

# МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-2-142-148

\*Романцов Р.С., Юракова Т.Г.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

\*E-mail: romantsovrns@mail.ru

## МЕТОД ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК В ПОВЫШЕНИИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

**Аннотация.** На сегодняшний день повышение конкурентоспособности продукции и повышение ее качества стали синонимичными понятиями, а поиск способов достижения этих целей стал ключевым. В данной статье рассмотрена концепция конкуренции и предложен один из эффективных путей достижения конкурентоспособной продукции в машиностроительной отрасли – квалиметрический метод экспертных оценок. Данный метод является эффективным, универсальным и удобным при решении различных задач. Применение метода экспертных оценок позволит предприятию постоянно совершенствовать форму своих товаров, определять необходимые показатели качества, повысить материальную заинтересованность работников, улучшить условия труда на производстве и многое другое. Тем самым метод становится эффективным «средством», позволяющим поддерживать устойчивое положение предприятия на рынке и обеспечивать один из ключевых принципов СМК, TQM - ориентация на потребителя, включающая определение возможных причин брака продукции и проведение маркетинговых исследований с целью определения потребностей клиентов.

**Ключевые слова:** конкурентоспособность, машиностроение, квалиметрия, качество, экспертный метод.

**Введение.** «Никто не помнит имени того, кто пришел к финишу вторым» (Чарлз Шульц). Высокая конкуренция на мировом рынке машиностроительной продукции обуславливает жесткие требования к ее качеству. Существование нескольких производителей одного вида продукции создает конкуренцию. Это вынуждает продавцов в полной мере удовлетворять потребности покупателя, чтобы сделать его своим постоянным клиентом. Конкуренция стимулирует рынок, увеличивает производство, снижает издержки, является необходимым условием быстрой реакции производителей на меняющиеся требования потребителей на всех этапах производства, а также побуждает использовать более эффективные методы при производстве, что, в конечном счете, создает среду, содействующую техническому и социальному прогрессу. Именно поэтому, на современном этапе развития рыночной экономики, поиск путей решения проблем, связанных с повышением конкурентоспособности являются актуальным [1–2].

В настоящее время существует немало методов, инструментов и концепций для оценки имеющегося конкурентного потенциала предприятия. Однако, из-за недостаточной квалификации менеджеров, отсутствия понимания специфики работы предприятия, основанной на принципе «ориентация на потребителя», неумения разрабатывать механизмы и применять инструменты для

повышения конкурентного потенциала, лишь некоторая часть этих инструментов нашло свое применение. Эта сложившаяся ситуация на практике и не позволяет развивать конкурентный потенциал, который показывает наличие у предприятия способности для создания долгосрочных преимуществ перед другими производителями. Что позволяет в полной мере обеспечить конкурентную стратегию, увеличить долю рынка, а также создать такие условия, при которых компания улучшит свои позиции [3].

Производство качественной продукции является основополагающим принципом достижения конкурентоспособности, а одним из эффективных путей его обеспечения является совершенствование систем качества (система менеджмента качества (СМК), всеобщее управление качеством (TQM)) [4]. Наиболее важным требованием этих стандартов является предоставление производителем доказательств о его способности обеспечивать необходимый уровень качества выпускаемой продукции и постоянного его улучшения. Подтверждением этого могут служить: последовательное использование инноваций, поиск новых, более совершенных форм промышленных товаров, определение необходимых показателей качества, повышение материальной заинтересованности работников и улучшение условий труда на производстве, и многое другое. Так же, одним из ключевых принципов СМК, TQM позволяющим

обеспечивать устойчивое положение предприятия на рынке является его ориентация на потребителя, включающая проведение маркетинговых исследований с целью определения потребностей клиентов. Решить все эти задачи способна многочисленная номенклатура квалиметрических методов и инструментов [5–8].

