



Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ИННОВАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ
РАЗВИТИЯ ГОРНОГО
МАШИНОСТРОЕНИЯ
И ЭЛЕКТРОМЕХАНИКИ: IPDME-2017»**

СБОРНИК ТРУДОВ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

**23-24
марта
2017**



СУЭК
СИБИРСКАЯ УГОЛЬНАЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ

ИЗ-КАРТЭКС
ИМЕНИ П.Г.КОРОБКОВА
ГРУППА ОМЗ



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**ИННОВАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ГОРНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ
И ЭЛЕКТРОМЕХАНИКИ: IPDME-2017**

Сборник научных трудов

23-24 марта 2017

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2017

УДК 656; 621
ББК 39:34-08*3,2
И 665

В сборник включены статьи отечественных и зарубежных ученых и специалистов, представленные на международной научно-практической конференции «Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2017».

В статьях рассмотрены актуальные задачи и экспертные мнения в области инновационных научно-практических направлений развития горного машиностроения и электромеханики.

Материалы сборника могут быть полезны инженерам в практической деятельности, научным работникам, аспирантам, студентам в научно-исследовательской и учебно-методической работе.

Научные редакторы: профессор *В.В.Максаров*, профессор *В.В.Габов*.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I ГОРНЫЕ МАШИНЫ

Авксентев С.Ю., Абдулаев Э.К. Удельная энергоёмкость гидравлического транспортирования продуктов переработки минерального сырья	10
Александров В.И., Авксентьев С.Ю. Эффективность применения труб с полиуретановым покрытием в системах гидротранспорта	14
Андреева Н.Е. Сенсорная сортировка минерального сырья.....	19
Баженов А.А. Перспективы применения ленточных конвейеров с прижимной лентой.	21
Баталов А. П., Королев И.А. К вопросу о комплексной оценке технического уровня гидравлических молотов.....	23
Беляев А.И., Малихина О.В. Реновация горного оборудования сварочными технологиями с учетом мер применяемых в целях экономической безопасности в Российской Федерации.....	26
Волчек О.М., Высоцкая Н.А. Анализ влияния передаточного числа трансмиссии очистного комбайна на его долговечность	30
Габов В.В., Королев А.И. Адаптация очистного комплекса при отработке выемочного столба к изменяющимся горно-геологическим условиям внедрением забойного зарубного конвейера.....	32
Джафаров К.А., Михайлов А.В. Ширина захвата щеточного подборщика торфа.....	35
Жигульская А.И., Яконовская Т.Б., Оганесян А. С. Биоэнергетическое комплексное использование торфа в мобильной технологии полного цикла для нужд ЖКХ и АПК	38
Зюзин Б.Ф., Жигульская А.И., Яконовская Т.Б., Жигульский М.А. Технологический парк торфоразработок России: проблемы структуры и износа.....	42
Романова В.С. Способ исследования процесса послыйного разрушения пород при комбинированных видах нагрузок.....	46
Тимухин С.А., Ислентьев А.О., Чураков Е.О. Проблемы создания шахтных секционных двухпоточных насосов	48
Казаков С.В., Шишкин Е.В. Использование вибрационной конусной дробилки для дезинтеграции особо прочных материалов..	51
Кондратович С.К. Автоматизация горно – шахтных машин.	55
Коптев В.Ю. Выбор транспортных машин для проектирования транспортных систем горных предприятий	57
Кужелев А.И., Александров В.И. Комплексное диагностирование автосамосвалов.....	61

