

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПРИНИМАЕМЫХ ОРГАНИЗАЦИЯМИ МЕР ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ

Рябчиков П.В., аспирант РТУ МИРЭА, руководитель проекта АО «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева

Статья раскрывает методику оценки результатов внедрения систем технологического обеспечения надежности. Научная новизна работы заключается в том, что появился алгоритм, повышающий надежность изделия в процессе производства и стало возможным оценивать результат работы не только в качественном выражении, но и в количественном. Для сбора данных применяются специально разработанные опросники в форме чек-листов. Результаты опроса заносят в специально разработанную форму базы данных в формате MS-Excel. База данных с использованием весовых коэффициентов позволяет определить степень риска снижения надежности изделия из-за воздействия производственно-технологических факторов. Результаты работы целесообразно использовать при планировании работ по оценке соответствия.

Ключевые слова: производственно-технологические факторы, обеспечение качества, технологическое обеспечение надежности, чек-листы, риск-ориентированный подход.

Цитирование: Рябчиков П.В. Методика оценки принимаемых организациями мер по обеспечению технологической надежности // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 3 (78). С. 4-8.

ВВЕДЕНИЕ

При применении систем технологического обеспечения надежности изделий осуществляется возможность прогнозирования влияния производственно-технологических факторов на обеспечение надежности изделия в целом [1].

Предложен доступный инструмент по созданию системы технологического обеспечения надежности – «Методика управления качеством изделий на основе внедрения систем технологического обеспечения надежности на стадии производства изделий». Для оценки результативности внедрения методики была разработана еще одна методика – «Методика оценки принимаемых организациями мер по обеспечению технологической надежности и технологических процессов ее изготовления» (далее – методика). Методика предназначена для применения при осуществлении проверок обеспечения качества изделий, оценки рисков и прогнозирования показателей надежности продукции. Методика описывает процедуру и устанавливает единый подход к проведению оценки принимаемых организациями мер по обеспечению плановых показателей надежности [2].

Оценка принимаемых организациями мер по обеспечению надежности продукции включает комплекс действий с применением риск-ориентированного подхода

(РОП) [3]. Эти действия (мероприятия) направлены на прямое или косвенное определение результатов внедрения методов технологического обеспечения надежности изделий, выполнение требований нормативной, конструкторской и технологической документации [4] в процессе изготовления изделий.

РОП – методология, обеспечивающая целевое надзорное воздействие на объекты проверки (организации), основанное на оценке принимаемых организациями мер по обеспечению надежности выпускаемой продукции и технологических процессов ее изготовления. Применение РОП в методике направлено на определение потенциала риска возникновения аварий и инцидентов, связанных с несоответствиями в области технологических процессов изготовления [5].

ОСНОВНАЯ ПРОБЛЕМАТИКА СТАТЬИ

К объектам оценки относятся две группы процессов и десять элементов оценки. Объекты представлены в таблице.

Оценка мер по обеспечению технологических процессов направлена на выявление их текущего состояния. Оценка мер по обеспечению качества направлена на установление корреляции между состоянием технологических процессов и мерами по обеспечению качества (мероприятия СМК).

Основные объекты оценки

| ОЦЕНКА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ | ОЦЕНКА МЕР ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ КАЧЕСТВА |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Технологическая документация | 8. Постоянное улучшение 9. Предупреждающие действия 10. Корректирующие действия |
| 2. Унификация технологических процессов | |
| 3. Контроль технологической дисциплины | |
| 4. Технологическая точность оборудования | |
| 5. Аттестация технологических процессов | |
| 6. Аттестация персонала | |
| 7. Промышленная чистота | |

Оценка мер по обеспечению технологических процессов направлена на выявление их текущего состояния. Оценка мер по обеспечению надежности направлена на установление корреляции между состоянием технологических процессов [6] и мерами по обеспечению качества и надежности (мероприятия СМК).

Основные методы проведения оценки по разработанной методике: метод контрольных опросов и сравнительный анализ с применением РОП. Для расчета оценки процесса используется балльная система с применением весового коэффициента.

