



МАТИ

**Министерство образования и науки РФ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«МАТИ – Российский государственный технологический  
университет имени К.Э. Циолковского»

## **ИЗБРАННЫЕ НАУЧНЫЕ ТРУДЫ**



**ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ»  
11 – 12 Марта 2015 года**

Москва 2015

**Министерство образования и науки РФ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«МАТИ – Российский государственный технологический  
университет имени К.Э Циолковского»

Кафедра «Управление качеством и сертификация»

# **ИЗБРАННЫЕ НАУЧНЫЕ ТРУДЫ**

**Четырнадцатая Международная  
научно-практическая конференция  
«Управление качеством»**

**11 – 12 Марта 2015 года**

**Москва 2015**



УДК 658.562

**С 28 Избранные научные труды четырнадцатой Международной научно-практической конференции «Управление качеством», 11-12 Марта 2015 года / ФГБОУ ВПО «МАТИ – Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского» М.. ПРОБЕЛ-2000, МАТИ, 2015.- 472 с.**

ISBN 978-5-98604-487-3

**Редакционный совет:**

Председатель редакционного совета:

Васильев В.А. – заведующий кафедрой «Управление качеством и сертификация», д.т.н., профессор, заслуженный работник Высшей школы Российской Федерации.

Члены редакционного совета:

проф., д.т.н. Азаров В.Н., к.т.н. Александров М.Н. к.т.н. Барменков Е.Ю., проф., д.т.н. Бирбраер Р.А., к.т.н. Борзов В.И., доц., к.т.н. Борисова Е.В., проф., д.т.н. Галкин В.И., проф., д.т.н. Лозован А.А., доц., к.т.н. Одинокоев С.А., к.э.н. Петров В.Е., проф., д.т.н. Помазанов В.В., проф., д.т.н. Серов М.М., проф., д.т.н. Цырков А.В., проф., д.т.н. Черняев А.В.

ISBN 978-5-98604-487-3

**Информация о конференции**

**Название конференции:**

Четырнадцатая Международная научно-практическая конференция «Управление качеством»

**Секции конференции:**

- «Управление качеством: теория и практика»;
- «Бережливое производство».

**Сроки проведения конференции:**

11-12 Марта 2015 года

**Место проведения конференции:**

ФГБОУ ВПО «МАТИ – Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского»

**Организаторы конференции:**

- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «МАТИ – Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского»
- Орган по сертификации систем менеджмента качества АНО «УНЦ «ЭККОС»



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>КАЧЕСТВО КАК ЭЛЕМЕНТ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОЙ ЭКОНОМИКИ</b> Васильев Виктор Андреевич	14
<b>НЕЗАВИСИМАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ</b> Азарьева Вера Владимировна	19
<b>РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЦЕССА В ТУРЦИИ В 2014-2015ГГ</b> Акыллы Хакан	24
<b>СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ОЦЕНКА ПОСТАВЩИКОВ</b> Алдошина Алена Игоревна	29
<b>УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ, НАДЕЖНОСТЬЮ И БЕЗОПАСНОСТЬЮ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ</b> Александров Марк Никитич	33
<b>МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ТС ТЖС НА ЭТАПЕ ИХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ</b> Александрова Светлана Викторовна	37
<b>АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К СВЕРХМАЛЫМ РИСКАМ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЁТОВ</b> Александровская Лидия Николаевна, Недайвода Анатолий Константинович, Кириллин Андрей Викторович	41
<b>МИРОВОЙ ОПЫТ УПРАВЛЕНИЯ НЕГАТИВНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ</b> Алмастьян Наируи Акоповна	46
<b>АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ, КАК ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РАЗРАБОТОК ПРИЕМНЫХ МОДУЛЕЙ РЛС</b> Андреев Иван Викторович	51
<b>ПРОГРАММА ОБУЧЕНИЯ РАБОТНИКОВ ОСНОВАМ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРИМЕРЕ ОАО «КАЛУЖСКИЙ ДВИГАТЕЛЬ»</b> Анцев Виталий Юрьевич, Витчук Наталья Андреевна	56

<b>ПРОБЛЕМАТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНСТРУМЕНТАРИИ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ</b> Ахрамович Алексей Александрович	62
<b>РАЗРАБОТКА НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ ВСЕОБЩЕГО УХОДА ЗА ОБОРУДОВАНИЕМ СИСТЕМЫ РЕМОНТА И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ</b> Ахтулов Алексей Леонидович, Ахтулова Людмила Николаевна, Шимохин Антон Владимирович	67
<b>АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ</b> Бабкин Дмитрий Юрьевич, Александров Марк Никитич	73
<b>АНАЛИЗ И ОБЩАЯ ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ НАДЕЖНОСТЬЮ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ АСУ</b> Балыбердин Валерий Алексеевич, Белевцев Андрей Михайлович, Степанов Олег Алексеевич	77
<b>ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РФ</b> Барабанова Людмила Андреевна	82
<b>ТЕПЛОМЕТРИЯ: ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ</b> Барабанова Ольга Алексеевна, Салмин Павел Александрович, Сапожников Сергей Захарович	86
<b>ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА НА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ПРОДУКЦИИ НА РЫНКАХ IT ИНДУСТРИИ</b> Барменков Евгений Юрьевич, Садыков Марк Раульевич	91
<b>РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРЕЧНЯ КРИТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИЗДЕЛИЙ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ</b> Белевцев Андрей Михайлович, Дворецкий Виктор Васильевич	95
<b>ОБ УПРАВЛЕНИИ УРОВНЕМ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ</b> Белевцев Андрей Михайлович, Степанов Олег Алексеевич, Шумило Дмитрий Александрович	99



<b>ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ARQR-ПРОЦЕССЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АВТОКОМПОНЕНТА</b>	104
Биктимирова Гузель Фанисовна	
<b>ПОТРЕБИТЕЛЬСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА КАЧЕСТВА ТОВАРОВ И УСЛУГ</b>	108
Борзов Виталий Игоревич	
<b>АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОСТРОЕНИЯ И АНАЛИЗА МОДЕЛИ ФОРСУНКИ ЖИДКОСТНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ</b>	112
Бутко Антон Олегович, Цырков Георгий Александрович	
<b>ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДУКЦИИ</b>	117
Вавилин Ярослав Александрович	
<b>ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЙ ТРЕБОВАНИЙ МЕЖДУНАРОДНОГО СТАНДАРТА ISO 9001 ОТ ВЕРСИИ 1994 ГОДА ДО ПРОЕКТА 2015 ГОДА</b>	121
Васильева Ирина Павловна	
<b>ЛОКАЛЬНАЯ РАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ</b>	127
Вилков Федор Евгеньевич, Лозован Александр Александрович, Касицын Алексей Николаевич	
<b>ПРОБЛЕМА СОСУЩЕСТВОВАНИЯ КОНЦЕПЦИИ ЗАПЛАНИРОВАННОГО УСТАРЕВАНИЯ И ФИЛОСОФИИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ</b>	131
Гаврилков Сергей Александрович	
<b>ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ ПРИ СОЗДАНИИ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ: СТАНДАРТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ</b>	135
Гаврючин Евгений Юрьевич, Бутрим Виктор Николаевич, Строигелев Владислав Николаевич	
<b>УПРАВЛЕНИЕ СТРУКТУРОЙ И СВОЙСТВАМИ ИЗДЕЛИЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ МЕТОДАМИ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ</b>	140
Галкин Виктор Иванович, Палтиевич Андрей Романович, Преображенский Евгений Владимирович, Головкина Марина Геннадьевна	

<b>РЕФЕРЕНСНЫЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СЖАТИЯ ВИДЕО</b>	145
Горохова-Алексеева Анастасия Викторовна, Королев Денис Александрович	
<b>РАЗВИТИЕ КОНЦЕПЦИЙ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ОСНОВЕ НОВОЙ ВЕРСИИ СТАНДАРТА ИСО 9001:2015</b>	154
Гришаева Светлана Андреевна	
<b>РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ</b>	159
Гулевитский Андрей Юрьевич, Чабаненко Александр Валерьевич	
<b>МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КАК ИНСТРУМЕНТ УЛУЧШЕНИЯ ПРОЦЕССОВ СРЕДНЕСРОЧНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РЕАЛИЗАЦИИ НИОКР ФЕДЕРАЛЬНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЫ</b>	164
Демиденко Юрий Анатольевич, Иванов Дмитрий Игоревич	
<b>СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ «ПОЛИТЕХНИЗМА» В ПОДГОТОВКЕ РАБОЧИХ КАДРОВ ДЛЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОИЗВОДСТВ</b>	168
Дубовицкий Олег Михайлович, Федоров Вадим Константинович	
<b>КАК СПЛАНИРОВАТЬ РАБОТЫ ПО ВНЕДРЕНИЮ МЕТОДОЛОГИИ «БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО» В ОРГАНИЗАЦИИ</b>	173
Елин Игорь Александрович, Васильев Виктор Андреевич	
<b>ИНСТРУМЕНТЫ РАЗРАБОТКИ КАЧЕСТВЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ РЕШЕНИЙ</b>	177
Ермохин Егор Алексеевич, Цырков Георгий Александрович	
<b>РОЛЬ ВНУТРЕННИХ АУДИТОВ В СМК</b>	182
Ефремов Алексей Александрович, Борисова Екатерина Викторовна	
<b>СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ НАУЧНОЙ АППАРАТУРЫ ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ</b>	186
Журавлев Роман Николаевич, Бутко Антон Олегович	
<b>РАЗРАБОТКА ТИПОВЫХ МОДЕЛЕЙ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОСТРОЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ СТАПЕЛЕЙ ДЛЯ СВАРКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ АНТЕНН РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ</b>	191
Захаров Павел Алексеевич, Федоров Вадим Константинович	
<b>МЕТОД РОБАСТНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ДОПУСКОВ МАШИН И ПРОЦЕССОВ</b>	196
Ивахненко Алексей Александрович	

<b>ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ</b>	201
Каландаришвили Шорена Нодаровна	
<b>К ФОРМИРОВАНИЮ КОРПОРАТИВНЫХ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В РОССИЙСКОМ АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ</b>	205
Каляшина Анна Викторовна	
<b>ОТ ПРЕЖНЕЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ – К ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ НЕСООТВЕТСТВИЙ В МЕТРОЛОГИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОИЗВОДСТВА АВТОКОМПОНЕНТОВ</b>	209
Касьянов Станислав Владимирович, Кондрашов Алексей Геннадьевич	
<b>ВОПРОСЫ ПОДГОТОВКИ БИЗНЕС-АНАЛИТИКОВ</b>	213
Колесников Дмитрий Александрович	
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНИМОСТИ ПИРИНГОВОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ В ОЧНЫХ КУРСАХ</b>	219
Кольбе Алиса Сергеевна, Королев Денис Александрович, Паволоцкий Александр Владимирович	
<b>ПРИНЦИПЫ ДЕМИНГА И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ В СТАНДАРТАХ ПО СИСТЕМАМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АВИАЦИОННОЙ, КОСМИЧЕСКОЙ И ОБОРОННОЙ ТЕХНИКИ</b>	229
Кохтина Марина Вячеславовна	
<b>БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО В ОТДЕЛЕНИЯХ ПОЧТЫ РОССИИ</b>	233
Кузьменкова Анастасия Андреевна	
<b>О РАЗВИТИИ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРУКТУРЕ НОВОГО VI ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УКЛАДА</b>	237
Кусакина Юлия Николаевна, Федорова Лариса Владимировна, Ягудин Тимофей Генрихович, Самойленко Виктория Викторовна	
<b>ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА АНАЛИЗА ПОЛЕТНОЙ ИНФОРМАЦИИ</b>	241
Левченков Борис Михайлович, Цырков Александр Владимирович	
<b>ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ РАЗРАБОТКИ И ПРОИЗВОДСТВА ОБОРОННОЙ ПРОДУКЦИИ</b>	245
Летучев Геннадий Михайлович	
<b>НАПРАВЛЕНИЯ В ПОСТРОЕНИИ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ</b>	249
Лопота Александр Витальевич	

<b>СЕРТИФИКАЦИЯ ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ, РОССИЙСКАЯ СПЕЦИФИКА</b>	253
Макаров Эдуард Нариманович	
<b>МЕТОДИКА МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ПРИ КОМПЕТЕНТНОСТНОМ ПОДХОДЕ</b>	257
Мирошников Вячеслав Васильевич, Митрошенкова Елена Алексеевна	
<b>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА РАЗВЕРТЫВАНИЯ ФУНКЦИИ КАЧЕСТВА НА ОСНОВЕ МАТРИЧНОГО РЕШЕНИЯ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ</b>	262
Митрошкина Татьяна Анатольевна, Дмитриев Александр Яковлевич	
<b>ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ОЧИСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОЧИСТКИ</b>	267
Молотовник Алексей Васильевич, Beránek Libor, Лобасова Татьяна Сергеевна	
<b>ЭТИКА ПРОВЕДЕНИЯ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА</b>	272
Молькова Анна Юрьевна, Борисова Екатерина Викторовна	
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА СОЦИАЛЬНОГО ОБЪЕКТА ПОСРЕДСТВОМ НЕЙРОСЕТЕВОГО КВАЛИМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (В УСЛОВИЯХ АШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ)</b>	277
Морозова Анна Валентиновна, Киричек Андрей Викторович, Алисова Марина Владимировна	
<b>ПРОБЛЕМЫ РЕФОРМЫ СИСТЕМЫ АККРЕДИТАЦИИ</b>	283
Невзорова Наталья Андреевна	
<b>МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ</b>	287
Одинокоев Сергей Анатольевич	
<b>К ВОПРОСУ О КЛАССИФИКАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОПК ДЛЯ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ ОБОРОННОЙ ПРОДУКЦИИ</b>	292
Охапкин Максим Александрович	
<b>РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ СОЗДАНИЯ И СЕРТИФИКАЦИИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В СООТВЕТСТВИИ СО СТАНДАРТОМ ГОСТ РВ 0015-002-2012</b>	297
Позднеев Борис Михайлович, Овчинников Павел Евгеньевич, Левченко Александр Николаевич	



<b>ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ СТАНДАРТОВ</b>	302
Позднеев Борис Михайлович, Сутягин Максим Валерьевич	
<b>САМОРЕГУЛИРУЕМОЕ УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ</b>	307
Помазанов Владимир Васильевич	
<b>СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ПРОЕКТАМИ. ПРОВЕДЕНИЕ ПРОЕКТНЫХ АУДИТОВ</b>	313
Пручкина Надежда Валерьевна, Макаров Эдуард Нариманович	
<b>ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ КОРРЕКТИРУЮЩИХ ДЕЙСТВИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА МОДЕРНИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА СТРЕЛОЧНОГО ТИПА СП-6М</b>	317
Ритенман Владислав Ильич	
<b>МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВАРИАНТОВ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ</b>	323
Рождественский Александр Викторович, Силуянова Марина Владимировна	
<b>НОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ</b>	328
Сальникова Анастасия Анатольевна	
<b>АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ СБОРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА (ФАКТОР)</b>	332
Самсонов Олег Семенович, Воронцов Дмитрий Станиславович, Петрина Антон Николаевич	
<b>УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ КОНФИГУРАЦИЯМИ ПРИ ИМИТАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ ИЗДЕЛИЙ АТ</b>	337
Самсонов Олег Семенович, Саутенков Михаил Евгеньевич	
<b>МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ</b>	343
Самсонов Олег Семенович, Шенаев Михаил Олегович	