Кучик А.С. Расчетное обоснование структуры и параметров привода исполнительного органа комбайна избирательного действия	64
Насонов М.Ю., Лыков Ю.В., Чубарков А.Г. Живучесть металлоконструкций экскаваторов при наличии растущих в них трещин	68
Махараткин П.Н., Яблоков И.Н. Повышение коэффициента технического использования системы трубопроводного транспорта на производственном объединении ООО «КИНЕФ»	73
Михайлов А.В., Абакарова Д.Г. Выбор оборудования для вывозки торфяного сырья	76
Габов В.В., Нгуен Кхак Линь Состояние и перспективы использование очистных механизированных комплексов на шахтах Вьетнама	79
Продоус О.А. Чугунные трубопроводы для горнодобывающей промышленности	82
Стебнев А.В., Мухортиков С.Г., Задков Д.А. Анализ работы очистных механизированных комплексов в условиях шахт АО «СУЭК-Кузбасс». ..	84
Тимофеев Д.Ю., Кошелева Е.В. Повышение качества изготовления деталей из титановых сплавов с применением метода предварительного локального пластического деформирования	89
Шишкин П.В., Труфанова И.С., Кузьминов С.В. Увеличение концентрации гидросмеси при подводной разработке месторождений полезных ископаемых	92
Юнгмейстер Д.А., Мельников Д.А. Конструкции горных машин с модернизированными ударными исполнительными органами для горнопроходческих работ	96

РАЗДЕЛ II ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Абрамович Б.Н. Система многоступенчатого автоматического ввода резерва в электрических сетях предприятий минерально-сырьевого комплекса	101
Бельский А.А. Электротермический комплекс для прогрева ствола нефтяной скважины с питанием от ветроэлектрической установкой	103
Бельский Р.А., Фролов В.Я. Исследование плазмы выхлопа мультикамерных разрядников, предназначенных для работы в сетях 10-35 кв при грозовых перенапряжениях	107
Большунова О.М., Коржев А.А., Камышьян А.М. Модернизация бортовой системы карьерного автосамосвала	110
Васильев Б.Ю., Калашников О.В., Олейникова А.М., Ивановский А.И. Исследование энергетических характеристик преобразователей частоты различных структур буровых установок	114
Васильков О.С., Шклярский Я.Э. Влияние высших гармоник на измерение реактивной энергии в электрических сетях	120

Вахнина В. В., Дубинин М. В. Анализ тока намагничивания силового трансформатора с бронестержневой конструкцией магнитной системы при возмущениях космической погоды	124
Вершинин В.И., Скворцов Б.А., О возможности использования матричного преобразователя частоты в электроприводе горных машин	128
Войтюк И.Н., Коптева А.В. Испытание вторичного преобразователя системы для измерения объемной плотности твердых полезных ископаемых	133
Выболдин Ю.К., Борисов С.В. Влияние импульсных помех на помехоустойчивость каналов связи и управления в под-земных сооружениях.....	137
Горбач Н.С., Пшелко Н.С., Растворова И.И. Электростатические крепежные устройства: расчет и применение	141
Жилиготов Р.И., Фролов В.Я.	144
Векторное управление синхронным двигателем с постоянными магнитами на базе микроконтроллера texas instruments C2000.....	144
Жуковский Ю.Л. Применение технологии «промышленного интернета вещей» для управления жизненным циклом электромеханического оборудования.....	147
Зырин В.О., Штыков А.А., Шафхатов Е.Р. Разработка системы управления забойным электропарогенератором для добычи газовых гидратов	151
Иванченко Д.И., Олейников Ю.В. Моделирование перенапряжений при коммутации вакуумных выключателей.....	155
Карапетян К.Г., Денисова О.В. Перспективные технологии получения микролинз для видеокамер робототехнических систем ..	158
Маларев В.И., Коптева А.В. Исследование режимных параметров работы скважинного электродного нагревателя изолированного типа.....	161
Костин В.Н. Повышение надежности системы электроснабжения угольной шахты.....	165
Лебедев В.А., Борейко Р.М. Влияние температуры атмосферного воздуха на энергетическую эффективность паровых турбин в составе парогазовых установок.....	169
Ljiljana Medic Pejic^a, Javier García Torrent^{a,b}, Nieves Fernandez Añez^a, Jorge Martín Molina-Escobar^c Prevention and protection against propagation of explosions in underground coal mines	172
Минакова Т.Е. Концепция развития микропроцессорных средств релейной защиты и автоматики предприятий горной промышленности на основе рэнкинговых алгоритмов.....	178
Шонин О.Б., Новожилов Н.Г. Обеспечение работоспособности асинхронного частотно-регулируемого электропривода с векторной системой управления при провалах напряжения сети	181