Оценка мер по обеспечению технологических процессов осуществляется при проведении специального контрольного мероприятия (проверки). При проведении таких мероприятий обязательно проверяют факт и полноту применения организационных и технических методов управления производственной составляющей надежности. Также проверяют результаты разработки и исполнения программных и плановых документов в области обеспечения качества и надежности. Отдельный пласт работ – оценка соответствия выпускаемых изделий требованиями технического задания. При планировании мероприятий необходимо уделить особое внимание оценке соответствия качества продукции требованиям, установленным контрактами, нормативными документами в области стандартизации, распространяющимися на изделия, работы и услуги и проведение анализа видов, последствий и критичности отказов; определить эффективность управления продукцией, которая не соответствует требованиям, установленным контрактами, результативность выявления и предупреждения появления несоответствий продукции, результаты корректирующих мероприятий по исключению повторяющихся несоответствий, в том числе по реклама-

ционной работе, порядку выбора и аудиту поставщиков. Разработанные чек-листы позволяют осуществить получение достоверной информации по результатам входного контроля, идентификации продукции, контролю качества и испытаниям деталей сборочных единиц (далее – ДСЕ) собственного изготовления на соответствующих этапах разработки, изготовления, испытаний и эксплуатации.

Отдельные чек-листы позволяют провести сбор информации по реализации процессов обеспечения технологической подготовки производства. Подтверждение готовности производства, как, например, изучение актов внедрения и аттестации технологических процессов. Проверка порядка реализации критичных технологических процессов и операций. Оценка результатов контроля технологической дисциплины и оценка эффективности такого контроля. Оценка стабильности технологических процессов (например, при помощи контрольных карт), результаты и эффективность работ по метрологическому обеспечению, стандартизации и унификации.

Проверка осуществляется комиссией. В первый день проверки руководители рабочих групп разрабатывают задания на проверку (далее – задания), включая в них необходимые для достижения целей проверки мероприятия (контрольные замеры, повторные испытания). Каждый член рабочей группы осуществляет проверку в объеме, определенном заданием. Оценка осуществляется в ходе опроса владельца и участников каждого процесса, а также в процессе посещения (осмотра) рабочих мест и производственных помещений организации. Опрос проводится по позициям, указанным в чек-листах (пример чек-листа – рис. 1) по каждому оцениваемому процессу. Для более объективной оценки исполнитель может задавать уточняющие вопросы, запрашивать необходимую документацию. Полученные сведения эксперт вносит в бланки чек-листов и листы несоответствий [7].

Необходимо ответить на все имеющиеся в чек-листе вопросы, заполнить в таблице столбцы 2 и 4. В столбце 2 указать номер документа, регламентирующего выполнение задачи (3). В графу "Оценка эксперта" (4) допускается вносить варианты ответов: «0» - критерий не выполняется, «0,3» - критерий задокументирован, но систематически не выполняется, «0,5» - критерий задокументирован с нарушениями, но выполняется на производстве, «0,7» - критерий задокументирован, в целом выполняется, но требуется уточнение его исполнения или незначительная актуализация НД в части касающейся, «1» - критерий задокументирован, исполняется и актуализируется в соответствии с изменениями внешней и внутренней производственной среды

Пример заполнения

| № | Наименование НД организации | Вопросы для оценки | Оценка эксперта | Вес | Итоговая оценка | Комментарий |
|---|-----------------------------|--------------------------------------|-----------------|-----|-----------------|----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | СТО № XXXX от XXXX.XXXX | Наличие документированной процедуры? | 0,3 | 3 | 0,9 | Требует актуализации |

Чек-лист оценки процесса

| | | |
|----------------------|----------------------------------------------------|--------------|
| Процесс | ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ТОЧНОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ (ТТО) | " " " " 20__ |
| Нормативный документ | РД 24.022.09-87, ОСТ 134-1028-2012 с изм. 2 | |
| Предприятие: | (Полное наименование) | |
| Ответственный: | (Должность, ФИО) | |
| Владелец процесса: | (Должность, ФИО) | |

| № | Наименование НД организации | Вопросы для оценки | Оценка эксперта | Вес | Итоговая оценка | Комментарий |
|---|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----|-----------------|-------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | | Наличие в организации документированной процедуры, регламентирующей проверку ТТО? | | 5 | 0 | |

