

От редакции

Научная школа Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И.Носова «Разработка и развитие теории квалиметрии и управления качеством продукции и производственных процессов» берет свое начало с фундаментальных работ 1981 г. Г.С. Гуна и Г.Ш. Рубина по оценке качества продукции на основе формальной логики. В дальнейшем методы квалиметрии развивались в работах других учёных магнитогорской школы: М.В. Чукина, В.М. Салганика, И.Г. Гуна, И.Ю. Мезина, О.Н. Тулупова, А.Г. Корчунова, И.А. Михайловского, А.Б. Моллера и их учеников. Наряду со специальными вопросами оценки качества металлоизделий и различного вида проката развивались и общие методы квалиметрии – такие как методы структурирования свойств изделий, методы свёртки и др. Авторы этих работ исследовали как методы оценки качества изделий, так и методы оценки технологических процессов их производства. Стараниями магнитогорских ученых сформировалась самостоятельная отрасль квалиметрии – квалиметрия металлургического производства. Позднее проведен цикл работ по квалиметрии совместно с учеными Польши, Украины и Казахстана.

УДК 621.778

ГЕНЕЗИС НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ КАЧЕСТВА МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ

Гун Г.С.¹, Мезин И.Ю.¹, Рубин Г.Ш.¹, Минаев А.А.², Назайбеков А.Б.³, Дыя Х.⁴¹ Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Россия² Донецкий национальный технический университет, Украина³ Рудненский индустриальный институт, Казахстан⁴ Ченстоховский технологический университет, Польша

Аннотация. Развитие отечественной школы количественных методов измерения качества – квалиметрии продолжается уже на протяжении более 30 лет. В настоящее время сложился ряд центров исследований по проблемам квалиметрии в России, Казахстане, Украине. Усилиями исследователей этих центров сформировался обширный подраздел квалиметрии – квалиметрия чёрной металлургии. Активно развиваются исследования по квалиметрии металлургии в Магнитогорском государственном техническом университете. Плодотворной основой для исследований в области качества является проводящаяся с 1997 г. подготовка инженеров, а в настоящее время бакалавров и магистров по специальности «Стандартизация и сертификация», а также работа докторантуры и деятельность диссертационного совета по специальности «Стандартизация и управление качеством (в металлургии)». Наряду с конкретными прикладными разработками по оценке качества продукции и процессов в чёрной металлургии здесь были получены и важные результаты по специальной и общей квалиметрии. Они касаются методов структурирования свойств, их градации по категориям влияния на комплексную оценку, дифференцированный подход к оценке качества на разных стадиях жизненного цикла продукции.

Ключевые слова: квалиметрия, металлопродукция, качество, доминирующие показатели, компенсируемые показатели, жизненный цикл изделия, функционально-целевой анализ.

Введение

Переход отечественных предприятий на международные стандарты, в связи со вступлением Российской Федерации во Всемирную торговую организацию, подразумевает создание и совершенствование эффективно действующих систем по обеспечению и управлению качеством продукции и услуг, а также интеграцию российских стандартов в международную систему стандартизации. В Магнитогорском государственном техническом университете (МГТУ) на протяжении нескольких десятков лет накоплен научный потенциал в области разработки и развития вопросов управления качеством. Решение проблем интеграционного взаимодействия Российской Федерации с международным сообществом неосуществимо без участия в нем специалистов в области метрологии, стандартизации, менеджмента качества в производственных системах. Отсутствие либо нехватка таких специалистов отрицательно отражается на конкурентоспособности товаров и услуг, производимых отечественными предприятиями. Одним из путей решения

указанных проблем является создание и развитие в МГТУ научно-педагогической школы «Разработка и развитие теории квалиметрии и управления качеством продукции и производственных процессов».

Учитывая потребности отечественной промышленности и возможности для расширения спектра специальностей и научных направлений, действующих в вузе, в 1997 году начата подготовка инженеров по специальности «Стандартизация и сертификация», в 2004 году – бакалавров, а в 2009 – магистров по направлению «Метрология, стандартизация и сертификация», в 2003 году открыта научная специальность 05.02.23 – Стандартизация и управление качеством продукции, а позднее, в 2009 г. – докторантура по этой специальности.