<b>ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПОПУТНЫХ ПРОДУКТОВ</b>	348
Сафарова Лейля Ринатовна	
<b>РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ДЛЯ ИНТЕГРИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ</b>	352
Селиванцев Олег Игоревич	
<b>РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ПЛАНИРОВАНИЯ</b>	356
Семенов Григорий Евгеньевич	
<b>ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОРИСТЫХ ПРОНИЦАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ВОЛОКОН КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЭВКР</b>	361
Серов Михаил Михайлович	
<b>ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ УРОВНЯ КАЧЕСТВА ПРИ СОЗДАНИИ СОВРЕМЕННОЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ (НА ПРИМЕРЕ ПРОГРАММЫ BOEING 787 DREAMLINER)</b>	370
Скареднов Юрий Валерьевич	
<b>РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СБОРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДАТЧИКОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОДХОДА DMAIC</b>	375
Сырейщикова Нэлли Владимировна	
<b>РАЗРАБОТКА ПРОЦЕДУР ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ КАК ОСНОВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ</b>	379
Тихомирова Виктория Дмитриевна, Иванова Татьяна Васильевна	
<b>ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ В КОРПОРАТИВНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ</b>	383
Федоров Вадим Константинович, Беляева Анастасия Валерьевна	
<b>ИННОВАЦИОННЫЕ РИСКИ В РАЗРАБОТКАХ ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ</b>	387
Федоров Вадим Константинович, Дирвук Татьяна Витальевна	
<b>ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ ЕДИНИЧНОГО (МЕЛКОСЕРИЙНОГО) ПРОИЗВОДСТВА</b>	391
Федоров Вадим Константинович, Епанешникова Ирина Кириковна	
<b>МЕТОДЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И СОРАЗМЕРНОСТИ В РАЗРАБОТКАХ ПРИБОРНЫХ КОРПУСОВ</b>	395
Федоров Вадим Константинович, Епанешникова Ирина Кириковна	



<b>ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ</b>	400
Федоров Вадим Константинович, Епанешникова Ирина Кириковна, Дирвук Татьяна Витальевна	
<b>ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ РЭС</b>	403
Федоров Вадим Константинович, Епанешникова Ирина Кириковна, Дирвук Татьяна Витальевна	
<b>УНИФИЦИРОВАННЫЕ МОДЕЛИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЕКТОВ ПРИ СОЗДАНИИ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ</b>	407
Фисичев Георгий Витальевич, Цырков Александр Владимирович	
<b>РАЗВЕРТЫВАНИЕ ФУНКЦИИ КАЧЕСТВА ГИПСОВЫХ ПАЗОГРЕБНЕВЫХ ПЛИТ</b>	412
Хоришко Светлана Александровна, Прошлетина Анна Константиновна, Миляев Юрий Федорович	
<b>МЕТОД ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ</b>	417
Цырков Георгий Александрович	
<b>ДИНАМИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ</b>	422
Черняев Александр Владимирович, Банслова Виктория Борисовна	
<b>МОДЕЛИ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ</b>	427
Шевяков Анатолий Владимирович	
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ СЛОИСТЫХ ПЛИТ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ КОМБИНИРОВАННЫМ СПОСОБОМ</b>	438
Шлёнский Алексей Геннадьевич, Беспалов Александр Владимирович	
<b>КАЧЕСТВО И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ В НОВЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ</b>	440
Шолом Анатолий Михайлович, Дроздова Оксана Владимировна	
<b>АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАК СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОЕКТА САМОЛЁТА</b>	444
Юдин Геннадий Вячеславович	

<b>ИССЛЕДОВАНИЕ АПРИОРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА</b>	448
Юдин Геннадий Вячеславович, Сергеева Ирина Александровна, Кияева Любовь Викторовна	
<b>ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СТРУКТУРИРОВАНИЯ ФУНКЦИЙ КАЧЕСТВА В ГОСТИНИЧНОМ БИЗНЕСЕ</b>	453
Якимочева Евгения Дмитриевна	
<b>ПОИСК ОПТИМАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА И НАДЕЖНОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ МЕМБРАННОЙ ОЧИСТКИ</b>	457
Якушев Дмитрий Анатольевич	
<b>СИСТЕМНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ОДИН ИЗ СПОСОБОВ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ</b>	462
Яровый Артём Владимирович	
<b>АЛФАВИТНЫЙ СПИСОК АВТОРОВ</b>	466

экспериментальных исследований. Разработанная АСП служит новым инструментом системы менеджмента качества [2].

Результаты исследования дают возможность получать зависимости, позволяющие в дальнейшем управлять технологическим процессом, регулируя уровень НДС в деформируемой заготовке, и тем самым заранее определять уровень механических свойств в материале готовой детали. Методика универсальна и может применяться для других металлов и сплавов.

На практике это приведет к получению изделий с заданным комплексом эксплуатационных свойств. Привлечение математического моделирования для прогнозирования структуры и свойств металлических материалов позволит значительно снизить материалоемкость исследований и создаст условия для перехода от качественных к количественным показателям при оценке влияния производственных параметров процесса на структуру и свойства конечных изделий, получаемых методами обработки металлов давлением, на стадии конструкторско-технологической подготовки производства.

#### **Список литературы**

1. Галкин В.И. Исследование возможности прогнозирования методами конечно-элементного анализа структуры и свойств деформированных полуфабрикатов из алюминиевых сплавов [Текст] Галкин В.И., Палтиевич А.Р., Преображенский Е.В., Дорофеева М.Г //Технология легких сплавов. - 2013/ -№3.
2. Васильев В.А. Управление качеством в современных условиях [Текст]/ Васильев В.А. Александрова С.В. // Технология металлов. -2014/-№9.

## **РЕФЕРЕНСНЫЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СЖАТИЯ ВИДЕО**

Горохова-Алексеева Анастасия Викторовна,  
Королев Денис Александрович  
МИЭМ НИУ ВШЭ  
ngoral@304.ru, dkorolev@hse.ru

## **REFERENCE DIFFERENTIAL METHOD FOR EVALUATION OF VIDEO COMPRESSION QUALITY**

*Разнообразие видеокодеков и их параметров позволяет оптимизировать сжатие видео для конкретных задач доставки видеоконтента, но, с другой стороны, зачастую сложно оценить результат. Существующие метрики в целом оценивают качество, но не позволяют локализовать ошибки и оценить их визуально. Предложенный метод позволяет сравнивать кодеки и их параметры путём кадрового вычитания и анализа разницы. В статье приводятся данные экспериментов по сравнению H.264, HEVC (H.265) и VP9 и показан принцип математической оценки результатов этого графического метода.*

*The variety of video codecs and their parameters allows to optimize video compression for the specific objectives of content delivery. Otherwise, evaluation of the results could be challenging. Present metrics evaluate quality in general but cannot locate compression errors and estimate them visually. The offered method allows to compare codecs and their parameters by calculating frame difference respectively and analyze the resulting picture. The article contains description and results of experimental comparison of H.264, HEVC (H.265) and VP9 codecs and the principle of mathematical evaluation of this graphical collation.*

Ключевые слова: кодек; видеокompрессия; оценка качества; ffmpeg; imagemagick.

Keywords: codec; video compression; quality evaluation; ffmpeg, imagemagick.

#### **Введение**

Видеокодеки, используемые в большинстве задач общего назначения, имеют высокую эффективность сжатия, но, в то же время, существует множество параметров кодирования, при неправильной настройке которых результирующий файл или поток может иметь дефекты сжатия [1]. Существующие методы оценки качества сжатия ([2], [3]) не



дают наглядного результата и не показывают, в чём конкретно состоит ошибка кодирования.

Данное исследование ставит целью создание метода, сочетающего объективную численную оценку погрешности кодирования и визуальную наглядность результирующей ошибки. Важно совместить возможности субъективной визуальной и математической численной оценок. В первом случае наблюдатель может допустить искажение изображения, которое было бы заметным при математическом сравнении, но не вызывает субъективного эффекта падения визуального качества. Однако, визуальный метод не может быть автоматизирован и не может дать точных численных результатов. В данном случае задачей является автоматизация оценки потерь при кодировании с целью составления характеристик не только по отдельным результатам кодирования, но и в целом поведения кодеков или зависимостей визуального качества изображений от различных параметров кодирования. Данное исследование носит отчасти образовательный характер, так как позволяет изучить поведение кодеков и наглядно представить результаты при подготовке к кодированию специфических материалов или потоков, например [4]. В промышленном применении такой метод позволит линейным специалистам в области видеопроизводства более точно настраивать параметры кодирования, поскольку опираться на общепринятые метрики им сложно. Например, самая распространенная метрика в оценке качества кодирования видео PSNR, но эти числа сложно интерпретировать в терминах визуального качества, поскольку сама метрика используется связистами и описывает пиковое соотношение сигнал/шум.