**Методы и инструменты.** К простым квалиметрическим инструментам можно отнести: контрольный листок, гистограмму, диаграмму разброса, диаграмму Парето, стратификацию, диаграмму Исикавы, контрольные карты Шухарта. Данные инструменты являются понятными, наглядными и эффективными [9]. Так же существуют и другие методы, которые предназначены для решения как квалиметрических задач, так и тех, которые по существу адаптируются к качественным задачам количественной оценки. Поскольку здесь невозможно рассмотреть все, стоит разделить их на группы и выделить ключевой [10].

*Экспертные методы оценки качества* – это методы, с помощью которых знания экспертов используются для определения различных числовых характеристик и решения необходимых задач. Особенностью этих методов является то, что они ориентированы на человека (эксперта/потребителя) как непосредственного измерителя качества в системе оценки. Метод имеет различные разновидности и формы и используется в ситуациях, когда для решения задач по оценке уровня качества невозможно или затруднительно использовать более объективные методы, например, измерительный или расчетный. Наиболее известными примерами метода экспертных оценок являются: метод Дельфи, мозговой штурм, Метод «635 и аналитический метод.

*Non-expert* (также известные как аналитические методы) – методы, которые обходятся без экспертов в поиске этих значений. Однако, даже там эксперты все же нужны, например, их услуги часто могут быть необходимы для выполнения одной из операций оценки качества, получения дерева свойств.

*Гибридные методы* – методы, в которых значения некоторой части числовых характеристик объекта определяются экспертным методом, а остальные – не экспертными методами. При принятии решения о том, какой метод использовать в конкретном случае при решении проблемы, следует учитывать его сущность, специфику, а также плюсы и минусы. В российской и международной практике оценки качества гибридные методы используются более чем в 90 % всех случаев. Поэтому акцент этой статьи будет именно на экспертный метод, как основу большинства применяемых методов [11].

В данном методе суждение предоставляется на основе определенного набора критериев и/или экспертных знаний, которые были приобретены ранее в определенной области знаний, применения или производства продукта, конкретной дисциплине, отрасли и т.д. Такой опыт может быть предоставлен любой группой или лицом, имеющим специальное образование, знания, навыки, опыт или подготовку. Эта база знаний может быть предоставлена одним членом проектной группы или несколькими участниками проектной группы, а также руководителем группы. Однако, как правило, экспертное суждение требует экспертных знаний, которые не присутствуют в команде проекта и, поэтому необходимо привлекать лиц с конкретным соответствующим набором навыков или базой знаний, необходимой для решения проблемы [12–15].

Такой опыт может быть предоставлен любой группой или отдельным лицом (экспертом), обладающим специальными знаниями или подготовкой, и доступен из многих источников, включая:

- подразделения внутри организации;
- консультанты;
- заинтересованные стороны, включая клиентов или спонсоров;
- профессиональные и технические ассоциации;
- и др.

**Основная часть.** Перейдем к непосредственному применению метода экспертных оценок в машиностроительном производстве. Используем данный метод для определения причин выхода из строя одного из узлов агрегата. Так, практически любой сложный механизм имеет движущиеся части, узлы, оснащенные подшипниками. При правильном обслуживании и эксплуатации они позволяют механизму работать с очень небольшим количеством проблем/отказов. Когда подшипники выходят из строя, вместе с ним выходит из строя и весь механизм. Статистика показывает, что отказ работы подшипников составляет более 50 % всех поломок электродвигателей. Большинство из нас знакомы с общими причинами отказа подшипников [16]. Они включают в себя:

- несоосность;
- неправильный монтаж;
- загрязненная или неправильная смазка;
- воздействие высоких температур;
- усталость подшипника;
- неправильные методы хранения.

Это в среднем первые причины, которые нужно искать, при возникновении проблем с подшипниками. Существуют и другие проблемы, которые возникают и приводят к преждевременному их отказу в определенном, уникальном для

конкретного предприятия месте, участке. Применение данного метода особенно актуально при анализе именно таких единичных, локализованных, имеющих место быть только в этих условиях или специфике производства. Определение причин, из-за которых возникают неисправности, позволит их предотвратить и, тем самым, позволит производителю создавать качественную продукцию. Так на предприятие по производству машиностроительной продукции поступила рекламация по причине быстрого выхода из строя электродвигателя, вследствие разрушения подшипника качения в одном из его узлов. Для решения данной проблемы нами было принято решение об использовании экспертного метода [17–18].