Рис. 1. Пример чек-листа

Замечания, выявленные в ходе работы комиссии, описываются с обязательным указанием требования нормативного, конструкторского или технологического документа (пункт, раздел, обозначение и наименование документа), несоответствие которому выявлено в ходе проверки [8]. Также в листе несоответствий должны быть указаны дата возникновения несоответствия, этап разработки (отработки, вид испытаний), операция технологического процесса, при осуществлении которой возникло несоответствие, наименование и обозначение продукции (составной части, ДСЕ), в отношении которых зафиксированы несоответствия, последствия, в том числе возможные, выявленного несоответствия. В случаях, когда несоответствие выявляется в ходе анализа документов по уже выполненным работам, указываются реквизиты документов, подтверждающих наличие несоответствий.

Исполнитель переносит данные чек-листа в excel-модель [9]. При внесении данных оценки в excel-модель исполнитель руководствуется соответствующей инструкцией. Excel-модель проводит пересчет данных с учетом весовых коэффициентов, и получают итоговые оценки по каждому рассмотренному процессу [10]. На рисунке 2 приведен пример вывода результатов оценки. Исполнители, получив информацию от экспертов, заполненные чек-листы, осуществляют анализ информации с применением РОП. Проводится определение потенциала риска снижения показателей надежностей изделий и соответственно выпуска продукции с пониженными характеристиками. Исполнитель, оценивая эффективность принимаемых

производством мер по обеспечению качества и надежности выпускаемых изделий, стабильности технологических процессов. Результатом таких работ являются идентификация процессов и элементы процессов с низкой оценкой. Соответственно такие элементы вносят наибольшую вероятность снижения производственной составляющей надежности. Также исполнитель определяет потенциал производства, в том числе возможность выпуска продукции, выполнения работ и оказания услуг, соответствующих требованиям нормативной документации и установленным условиями контрактов.

Затем excel-модель производит оценку вероятности снижения надежности изделия. На рисунке 3 приведен вариант интерпретации результатов в виде матрицы с применением РОП. Как численные показатели, так и цветовая гамма «подсвеченных» ячеек с результатами дают понимание проверяющему, все ли методы повышения технологической дисциплины применены и в полном объеме ли применены инструменты систем менеджмента качества.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная методика была апробирована органом по сертификации АО «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева» в индивидуальном порядке при проведении инспекционного контроля систем менеджмента качества предприятий. Была установлена зависимость «чрезвычайно высокого риска» от показателей надежности выпускаемой продукции [11].

Организация:

| № | Наименование оцениваемого процесса или элемента процесса | Оценка по процессу или элементу процесса | Итоговая оценка |
|----|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------|
| 1 | УНИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ | 2,30 | 2,8 |
| 2 | ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ТОЧНОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ | 2,40 | |
| 3 | ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДИСЦИПЛИНА | 1,80 | |
| 4 | АТТЕСТАЦИЯ ПЕРСОНАЛА | 2,50 | |
| 5 | АТТЕСТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ | 2,40 | |
| 6 | ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ | 4,20 | 2,1 |
| 7 | ПРОМЫШЛЕННАЯ ЧИСТОТА | 3,70 | |
| 8 | ПРЕДУПРЕЖДАЮЩИЕ МЕРЫ | 3,00 | |
| 9 | КОРРЕКТИРУЮЩИЕ МЕРЫ | 2,20 | |
| 10 | ПОСТОЯННОЕ УЛУЧШЕНИЕ | 1,00 | |