Предлагаемый метод применен для сравнения эффективности трёх кодеков: H.264, HEVC и VP9. В статье показан принцип составления сравнительной характеристики для этих кодеков. Исследование проводилось при помощи максимально доступных инструментов (ImageMagick, FFMPEG, командный язык Windows), поэтому эксперименты могут быть легко повторены. В статье так же приводятся ссылки на исходные файлы. Ход эксперимента так же описан в [5].

#### **Описание метода**

Вычисляя разницу соответствующих кадров и оценивая результирующую картину ошибки, можно получить не только абсолютное значение отличий, но и картину их распределения по изображению. Полученные числовые значения наглядны и могут быть проанализированы с точки зрения критичности их группировки и размещения на плоскости изображения. Также возможна оценка ошибки в определенной области кадра. Это даёт преимущества при ограничениях битрейта, когда жертвовать качеством необходимо, но требуется определить стратегию кодирования.

В результате исследования было проанализировано поведение выбранных кодеков при различных битрейтах в смоделированных идеальных ситуациях и на реальных примерах, получены зависимости и проведена сравнительная оценка эффективности кодеков.

Сформулированы задачи по обобщению исследования и переходу от графического метода сравнения к математическому с применением аппроксимации методом наименьших квадратов.

#### **Постановка эксперимента**

Оценка поведения кодеков проводилась на семнадцати тестовых последовательностях кадров по 250 кадров каждая (10 секунд). Пять тестов были искусственно сгенерированы в виду того, что требовалось смоделировать наиболее показательные ситуации: максимальную и минимальную нагрузку на кодек, а также проверить гипотезу о влиянии глубины резко изображаемого пространства (ГРИП) на качество кодирования основного объекта в кадре [6].

Были созданы кадры с белым шумом (четким и размытым) и черным фоном. В качестве основного объекта была взята RAW-фотография человека. Кадры сохранялись в формате PNG, позволяющем производить недеструктивное сжатие. Таким образом, появление артефактов сжатия и потери цветовой субдискретизации на этом этапе были исключены, что гарантирует чистоту эксперимента, по крайней мере, во входных данных.

Каждый кодек тестировался на шести битрейтах: 512, 1024, 2048, 4096, 8192, 16384 кбит/с. Разрешение кадров 1920x1080 пикселей.

Для генерации изображений, а также их вычитания, сжатия и прочих операций, использовался консольный редактор ImageMagick; обработка видеопоследовательностей проводилась в консольном редакторе Ffmpeg.

Оценка уровня результирующей ошибки производилась следующим образом:

1. Из отдельных PNG-кадров lossless-кодеком Huffvuv кодировался оригинал видео.

2. Из оригинала пок кадрово вычитался сжатый одним из кодеков видеоролик. В результате такой операции получается видео, состоящее из кадров, аналогичных представленному на Рис. 1 (видео-разница). Яркость пикселей характеризует величину разницы между оригиналом и закодированным видео: чем ярче пиксель, тем больше модуль разницы, то есть значение ошибки.

3. Видео-разница разбивалась на отдельные кадры, к каждому из которых затем применялась бикубическая интерполяция [7]: кадр сжимался до одного пикселя, содержащего среднее значение всех пикселей кадра, характеризующее среднюю ошибку (от нуля до 255, что соответствует яркости каналов цветовой модели RGB) на всем кадре.

4. Вычислялось среднее арифметическое значение ошибки по всем кадрам видео. Это значение принималось средним значением ошибки кодирования для исследуемого видеоролика.

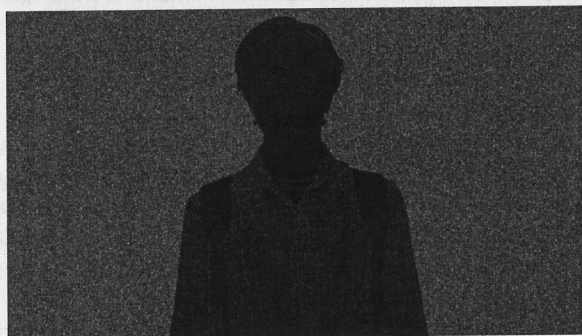


Рис. 1 – Пример кадра-разницы (Фото на белом шуме)

Для оценки уровня ошибки на основном объекте съемки использовался тот же метод, однако между шагами 2 и 3 к кадру применялась маска, исключая все пиксели, не входящие в объект, для оценки значения только пикселей, отвечающих за главный объект съемки.

Несмотря на небольшую длину рассматриваемых роликов (10 секунд, 250 кадров), общий объём файлов, полученных после всех измерений, составил более 100 гигабайт, а сами измерения потребовали значительного процессорного времени. Тем не менее, длина фрагментов обусловлена спецификой межкадрового кодирования: слишком короткие кадры и организовать группы изображений (GOP), поэтому длина выбиралась так, чтобы в одном фрагменте содержалось не меньше трёх-пяти GOP

#### Анализ результатов эксперимента

В ходе экспериментов получены таблицы с результатами измерения ошибок и по ним построены графики. В заблуждение может ввести указанный на шкале абсцисс битрейт. Это параметр, передаваемый Ffmpeg. Однако фактически сжатие может иметь другой, порой сильно отличающийся битрейт, если Ffmpeg не может достигнуть требуемого. Поэтому на Рис. 2 представлены два набора кривых: жирные убывающие характеризующие значение ошибки для каждого кодека (левая ось, значения от нуля до 100), и тонкие возрастающие реальное значение битрейта (правая ось). Значения битрейта, вводимые при кодировании, указаны на нижней шкале.

Значение ошибки возможно трактовать таким образом: для полностью черного кадра, представляющего картину ошибок (сравниваются идентичные кадры), уровень ошибки будет равен нулю. Ошибка же, с уровнем 100% соответствует двум кадрам, в которых модуль разности значений яркости двух пикселей равен 255, то есть максимуму при восьмибитном кодировании. Такой кадр будет белым в каждой точке. Любой другой уровень ошибки может быть представлен как процент несоответствия сжатого кадра эталонному или закодированного видео исходному.

Поскольку в данном случае нам требуется оценить ошибку по кадру в целом, то дальнейшая работа проводилась не с отдельными зонами кадра, хотя это позволяет сделать дополнительные выводы, а с кадром в целом. Для этого нужно из множества значений получить одно усредненное. Графическим методом это делается путем уменьшения изображения до размера 1x1 пиксель с применением интерполяции. Обычные методы интерполяции позволяют с разной степенью точности вычислять значения пикселей при изменении размеров изображения, наиболее точным и часто применяемым является бикубический метод, он и применялся.

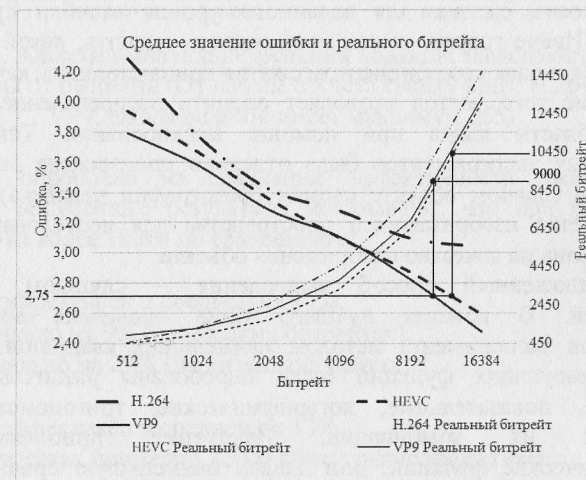


Рис. 2 Пример применения графического метода оценки для сравнения кодеков HEVC и VP9



Для проведения оценки по таким графикам можно воспользоваться следующим алгоритмом:

1. Выбрать интересующий уровень ошибки на левой шкале и провести горизонтальную линию до пересечения с графиками рассматриваемых кодеков (жирные линии). Находится уровень “входного” битрейта, при котором кодек имеет интересующий уровень ошибки.

