

ТАРАСОВ Павел Олегович,
аспирант,
ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет»,
Тверь, Россия,
e-mail: tarasoff.1998@mail.ru

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ КОНСТРУКТОРСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. Конструкторская подготовка производства рассматривается как исходный этап жизненного цикла машиностроительной продукции, на котором формируется технический облик изделия и закладываются будущие параметры его качества. Актуальность работы обусловлена тем, что контроль качества конструкторской документации на стадиях КПП, выполняемый посредством экспертизы соответствия требованиям технического задания и нормативной документации, в традиционной практике сохраняет высокий уровень субъективности и недостаточную измеримость результатов, что ограничивает возможности автоматизации управления качеством и принятия решений о переходе между стадиями разработки. Цель статьи состоит в обосновании и формировании формализованных критериев оценки качества на этапах КПП, обеспечивающих перевод экспертных оценок в количественную форму. Методологическая основа включает анализ требований нормативных документов ЕСКД, регламентирующих проектные стадии (техническое предложение, эскизный проект, технический проект) и разработку рабочей конструкторской документации, а также обзор профильных публикаций по управлению качеством и автоматизации в машиностроении. Научная новизна заключается в предложении систематизированной структуры критериев для управления качеством КПП в виде восьми групп, охватывающих основные технические решения, технико-экономические показатели, надежность и работоспособность, патентную чистоту, безопасность для человека и экологии, технологичность и унифицированность, эксплуатационные характеристики и организацию разработки. Для обеспечения измеримости предложено задавать диапазоны значений критериев, позволяющие формализовать экспертные заключения и унифицировать оценивание на разных стадиях КПП. Показано, что агрегирование оценок по группам критериев может служить основанием для построения архитектуры автоматизированной системы управления качеством КПП и для поддержки решений о возможности перехода от одного этапа разработки к следующему.

Ключевые слова: конструкторская подготовка производства, управление качеством, автоматизированные системы управления качеством.

TARASOV Pavel Olegovich,
Postgraduate Student,
Tver State Technical University,
Tver, Russia

EVALUATION CRITERIA IN THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM OF DESIGN PREPARATION OF PRODUCTION

Annotation. Design and engineering preparation for production is considered as the initial stage in the life cycle of mechanical engineering products, where the product's technical concept is shaped and its future quality parameters are established. The relevance of this study stems from the fact that quality control of design documentation during the design preparation stages, carried out through expert review of compliance with the requirements of the technical specification and regulatory documentation, still involves a high degree of subjectivity and insufficiently measurable outcomes in traditional practice. This, in turn, limits opportunities for automating quality management and for supporting decisions on progression between development stages. The purpose of the paper is to substantiate and develop formalized quality assessment criteria for the design preparation stages that translate expert judgments into quantitative form. The methodological framework includes an analysis of the requirements of the Unified System for Design Documentation (USDD) regulatory standards governing the design stages (technical proposal, preliminary design, and detailed design) and the development of working design documentation, as well as a review of relevant publications on quality management and automation in mechanical engineering. Scientific novelty lies in proposing a structured set of criteria for quality management in design preparation in the form of eight groups covering key

technical solutions; techno-economic indicators; reliability and performance; patent clearance; human and environmental safety; manufacturability and standardization; operational characteristics; and development process organization. To ensure measurability, ranges of values are proposed for each criterion, enabling the formalization of expert conclusions and the harmonization of assessment across different design preparation stages. It is shown that aggregating scores across the criterion groups can provide a basis for designing the architecture of an automated quality management system for design preparation and for supporting decisions on the feasibility of moving from one development stage to the next.

Key words: design and engineering preparation for production, quality management, automated quality management systems.