Рис. 2. Пример оценочного листа по процессам

| | | Итоговая оценка процессов | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-----|---------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------|------|------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------|------|------------------------------------------------------------|------|-----|
| | | 0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 |
| Итоговая оценка мер СМК | 0,5 | 0,3 | 0,5 | 0,8 | 1,0 | 1,3 | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 2,3 | 2,5 | |
| | 1,0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | |
| | 1,5 | 0,8 | 1,5 | 2,3 | 3,0 | 3,8 | 4,5 | 5,3 | 6,0 | 6,8 | 7,5 | |
| | 2,0 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 | |
| | 2,5 | 1,3 | 2,5 | 3,8 | 5,0 | 6,3 | 7,5 | 8,8 | 10,0 | 11,3 | 12,5 | |
| | 3,0 | 1,5 | 3,0 | 4,5 | 6,0 | 7,5 | 9,0 | 10,5 | 12,0 | 13,5 | 15,0 | |
| | 3,5 | 1,8 | 3,5 | 5,3 | 7,0 | 8,8 | 10,5 | 12,3 | 14,0 | 15,8 | 17,5 | |
| | 4,0 | 2,0 | 4,0 | 6,0 | 8,0 | 10,0 | 12,0 | 14,0 | 16,0 | 18,0 | 20,0 | |
| | 4,5 | 2,3 | 4,5 | 6,8 | 9,0 | 11,3 | 13,5 | 15,8 | 18,0 | 20,3 | 22,5 | |
| | 5,0 | 2,5 | 5,0 | 7,5 | 10,0 | 12,5 | 15,0 | 17,5 | 20,0 | 22,5 | 25,0 | |
| Коридоры уровней риска | | "Красный уровень": низкий потенциал, чрезвычайно высокий риск | | "Оранжевый уровень": Низкий потенциал, значительный риск | | "Желтый уровень": средний потенциал, средний уровень риска | | "Зеленый уровень, пограничный": достаточный потенциал, умеренный риск | | "Зеленый уровень": высокий потенциал, низкий уровень риска | | |

Рис. 3. Пример итоговой оценки

Возможно сделать вывод о том, что чем больше требований закладывается на этапе технологической подготовки производства, тем меньше риск снижения надежности изделия. Также можно сделать вывод о том, что не только наличие требований, но и полнота их исполнения

еще больше оказывают влияние на технологическую составляющую надежности изделия.

Рассмотренную методику также возможно применять при оценке уровня готовности производства к изготовлению изделий.

Список использованных источников и литературы

1. Рябчиков П.В., Назаренко М.А. Актуальные вопросы развития теории надежности. Технологическая надежность изделий // *Технология машиностроения*. 2022. № 7. С. 5–11.
2. Плотников Н.И. Разработка альтернативной терминологии надежности // *Надежность*. 2020. Т. 20, № 3. С. 21–26. <https://doi.org/10.21683/1729-2646-2020-20-3-21-26>.
3. Леонова Т.И., Коган Л.В. Стоимостная оценка обеспечения качества проекта на основе риск-ориентированного подхода // *Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования*. 2020. № 1 (53). С. 33–40.
4. Рябчиков П.В., Назаренко М.А. Организационно-технологическая надежность производственных процессов. Фотоконтроль // *Компетентность*. 2023. № 8. С. 51–55. <https://doi.org/10.24412/1993-8780-2023-8-51-55>.
5. Сычев Р.С., Садковская Н.Е. Методика по унификации изделий при проектировании электронных средств // *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. 2024. № 1. С. 230–237. <https://doi.org/10.24412/2071-6168-2024-1-230-231>.
6. Денисова В.А., Назаров С.А. Управление качеством процесса разработки новых видов продукции на предприятии // *Уральский научный вестник*. 2023. Т. 5, № 1. С. 146–151.
7. Птицын В.В. Искусственный интеллект, технологические подготовка и обеспечение производства // *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. 2024. № 2. С. 146–148. <https://doi.org/10.24412/2071-6168-2024-2-146-147>.
8. Хомутова Е.Г., Спиридонова А.А. Описание процессов в системе менеджмента качества: учебно-методическое пособие. – М.: РТУ МИРЭА, 2021. – 75 с.
9. Александрова С.В., Васильев В.А., Александров М.Н. Возможности цифровизации систем менеджмента качества // *Качество. Инновации. Образование*. 2021. № 1 (171). С. 17–21 <https://doi.org/10.31145/1999-513x-2021-1-17-21>.
10. Тельнов Ю.Ф., Казаков В.А., Данилов А.В. Технология проектирования инновационных процессов создания продукции и услуг сетевого предприятия с использованием i4.0-системы, основанной на знаниях // *Бизнес-информатика*. 2021. Т. 15, № 4. С. 76–92. <https://doi.org/10.17323/2587-814X.2021.4.76.92>.
11. Рябчиков П.В., Назаренко М.А. Совершенствование научных инструментов оценки, мониторинга и прогнозирования качества продукции на основе создания систем технологического обеспечения надежности продукции // *Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России*. 2023. № 2(158). С. 51–55. https://doi.org/10.52190/1729-6552_2023_2_51.