Осуществляемый квалиметрический анализ включает в себя следующие этапы:

1. Составление схемы существующего технологического процесса установки и работы анализируемого объекта (установка подшипника, условия работы, обслуживание и др.).

2. Выбор экспертов из числа сотрудников или приглашение извне (происходит путем назначе-

ния, рекомендаций и др.), их опрос с целью выяснения реальных или возможных причин быстрого выхода из строя подшипника качения.

3. Составление сводного перечня причин и ранжирование их по значимости.

4. Статистическая обработка данных:

– построение диаграммы размахов (коробчатая диаграмма);

– рангов и сумм рангов, присвоенных каждой причине;

– определение наиболее значимого показателя;

– определение коэффициента конкордации Кендалла и уровня значимости.

*Корректирующие мероприятия, направленные на улучшение работы подшипника:*

– опрос экспертов о путях устранения неблагоприятных основных факторов из числа выделенных;

– принятие мер по повышению качества работы.

– Результаты проведенного опроса экспертов приведены в таблице 1.

Таблица 1

### Результаты опроса экспертов по причинам выхода из строя подшипника электродвигателя

№ эксперта / наименование фактора	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Перегрузка	8	9	8	7	8	10	10	10	9	8
Неправильная сборка	9	10	10	9	7	9	9	8	7	9
Грязь	10	8	9	10	10	8	8	9	10	10
Перекося	7	6	5	8	9	7	6	7	8	7
Недостаточная смазка	5	7	7	6	5	5	7	6	5	6
Коррозия	4	5	6	5	6	6	5	4	6	5
Неправильная цапфа	6	4	3	4	4	3	4	5	3	4
другое	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3

Анализ экспертной оценки произведем с помощью статистического и аналитического программного обеспечения «STATISTICA». Данная

программа является одной из широко используемых статистических программ для поиска закономерностей, прогнозирования, классификации и визуализации данных.

Таблица 2

### Результаты анализа экспертной оценки

Переменные	Ранговый дисперсионный анализ Фридмана и конкордация (N = 10, df = 7) = 54,53333 p = 0,00001. Коэфф. конкордации = 0,77905 Средний ранг r = 0,75450			
	Сред. ранг	Сумма рангов	Среднее	Станд. откл.
Грязь	7,600	76,000	9,600	0,699206
Перегрузка	6,100	61,000	8,100	1,197219
Недостаточная смазка	6,000	60,000	8,000	1,763834
Перекося	5,400	54,000	7,4000	1,349897
Неправильная сборка узла	3,900	39,000	5,9000	0,875595
Коррозия	3,700	37,000	5,7000	1,251666
Дефект цапфы	2,000	20,000	4,0000	0,942809
другое	1,300	13,000	3,3000	0,483046

Полученный коэффициент конкордации Кендалла  $0,78 > 0,7$  означает, что согласованность мнений экспертов высокая. Уровень значимости  $p$

$= 0,00001 < 0,05$ , позволяет судить о том, что гипотезу об однородности распределения можно отвергнуть.