Першин И.М., Первухин Д.А., Ильюшин Ю.В., Афанасьева О.В. Проектирование распределенных систем управления гидrolитосферными процессами. Выбор оптимального числа добывающих скважин.....	185
Першин И.М., Первухин Д.А., Ильюшин Ю.В., Афанасьева О.В. Проектирование распределенных систем управления гидrolитосферными процессами. Синтез распределенных систем управления.....	189
Терехов В.Г., Петров И.С. Способы снижения временных затрат на сжатие потока видеoinформации.....	195
Сафин Н.Р., Прахт В.А., Дмитриевский В.А. Совершенствование методики токовой диагностики асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором.....	198
Семыкина И.Ю., Григорьев А.В., Гаргаев А.Н. Подходы к созданию роботизированного проходческого комбайна в условиях безлюдной шахты	202
Семыкина И.Ю., Скребнева Е.В. Проблема надежности внешнего электроснабжения угольных шахт	206
Семыкина И.Ю., Тарнецкая А.В. Задачи управления синхронным электроприводом безредукторного мотор-барабана ленточного конвейера.....	209
Скамьин А.Н., Шклярский А.Я. Компенсация реактивной мощности с учетом генерирования высших гармоник сторонними потребителями	211
Skamyin A.N., Shklyarskiy A.Y. Reactive power compensation considering high harmonics generation from internal and external nonlinear load	211
Соловьев С.В., Барданов А.И. Шклярский Я.Э. Обзор способов электрификации районов со слаборазвитой электроэнергетической инфраструктурой	215
Спесивцев Б.И., Хизбуллин А.Ф. Сравнительный анализ вариантов теплоснабжения жилого района	219
Стрижова Т.А., Христофоров Е.И. Особенности электрохимической защиты магистрального нефтепровода для предприятий крайнего севера.....	221
Сычев Ю.А. Анализ эффективности применения гибридных систем коррекции показателей качества электроэнергии в системах электроснабжения предприятий минерально-сырьевого комплекса...	223
Tomilin A.K., Kurilskaya N.F. Transversal vibrations of an elastic rod in the magnetic field under simultaneous kinematic and force action	226
Шклярский А.Я., Шклярский Я.Э. Учет реактивной мощности при наличии искажений в электрической сети.....	230
Момот Б.А., Яковлева Э.В. Разработка технологии создания интеллектуальных систем управления энергетическими установками и движительными комплексами для морских робототехнических систем	232

Шпенст В.А.

Адаптация подготовки специалистов в области электромеханики к современному состоянию экономики на примере горного университета 235

**РАЗДЕЛ III
МАШИНОСТРОЕНИЕ**

Алексеева Л.Б.

Оценка эффективности виброизолятора при силовом возбуждении колебаний 242

Васильева М.А., Стефан Фёйт

Исследование параметров потока в индукционном перистальтическом насосном агрегате..... 244

Norbert Schilling, Guido Schneider, Stefan Vöth

Redundant Safety Device for Hand Lever Hoist – especially Chain Hoist 248

Егоров С.В.

Робототехнические комплексы в горнодобывающей промышленности 253

Ковалев А.В.

Разработка принципиальных технологических схем шароструйного бурения скважин 257

Красный В.А., Бевза В.Ф., Груша В.П.

Повышение качества заготовок деталей горного и нефтеперерабатывающего машиностроения из чугуна «нирезист» методом направленного затвердевания металла..... 260

Ланков П.Ю., Арвеладзе А.С.

Об учете влияния времени года на показатели надежности деталей машин для последующего прогноза остаточного ресурса 264

Леонидов П.В.

