
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 621:658.5

К.А. Полякова, И.А. Манакова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, Красноярск, email: kristinaa753@mail.ru, manakova_ira@mail.ru

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ

Ключевые слова: система менеджмента качества, контроль качества, управление рисками, машиностроение, FMEA-анализ, метод «галстук-бабочка».

В статье обоснована важность контроля качества продукции, а также необходимость внедрения процессов управления рисками в систему менеджмента качества предприятия машиностроительной отрасли. Рассмотрены основные этапы и методы оценки рисков. Предложена методология управления рисками на основе FMEA-анализа и метода «галстук-бабочка», и проведена ее апробация для процесса контроля качества выпускаемой продукции машиностроительной отрасли, в том числе проведена идентификация и оценка рисков, а также предложены рекомендации по предотвращению возникновения рисков. Предлагаемая методология может быть применена для любого процесса предприятия с учетом специфики конкретного процесса и внесения соответствующих корректировок в шкалы вероятности возникновения риска, тяжести его последствия и сложности обнаружения, а также критерии уровня риска.

K.A. Polyakova, I.A. Manakova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, email: kristinaa753@mail.ru, manakova_ira@mail.ru

RISK MANAGEMENT OF THE PRODUCT QUALITY CONTROL PROCESS

Keywords: quality management system, quality control, risk management, mechanical engineering, FMEA-analysis, «bow-tie» method.

The article substantiates the importance of product quality control, as well as the need to introduce risk management processes into the quality management system of an enterprise in the machine-building industry. The main stages and methods of risk assessment are considered. A risk management methodology based on FMEA-analysis and the «bow-tie» method is proposed, and its approbation for the process of quality control of manufactured products of the engineering industry is carried out, including identification and risk assessment, as well as recommendations for risk prevention are proposed. The proposed methodology can be applied to any enterprise process, taking into account the specifics of a particular process and making appropriate adjustments to the risk probability scales, the severity of its consequences and the complexity of detection, as well as the risk level criteria.

В современном мире система менеджмента качества (далее – СМК) является стратегическим решением руководства любой организации (предприятия), которое позволит обеспечить крепкую основу, направленную на конкурентное превосходство и устойчивое развитие. Она ориентирована на удовлетворение запросов потребителей посредством предоставления продукции и услуг стабильного качества, которое в наибольшей степени удовлетворяло бы по-

требностям и ожиданиям потребителей, а также применимым законодательным и нормативным требованиям [1]. Требования к СМК нормативно закреплены в международных стандартах ИСО серии 9000. Одним из ключевых преимуществ СМК является концепция мышления, основанная на риск-менеджменте, включающая оценку рисков и возможностей. Наличие в требованиях стандарта ИСО 9001 данного мышления обусловлено тем, что возможность наступления

неблагоприятных ситуаций и связанных с ними последствий в виде потерь, ущерба и убытков приводит к необходимости разработки конкретных мероприятий, направленных на своевременное выявление, снижение, максимально возможное предотвращение рисков, а также позволяет достичь запланированных результатов процессов и СМК в целом. Внедрение СМК и, в том числе, подходов по управлению рисками, особенно важно для организаций (предприятий) наукоемких отраслей промышленности, так как от качества их выпускаемой продукции зависит научно-техническое развитие и экономика страны.

Одним из высокотехнологичных секторов экономики является отрасль машиностроения, которая представляет собой комплекс отраслей промышленности, изготавливающих средства производства, транспорта, а также предметы потребления и оборонную продукцию. Машиностроение является ведущей базовой отраслью экономики и ее главным системообразующим элементом, определяющим состояние производственного потенциала и обороноспособности государства, устойчивое функционирование всех отраслей промышленности и наполнение потребительского рынка [2].

Повышение эффективности и конкурентоспособности машиностроительной отрасли становится одной из приоритетных задач Российской Федерации (далее – РФ) в условиях возрастающей неопределенности, обусловленной политическими и экономическими факторами. Негативная динамика на рынках экономических ресурсов приводит к снижению темпов роста практически по всем промышленным отраслям и напротив, формирование предпосылок для устойчивого развития промышленности страны является объективным фактором защищенности от рисков и безопасного развития всех субъектов экономики. Защищенность от рисков на разных уровнях управления – это гарантия независимости страны, условие стабильности и эффективной деятельности промышленности, достижения успеха в социальной и других сферах деятельности. Таким образом, развитие риск-менеджмента в текущей деятельности предприятия, является актуаль-

ной задачей в силу того, что именно она формирует условия жизнедеятельности и стабильности предприятия, возможности для дальнейшего развития.

