 30

### ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

- В.И. Клишин, У. Кислинг, М. Ройтер, А.О. Вессел.* Система автоматического управления крепью (САУК) как средство адаптации крепи к различным горно-геологическим условиям шахт Кузбасса. 34
- А.С. Кондратенко, В.В. Тимонин, А.А. Абыров, М.К. Госманов, Б.У. Есенев, Е.Б. Жаркенов.* Технология безопасного сооружения бесшпунтовых горизонтально-наклонных скважин ..... 40
- И.А. Паначев, И.В. Кузнецов.* Взаимосвязь напряжений в металлоконструкциях заднего моста большегрузных автосамосвалов и удельных затрат энергии при транспортировании горной массы ..... 45
- И.А. Паначев, И.В. Кузнецов.* Анализ напряженно-деформированного состояния металлоконструкций балки заднего моста большегрузных автосамосвалов ..... 49
- О. Н. Камкичева.* Минералогия кальцифиров месторождения Ормизан (Киргизия) ..... 53
- Б. А. Анферов, Л. В. Кузнецова.* Формирование раздельных транспортных потоков горной массы в шахте при выемке угольных пластов с ценными химическими элементами ..... 57

### ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

- Е.К. Ещин.* Об управлении пуском асинхронного электродвигателя ..... 62
- А.В. Липин.* Разработка математической модели взаимодействия постоянного магнита и электромагнита ..... 65
- А.В. Липин.* Актуальность и принципы функционирования устройства «Многокоординатный электродвигатель» ..... 68

### ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

- К.Л. Панчук, А.С. Нитейский.* Дифференциально-геометрический метод образования развертывающихся поверхностей ..... 70

### АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ

- А.Ю. Захаров, А.Ю. Воронов.* Влияние некоторых факторов на производительность карьерных экскаваторно-автомобильных комплексов ..... 74

### ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- А.А. Симонова, Н.В. Верезуб, Л.И. Пупань.* Особенности процесса резания субмикроструктурных двухфазных титановых сплавов ..... 77
- А.С. Потапов, А.И. Хлебников.* Теоретическое и экспериментальное исследование реакционной способности 1,2-ди(пиразол-1-ил)-1,2-дихлорэтанола в реакциях замещения и элиминирования ..... 84
- Г.П. Хохлова, Ч.Н. Барнаков, Л.М. Хицова, З.Р. Исмагилов.* Особенности термопревращения каменноугольного пека в условиях низкотемпературной каталитической графитации ..... 89

<i>Т.В. Буланова, И.В. Исакова, Т.Г. Черкасова.</i> Изучение процессов термолитиза рейнекатов комплексов марганца (II) и лантана (III) с диметилсульфоксидом. ....	96
<i>А.В. Маркидонов.</i> О возможности создания капиллярных структур в кристалле путем деления латентных треков ударными волнами (компьютерное моделирование) .....	99
<b>ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА</b>	
<i>А.С. Сорокин.</i> Распространение обобщенного уравнения Лёвнера на отображения, однолистные в конечносвязных областях. ....	104
<b>ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ТРУДА</b>	
<i>Л.А. Шевченко, А.Н. Поздняков.</i> Методика оценки комплексного риска возникновения аварий, инцидентов, несчастных случаев и экологического ущерба, на опасных производственных объектах электроэнергетики на примере ОАО «Южно-Кузбасская ГРЭС» ..	106
<i>Л.А. Шевченко, А.Н. Поздняков.</i> Алгоритм оценки эффективности системы управления охраной труда и промышленной безопасностью на опасных производственных объектах электроэнергетики на примере ОАО «Южно-Кузбасская ГРЭС» .....	111
<b>ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ</b>	
<i>Ю.А. Фридман, Е.Ю. Логинова, Г.Н. Речко.</i> Конкуренция в угольной отрасли Кузбасса: введение в проблему .....	117
<i>Jürgen Kretschmann.</i> Sustainable Land Management in Urban Areas: The Ruhr Area as a Role Model .....	127
<i>Т.Л. Смирнова.</i> Институциональная природа рынка рабочей силы как фактор трансформации экономики в России .....	133
<i>Н.И. Миндияров, К.Э. Рейзенбук.</i> Разработка торговой системы для прогнозирования котировок акций и автоматической торговли на фондовом рынке .....	139
<i>А.Н. Малюгин, Е.И. Колотовкина, И.В. Кудиенко.</i> Проблемы обеспечения необходимой инфраструктурой земельных участков города Кемерово .....	144
<i>А.Ю. Тюрин.</i> Городские распределительные центры в концепции городской логистики .....	146
<b>ИСТОРИЧЕСКИЕ НАУКИ</b>	
<i>А.М. Илюшин, В.А. Борисов, В.А. Бутьян.</i> Полевые исследования Кузнецкой комплексной археолого-этнографической экспедиции в 2012 году .....	149
<i>М.А. Орлов.</i> Кемеровский лагерь военнопленных и интернированных № 503 (1945 – 1949 гг.) .....	160
<b>ФИЛОСОФСКИЕ НАУКИ</b>	
<i>С.П. Мякинников, А.В. Муранова.</i> Социодуховные средства урегулирования отношений этносов и природы (на примере современной России) .....	166
<b>СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ</b>	
<i>М.М. Петрова, Д.Н. Долганов, Л.И. Законнова, И.Ю. Верчагина.</i> Осведомленность о системах электронных услуг и электронного правительства как метамотивационный процесс .....	170
<i>Э.Н. Вольфсон, Н.Е. Драгунова, С.А. Арутюнян, Ю.Е. Логунова.</i> Дебюрократизация в процессе аттестации государственных гражданских служащих Российской Федерации.....	175
<i>Н.А. Заруба, А.В. Кожевникова.</i> Корпоративное обучение специалиста как фактор повышения уровня функционирования муниципальной образовательной организации .....	177
<b>ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ</b>	
<i>М.А. Тынкевич, И.Е. Трофимов, А.Г. Пимонов.</i> Специальность «Прикладная информатика (в экономике)»: проблемы и опыт подготовки специалистов .....	181
<b>РЕФЕРАТЫ</b> .....	187
<b>СПИСОК АВТОРОВ</b> .....	197

Ответственный редактор -  
к.ф.-м.н., профессор кафедры  
прикладных информационных  
технологий КузГТУ  
- М.А.Тынкевич

Дизайн обложки -  
Ю.Е.Волчков, Д.А. Бородин

Подписано к печати 10.02.2014

Формат 60×84 /8.  
Бумага офсетная.  
Печать офсетная.  
Гарнитура Таймс.  
Уч.-изд. л. 20.  
Тираж 150 экз.  
Заказ 37

Кузбасский государственный  
технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева  
650000, Кемерово,  
ул. Весенняя, 28.

Полиграфических цех КузГТУ

650000, Кемерово,  
ул. Д.Бедного, 4а

Лицензия на издательскую дея-  
тельность ИД № 06536