Начало 21 века стало для МГТУ периодом активного роста научного потенциала, увеличения количества научных работ. Особенно активное развитие получил комплекс работ по стандартизацию и качеству. Убедительным свидетельством успешного развития этого направления исследований в Магнитогорском

государственном техническом университете им. Г.И. Носова является работа диссертационного совета Д 212.111.05, в котором менее чем за десять лет защищено 5 докторских и более 20 кандидатских диссертаций по специальности «Стандартизация и управление качеством продукции (в металлургии)». Соответственно растёт научная, образовательная и публикационная активность по этому направлению.

Следует отметить, что к настоящему времени (наряду с МГТУ) в России и странах ближнего зарубежья сложился ряд научных школ, активно работающих в области качества в черной металлургии. Обобщенная структурно-логическая схема проводимых исследований в области квалиметрии представлена на рис. 1.



Рис. 1. Логическая схема исследований в области квалиметрии

Первые работы по квалиметрии металлургического производства принадлежат Г.С. Гуну и Г.Ш. Рубину [1, 2]. В дальнейшем методы квалиметрии развивались в работах других учёных магнитогорской школы: М.В. Чукина, В.М. Салганика, И.Г. Гуна, И.Ю. Мезина, О.Н. Тулупова, А.Г. Корчунова, И.А. Михайловского, А.Б. Моллера [3-8] и их учеников. Наряду со специальными вопросами оценки качества металлоизделий и различного вида проката в упомянутых работах развивались и общие методы квалиметрии, такие как методы структурирования свойств изделий, методы свёртки и др. Авторы этих работ исследовали как методы оценки качества изделий, так и методы оценки технологических процессов их производства. Таким образом, сформировалась самостоятельная отрасль квалиметрии – квалиметрия металлургического производства.

Развитие квалиметрии металлопродукции

Основные положения квалиметрии, ставшие уже классическими, изложены в монографиях [9, 10]. Эти положения описывают этапы разработки комплексной оценки качества объекта. Более поздние исследования [5, 11] были посвящены разработке комплексной оценки конкретных объектов, разработке математических

моделей, раскрывающих понятие «качество» и дающих логический фундамент для этого понятия. Одним из наиболее существенных результатов этих исследований стало ранжирование свойств по статусу на доминирующие и компенсируемые [1], а также разработка ряда вычислительных формул, отражающих этот статус свойств [1, 5]. По предложенной в этих работах терминологии, доминирующие – это свойства, нулевая оценка которых приводит к нулевой комплексной оценке всех свойств данного уровня. Компенсируемые – свойства, оценка которых повышает или понижает комплексную оценку свойств одного уровня, но не может обратить её в ноль. По распространённой терминологии доминирующие – это свойства, обладающие ролью «вето». Таким образом, частично решалась проблема определения количественной оценки значимости свойств (весомостей) оцениваемого объекта.

Несмотря на то, что в ранних работах по квалиметрии предлагалось несколько способов определения весомостей свойств, в исследованиях по оценке качества металлургических процессов и продукции металлургии [4, 5, 7] преобладал экспертный метод. Альтернативные методы – статистический и экономический, как правило, было невозможно применить. Это связано с объективным отсутствием необходимой информации или чрезвычайной трудоёмкостью её получения.

Одним из важных направлений современного исследования является совершенствование методов структурирования свойств металлопродукции на основе анализа потребительских функций [12]. Рассматривая функции

изделий, были определены их характерные особенности. Для технических материальных объектов сформулировано понятие функции следующим образом: функция – это передача действия, т.е. обеспечение взаимодействия или предотвращение взаимодействия.

Данное определение понятия «Функция» позволяет конкретизировать понятие «Свойство». Свойство – неотъемлемая особенность объекта, присущая ему независимо от взаимодействия с другими объектами. С точки зрения функционального подхода, свойство – способность обеспечивать некоторую функцию, т.е. способность передавать взаимодействие или препятствовать его передаче.

Другой особенностью современного подхода к оценке качества является локализация и структурирование временного интервала существования оцениваемого объекта. Жизненный цикл изделия (ЖЦИ), как определяет его стандарт ISO 9004, – это совокупность процессов, выполняемых от момента выявления потребностей общества в определенной продукции до момента удовлетворения этих потребностей и утилизации продукта. Таким образом, жизненный цикл – весь временной период, когда вообще существует понятие данного изделия.