Цель исследования

Целью настоящего исследования является разработка методических рекомендаций, использование которых позволит совершенствовать СМК предприятия машиностроительной отрасли путем внедрения методов и инструментов управления рисками.

Материал и методы исследования

Методологическую базу исследования составляют общенаучные и специальные исследовательские подходы, методы и инструменты, в том числе: процессного и системного, качественного и количественного анализов; методов управления рисками и др. Материалом, использованном для апробации предложенных рекомендаций, являются сведения, представленные машиностроительным предприятием.

Результаты исследования и их обсуждение

По мере реформирования экономики России вопросам обеспечения качества уделяется все больше пристального внимания. В настоящее время, одной из серьезных проблем для российских предприятий является создание такой СМК, которая позволит обеспечить производство конкурентоспособной продукции с учетом особенностей предприятия и минимизировать затраты на ее разработку [3]. При этом, качество готовой продукции помимо грамотного планирования, проектирования и производства во многом зависит от системы контроля качества, включающей мониторинг, измерение, анализ и оценку качества не только продукции, но и процессов.

Контроль качества представляет собой процесс получения и обработки информации об объекте (процессе, оборудовании, сырье и материалах, готовой продукции и др.), который направлен на определение параметров объекта с учетом заданных пределов и заключается в установлении соответствия действительных значений величин установленным [4]. Важность и преимуще-

ства контроля качества заключаются в: сокращении затрат за счет снижения потерь сырья, материалов и готовой продукции; крупномасштабном производстве продукции соответствующего стабильного качества; минимальной стоимости переделки (переработке) некачественной продукции. В процессе контроля качества обеспечивается осведомленность сотрудников в области существующего уровня качества, их понимание законодательных и нормативных требований. Управление рисками процесса контроля качества позволит повысить его результативность и эффективность. Это, в свою очередь, приведет к увеличению продаж готовой продукции за счет ее качества и ценовой доступности для потребителей при более низкой стоимости производства. Таким образом, контроль качества с учетом реализации концепции риск-ориентированного мышления является важным инструментом в руках менеджмента предприятия для обеспечения и поддержания СМК и надлежащего качества продукции.

Одним из основополагающих элементов управления рисками является его оценка, которая, в зависимости от ситуации и этапа оценки, может выполняться с различной степенью детализации и использованием одного или нескольких методов. Так, в соответствии с ГОСТ Р 58771-2019 «Менеджмент риска. Технологии оценки риска», на этапе идентификации могут быть применены такие методы как: контрольные списки, анализ видов и последствий отказов (FMEA-анализ), изучение опасности и работоспособности (HAZOR), структурированный метод «Что если?» (SWIFT) и другие. Анализ риска может быть проведен с помощью диаграммы Исикавы, анализа дерева решений, метода «галстук-бабочка» и других. На этапе сравнительной оценки риска можно использовать следующие методы: анализ затрат и выгод (СВА), диаграмму Парето, матрицу последствий/вероятности (матрицу рисков или тепловую матрицу) и другие [5]. При этом, некоторые из перечисленных методов могут использоваться на различных этапах оценки рисков (например, FMEA-анализ и HAZOR позволя-

ют не только идентифицировать риски, но и провести их анализ и сравнительную оценку). Однако, выбор применения того или иного метода остается за предприятием с учетом его специфики и имеющихся ресурсов.

Объектом настоящего исследования является предприятие машиностроительной отрасли, которое производит ракетно-космическую технику и гражданскую продукцию (технологическое оборудование для нефтегазовой отрасли, аппараты очистки конвективных поверхностей нагрева котлов ТЭЦ и ГРЭС, режущий и мерительный инструменты, котельное оборудование, нестандартное оборудование для атомной и нефтехимической промышленности и другое).

Процесс контроля качества выпускаемой продукции на предприятии осуществляет управление технического контроля (далее – УТК). Среди основных функций можно выделить: контроль качества и комплектности выпускаемых изделий; учёт и анализ возвратов готовой продукции, дефектов и брака, рекламаций; предупреждение брака и дефектов в производстве.