2. Из точек пересечения провести вертикальные линии до пересечения с соответствующими графиками реальных битрейтов (тонкие линии того же цвета). Получается соответствующий заданному битрейту реальный битрейт.

3. Из этих точек пересечения опустить перпендикуляры на ось реальных битрейтов, тем самым, получив реальное значение битрейта для определенного уровня ошибки.

Пример использования этого алгоритма приведен на Рис. 2. Так при сравнении кодеков HEVC и VP9 при уровне ошибки равном 2,75% потери данных в сжатом видео, при использовании данного алгоритма реальный средний битрейт кодека HEVC получился равным 10450 кбит/с, а VP9 9000 кбит/с.

Таким образом, мы получаем метод оценки ошибки кодирования видео и, используя этот метод, можем сравнить фактическую эффективность сжатия для заданного уровня ошибки сравниваемых образцов. Иначе говоря, имеем возможность оценить, какой кодек будет обладать большим коэффициентом сжатия при постоянном качестве.

Кроме того, метод позволяет оценить распределение ошибки на любой области кадра при помощи маскирования. Так в рамках проведенных экспериментов была отдельно произведена оценка уровня ошибки на главном объекте съемки (фотографии человека) при разной глубине резко изображаемого пространства для исследования влияния резкости фона на качество изображения объекта.

Предложенный способ вычисления – слишком сложный и громоздкий. В поисках лучшего была проведена аппроксимация результатов эксперимента методом наименьших квадратов. В качестве аппроксимирующих функций были опробованы различные функции: степенные, показательные, логарифмические, тригонометрические и различные их комбинации. Наилучшее приближение дали логарифмические функции, они давали наименьшую среднюю ошибку аппроксимации. В итоге получены следующие функции для трех кодеков (Таблица 1):

Таблица 1. Аппроксимирующие функции

Кодек	Функция	Средняя ошибка аппроксимации
H.264	$18.564 - 1.519 * \ln(x)$	4.42801
HEVC	$11.879 - 0.866 * \ln(x)$	3.09489
VP9	$7.882 - 0.387 * \ln(x)$	3.04082

На Рисунке 3 видна фактическая зависимость ошибки кодирования исследуемыми кодексами от битрейта, вычисленная при помощи функций, описанных в Таблице 1.

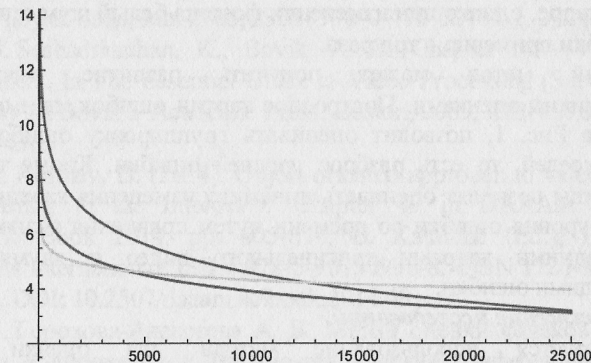


Рис. 3. Аппроксимирующие функции кодексов: зависимость ошибки кодирования от битрейта (От начала отсчета сверху вниз: H.264, HEVC, VP9; шкала ошибок имеет максимум 255)

Метод опробован на сравнении эффективности сжатия тремя кодексами, и полученные результаты показывают, что при одинаковом уровне ошибки кодек H.264 по сравнению с:

1. HEVC:

- Менее эффективен в среднем на 17%,
- минимально на 9% (на высоких битрейтах),
- максимально на 29% (на низких битрейтах).

2. VP9:

- Менее эффективен в среднем на 13%,
- при битрейтах примерно 12000 кбит/с равноэффективен
- при битрейтах свыше 12000 кбит/с более эффективен вплоть до 74%.

По итогам исследований изменения уровня ошибки на главном объекте съемки были получены следующие результаты (Таблица 2):



Таблица 2. Рост ошибки кодирования при изменении сложности кадра

Кодек	Изменение сложности изображения	
	Черный фон → Низкая ГРИП	Черный фон → Белый шум
H.264	+124%	+363%
HEVC	+77%	+400%
VP9	+61%	+1233%

Более того, на черном фоне ошибка на объекте превышала общую ошибку на кадре, однако при изменении фона на белый шум стала меньше общей ошибки примерно в три раза.

Данный метод может получить развитие, связанное с перцепционными оценками. Построение картин ошибок, пример которой приведен на Рис. 1, позволит оценивать группировку ошибок, разброс яркости пикселей, то есть разброс уровней ошибки. Кроме того, такие кадры-разницы позволят оценивать динамику изменения картины ошибок и среднего уровня ошибки во времени путем сравнения разности между двумя соседними кадрами оригинального видео и двумя кадрами, отображающими ошибки.

#### Продолжение исследований

Планируется использование метода для оценки качества видеотрансляций в сети Интернет. Для этого требуется надлежащим образом его автоматизировать, а также разработать и вычислить новые метрики и способы оценки. Необходимо производить общую оценку трансляций, опираясь на данные и частные оценки полученные перед перекодированием и отправкой потока на сервер, на сервере, а так же полученные при измерении качества у отдельно выбранных конечных зрителей [8].

#### Заключение

Полученные результаты в общем соответствуют существующим оценкам эффективности рассмотренных кодеков, однако в смоделированных предельных ситуациях (белый шум, чёрный фон) результаты отличаются от ожидаемых, так как кодеки не рассчитаны на такое содержание.

В результате исследований полностью подтверждена гипотеза о влиянии сложности изображения в кадре на качество кодирования, в частности показано, что высокая детализация фона приводит к повышению ошибки сжатия основного объекта съёмки.

Современные кодеки (HEVC и VP9) показали предсказуемо лучшие результаты, чем повсеместно распространенный H.264, особенно

Предложенный метод может быть использован для оценки уровня вносимых искажений, но, в отличие от общепринятых (например, PSNR),

позволяет получить наглядную картину и понятную, физически обоснованную шкалу этих искажений.

Исходные данные, использованные для проведения экспериментов доступны по следующему адресу: <http://od.lk/fs3r>

#### Список литературы

1. Salomon, D. Data Compression: The Complete Reference // Science & Business Media, Mar 20, 2007 1120 pages.
2. Winkler, S. Digital Video Quality: Vision Models and Metrics // John Wiley & Sons, Jan. 2005, ISBN 978-0-470-02404-1, 192 pages.
3. Seshadrinathan, K., Bovik, A. C. Chapter 14 Video Quality Assessment, In The Essential Guide to Video Processing (Second Edition), edited by Al Bovik // Academic Press, Boston, 2009, ISBN 9780123744562, pp 417-436.
4. Korolev, D. (2014). Object oriented approach to video editing and broadcasting to the Internet // Chapter 49 in DAAAM International Scientific Book 2014, pp. 605-614, B. Katalinic (Ed.), Published by DAAAM International, ISBN 978-3-90150998-8, ISSN 726-9687 Vienna, Austria. DOI: 10.2507/daaam.scibook.2014.49
5. Горохова-Алексеева А. В. Метод оценки кодеков сравнением ошибки кодирования // Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов НИУ ВШЭ им. Е.В. Арменского. Материалы конференции. - М. -: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2015. - 324. ISBN 978-5-94768-071-3, с. 127-129.
6. Waggoner, B. Compression for Great Video and Audio // Elsevier, 2010, ISBN 978-0-240-81213-7, 635 pages
7. Arändiga, F., Donat, R., Mulet, P. Adaptive interpolation of images // Signal Processing, Volume 83, Issue 2, February 2003, ISSN 0165-1684, pp. 459-464.
8. Yim, C., Bovik, A. C. Evaluation of temporal variation of video quality in packet loss networks // Signal Processing: Image Communication, Volume 26, Issue 1, January 2011, ISSN 0923-5965, pp. 24-38.