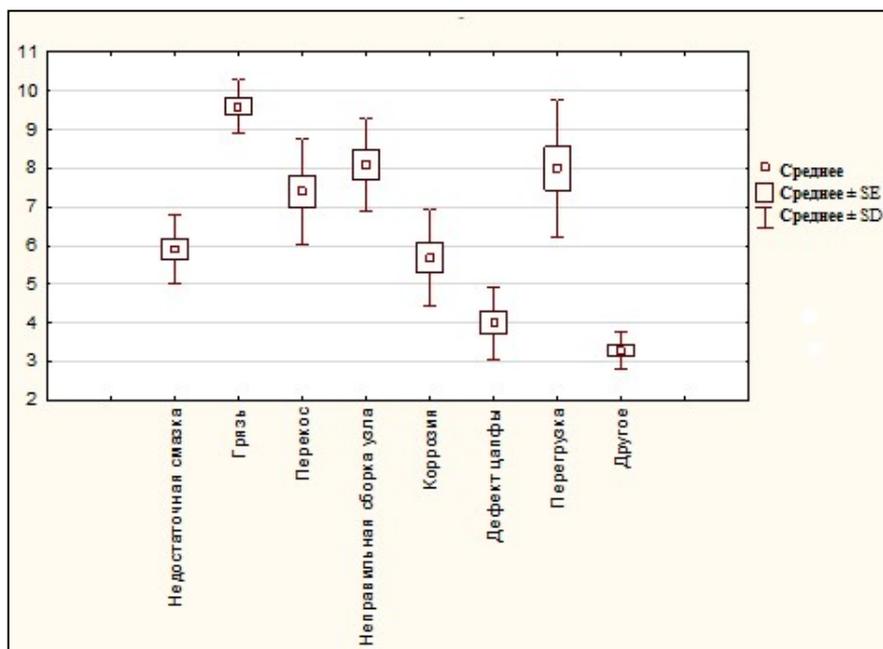


Рис.1. Диаграмма размахов результатов экспертной оценки

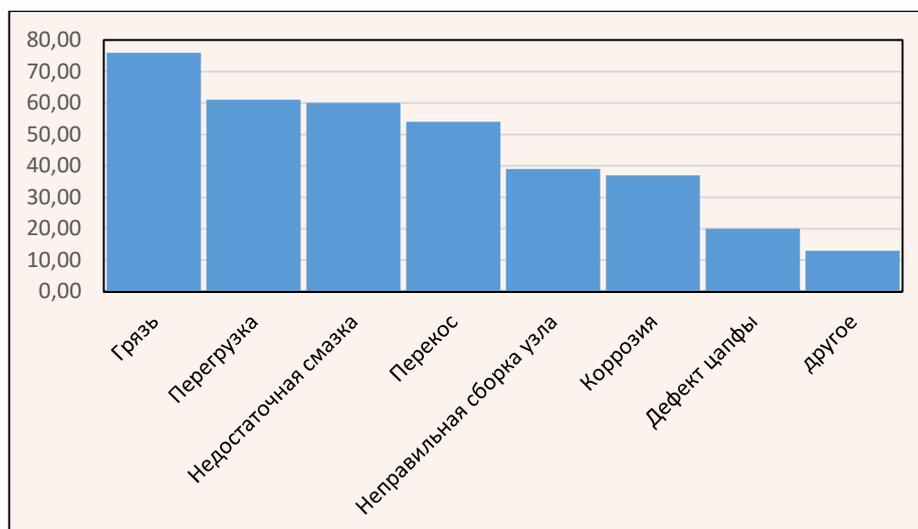


Рис.2. Столбчатая диаграмма рангов экспертных оценок

**Выводы.** Проанализировав данные полученные экспертным методом, можно сделать вывод о том, что причиной быстрого выхода из строя подшипники на данном предприятии является их засорение. На основании полученных данных в дальнейшем необходимо введение корректирующих действий, устраняющих причины появления брака. Для нашего случая устранением данного вида причин выхода из строя подшипника является пересмотр конструкции электродвигателя с ориентацией на условия эксплуатации. Возможна установка дополнительного манжетного уплотнения или другой дополнительной защиты от грязи и пыли. Данный вид анализа представлен в наиболее простой и понятной форме [19–20].

Подводя итог можно сказать, что в современном мире организация производства качественной продукции не возможна без ее квалиметрической оценки. А методы и инструменты

квалиметрии стали одним из обязательных атрибутов рыночных отношений. С ее помощью у производителя появляется возможность определять оптимальные показатели качества, находить причины брака в технологическом процессе, прогнозировать потребности потребителя, рассчитывать конкурентоспособную цену, расширять рынок сбыта и много другое.