Для реализации первого этапа оценки рисков процесса контроля качества выпускаемой продукции авторами были проведены собеседования с сотрудниками УТК предприятия и, учитывая, что СМК основана на процессном подходе, риски были идентифицированы для каждого этапа процесса:

- контроль на соответствие требованиям конструкторской и технологической документации (риски: использование несоответствующего конструкторского документа, проведение контроля не в полном объеме, использование неуполномоченного средства измерения (далее – СИ) /неаттестованного испытательного оборудования (далее –ИО));

- визуальный контроль сборочной единицы (риск: пропуск дефекта при визуальном контроле);

- заполнение сопроводительной документации (риски: заполнение сопроводительной документации не в полном объеме, ошибка при заполнении сопроводительной документации);

- сдача сборочной единицы цеха-получателя (риск: неудовлетворенность цеха-получателя).

Таблица 1

Шкала вероятности возникновения риска (O)

Ранг вероятности (балл)	Качественная характеристика
Редко (1)	Почти никогда не будет происходить
Маловероятно(2)	Будет происходить редко, приблизительно один раз на 1000 за исследуемую деятельность
Возможно (3)	Будет происходить иногда, приблизительно один раз на 100 за исследуемую деятельность
Очень вероятно (4)	Будет происходить часто, приблизительно один раз на 10 за исследуемую деятельность
Максимально (5)	Произойдет обязательно, один или более одного раза за исследуемую деятельность

Таблица 2

Шкала тяжести последствий риска (S)

Ранг тяжести последствия (балл)	Характеристика последствий, воздействия риска на исследуемую деятельность
Незначительная (1)	Минимальное воздействие или его отсутствие
Существенная (2)	Ухудшает выполнение деятельности без заметного ее нарушения или угрозы жизни, или здоровью людей
Значительная (3)	Заметно ухудшает выполнение деятельности без угрозы жизни, или здоровью людей
Критическая (4)	Приводит к прекращению выполнения деятельности и вызывает значительное повреждение окружающей среды, но не представляет собой серьезной угрозы жизни или здоровью людей
Катастрофическая (5)	Приводит к прекращению выполнения деятельности и вызывает тяжелые повреждения окружающей среды и/или гибель и тяжелые травмы людей в связи с использованием некачественной продукции, выпущенной по ошибке УТК

Таблица 3

Матрица оценки риска

Вероятность возникновения риска	Тяжесть последствия				
	Незначительная (1)	Существенная (2)	Значительная (3)	Критическая (4)	Катастрофическая (5)
Редко (1)	1	2	3	4	5
Маловероятно (2)	2	4	6	8	10
Возможно (3)	3	6	9	12	15
Очень вероятно (4)	4	8	12	16	20
Максимально (5)	5	10	15	20	25

Таблица 4

Оценка рисков процесса контроля качества продукции

Наименование риска	Вероятность (частота) возникновения риска	Наименование последствия	Оценка тяжести последствия риска	Величина риска	Уровень риска
Использование несоответствующего конструкторского документа	Маловероятно (2)	Нарушение функциональных свойств продукции	Критическая (4)	8	Низкий риск
		Выход из строя продукции	Катастрофическая (5)	10	Средний риск
		Потери материальных ресурсов	Значительная (3)	6	Низкий риск
		Увеличение сроков работы над изделием	Значительная (3)	6	Низкий риск
Проведение контроля не в полном объеме	Маловероятно (2)	Нарушение функциональных свойств продукции	Критическая (4)	8	Низкий риск
		Выход из строя продукции	Катастрофическая (5)	10	Средний риск
		Потери материальных ресурсов	Значительная (3)	6	Низкий риск
		Увеличение сроков работы над изделием	Значительная (3)	6	Низкий риск
Пропуск дефекта при визуальном контроле	Маловероятно (2)	Нарушение функциональных свойств продукции	Критическая (4)	8	Низкий риск
		Выход из строя продукции	Катастрофическая (5)	10	Средний риск
		Потери материальных ресурсов	Значительная (3)	6	Низкий риск
		Увеличение сроков работы над изделием	Значительная (3)	6	Низкий риск
Использование неопределенного СИ /неаттестованного ИО	Маловероятно (2)	Нарушение функциональных свойств продукции	Критическая (4)	8	Низкий риск
		Выход из строя продукции	Катастрофическая (5)	10	Средний риск
		Потери материальных ресурсов	Значительная (3)	6	Низкий риск
		Увеличение сроков работы над изделием	Значительная (3)	6	Низкий риск
Заполнение сопроводительной документации не в полном объеме	Возможно (3)	Путаница с документами	Значительная (3)	9	Низкий риск
		Увеличение продолжительности работ	Значительная (3)	9	Низкий риск
Ошибки при заполнении сопроводительной документации	Маловероятно (2)	Увеличение продолжительности работ	Существенная (2)	4	Очень низкий риск
		Увеличение продолжительности работ	Существенная (2)	4	Очень низкий риск