Так стоит ли заниматься бизнес-аналитикой вообще, стоит ли, как говорится, «овчинка выделки». Наверное, стоит, т.к. даже средний размер заработной платы по г. Москва позволит окупить затраты на обучение за несколько месяцев, а значит и само обучение по данному направлению будет с каждым годом пользоваться все большим спросом.

#### *Список литературы*

1. В. Коноплицкий, А. Филина. «Это бизнес». Толковый словарь экономических терминов. Издательство «Альтерпресс», 1996г
2. Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б.. Современный экономический словарь. 2-е изд., испр. М. ИНФРА-М. 479 с.. 1999г
3. Материалы Интернет-сайта <http://analyst.by/articles/starterba-whoisba>.
4. Квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих 4-е издание, дополненное (утв. постановлением Минтруда РФ от 21 августа 1998 г. N 37) (с изменениями и дополнениями).
5. Материалы Интернет-сайта <http://www.betec.ru/index.php?id=6&sid=85> (Статья С. Длужневский. «Вся правда об аналитиках»).
6. Материалы Интернет-сайта <http://to.klovar.ru/p17320.html>, раздел «Энциклопедический словарь».
7. Материалы форума <http://www.uml2.ru/index.php>.
8. Материалы форума <http://www.sql.ru/forum/165420/obuchenie-po-specialnosti-biznes-analitik>.
9. Материалы Интернет-сайта [www.training.ru](http://www.training.ru).
10. Материалы Интернет-сайта [http://hsbi.hse.ru/programs/vocational\\_retraining/information\\_business\\_analyst](http://hsbi.hse.ru/programs/vocational_retraining/information_business_analyst).

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНИМОСТИ ПИРИНГОВОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ В ОЧНЫХ КУРСАХ

Кольбе Алиса Сергеевна, Королев Денис Александрович, Паволоцкий Александр Владимирович  
МИЭМ НИУ ВШЭ

[kolbe.alice@gmail.com](mailto:kolbe.alice@gmail.com), [dkorolev@hse.ru](mailto:dkorolev@hse.ru), [apavolotsky@hse.ru](mailto:apavolotsky@hse.ru)

### RESEARCH OF APPLICABILITY OF THE PEER-REVIEW ASSESSMENT METHOD TO IN-CAMPUS DISCIPLINES

*Укрупнение групп и потоков, изучающих дисциплину, влечет за собой необходимость ведения автоматизированного учета. Это позволяет избежать некоторой субъективности в оценке студента, но, с другой стороны, автоматизация часто ограничивает возможности оценки глубины знаний, что влечёт за собой снижение качества преподавания дисциплины. В данной работе на примере двухлетнего эксперимента рассмотрен метод кросс-рецензирования письменных работ студентов очного курса, обычно применяющийся в массовых открытых онлайн-курсах (МООК).*

*The consololidation of groups learning academic disciplines requires students works to be assessed automatically. This way helps to avoid subjectivity in evaluation, but limits the depth of knowledge and skills that can be evaluated that decreases the quality of teaching the discipline. This study analyses the method of peer review, familiar to MOOC students, applied to essays of in-campus students during two years.*

Ключевые слова: МООК; оценивание; пиринговая оценка.  
Keywords: MOOC; evaluation; peer assessment.

#### *Введение*

Обучение по Болонской системе и другие реформы в образовании приводят к увеличению групп студентов, одновременно прослушивающих курс. Так, курс «Компьютерная графика», читаемый в первом модуле для студентов второго курса МИЭМ НИУ ВШЭ, в 2013(14) году обучения имел 120 студентов, в 2014(15) уже 180, и это после 40-50 студентов на потоке до этого, когда курс читался на кафедрах и имел вдвое большую продолжительность, а так же полноценную курсовую работу. Перечисленные факторы существенно усложняют контроль знаний всех студентов, даже при небольшом количестве работ. Учебный план не предусматривает промежуточного контроля, кроме одной домашней работы и четырех лабораторных. Такое поверхностное изучение предмета не может дать глубоких знаний студентам. Чтобы компенсировать



связанные с переходом на потоковое обучение недостатки (отсутствие курсовых работ, сжатые сроки обучения, массовость), требуется создание значительной учебной нагрузки с обратной связью, то есть, самостоятельных и контрольных работ разного вида и назначения.

Для упрощения процесса контроля можно проводить все работы в тестовой форме. Однако тесты не всегда позволяют объективно узнать уровень и глубину знаний студента. В качестве альтернативного метода проверки творческих работ (эссе) был выбран вариант кросс-рецензирования (*peer review*) [1], который в идеале исключает роль преподавателя из проверки [2], [3].

Задачей данной работы является разработка подходящей системы оценивания эссе, при которой участие эксперта (преподавателя) не нужно. А также выявить закономерности, характерные для данного метода.

### Техническое исполнение

Платформой для проведения эксперимента была выбрана среда *Google Documents* [4]. Рецензии студентов собирались посредством *Google Forms*, дальнейшая работа с которыми производилась в *Google Spreadsheets*.

Условия проведения письменных работ включали ряд мер для увеличения количества рецензий, поступающих на одну работу.

1. Шкала оценки и для работ и для рецензий имела отрицательное начало (оценка за курс вычисляется простым сложением баллов, поэтому применяются оценки с отрицательными значениями).

2. И написание работ и их рецензирование было необязательным, но неучастие в написании работ не отражалось на оценке, а неотправившие рецензию получали минимальный, то есть, отрицательный балл.

Процесс кросс-рецензирования был организован следующим образом:

1. студентам предлагалось написать творческую работу (эссе) по заданным темам и критериям (задание необязательное). Критерии включали четыре оценки, каждый балл в этих оценках был описан. То есть, рецензенту нужно было сопоставить работу с таблицей критериев и поставить четыре соответствующие оценки за каждую работу;

2. сданные работы распределялись между всеми студентами курса таким образом, что на каждого студента (рецензента) приходилось по 3 работы, при этом работы не дублировались и не являлись их собственными;

3. рецензии сдавались через *Google Forms* и обрабатывались в *Google Spreadsheets*.

Обработка результатов рецензирования:

1. из имеющихся четырех компонент оценок от всех рецензентов по каждой работе: считается суммарная по каждой рецензии; находится медиана для каждого набора;

2. компоненты каждого рецензента сравниваются с каждой соответствующей медианой набора (допустимым считается разброс в один балл);

3. каждому рецензенту присваивается нормированный коэффициент соответствия;

4. результирующая оценка считается как сумма суммарных оценок каждого рецензента, умноженных на нормированный коэффициент, для каждой работы.

### Анализ результатов

Чтобы проверить пригодность автоматического метода, необходимо сравнить результаты, полученные с помощью данного метода, с результатами, где за эталонную оценку была взята оценка эксперта. Сравнение результатов двух методов представлено на Рисунке 1.

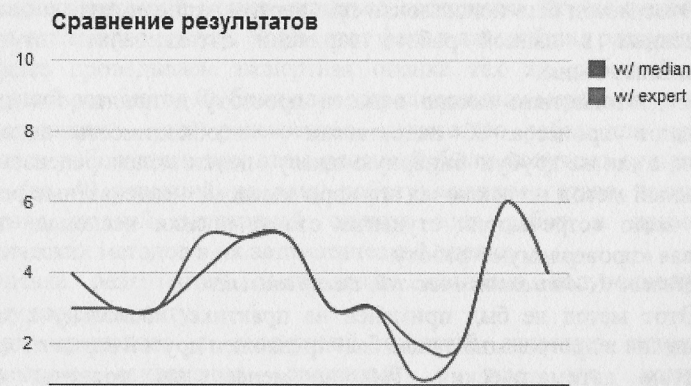


Рисунок 2. Сравнение оценок, полученных с участием и без эксперта

Как видно из диаграммы на Рисунке 1, оценки имеют значительное сходство, а значит метод пригоден к использованию. Тем не менее, в результате исследований были опробованы и другие, хотя и похожие методы. В условиях проведения экспериментов с живыми студентами важно было не допустить перекосов в оценке и на практике все работы проверялись и преподавателем тоже, но оценка могла выставляться только строго по формулам, рассчитанным или полностью по оценкам рецензентов, или комбинированным методом.