Анализ фактического запаса точности обрабатываемой поверхности при использовании демпфирующих свойств державки режущего инструмента, обладающего анизотропными свойствами 267

Лутов Д.А.

Критерии выбора необходимого парка транспортно – технологических машин для выполнения работ по обеспечению безопасной эксплуатации автомобильных дорог в зимнее время года 272

Лутов Д.А., Петрова М.А.

Разработка технологии снегоочистки и определение необходимого количества транспортно – технологических (снегоочистительных) машин..... 279

Махов В.Е., Максаров В.В.

Высокоточный контроль режущего инструмента оптико-электронной системой светового поля. 285

Максаров В.В., Ольт Юрий

Технологическое обеспечение качества обработки труднообрабатываемых материалов при использовании процесса сегментации стружки 289

Менухова Т.А.

Методологический подход к определению автотранспортных средств на заявку при планировании междугородных перевозок 293

Осминко Д.А., Важенин А.Ю.

Повышение качества изготовления деталей из титановых сплавов с применением инструмента, обладающего анизотропными свойствами 296

Соловьев И.В., Темпель Ю.А., Темпель О.А.

Применение метода конечных элементов для управления размерной точностью обработки деталей на станках с ЧПУ 298

Тимофеев Д.Ю., Кошелева Е.В.

Повышение качества изготовления деталей из титановых сплавов с применением метода предварительного локального пластического деформирования..... 302

Халимоненко А.Д., Голиков Т.С.

Анализ устойчивости работы многолезвийного инструмента, оснащенного режущей керамикой 305

РАЗДЕЛ IV МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Боридько Л.Ш., Красовский А.Н., Мякин С.В., Корниенко В.А.

Модификация поверхности алюмомагниево-вольфрамовой вольги под воздействием ускоренных электронов и плазмы высокочастотного емкостного разряда..... 309

Борисова Л.Г.

Оценка износостойкости углеродистых и низколегированных сталей упрочненных цианированием..... 310

Бригаднов И.А.

Фазовые превращения в шаре при ударном сжатии 314

Ганзуленко О.Ю., Исайкина Е.Ю.

Особенности маркировки прецизионным лазерным комплексом изделий машиностроения с криволинейной поверхностью 318

Ерошкин С.Ю., Лебедева Н.В., Маркова Ю.М.

Диффузионное превращение высокотемпературного аустенита в стали 3Cr-Ni-Mo-V композиции 321

Горшкова Т.П., Бобков К.А.

Исследование хладостойкости низколегированных сталей 322

Джаббаров Ш.Н., Пряхин Е.И.

Способы защиты от коррозии оборудования по добыче нефти и газа методом диффузионного покрытия металлами 326

Коляда Е.М.

Перспективы использования стеклянного вторсырья в современном ландшафтном искусстве.... 330

Левагин Е.Ю.

Влияние обработки комплексными модификаторами на состав и морфологию неметаллических включений в среднелегированной конструкционной стали..... 333

Маркова Ю.М., Лебедева Н.В., Громова Н.Б.

Анализ характера превращений при изотермической выдержке и непрерывном охлаждении в высокохромистой стали мартенситного класса..... 334

Маркова Ю.М., Лебедева Н.В., Громова Н.Б.

Особенности изотермического диффузионного превращения в высокохромистой стали..... 336

Маркова Ю.М., Лебедева Н.В., Громова Н.Б.

Применение вакуумного травления при исследовании сталей и сплавов дилатометрическими методами..... 337

Мартынов В.Л., Пряхин Е.И., Безматерных А.В.

Использование лазерных технологий для повышения достоверности обнаружения углеводородных месторождений на морских акваториях..... 338

Пузиков Ю.С.