Таблица 5

Шкала сложности обнаружения риска (D)

Ранг сложности обнаружения риска (балл)	Качественная характеристика сложности обнаружения риска
Почти наверняка (1)	Действующий контроль почти наверняка обнаружит риск. Для подобных процессов известны надежные методы контроля
Хорошее (2)	Высокая вероятность обнаружения риска действующими методами контроля
Умеренное (3)	Умеренная вероятность обнаружения риска действующими методами контроля
Слабое (4)	Низкая вероятность обнаружения риска действующими методами контроля
Плохое (5)	Очень низкая вероятность обнаружения риска действующими методами контроля

Далее, для анализа рисков авторами предлагается использовать метод FMEA-анализа в соответствии с ГОСТ Р 51814.2-2001 «Системы качества в автомобилестроении. Метод анализа видов и последствий потенциальных дефектов». Выбор данного метода был обусловлен тем, что его требования в большей степени отражают специфику машиностроительного предприятия. При этом, в основу анализа были лишь положены общие подходы предлагаемой методологии проведения качественного и количественного FMEA-анализа [6]. Для этой цели, авторами разработаны шкалы оценки вероятности возникновения риска (табл.1) и тяжести его последствий (табл. 2).

Для определения величины риска нами разработана матрица оценки риска, содержащая комбинации вероятности возникновения и тяжести последствий риска, на основании которых рискам присваивается определенная количественная оценка (баллы, величина риска), соответствующая установленным нами критериям (уровням) (табл. 3).

Сравнительная оценка риска заключается в сравнении величины рисков с соответствующим уровнем. Критерии определения уровня риска определяются в соответствии с величиной риска (набранных баллов в соответствии с матрицей риска (см. табл. 3)) по предлагаемой шкале: от 1 до 4 баллов – очень низкий риск; от 5 до 9 баллов – низкий риск; от 10 до 14 баллов –

средний риск; от 15 до 19 баллов – высокий риск; от 20 до 25 баллов – очень высокий риск.

Риски, которые будут оценены на 10 и выше баллов (то есть уровень риска будет определен как средний риск и выше), должны быть подвергнуты дальнейшему углубленному анализу с определением его причин, первоначально предлагаемых мер при обнаружении рисков и рекомендуемых изменений, направленных на устранение причины риска.

На основе предлагаемых шкал вероятности возникновения риска и тяжести последствий риска (см. табл. 1 и 2 соответственно) оценим риски процесса контроля качества продукции, а также, на основе матрицы оценки рисков (см. табл. 3) определим уровень риска (табл. 4).

В результате проведения оценки рисков процесса контроля качества установлено, что рисками, которые подлежат дальнейшему детальному анализу являются: использование несоответствующего конструкторского документа, проведение контроля не в полном объеме, пропуск дефекта при визуальном контроле, использование неуполномоченного СИ / неаттестованного ИО. В связи с этим, в соответствии с ГОСТ Р 51814.2-2001, помимо шкал оценки вероятности возникновения риска (см. табл.1) и тяжести последствий риска (см. табл. 2), авторами разработана шкала сложности обнаружения риска (табл. 5).