## **Методы оценки**

### **Метод 0. Комбинированный, бинарный.**

В этом методе экспертная оценка требуется только для работ существенным разбросом (отклонением) в оценках рецензентов. На практике брались самые «неоднозначные» работы, то есть, те, среднеквадратичное отклонение в оценке которых по сумме всех компонент было максимальным. Поскольку работ оказалось слишком много для ручной проверки количество, то проверялись в итоге все, но требовали проверки действительно только те, что вызывали большое отклонение.

Оценка эксперта становилась эталонной, и из финальной выборки, по которой считалась оценка за работу, исключались проверки более чем на 50% не соответствовавшие мнению эксперта. Для рецензента было два варианта: или его рецензия принимается, тогда его мнение учитывается равноправно с другими принятыми рецензиями, а ему за рецензирование начисляется положенный балл, или рецензия отклоняется, в оценке не участвует и балл не начисляется.

Итоговая оценка считалась как сумма средних арифметических значений взятых по каждой компоненте оценки.

Этот метод был использован при первом эксперименте и остальные приведенные в данной работе вариации отталкивались от него и сравнивались с ним.

К достоинствам можно отнести простоту и понятность для всех участников процесса. К недостаткам – необходимость экспертного участия, а так же грубую бинарную шкалу оценки вклада рецензента. Так же, данный метод не исключал априори заведомо неадекватные рецензии. Такие часто встречаются: студенты ставят оценки не впопад, даже не открывая «проверяемую» работу.

### **Метод 1. Автоматический, дискретный.**

Этот метод не был применен на практике, поскольку к моменту воплощения в программном виде был предложен другой вариант, хотя и не полностью автоматический. Тем не менее, для полноты картины рассмотрим его.

Обрабатывался массив оценок рецензентов, для каждой работы считалась *эталонная оценка* (компоненты) как среднее арифметическое значение наборов компонент, однако из этих наборов исключались проверки с максимальным и минимальным значением общего балла, выставленного рецензентом. Далее оценки каждого рецензента сравнивались с *соответствующей эталонной*, для каждого рецензента рассчитывался взвешенный коэффициент соответствия.

Итоговая оценка считалась как сумма взвешенных компонентных оценок набора.

### **Метод 2. Комбинированный, линейный.**

Данный метод применялся на второй год проведения эксперимента при использовании написанной на базе таблиц и форм Google системы учета студенческих тестов и работ и, в частности, пиринговой оценки. Для исключения возможных перекосов в оценке работ, пиринговая оценка сопровождалась экспертной. На этот раз были учтены недостатки прошлого года и шкала применимости рецензий была уже не бинарной (принимается или отклоняется), а линейной.

Для каждой работы по каждому критерию составлялся массив оценок рецензентов и находилось среднее значение. Это значение считалось *эталонным по мнению большинства*. Далее каждой оценке присваивался вес в зависимости от удаленности от этого пикового значения. Таким образом, получалась средневзвешенная оценка по каждому критерию. В этом случае распределение весовых коэффициентов определялось простым большинством. Важно отметить, что в этом случае неадекватные рецензии не отсекались. Выявление именно неадекватных рецензий возможно при, в целом, квалифицированном составе рецензентов, однако в исследуемой среде эта задача усложняется – неадекватных рецензий может оказаться достаточно, чтобы существенно сместить эталонную оценку. Учтём этот факт в дальнейших рассуждениях.

Далее проводилась экспертная оценка тех же работ. Как и в предыдущий раз (метод 0), благодаря заградительным мерам для авторов и стимулирующим – для рецензентов, количество работ для проверки получалось небольшим, при этом рецензий было получено существенно больше (до 40 рецензий на одну работу), поэтому стало возможным проведение полной экспертной оценки всех работ и применение статистических методов в их автоматической оценке.

Оценка рецензентам выставлялась согласно полученному ими весовому коэффициенту.

При сравнении с экспертной оценкой зачастую встречались существенные отклонения, связанные с тем, что количество безответственных рецензий, в которых авторы ставили оценки, не заглядывая в критерии, было существенно выше, чем в предыдущем году. Более того, в таких условиях студенты, написавшие добросовестные рецензии, оказывались далеко от мнения «большинства», получали низкий весовой коэффициент, а следовательно минимально влияли на результирующую оценку и сами получали низкую оценку.

Чтобы предотвратить такую несправедливость, применялось опосредованное воздействие: экспертная оценка подставлялась вместо «эталона большинства», вычисленного в начале метода. Таким образом, пик распределения смещался и весовые коэффициенты пересчитывались. Теперь мнение большинства не обязательно значило больше мнения



адекватной части рецензентов и все получали по заслугам. В то же время, результирующая оценка могла смещаться не столь резко, поскольку большинство в новых условиях, хотя и имело меньший, чем прежде, вес, но все же являлось большинством и в общем счете сохраняло определенное влияние, перетягивая оценку.

Финальная оценка, тем не менее, имела хорошую корреляцию с экспертной. К сожалению, данный метод плохо применим к условиям, когда при таком же низком уровне экспертизы потребовалось бы работать с существенно большим количеством работ – он не снимает нагрузку с преподавателя, а лишь показывает студентам их ошибки, что само по себе неплохо, но не решает основную поставленную задачу.

В итоге был предложен автоматический метод, который на уже имеющихся выборках исходных данных показал достаточно хорошую корреляцию с экспертной оценкой. Его мы рассмотрим подробнее. Этот метод не был опробован на практике, но прошел проверку на существующих массивах данных за два года (четыре письменные работы в двух разных составах студентов численностью 120 и 180 человек).

### Метод 3. Автоматический. Дискретный.

Обрабатывается массив оценок рецензентов, для каждой работы считалась эталонная оценка (компоненты) как медианы наборов компонент. Далее оценки каждого рецензента сравнивались с соответствующей эталонной, для каждого рецензента рассчитывался взвешенный коэффициент соответствия.

Итоговая оценка считалась как сумма взвешенных компонентных оценок набора. Проверка проводилась следующим образом:

Процесс кросс-проверки с применением метода 3.

Имеем  $K$  эссе на  $N$  человек в потоке. Каждому человеку в потоке случайным образом предлагается  $Z$  работ на проверку так, что назначенные рецензенту работы не являются собственными и не дублируются. Таким образом, на каждую работу приходится разное количество проверяющих (рецензентов).

Оценка за работу состоит из  $I$  компонент. Результирующая оценка – сумма всех компонент (формула (1)):

$$\sum_{i=1}^I p_i \quad (1)$$

где  $p_i$  –  $i$ -я компонента оценки.