Орбитальная сварка стыковых соединений труб жаропрочных, жаростойких сплавов для печей пиролиза. 341

Новоскольцев Н.С., Рябов В.В., Веретенникова Ю.В.	
Построение температуро-деформационных карт структурообразующих процессов при горячей деформации сжатием новой среднеуглеродистой среднелегированной стали.	346
Пирайнен В.Ю., Эстрин Ю.	
Новая концепция дорожного строительства в нефтедобывающих районах Западной Сибири.....	347
Пряхин Е.И., Крукович В.В.	
Применение лазерной технологии для маркировки экспонатов Горного музея.....	353
Пряхин Е.И., Старцев В.Н., Шарапова Д.М.	
Структуризация и моделирование процессов локальных кратковременных нагревов применительно к дуговым технологиям сварки и ремонта сварных соединений.....	355
Растворова И.И.	
Оптимизация электромагнитных систем воздействия на металлы в твердожидком состоянии	360
Сивенков А.В., Кончус Д.А., Зверькова Е.И.	
Влияние лазерной маркировки на изменение структуры и свойств стали аустенитного класса....	364
Смирнова Д.Л., Маркова Ю.М., Ерошкин С.Б.	
Влияние режимов ПТО (ПФО) на структуру и механические свойства стали 20Х3НМФА.....	368
Смирнова Д.Л., Маркова Ю.М., Цуканов Д.В.	
Кинетика бейнито-мартенситного превращения в стали 3Cr-Ni-Mo-V композиции с 0,2%С.....	369
Титов Д.С., Шугаев А.Ю.	
Влияние параметров динамической сварки на прочностные характеристики биметалла	370
Цуканов В.В., Зиза А.И.	
Исследование превращений остаточного аустенита при отпуске высокопрочной стали Cr-Ni-Mo-V композиции	371
Шахназаров К.Ю.	
Новая версия закона Курнакова о связи свойств двойных сплавов с диаграммами фазового равновесия.....	373
Шекин С.И.	
Роль неметаллических включений в металле швов низколегированных сталей при автоматической сварке под флюсом.....	374

При моделировании работы замкнутой системы управления, регулятор моделировался с использованием соотношения (5), а объект с использованием дискретных аналогов уравнений в частных производных, приведенных выше. По результатам моделирования был получен график переходного процесса в точке расположения второй рабочей скважины. Аналогичные графики получены и для других точек расположения скважин.

На рис.5 приведен график уровня $H_2(x=240\text{м.}, y, z=36, \tau=20 \text{ суток})$.

Как следует из графика, приведенного на рис.4 система обладает хорошими динамическими свойствами и гладко выводит объект на заданный режим.

Использование распределенных входных воздействий (несколько добывающих скважин) позволяет снизить нагрузку на пласт и обеспечить технологическую безопасность эксплуатации месторождения.

Показанная методика проектирования распределенных систем управления может применяться в различных отраслях.

Литература

1. Grigoriev V.V., Mansurova O.K. Qualitative exponential stability and instability of dynamical systems. Preprints of 5 th IFAK Symposium on Nonlinear Control Systems (NOLCOS'01). St.-Petersburg 2001.
2. Веселов Г.Е., Першин М.И. Проектирование распределенных систем управления гидролитосферными процессами. Известия вузов. Геология и разведка. - № 1, 2016. С. 99-105.
3. Martirosyan A. V., Martirosyan K. V., Pershin I.M. Analysis of the Caucasus Mineral Waters' Field's Modeling. Modern Applied Science; Vol. 9, No. 1; 2015 ISSN 1913-1844 E-ISSN 1913-1852 Published by Canadian Center of Science and Education p.p.264-271
4. Pershin I.M., Drovosekova, T.I. Peculiarities of modelling hydro-lithospheric processes in the region of Kavkazskiye Mineralnye Vody (caucasus mineral springs). Proceedings of the 19th International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2016. 7519732, pp. 215-217.
5. Малков А.В., Першин М.И. Оперативное и стратегическое управление режимами эксплуатации гидролитосферных объектов Недропользование XXI век. Межотраслевой научно-технический журнал. № 6а (44) январь 2014 стр 40-47
6. Першин И.М., Дубогрей В.Ф, Малков А.В. Методика синтеза распределенных систем управления режимами эксплуатации месторождений минеральных вод. Известия вузов. Геология и разведка. - № 2, 2012. С.74-78
7. Малков А.В., Першин И.М. Обоснование экологически безопасных режимов эксплуатации минеральных вод района КМВ Недропользование XXI век. Межотраслевой научно-технический журнал. №5 (42) октябрь 201 стр 46-53