Конструкторская подготовка производства (далее КПП) в жизненном цикле машиностроительной продукции является исходной точкой, с которой начинается формирование технического облика будущего изделия. Разработка машиностроительного изделия начинается с утверждения технического задания на его разработку, поскольку содержит требования, которые носят определяющий характер для последующих конструкторских работ [1]. На последующих проектных стадиях выполняется проработка и отбор решений, обеспечивающих достижение этих требований, в то время как на этапе разработки рабочей конструкторской документации принятые конструктивные решения проходят процедуру окончательного утверждения. В соответствии требованиями ГОСТ 2.103-2013 в процессе КПП выполняются проектные работы на стадиях технического предложения по ГОСТ 2.118-2013, эскизного проекта по ГОСТ 2.119-2013 и технического проекта по ГОСТ 2.120-2015, а затем разрабатывается рабочая конструкторская документация по ГОСТ 2.102-2013. Общий объём документов на каждом из этапов содержит описание свойств и характеристик будущего изделия

Таким образом, поскольку на стадиях КПП закладываются параметры, определяющие качество будущего изделия, возникает необходимость целенаправленного управления качеством уже на этапе разработки. В исследованиях последних лет [2; 3] описан широкий спектр методов управления качеством в машиностроении, значительная часть из которых сводится к внедрению на предприятии формализованных систем управле-

ния качеством, создающих основу для последующей автоматизации соответствующих процессов.

Для решения задачи управления качеством на этапе КПП могут быть использованы автоматизированные системы, которые позволят осуществлять контроль качества КД в режиме реального времени и обеспечивать соответствие разрабатываемой документации установленным требованиям [4]. Контроль качества может выполняться посредством экспертизы разработанной документации на соответствие требованиям ТЗ, нормативной базе и накопленному опыту проектирования, однако для автоматизации управления качеством на этапах КПП результаты подобных оценок должны быть переведены в количественную, измеримую форму. Формальные критерии позволяют унифицировать подход к оценке качества на различных этапах КПП и обеспечить эффективность принимаемых решений [5].

Для этого необходимо описать методологию исследования возможных критериев оценки качества. Обозначенное исследование может быть проведено на основе обзора публикаций в научных журналах в Российской Федерации и зарубежом, а также анализа требований нормативной документации.

С учётом исследования [6], а также на основе требований упомянутой нормативной документации можно сформулировать 8 основных групп критериев (см. таблицу 1), из которых каждая группа будет содержать 4 основных критерия КПП, КЭП, КТП, КРКД для каждого из этапов КПП соответственно.

Таблица 1. Группы критериев в системе управления качеством КПП.

Обозначение группы	Характеристика
$K_{\text{работ}}^1$	Основные технические решения – это набор взаимоувязанных конструктивных элементов машиностроительного изделия, которые направлены на выполнение основных технических характеристик.
$K_{\text{работ}}^2$	Технико-экономические показатели – это набор параметров машиностроительного изделия, которые определяют конечную стоимость машиностроительного изделия, а также затраты, которые несёт эксплуатирующая организация на протяжении жизненного цикла изделия.
$K_{\text{работ}}^3$	Надёжность и работоспособность изделия – это критерий способности машиностроительного изделия сохранять свои характеристики с течением времени.

$K_{\text{работ}}^4$	Патентная чистота изделия – это свойство конструкторские решения, принятых при разработке изделия не нарушать требования законодательства в сфере интеллектуального права РФ.
$K_{\text{работ}}^5$	Безопасность для человека и экологии – это свойство изделия быть безопасным для человека и окружающей среды.
$K_{\text{работ}}^6$	Технологичность и унифицированность изделия – это свойство изделия быть максимально возможно адаптированным под производственные возможности предприятия, а также иметь типовые конструкторские решения.
$K_{\text{работ}}^7$	Эксплуатационные характеристики изделия – свойства изделия, которые характеризуют свойства изделия для эксплуатирующей организации, и для которых изделие было изготовлено.
$K_{\text{работ}}^8$	Организация разработки – это свойство процесса конструкторской подготовки производства, которое характеризует качество процессов проектирования машиностроительного изделия.