Таким образом, внедрение квалиметрических методов, а в частности экспертного метода в комплексе со специализированным программным обеспечением позволит предприятию получить устойчивое конкурентное преимущество на рынке и завоевать доверие потребителя.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Исаев А.А. Оценка конкурентоспособности продукции: методологический аспект // Вест-

ник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. 2017. Т.9. № 2. С. 83–89.

2. Еремеева Н.В. Конкурентоспособность товаров и услуг: учебник и практикум для академического бакалавриата / Н.В. Еремеева. 2-е изд., испр. и доп. М.: Издательство Юрайт. 2017. 193 с.

3. Мокроносов А.Г., Маврина И.Н. Конкуренция и конкурентоспособность: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал, ун-та, 2014. 194 с.

4. Портер М. Международная конкуренция: конкурентные преимущества стран. М.: Альпина Паблишер, 2016. 947 с.

5. Samarina E.A., Petrova A.D., Blazhenkova N.M. Development of competitiveness of enterprise structures under the conditions of accession of the Russian federation to the WTO // Journal of Advanced Research in Law and Economics. 2015. Т. 6. № 1. Pp. 198–207.

6. Юракова Т.Г., Черноситова Е.С., Левицкая К.М. Актуальные вопросы обеспечения качества стали как основного материала для производства продукции машиностроения // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №6. С. 207–212.

7. Азгальдов Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров (основы квалиметрии). М.: Экономика, 1982. 256 с.

8. Барвинок В.А. Менеджмент качества в машиностроении: системы, методы, инструменты: учеб. Пособие. М.: Наука и технологии, 2008. 384 с.

9. Романцов Р.С., Черноситова Е.С. Диаграмма Парето как инструмент повышения качества и совершенствования технологического процесса производства цанги зажимной // В сб.: Качество продукции: контроль, управление, повышение: сб. науч. трудов по итогам 4-й Международной молодежной научно-практической конференции. Курск: Из-во ЗАО «Университетская книга», 2017, том 2, 228 с.

#### *Информация об авторах*

**Романцов Роман Сергеевич**, магистрант кафедры стандартизации и управления качеством. E-mail: romantsovrrs@mail.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

**Юракова Татьяна Геннадьевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры стандартизации и управления качеством. E-mail: tatjana.2006@mail.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

10. Кане М.М., Иванов Б.В. Системы, методы и инструменты менеджмента качества. М.: АСВ. 2008. С. 23. С. 115–139.

11. Андрианов, Ю.М. Квалиметрия в приборостроении и машиностроении. Л.: Машиностроение, 1990. 216 с.

12. Гатилова Е.С., Луценко О.В. Роль квалиметрии в управления качеством // В сб.: Молодежь и научно-технический прогресс: сб. X междунар. науч.-практ. конф. Губкин, 2017, том 3, с. 67-69.

13. Shi X., Zhu K., Wang W., Fan L., Gao J. A thermal characteristic analytic model considering cutting fluid thermal effect for gear grinding machine under load // Int. J. Adv. Manuf. Technol. 2018. Vol. 99. Is. 5-8. Pp. 1755–1769.

14. Чекмарёв А.Н. Квалиметрия и управление качеством. Ч.1. Квалиметрия: учеб. пособие. Самара: Изд-во СГАУ. 2010. 172 с.

15. Хвастунов, Р.М. Квалиметрия в машиностроении: учебник. М.: Изд-во «Экзамен». 2009. 285 с.

16. Ходыревская С. В. Квалиметрия и нормирование показателей качества: учебнометодическое пособие. Курск: ЮЗГУ. 2010. 246 с.

17. Богодухов С.И. Технологические процессы машиностроительного и ремонтного производства. Старый Оскол: ТНТ. 2015. 464 с.