УДК 621.38

Терехов Владимир Георгиевич,
к.т.н., доц. каф. Электронных Систем,
Петров Илья Сергеевич,
асп. каф. Электронных Систем,
Санкт-Петербургский Горный университет

Способы снижения временных затрат на сжатие потока видеоинформации

Аннотация. Рассмотрены способы снижения временных затрат на сжатие потока видеоинформации путем ускорения выполнения дискретного косинусного преобразования, который является основным этапом видеосжатия. Проанализированы несколько подходов ускорения ДК-преобразований.

Ключевые слова: временные затраты, дискретные косинусные преобразования, сжатие потока видеоинформации, конвейеризация, параллельная обработка информации.

Ways to reduce the time expenses on flow compression of video information.

Abstract. The ways of reducing the time expenses for compression of video flow by accelerating the implementation of discrete cosine transform, which is the main stage of video compression. Analyzed several acceleration approaches DK-transformations.

Keywords: time expenses, discrete cosine transforms, compression, video information, pipelining, parallel processing of information.

Основным элементом обработки видеoinформации являются прямое и обратное дискретные косинусные преобразования (ДКП), с помощью которых выполняется пространственно-частотное перераспределение энергии сигнала. ДКП, согласно ГОСТ Р 52210-2004 – это спектральное преобразование телевизионного видеосигнала, обеспечивающее формирование набора коэффициентов для идентификации избыточности потока цифровых данных в блоке отсчетов телевизионного видеосигнала.

Дискретное косинусное преобразование является основным этапом видеосжатия, без которого сам процесс компрессии видеопотока невозможен. Следовательно, ускорение выполнения дискретного косинусного преобразования является актуальной задачей.

Анализ предметной области показал несколько подходов ускорения процесса ДК-преобразований:

- использование конвейеризации;
- использование параллельной обработки информации;
- изменение формы представления числа;
- совершенствование алгоритмов обработки.

При использовании первого подхода процесс ДКП делится на несколько простых этапов, каждый из которых реализуется отдельным устройством таким образом, что результат выполнения операции на текущем функциональном блоке, реализующим какой-то конкретный этап вычислений, поступает на вход следующего блока, где над ним выполняется следующая операция.

При использовании параллелизма устройство обработки делится на несколько каналов, каждый из которых работает независимо от других, но все они выполняют одинаковые операции над разными входными данными.

При использовании третьего подхода возможны различные пути реализации устройства ДКП. Первый путь связан с уменьшением разрядности числа, что позволяет ускорить выполнение операции ДКП, однако приводит к ухудшению качества изображения.

Другой путь – изменить саму форму представления числа, использовать другую систему счисления. В частности в работе по гранту Российского фонда фундаментальных исследований рабочей группой ПВИРЭ КВ использована система остаточных классов, в которой число представляется в виде кортежа остатков от деления исходного числа на делители, являющиеся основаниями системы счисления на остаточных классах. При этом если основания такой системы счисления – простые числа, то данное представление числа будет единственным, а диапазон представления чисел равняется произведению всех оснований системы счисления [1].