Для того, чтобы количественно оценить качество машиностроительного, каждый критерий имеет название и в свою очередь принимает значение в определенных диапазонах a_k и b_k , которые характеризуют возможные значения каждого из критериев в зависимости от оценки, выставленной экспертом: $K_{\text{работ}}^{1...8} \in [a_k, b_k]$

где a_k – нижний диапазон критерия;

b_k – верхний диапазон критерия.

В качестве примера реализации предложенных групп критериев можно привести группу критериев $K_{\text{работ}}^4$, которая включает в себя критерии $K_{\text{пт}}^4$, $K_{\text{эп}}^4$, $K_{\text{тп}}^4$, $K_{\text{рkd}}^4$, представленные в таблице 2.

Таблица 2. Патентная чистота изделия.

Обозначение	Характеристика	Диапазон оценок
$K_{\text{пт}}^4$ – патентная чистота подтверждена	Проведён предварительный патентный поиск по базам данных RU/EPO/USPTO/WIPO. Составлен перечень подходящих патентов. Выполнена предварительная оценка новизны и охраноспособных ключевых конструктивных решений.	0,85...1
	Поиск ограничен только RU/EAC. Охвачены не все составные части изделия. По ряду решений не определён статус охраноспособности.	0,6...0,85
	Выполнен поиск аналогичных решений на основе поисковых запросов в сети интернет. Анализ аналогов/рисков отсутствует, охраноспособность не оценивалась.	0... 0,6
	Патентные исследования на стадии технического предложения не проводились.	0
$K_{\text{эп}}^4$ – патентная чистота подтверждена	Проведён расширенный поиск (IPC/CPC-классы, непатентные источники). Проанализированы все подсистемы, проведён сравнительный анализ конструктивных решений с выявленными патентами. Подготовлены проекты заявок с описанием и формулой изобретения. Сформирован актуальный перечень охраняемых аналогов, проведена оценка рисков.	0,85...1
	Результаты поиска актуализированы, но без сопоставления признаков. Проекты заявок не содержат исчерпывающие описание изделия и формулы изобретения. Риски оценены неполностью	0,6...0,85
	Расширенный поиск не проведён, охраноспособность изделия основана на экспертных оценках.	0... 0,6
	Патентные исследования на стадии эскизного проекта не проводились.	0

K _{тп} ⁴ – патентная чистота подтверждена	Выполнен итоговый расширенный поиск для решений по всем рынкам. Подтверждено отсутствие рисков нарушения лицензий либо получены лицензии на использование. Поданы заявки в Роспатент и, при необходимости, РСТ/ЕРО. Оформлен «Патентный формуляр» по ГОСТ 15.011, а также утверждён план контроля патентной чистоты.	0,85...1
	Итоговый поиск проведён, но не во всех странах. Заявки подготовлены, но не поданы в Роспатент. В формуляре есть незакрытые замечания. По некоторым патентам остаются риски, при этом существует планом их снятия.	0,6...0,85
	Итоговый поиск ограничен национальной базой, заявки не подготовлены, формуляр не оформлен, риски нарушения прав третьих лиц не оценены.	0... 0,6
	Патентные исследования на стадии технического проекта не проводились	0
K _{рkd} ⁴ – патентная чистота подтверждена	Заявки на технические решения сформированы и поданы в ФИПС. Утверждён патентный формуляр. Получены патенты на изобретения и полезные модели.	0,85...1
	Подготовлены и поданы заявки в ФИПС/по РСТ на основные технические решения при этом часть заявок находится на этапе доработки/экспертизы. Патентный формуляр оформлен и согласован, ведётся реестр РИД и лицензионных ограничений.	0,6...0,85
	Заявки отсутствуют или оформлены фрагментарно, патентный формуляр не утверждён, реестр РИД и ограничений не ведётся. Сохраняются высокие риски нарушения прав третьих лиц, отсутствуют меры по их снижению.	0... 0,6
	Патентная чистота изделия по результатам разработки РКД не подтверждена.	0

Аналогично представленному в таблице 2 примеру описанию группы критериев K_{работ}⁴ могут быть описаны и другие критерии для остальных групп критериев.