В квалитметрии изделие исследуется в более короткий период времени, чем весь его жизненный цикл. Поэтому необходимо однозначно определить этот период. В исследованиях более мелкие периоды времени, чем жизненный цикл, называют стадиями жизненного цикла. Во всех стандартах на изделия и регламентирующих правилах приёмки и испытания речь идёт о свойствах изделия, приобретаемых после завершения технологического процесса.

Для целей оценивания продукции необходимо рассматривать промежуток времени, начинающийся с приобретением изделия всех характерных для него свойств. Это происходит в момент завершения изготовления и упаковки, т.е. в момент, когда прекращается активное воздействие на продукт с целью изменения его свойств. Окончанием временного отрезка оценивания предложено считать момент достижения состояния, когда в результате износа невозможна эксплуатация изделия в соответствии с его назначением, т.е. изделие бесполезно для потребителя. Этот период времени назван потребительской фазой изделия.

Потребительская фаза изделия неоднородна и включает несколько стадий (этапов) жизненного цикла изделия. Предложено выделять эти стадии, придерживаясь продекларированного функционального принципа. В соответствии с этим первой стадией является транспортировка изделия к месту потребления. Таким образом, первая стадия потребительской фазы – транспортная. Следующая фаза – приведение изделия в рабочее состояние (завинчивание болтов, винтов, гаек, навеска каната, установка сетки в рабочее устройство и т.д.). Эту фазу предложено было назвать монтажной. Третья стадия потребительской фазы – эксплуатационная. В этой стадии реализуются основные потребительские свойства изделия, например прочность на разрыв крепежного изделия, абразивная стойкость канатов в скважинах, классификация вещества (сетка) и др.

На основе понятия потребительской фазы введено конструктивное определение качества продукции: **качество – это степень выполнения трёх функций изделия – транспортной, монтажной и эксплуатационной.** Мы называем это определение конструктивным, т.к. указание конкретных функций определяет путь дальнейшего исследования структуры качества, т.е. свойств, обеспечивающих выполнение соответствующих функций. Следует отметить, что в отличие от ставшей классической древовидной структуры комплексного качества изделия [13] при предложенном подходе возможна сетевая структура, поскольку одно и то же свойство может обеспечивать несколько функций. Количество функций, на которые влияет данное свойство, предложено считать его «важностью». При этом исчезает потребность определять

количественную оценку важности – весомость. Она определяется самой структурой комплексного качества. Пример такого структурирования качества продукции применительно к геофизическим кабелям изображен на рис. 2.

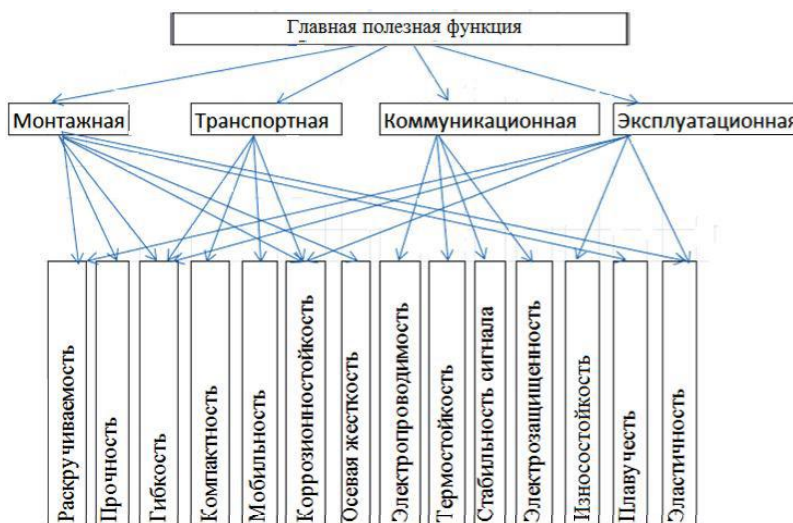


Рис. 2. Структура свойств геофизического кабеля

Совокупность методов анализа качества изделий на основе исследования функций изделия на протяжении его потребительской фазы названа функционально-целевым анализом.