Пусть имеем  $R$  рецензентов для одной работы. Каждый проверяющий выставляет свои оценки, оценка  $j$  – рецензента  $r_j$  вычисляется как сумма всех компонент  $r_{ij}, i = \overline{1, I}, j = \overline{1, R}$  После получения

всех оценок рецензентов вычисляется медиана каждой компоненты для текущей работы по формуле (2):

$$m_i = r_{i,j} \quad j = \left[ \frac{R+1}{2} \right], \quad (2)$$

где  $m_i$  – медиана  $i$  – й компоненты,

$r_{i,j} - i - j$  компонента оценки  $j$  – го рецензента,

$$i = \overline{1, I} \quad j = \overline{1, R}$$

По вычисленным медианам выставляется суммарная промежуточная оценка по формуле (1). Далее для рецензентов по формуле (3) вычисляются коэффициенты соответствия  $k'_j$ .

$$k'_j = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I e_i, j = \overline{1, R}, \quad (3)$$

$$\text{где } e_i = \begin{cases} 0, & \text{если } |m_i - r_{ij}| > 1, \\ 1, & \text{если } |m_i - r_{ij}| \leq 1 \end{cases} \quad (3')$$

которые затем нормируются по общей формуле (формула (4)).

$$k_j = \frac{k'_j}{\sum_{i=1}^R k'_i}, j = \overline{1, R}.$$

Затем итоговая оценка вычисляется по формуле (5):

$$O = \left[ \sum_{j=1}^R k_j * r_j \right] \quad (5).$$

### Анализ результативности предложенных методов

Рассмотрим поведение предложенных алгоритмов на полученных массивах данных об оценках. Располагая и экспертными оценками и всеми полученными рецензиями (в обоих случаях каждая работа оценивалась по четырем критериям, хотя шкалы для первого и второго года проведения эксперимента отличались: 20 единиц в первом и 30 единиц во втором году), мы можем построить диаграммы и увидеть отличия между экспертной оценкой (показана столбиками) и различными методами (показаны линиями).

На рис. 2 показано поведение методов 1 и 2 относительно экспертной оценки. Видно, что корреляция есть, хотя и недостаточно высокая. В данном случае рассматривается второе письменное задание из первого года проведения эксперимента (2013).

Как видно, автоматический метод даже ближе к экспертной оценке, чем комбинированный. Это достигается за счет предварительного отсева крайних оценок рецензентов. Такая практика применяется в судействе спортивных соревнований по некоторым дисциплинам и, как видно, способствует устранению помех в оценке.





Рисунок 2. Сравнение методов 1 и 2 с экспертной оценкой по массиву данных одного эссе (9 работ). Оранжевая (верхняя) кривая – метод 0, комбинированный, красная (нижняя) кривая – автоматический метод 1. Корреляция с экспертной оценкой – 0,82 для метода 1 (автоматического) и 0,88 для метода 2 (комбинированного). Корреляция между методами – 0,95.

Теперь рассмотрим поведение методов 2 и 3 (соответственно, комбинированного и автоматического) применительно к работам последнего года проведения эксперимента (2014). На рисунках 3 и 4 показаны два задания, по которым поступило соответственно 8 и 12 работ при численности студентов 180 человек. Низкая активность авторов сопровождалась низким уровнем экспертной подготовки рецензентов и видно, как разбор результатов первого задания и его проверки повлиял на работу над вторым заданием: работ стало больше, а оценки – адекватнее.



Рисунок 3. Сравнение методов 2 и 3 (комбинированного и автоматического). Видно, что комбинированный (нижняя кривая) метод близок к экспертной оценке, в то время, как автоматический (верхняя кривая) сильно завышает оценки.



Рисунок 4. Те же методы и те же студенты, но они пишут вторую работу в курсе. Перед этим были наглядно разобраны итоги первой работы и показано, что происходит с неадекватными рецензиями. Корреляция с экспертной оценкой у комбинированного метода 0,94, у автоматического – 0,90. Корреляция между методами – 0,99.

Другим следствием проведенной разъяснительной работы является существенно более высокая корреляция не только с экспертной оценкой, но и между комбинированным и автоматическим методами. То есть, автоматическая оценка практически полностью повторила оценки комбинированного метода, использовавшегося на практике, следовательно, на этот раз, имея достаточно высокую корреляцию с экспертной оценкой и практически полную корреляцию с комбинированным методом, можно отказаться от комбинированного метода, полностью полагаясь на автоматический.

### Заключение

В этой работе представлена лишь часть результатов проведенного за два года эксперимента. По этим данным видно, что:

- В отличие от аудитории МООК-курсов, где преимущественно обучаются внутренне мотивированные студенты и их возраст и сопутствующие возрасту качества существенно отличаются от возраста студентов второго курса, участвовавшими в данном исследовании (25-29 лет в среднем для МООК курсов против 18-19 в данном очном курсе). Отличия выражаются в низкой мотивации, а следовательно, выполнении работ методом «и так сойдет».

- Отличается так же и степень привязанности студентов. Если для МООК курсов нормальным является выпуск 10% от изначально записавшейся аудитории, то для очного курса 10% неудовлетворительного результата – уже значимая потеря. Тем не менее, стоит объявить задание необязательным (тем не менее, потенциально приносящим 20% от

максимальной оценки), как количество участников сокращается вплоть до 8 из 180 (4%).

- Тем не менее, даже при значительной доле неадекватных рецензий, удалось получить автоматически вычисляемые оценки, с достаточной точностью повторяющие оценки эксперта. Это достигается, в частности, высоким соотношением количества рецензий к одной работе и возможностью отсева некачественных рецензий, хотя наиболее существенное влияние, как видно из рисунков 3 и 4 оказывает разъяснительная работа и полученный опыт. Следует учитывать, что студенты, несмотря на заявленное стремление к науке, как правило, ко второму курсу не видели в жизни ни одной научной статьи, не имеют представления о структуре работ, о методах постановки и проведения экспериментов. Успешно пройденные практикумы по физике и ряду других предметов не оставляют должного следа в знаниях и закрепленных навыков.

- Следующим логичным шагом в развитие данного исследования авторы видят проведение настроенного оценивания аудитории. Это может быть как простое «тестовое» оценивание заранее заготовленного и проверенного экспертом массива работ для получения опыта рецензирования, так и индивидуализированное рейтингование студентов с проставлением весовых коэффициентов и учетом этих весов в дальнейшей работе алгоритма.

#### **Список литературы**

1. Wing, J. M., Reviewing Peer Review. Communications Of The ACM, 54(7), 2011, doi:10.1145/1965724.1965728, p. 10-11.
2. Korolev D., Pavolotsky A., Implementation of MOOC methods to university classroom courses, Prt. 1 Innovative Information Technologies in Education. M. HSE, 2014, p. 182-188.
3. Kolbe A., The approach to development of private academic-style MOOC, Prt. 1. Innovative Information Technologies in Education. M. HSE, 2014, p.177-182
4. Marla Mallette and Diane Barone, ON USING GOOGLE FORMS, The Reading Teacher, Vol. 66, No. 8 (May 2013) (pp. 625-630).

## **ПРИНЦИПЫ ДЕМИНГА И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ В СТАНДАРТАХ ПО СИСТЕМАМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АВИАЦИОННОЙ, КОСМИЧЕСКОЙ И ОБОРОННОЙ ТЕХНИКИ**

Кохтина Марина Вячеславовна

Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики

e-mail: m.kohtina@rambler.ru

### **DEMING'S PRINCIPLES AND THEIR REALIZATION IN THE STANDARDS ON QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS OF RADIO ELECTRONIC PRODUCTS FOR AVIATION, SPACE AND DEFENSE TECHNOLOGY**

*В статье рассматривается система менеджмента качества радиоэлектронных средств для авиационной, космической и оборонной техники на основе стандартов ISO серии 9000 и методологии TQM. Проведена реализация 14 пунктов Деминга в стандартах по системе менеджмента качества. Было показано, что для улучшения качества радиоэлектронных изделий должны быть реализованы как стандарты СМК так и методология TQM.*

*Quality management system (QMS) of radio electronic products for the aviation, space and defense technology based on ISO 9000 and the TQM methodology is considered in this article. The application of Deming's 14 Points for Management in the QMS standards was conducted. It was shown that to improve the quality of radio electronic products there should be both implemented the QMS standards and the TQM methodology.*

Keywords: quality; TQM; products of radio electronic; quality management system; standard.

Ключевые слова: качество; методология TQM; радиоэлектронные средства; система менеджмента качества; стандарт.

Конкурентоспособность радиоэлектронных средств для авиационной, космической и оборонной техники зависит от качества его продукции, от соизмеримости ее цены с предлагаемым качеством и от степени удовлетворенности запросам потребителя.

Для достижения конкурентоспособности наиболее эффективной метод управления – является модель Всеобщего менеджмента качества (Total Quality Management – TQM). TQM – это общеорганизационный метод непрерывного повышения качества всех организационных процессов [1].