18. Чернышева Е.В., Серых И.Р. Основы научных исследований, планирование и организация эксперимента: учебное пособие. Белгород: Изд-во БГТУ. 2014. 103 с.

19. Справочник технолога–машиностроителя: в 2-х т. Т.2. Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. 5-е изд., исправл. М.: Машиностроение. 2003. № 1. 944 с.

20. Putz M., Richter C., Regel J., Bräunig M. Industrial consideration of thermal issues in machine tools // Prod. Eng. Res. Devel. 2018. Vol. 12. Is. 6. Pp. 723–736.

---

*Поступила в декабре 2019 г.*

© Романцов Р.С., Юракова Т.Г., 2020

\*Romantsov R.S., Yurakova T.G.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov

E-mail: romantsovrrs@mail.ru

## EXPERT ASSESSMENT METHOD IN INCREASING COMPETITIVENESS OF MACHINE-BUILDING PRODUCTS

**Abstract.** *No one remembers the name of the one who came to the finish line second. In modern realities, increasing the competitiveness of products and improving their quality are synonymous, and the search for ways to achieve these goals has become key. This article discusses the concepts of competition and presents one of the effective ways to achieve competitive products in the engineering industry – the qualimetric method of expert assessments. This method is effective, universal and convenient for solving various problems. The application of the method of expert assessments allows the company to constantly improve the shape of its products, determine the necessary quality indicators, increase the material interest of workers, improve working conditions in the workplace and much more. Thus, the method becomes an effective "tool" that allows to maintain a stable position of the enterprise on the market and provide one of the key principles of QMS, TQM – customer orientation, which includes identifying possible causes of product defects and conducting market research to determine customer needs.*

**Keywords:** *competition, qualimetry, quality, expert method.*

### REFERENCES

1. Isaev A.A. Assessment of product competitiveness: methodological aspect [Ocenka konkurentosposobnosti produktsii: metodologicheskij aspekt]. Bulletin of the Vladivostok State University of Economics and Service. 2017. Vol. 9. No. 2. Pp. 83–89. (rus)
2. Ereemeeva N.V. Competitiveness of goods and services: textbook and workshop for academic undergraduate [Konkurentosposobnost' tovarov i uslug: uchebnik i praktikum dlya akademicheskogo bakalavriata]. N.V. Ereemeeva. 2nd ed., Rev. and add. M.: Yurayt Publishing House, 2017. 193 p. (rus)
3. Mokronosov A.G., Mavrina I.N. Competition and competitiveness: a tutorial [Konkurenciya i konkurentosposobnost': ucheb. Posobie]. Ekaterinburg: Publishing house Ural University press. 2014. 194p. (rus)
4. Porter M. International competition: competitive advantages of countries. M.: Alpina Publisher. 2016. 947 p. (rus)
5. Samarina E.A., Petrova A.D., Blazhenkova N.M. Development of competitiveness of enterprise structures under the conditions of accession of the Russian federation to the WTO. Journal of Advanced Research in Law and Economics. 2015. Vol. 6. No. 1. Pp. 198–207.
6. Yurakova T.G., Chernositova E.S., Levitskaya K.M. Actual issues of ensuring the quality of steel as the main material for the production of engineering products [Aktual'ny'e voprosy obespecheniya kachestva stali kak osnovnogo materiala dlya proizvodstva produktsii mashinostroeniya]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2017. No. 6. Pp. 207–212. (rus)
7. Azgaldov G.G. The theory and practice of assessing the quality of goods (fundamentals of qualimetry) [Teoriya i praktika ocenki kachestva tovarov (osnovy kvalimetrii)]. M.: Economics. 1982. 256p.
8. Periwinkle V.A. Quality management in mechanical engineering: systems, methods, tools: textbook [Menedzhment kachestva v mashinostroenii: sistemy, metody, instrumenty: ucheb. Posobie]. M.: Science and Technology, 2008. 384 p. (rus)
9. Romantsov R.S., Chernositova E.S. Pareto diagram as a tool for improving the quality and improving the technological process of production of the collets [Diagramma Pareto kak instrument povysheniya kachestva i sovershenstvovaniya texnologicheskogo processa proizvodstva czangi zazhimnoj] V sb.: Kachestvo produktsii: kontrol', upravlenie, po-vyshenie: sb. nauch. trudov po itogam 4-j Mezhdunarodnoj molodezhnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Kursk: Iz-vo ZAO «Universitetskaya kniga». 2017. Vol. 2, 228 p. (rus)
10. Kane M.M., Ivanov B.V. Systems, methods and tools of quality management [Sistemy, metody i instrumenty menedzhmenta kachestva]. M: DIA. 2008. 115–139 p. (rus)
11. Andrianov Yu.M. Qualimetry in instrument making and mechanical engineering [Kvalimetriya v priborostroenii i mashinostroenii]. L.: Engineering, 1990. 216 p. (rus)
12. Gatilova E.S., Lutsenko O.V. The role of qualimetry in quality management [Rol kvalimetrii v upravleniya kachestvom]. V sb.: Molodezh' i nauchno-texnicheskij progress: sb. X mezhdunar. nauch. prakt. konf. Gubkin. 2017. Vol 3. Pp. 67–69. (rus)
13. Shi X., Zhu K., Wang W., Fan L., Gao J. A thermal characteristic analytic model considering cutting fluid thermal effect for gear grinding machine