При использовании четвертого подхода оптимизируются сами алгоритмы ДК-преобразования, по которым можно получить конечный результат. В качестве примера можно привести классический алгоритм ДКП. В каноническом виде формула двумерного дискретного косинусного преобразования выглядит следующим образом:

$$F(u, v) = (1/4)C(u)C(v) \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 p(x, y) \left[\cos \frac{(2x+1)u\pi}{16} \right] \left[\cos \frac{(2y+1)v\pi}{16} \right]$$

Реализация типового алгоритма потребует 2178 операций умножения и 1024 операции сложения. Однако такое количество можно сократить, если вместо канонической формы ДКП использовать матричную форму:

$$R = C \times F \times C^T,$$

где C – матрица коэффициентов (размерность матрицы - 8×8 элементов), заранее рассчитанных и хранимых аппаратно; F – обрабатываемый макроблок экрана, размерность блока - 8×8 пикселей, он же - матрица замеров; C^T – транспонированная матрица C ; R – результирующая, искомая матрица.

Для выполнения ДК-преобразований в матричной форме потребуется всего лишь 512 умножений и 448 сложений для каждой операции матричного умножения, а для всего матричного ДКП – 1024 и 896 операций соответственно.

Помимо самого алгоритма дискретного косинусного преобразования можно улучшить еще и алгоритм перемножения матриц. Стандартный, классический алгоритм перемножения матриц размерностями $a \times b$ и $b \times c$ требует выполнения abc умножений и $a(b-1)$ сложений, что для случая перемножения квадратных матриц 8×8 и дало уже упомянутые числа – 512 и 448. Однако существует и более эффективные алгоритмы матричного умножения – алгоритмы Винограда и Штрассена [3, 5].

Оба этих алгоритма предполагают ускорение процесса перемножения матриц за счет того, что в них увеличивается количество сложений, но уменьшается количество умножений. Выигрыш приобретается за счет того, что в любой позиционной системе счисления с позиционной арифметикой процесс умножения n -разрядных чисел реализуется как минимум в $(n-1)$ раз дольше, чем процесс их сложения.

Вообще, алгоритм Винограда при использовании его на позиционной системе счисления может потребовать 320 умножений и 880 сложений. Если взять, что два 10-разрядных числа складываются не меньше 10 тактов, а умножаются не меньше 100, то алгоритм Винограда дает выигрыш в 14880 тактов при перемножении двух матриц 8×8 в позиционной системе счисления.

Алгоритм Штрассена потребует примерно 345 умножений и 1686 сложений. Однако на практике алгоритм применяется редко из-за необходимости тщательного отслеживания рекурсии.

Вывод: использование системы остаточных классов очень заманчиво, поскольку может дать достаточно большой выигрыш в производительности вычислительного устройства, но требует от разработчиков дополнительных затрат на создание устройств, оперирующих в данной системе счисления. В случае, когда такого быстрого действия не требуется, вполне возможным видится такой вариант: ограничиться позиционной системой счисления с использованием перемножения матриц по алгоритмам Винограда или Штрассена.

Список литературы:

1. Акушский И.Я., Юдицкий Д.И., Машинная арифметика в остаточных классах // Сов. Радио. Москва, 1968.-439с.
2. Акушский И.Я., Амербаев В.М., Пак И.Т., Основы машинной арифметики комплексных чисел // Наука. Алмата-Ата, 1973.-192с.
3. Цифровое преобразование изображений: Учеб. пособие для вузов / Р.Е. Быков, Р.Фрайер, К.В. Иванов, А.А. Манцветов; Под. ред. проф. Р.Е. Быкова // Горячая линия. Телеком. Москва, 2003г.
4. Макконел Д. Основы современных алгоритмов. // Техносфера. Москва, 2004г. - 366с.
5. Сэломон Д. Сжатие данных, изображений и звука. // Техносфера. Москва, 2004г. - 366с.

Научное издание

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**ИННОВАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ГОРНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ
И ЭЛЕКТРОМЕХАНИКИ: IPDME-2017**

Сборник научных трудов

23-24 марта 2017

Статьи публикуются в авторской редакции

Печатается с оригинал-макета, подготовленного на электромеханическом факультете

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.02

Подписано к печати 20.03.2017. Формат 60×84/8. Уч.-изд.л. 37.

Тираж 100 экз. Заказ 221. С 51.

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Россия, 199106, Санкт-Петербург, 21-я линия, д. 2
www.spmi.ru