В результате формализации оценок качества, может быть разработана архитектура автоматизированной системы управления качеством КПП при условии выполнения комплекса требований к такого рода системам. На основе анализа совокупных оценок по каждой из групп критериев, может быть принято решение о возможности перехода от одного этапа КПП к другому.

Список литературы:

- [1] Zhang J., Li B., Peng Q., Gu P. Product Specification Analysis for Modular Product Design Using Big Sales Data // Chinese Journal of Mechanical Engineering. — 2023. — Vol. 36. — Art. 17. — 15 p.
- [2] Трофимова М. С. Построение моделей управления качеством изделий машиностроения // КИП и автоматика: обслуживание и ремонт. — 2017. — № 8.
- [3] Wynn D. C., Maier A. M. Feedback systems in the design and development process // Research in Engineering Design. — 2022. — Vol. 33, No. 3. — P. 273–306.
- [4] Бурдо Г.Б., Семенов Н.А. Основные принципы создания систем автоматизации проектирования и управления в машиностроительных производственных системах // Программные

продукты и системы. 2019. Т. 32, № 1. С. 134–140.

- [5] Femmer H., Unterkalmsteiner M., Gorschek T. Which requirements artifact quality defects are automatically detectable? A case study. — arXiv:2308.15057 [cs.SE]. — 2023. — 7 p.

[6] Бурдо Г. Б., Тарасов П. О. Особенности подготовки технического задания в системе управления качеством на этапе конструкторской подготовки производства // Механики XXI века. — 2025. — № 24. — С. 116–121.

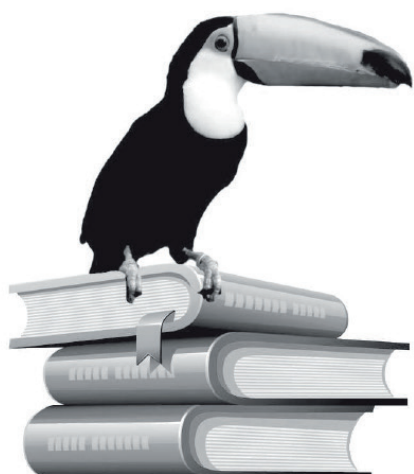
References:

- [1] Zhang J., Li B., Peng Q., Gu P. Product Specification Analysis for Modular Product Design Using Big Sales Data // Chinese Journal of Mechanical Engineering. — 2023. — Vol. 36. — Art. 17. — 15 p.
- [2] Trofimova M. S. Construction of quality management models for mechanical engineering products // Instrumentation and automation: maintenance and repair. — 2017. — No. 8.
- [3] Wynn D. C., Maier A. M. Feedback systems in the design and development process // Research in Engineering Design. — 2022. — Vol. 33, No. 3. — P. 273–306.
- [4] Burdo G. B., Semenov N. A. Basic principles of creating automation systems for design and control in mechanical engineering production systems // Software products and systems. 2019. Vol. 32, No. 1. Pp. 134–140.
- [5] Femmer H., Unterkalmsteiner M., Gorschek

T. Which requirements artifact quality defects are automatically detectable? A case study. — arXiv:2308.15057 [cs.SE]. — 2023. — 7 p.

[6] Burdo G. B., Tarasov P. O. Features of

preparing technical specifications in a quality management system at the stage of design preparation for production // Mechanics of the 21st Century. — 2025. — No. 24. — Pp. 116–121.



ЮРКОМПАНИ

www.law-books.ru

Юридическое издательство
«ЮРКОМПАНИ»

Издание учебников,
учебных и методических
пособий, монографий,
научных статей.

Профессионально.

В максимально
короткие сроки.

Размещаем
в РИНЦ, E-Library.