under load. Int. J. Adv. Manuf. Technol. 2018. Vol. 99. Is. 5-8. Pp. 1755–1769.

14. Chekmarev A.N. Qualimetry and quality management. Part 1. Qualimetry: textbook. Allowance [Kvalimetriya i upravlenie kachestvom. Ch.1. Kvalimetriya: ucheb. Posobie]. Samara: Publishing House of SSAU, 2010.172 p. (rus)

15. Khvastunov R.M. Qualimetry in mechanical engineering: a textbook [Kvalimetriya v mashinostroenii: ucheb. Posobie]. M.: Publishing house "Examination", 2009.285 p. (rus)

16. Khodyrevskaya S.V. Qualimetry and rationing of quality indicators: a training manual [Kvalimetriya i normirovanie pokazatelej kachestva: ucheb. Posobie]. Kursk: South-Western State University. 2010. 246 p. (rus)

17. Bogodukhov S.I. Technological processes of engineering and repair production [Texnolog-

icheskie processy` mashinostroitel`nogo i remontnogo proizvodstva]. Stary Oskol: TNT, 2015.446 p. (rus)

18. Chernysheva E.V., Serykh I.R. Fundamentals of scientific research, planning and organization of the experiment: a training manual. Belgorod: Publishing House of BSTU, 2014.103 p. (rus)

19. Reference technologist – mechanical engineer: in 2 tons [Spravochnik tehnologa–mashinostroitelya: v 2-h t]. V.2. Ed. A.M. Dalsky, A.G. Kosilov, R.K. Meshcheryakova. 5th ed., Amended M.: Mechanical Engineering. 2003. No. 1. 944 p. (rus)

20. Putz M., Richter C., Regel J., Bräunig M. Industrial consideration of thermal issues in machine tools. Prod. Eng. Res. Devel. 2018. Vol. 12. Is. 6. Pp. 723–736.

#### *Information about the authors*

**Romantsov, Roman S.** Master student. E-mail: romantsovrrs@mail.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

**Yurakova, Tat'yana G.** PhD, Assistant professor. E-mail: tatjana.2006@mail.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

---

*Received in Desember 2019*

#### **Для цитирования:**

Романцов Р.С., Юракова Т.Г. Метод экспертных оценок в повышении конкурентоспособности машиностроительной продукции // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 2. С. 142–148. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-2-142-148

#### **For citation:**

Romantsov R.S., Yurakova T.G. Expert assessment method in increasing competitiveness of machine-building products. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2020. No. 2. Pp. 142–148. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-2-142-148