Таблица 6

FMEA-анализ процесса контроля качества выпускаемой продукции

Этапы процесса	Потенциальный риск	Последствия потенциального риска	S	Потенциальные причины риска	O	Первоначально предложенные меры при обнаружении риска	D	ПЧР	Рекомендуемые изменения
Контроль на соответствие требованиям конструкторской и технологической документации	Использование несоответствующего конструкторского документа	Выход из строя продукции	5	Обезличенность чертежа или отсутствие его частей	2	Оформление отступлений от конструкторской и технологической документации Передача изделия на исправление дефекта	1	10	Изготовление нескольких копий документа, увеличение его прочности
	Использование не поверенного СИ/не аттестованного ИО	Выход из строя продукции	5	Нехватка средств измерений Несвоевременная поверка СИ, аттестация ИО Ошибка контролера	2		1	10	Организация контроля за сроками поверки СИ и аттестация ИО Обеспечение наличия резервных СИ, ИО Ужесточение ответственности
Визуальный контроль сборочной единицы	Проведение контроля не в полном объеме	Выход из строя продукции	5	Нехватка поверенных СИ, аттестованного ИО Ошибка контролера	2	Оформление отступлений Передача продукции на исправление дефекта	2	20	Обеспечение наличия резервных СИ, ИО Ужесточение ответственности
	Пропуск дефекта при визуальном контроле	Нарушение функциональных свойств Выход из строя продукции	4 5	Плохое освещение в месте приемки продукции Ошибка контролера Малый опыт работы, незнание специфики контролера	2		16 20	Контроль и улучшение условий при приеме продукции Повышение квалификации и компетентности исполнителей	