Наряду с развитием работ в области качества, основанных на комплексных и групповых оценках уровня потребительских свойств и эффективности процессов производства продукции, получили развитие работы, основанные на новых теоретических подходах и технологических методах повышения результативности производства. К числу таких работ следует отнести: Создание и развитие понятийного аппарата и теории стандартизации в металлургии (М.В. Чукин, М.А. Полякова, Г.Ш. Рубин, Г.С. Гун); Развитие основных принципов и прикладных методик оценки и управления качеством в металлургии на основе холистического подхода и системного анализа (Г.Ш. Рубин, Г.С. Гун); Разработка теории экономики качества в производстве автокомпонентов (И.Г. Гун, В.И. Куцендик, Д.С. Осипов); Разработка неклассических подходов к анализу процессов формирования эксплуатационных свойств металлоизделий и управления качеством (Г.С. Гун, Г.Ш. Рубин, И.Ю. Мезин); Развитие методологии управления качеством продукции в технологиях металлургии в условиях неопределенности (А.Г. Корчунов); Управление качеством металлопродукции на основе принципов технологической адаптации (М.В. Чукин, Э.М. Голубчик); Развитие методологии расчета результативности процессов (Г.С. Гун, И.А. Михайловский, Г.Ш. Рубин, А.Б. Моллер).

Заключение

В течение последних лет в научной области управления качеством металлопродукции получены

существенные научные и практические результаты, развивающие квалиметрию как самостоятельную научную дисциплину:

- к методологической основы исследования структуры качества металлических изделий и технологических процессов их производства;

- осуществлено развитие системного подхода к оценке качества объектов и процессов, на основе которого определён комплекс требований к операции свёртки оценок качества; введено понятие «акселерация оценок при свёртке», отражающее свойство эмерджентности в системах свойств изделий и процессов, дано его математическое определение; предложены функции свёртки, удовлетворяющие комплексу требований конкретных типов металлопродукции;

- разработан процессный подход к оценке результативности технологического процесса, который включает в себя: новое понятие результативности как анализа пооперационного достижения цели процесса; понятия локальной и глобальной результативности операции и процесса, означающие степень использования потенциала отдельных операций для формирования определённого свойства продукции, а также методы расчёта локальной, глобальной и комплексной результативности технологического процесса;

- предложена модель многооперационного технологического процесса как суперпозиция нечётких отображений показателей качества изделия. Это позволило предложить метод оценки требований к исходной заготовке, обеспечивающий получение заданных показателей качества готовой продукции;

- разработан метод факторного анализа качества изделий и процессов, позволяющий оценивать потенциальные возможности отдельных свойств для повышения комплексного качества. Такой подход, наряду с функциональным анализом, раскрывает возможности квалиметрии не только как метода синтеза простейших свойств в комплексное, но и как метода анализа комплексного свойства.

Представленные научные положения и методы являются методологической основой для разработки эффективных методик оценки и управления качеством металлопродукции и процессов их производства. Все они носят общесистемный характер, что подтверждается их использованием для разработки

методик в различных областях применения, например для оценки качества проката, метизной продукции, автокомпонентов, образовательных систем [2, 13-18].

Список литературы

1. Рубин Г.Ш., Гун Г.С. Логические законы оценки качества продукции. Магнитогорск, 1981. 23 с. Деп. в ВИНТИ 19.09.1981, №4105-81 В.
2. Гун Г.С. Управление качеством высокоточных профилей. М.: Металлургия, 1984. 152 с.
3. Metallurgy qualimetry theory design and development / Gun G.S., Rubin G.Sh., Chukin M.V., Gun I.G., Mezin I.U., Korchunov A.G. // Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University. 2013. №5. P. 67-70.
4. Квалиметрическая оценка производства автомобильного крепежа: монография / Д.М. Закиров, Г.Ш. Рубин, И.Ю. Мезин, А.В. Сабадаш, С.П. Васильев, В.В. Чукин, С.С. Скворцова. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2007. 158 с.
5. Комплексная оценка эффективности процессов производства шаровых пальцев / И.Г. Гун, Г.Ш. Рубин, В.В. Сальников, В.И. Артюхин, Ю.В. Калмыков, П.Е. Левченко. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2008. 133 с.
6. Управление качеством продукции в технологиях метизного производства: монография / А.Г. Корчунов, М.В. Чукин, Г.С. Гун, М.А. Полякова. М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2012. 164 с.
7. Управление качеством при производстве шипов противоскольжения: монография / Д.М. Закиров, Г.Ш. Рубин, И.Ю. Мезин, Т.Ш. Галиахметов, В.В. Андреев. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2008. 114 с.
8. Гун И.Г., Михайловский И.А., Осипов Д.С. Квалиметрическая оценка и повышение результативности сквозной технологии и системы менеджмента качества производства шаровых пальцев: монография. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2008. 147 с.
9. Азгальдов Г.Г. Потребительская стоимость и её измерение. М.: Экономика, 1971. 167 с.
10. Азгальдов Г.Г., Райхман Э.П. О квалиметрии. М.: Стандарты, 1972. 172 с.
11. Методологический подход к управлению качеством метизной продукции, основанный на нечетких множествах / Г.Ш. Рубин, Ф.Т. Вахитова, В.Н. Лебедев, Е.Н. Гусева, А.А. Шишов // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2009. №4. С. 50-53.
12. Рубин Г.Ш. Квалиметрия метизного производства: монография. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 167 с.
13. Рубин Г.Ш., Камалутдинов И.М. Функциональный анализ структуры свойств геофизического кабеля // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2010. №1. С. 70-71.
14. Квалиметрическая оценка производственных процессов изготовления металлоизделий / И.Ю. Мезин, Е.С. Яковлева, Е.Г. Касаткина, В.И. Куцендик // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2010. №2. С. 67-69.
15. Разработка теории квалиметрии метизного производства / Г.Ш. Рубин, М.В. Чукин, Г.С. Гун, Д.М. Закиров, И.Г. Гун // Черные металлы. 2012. №6. С. 15-20.
16. Протипология – новый этап развития стандартизации метизного производства / Г.Ш. Рубин, М.А. Полякова, М.В. Чукин, Г.С. Гун // Сталь. 2013. №10. С. 84-87.
17. Гун Г.С., Чукин М.В., Рубин Г.Ш. Управление качеством в метизном производстве // Металлургические процессы и оборудование. 2013. №4(34). С. 106-112.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

THE RESEARCH GENESIS IN THE FIELD OF METAL PRODUCTS QUALITY

Gun Gennadij Semenovich – D.Sc. (Eng.), Professor, Advisor to the Rector, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia.

Mezin Igor Yurjevitch – D.Sc. (Eng.), Professor, Head of Standardization, Chemistry and Bioengineering Faculty, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia.

Rubin Gennadiy Shmulyevich – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia. E-mail: rubingsh@gmail.com.

Minayev Aleksander Anatolyevich – D.Sc. (Eng.), Professor, Rector of Donetsk National Technical University, Ukraine. E-mail: tssa@magtu.ru.

Nazaybekov Abdrakhman Batyrbekovich – Academician, D.Sc. (Eng.), Professor, Rector of Rudny Industrial Institute, Kazakhstan. E-mail: rector@rii.kz.

Dyja Henrik – D.Sc. (Eng.), Professor, Director of the Institute of Metal Forming and Engineering Security, Czestochowa University of Technology, Poland. E-mail: dyja@wip.pcz.pl.

Abstract. The national school of quantitative methods in quality measuring - qualimetry has been developing for over 30 years. There is a number of research centres on qualimetry issues in Russia, Kazakhstan and Ukraine. The researchers of these centres made all efforts to form qualimetry extensive subsection – ferrous metallurgy qualimetry. The research on metallurgy qualimetry has been actively developing at Magnitogorsk State Technical University. Training of engineers since 1997 and at present Bachelors and Masters in «Standardization and Certification», as well as the work and activities of Doctoral Dissertation Council on specialty «Standardization and Quality Management» (in metallurgy) are fruitful base for research in the field of quality. Along with specific engineering developments on quality evaluation of products and processes in the ferrous metallurgy important results in the special and general qualimetry were obtained. They concern the methods of properties structuring, their graduation according to the Category of influence on integrated assessment, varied approach to quality evaluation at different stages of the product life cycle.

Keywords: qualimetry, metal products, quality, dominating indicators, compensable indicators, product life cycle, functional and objective analysis.