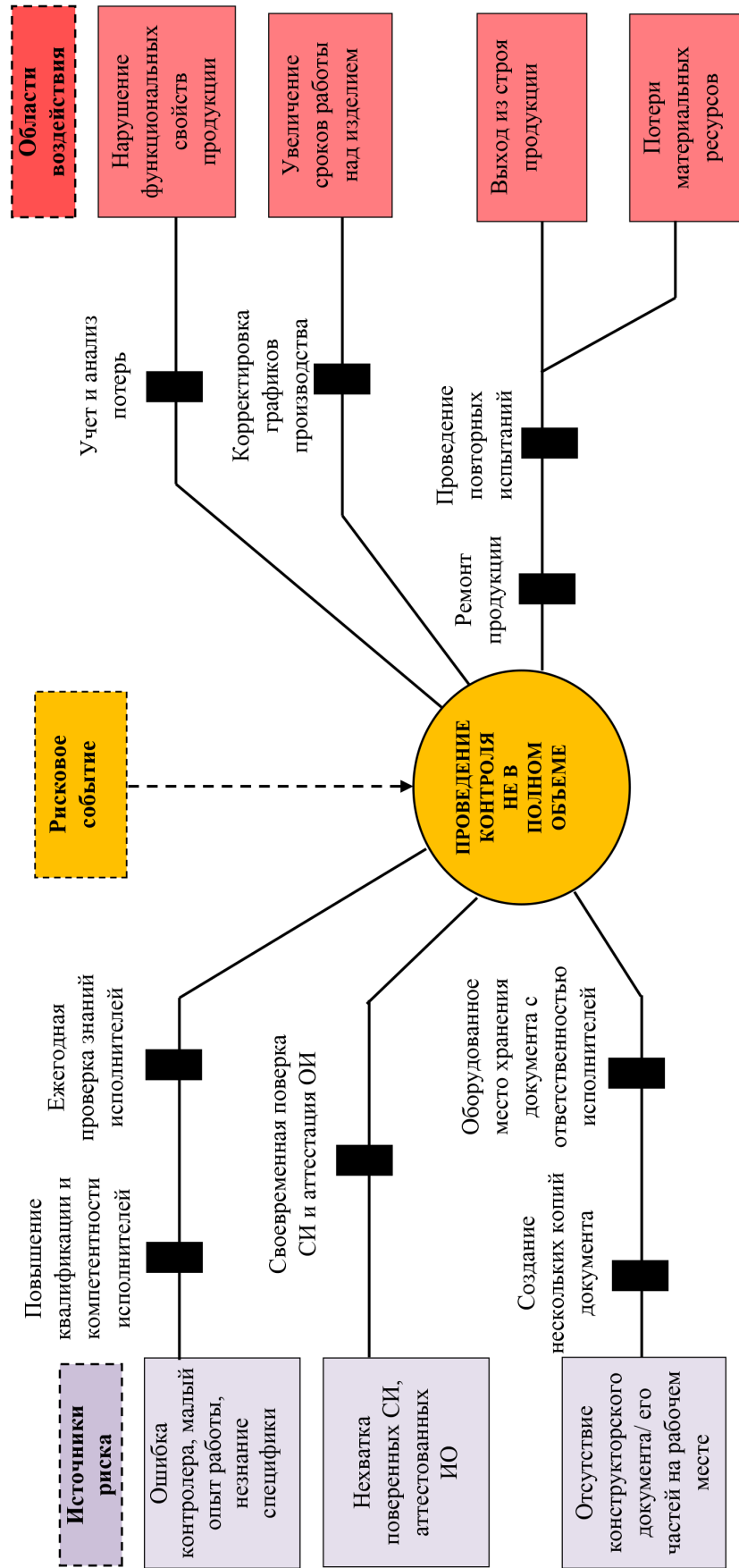


Рис. 1. Диаграмма «Галстук-бабочка»

Определение итоговой количественной оценки риска (приоритетного числа рисков (далее – ПЧР)) осуществляется путем произведения баллов S, O и D установленным для рисков: использование несоответствующего конструкторского документа, проведение контроля не в полном объеме, пропуск дефекта при визуальном контроле, использование неуповенного СИ/неаттестованного ИО. При этом, в качестве критической границы ПЧР (ПЧРгр.) авторами предлагается значение 15 (в дальнейшем данное значение может быть снижено). Итоговые результаты FMEA-анализа представлены в табл. 6. Анализируя результаты, установлено, что риски проведения контроля не в полном объеме и пропуск дефекта при визуальном контроле имеют значение ПЧР равное 20 и превышающее ПЧРгр.

Кроме проведенного FMEA-анализа, на завершающем этапе анализа рисков с целью описания, более тщательного изучения и анализа путей развития рисков, ПЧР которых превышает ПЧРгр. или последствия имеют серьезных характер, от причин до их последствий авторами предлагается использовать метод «галстук-бабочка». Данный метод позволит рассмотреть элементы управления, изменяющие вероятность возникновения риска или его последствия,

а также оценить эффективность контроля [5] (рис. 1).

Выводы

Таким образом, применение методов управления рисками процесса контроля качества выпускаемой продукции позволит обеспечить его результативность и эффективность и, как следствие, гарантировать соответствие продукции всем установленным требованиям, увеличить объемы производства и конкурентоспособность предприятия. При этом, не стоит забывать, что данные методы имеют как свои преимущества, так и недостатки, которые необходимо учитывать при их использовании. Кроме того, их применение должно осуществляться на постоянной основе с заданной периодичностью, которая для разных процессов может отличаться в зависимости от их специфики, а также тяжести последствий от возникновения рисков. Использование предлагаемой методологии управления рисками может способствовать оптимизации процессов СМК предприятия за счет системного подхода к идентификации, анализу и оценке рисков. Кроме того, интеграция процесса управления рисками в СМК организации позволяет обеспечить стратегическую и оперативную устойчивость ее функционирования.

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования. Введен впервые 01.11.2015. М: Стандартиформ, 2015. 23 с.
2. Быстрова М.В., Осипкина М.В. Роль машиностроения в социально-экономическом развитии территорий Красноярского края. [Электронный ресурс]. URL: http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/17896/s28_022.pdf?sequence=1 (дата обращения: 01.10.2023).
3. Ильенкова С.Д., Ильенкова Н.Д., Ягудин С.Ю. и др. Управление качеством: Учебник / Под ред. Доктора экономических наук, профессора Ильенковой С.Д. М.: ЮНИТИ. [Электронный ресурс]. URL: https://dl.booksee.org/genesis/336000/d51eb010c7cd0b9cba14db09dd767710/_as/ (дата обращения: 26.09.2023).
4. Колчков В.И. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник для студентов образовательных учреждений сред. проф. образования, обучающихся по группе специальностей «Метрология, стандартизация и контроль качества». М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2010. 398 с.
5. ГОСТ Р 58771-2019 «Менеджмент риска. Технологии оценки риска». [Электронный ресурс]. URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293724/4293724640.pdf> (дата обращения: 12.09.2023).
6. ГОСТ Р 51814.2-2001 «Системы качества в автомобилестроении. Метод анализа видов и последствий потенциальных дефектов». [Электронный ресурс]. URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/f92/4294816106.pdf> (дата обращения: 30.09.2023).