References

1. Rubin G. Sh., Gun G.S. *Logicheskie zakony otsenki kachestva produktsii* [Logical rules of product quality rating]. Magnitogorsk, 1981. 23 p. Deposited by VINITI 19.09.1981, № 4105-81 B.
2. Gun G. S. *Upravlenie kachestvom vysokotochnykh profiley* [Quality management of high-precision profiles]. Moscow: Metallurgy, 1984, 152 p.
3. Gun G.S., Rubin G. Sh., Chukin M.V., Gun I.G., Mezin I.U. Korchunov A.G. Metallurgy qualimetry theory design and development. *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova*. [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2013, no. 5, pp. 67-70.
4. Zakirov D. M., Rubin G. Sh., Mezin I. Yu. et al. *Kvalimetriceskaya otsenka proizvodstva avtomobilnogo krepizha : monografiya* [Quality control estimation of automobile hardware production : monography]. Magnitogorsk : Nosov Magnitogorsk State Technical University, 2007, 158 p.
5. Gun I. G., Rubin G. Sh., Salnikov V.V. *Kompleksnaya otsenka effektivnosti protsessov proizvodstva sharovykh paltsev* [Complex efficiency evaluation of production processes of ball pins]. Magnitogorsk : Nosov Magnitogorsk State Technical University, 2008. 133 p.
6. Korchunov A.G., Chukin M.V., Gun G.S., Polyakova M.A. *Upravlenie kachestvom produktsii v tekhnologiyah metiznogo proizvodstva: monografiya* [Product quality management in hardware production technologies: monograph. Moscow: Publishing House «Ore and Metals», 2012, 164 p.
7. Zakirov D.M., Rubin G.Sh., Mezin I.Yu., Galiakhmetov T.Sh., Andreyev V.V. *Upravleniye kachestvom pri proizvodstve shipov protivoskol'zheniya: monografiya*. [Quality control in the manufacture of anti-sliding motion studs: monograph]. Magnitogorsk: Nosov Magnitogorsk State Technical University, 2008, 114.
8. Gun I.G., Mikhailovsky I.A., Osipov D.S. *Kvalimetriceskaya otsenka i povysheniye rezul'tativnosti skvoznoy tekhnologii i sistemy menedzhmenta kachestva proizvodstva sharovykh paltsev: monografiya* [Qualimetric assessment and enhanced efficiency through technology and quality management system production ball joints: monograph]. Magnitogorsk: Nosov Magnitogorsk State Technical University, 2008, 147 p.
9. Azgaldov G.G. *Potrebitel'skaya stoimost' i yeyo izmereniye*. [Use value and its measurement]. M: Economics, 1971. 167 p.
10. Azgaldov G.G., Raykhan E.P. *O kvalimetrii* [About qualimetry]. Moscow: Standards, 1972, 172 p.
11. Rubin G.Sh., Vakhitova F.T., Lebedev V.N., Guseva Ye.N., Shishov A.A. Metodologicheskiy podkhod k upravleniyu kachestvom metiznoy produktsii, osnovanny na nechetkikh mnozhestvakh. [Methodological approach to hardware products quality management based on fuzzy sets]. *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova*. [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2009, no. 4, pp. 50-53.
12. Rubin G.Sh. *Kvalimetriya metiznogo proizvodstva* [Qualimetry of hardware production] Magnitogorsk: Nosov Magnitogorsk State Technical University, 2012, 167 p.
13. Rubin G.Sh., Kamalutdinov I.M. Funktsional'nyy analiz struktury svoystv geofizicheskogo kabelya. [Functional analysis of the structure properties of geophysical cable]. *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova*. [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2010, no. 1, pp. 70-71.
14. Mezin I.Yu., Yakovleva Ye.S., Kasatkina Ye.G., Kutsependik V.I. Kvalimetriceskaya otsenka proizvodstvennykh protsessov izgotovleniya metalloizdelyi. [Qualimetric assessment of manufacturing processes of manufacture of metal]. *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova*. [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2010, no. 2, pp. 67-69.
15. Rubin G.Sh., Chukin M.V., Gun G.S., Zakirov D.M., Gun I.G. Razrabotka teorii kvalimetrii metiznogo proizvodstva. [Development of the theory of hardware production qualimetry. *Chemyye metally*. [Ferrous metals]. 2012, no. 6, pp. 15-20.
16. Rubin G.S., Polyakova M.A., Chukin M.V., Gun G.S. Prototypology – a new stage of development of standardization metalware production. *Stal'* [Steel], 2013, no. 10, pp. 84-87.
17. Gun G.S., Chukin M.V., Rubin G.SH. Upravleniye kachestvom v metiznom proizvodstve. [Quality management in hardware production]. *Metallurgicheskiye protsessy i oborudovaniye*. [Metallurgical processes and equipment]. 2013, no. 4 (34). pp. 106-112.