METHODOLOGY FOR EVALUATING THE MEASURES TAKEN BY ORGANIZATIONS TO ENSURE TECHNOLOGICAL RELIABILITY

Riabchikov P.V., PDH student RTU MIREA, JSC «Scientific and Production Association «Technomash» named after S.A. Afanasyev»

The dependence of product reliability on the quality of pre-production is understandable. Even the most perfect design can be ruined during manufacture. The scientific novelty of the work is that an algorithm has appeared to increase the reliability of the product during production and it has become possible to evaluate the result of work not only in qualitative terms, but also in quantitative ones.

The article reveals the result of the implementation of the methodology for evaluating technological reliability assurance systems. Specially designed questionnaires in the form of checklists are used to collect data. The survey results are entered into a specially designed database in MS-Excel format. The database using weighting factors allows you to determine the degree of risk of reducing the reliability of the product due to the impact of production and technological factors.

It is advisable to use the results of the work when planning work on conformity assessment.

Keywords: technological assurance of reliability, production factors, check-list, quality assurance, risk-oriented approach

For citation: Riabchikov P.V. Methodology for Evaluating the Measures Taken by Organizations to Ensure Technological Reliability. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2024; 3 (78): 4-8. (In Russ.).

References

1. Ryabchikov P.V., Nazarenko M.A. Aktual'nye voprosy razvitiya teorii nadezhnosti. Tekhnologicheskaya nadezhnost' izdelij. Tekhnologiya mashinostroeniya, 2022, no. 7, pp. 5–11.
2. Plotnikov N.I. Razrabotka al'ternativnoj terminologii nadezhnosti. Nadezhnost', 2020, vol. 20, no.3, pp. 21–26. <https://doi.org/10.21683/1729-2646-2020-20-3-21-26>.
3. Leonova T.I., Kogan L.V. Stoimostnaya ocenka obespecheniya kachestva proekta na osnove risk - orientirovannogo podhoda. Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya, 2020, no. 1 (53), pp. 33–40.
4. Ryabchikov P.V. Nazarenko M.A. Organizacionno-tekhnologicheskaya nadezhnost' proizvodstvennyh processov. Fotokontrol'. Kompetentnost', 2023, no. 8, pp. 51–55. <https://doi.org/10.24412/1993-8780-2023-8-51-55>.
5. Sychev R.S., Sadkovskaya N.E. Metodika po unifikacii izdelij pri proektirovanii elektronnyh sredstv. Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki, 2024, no. 1, pp. 230–237. <https://doi.org/10.24412/2071-6168-2024-1-230-231>.
6. Denisova V.A., Nazarov S.A. Upravlenie kachestvom processa razrabotki novyh vidov produkcii na predpriyatii. Ural'skij nauchnyj vestnik, 2023, vol. 5, no. 1, pp. 146–151.
7. Pticyn V.V. Iskusstvennyj intellekt, tekhnologicheskie podgotovka i obespechenie proizvodstva. Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki, 2024, no. 2, pp. 146–148. <https://doi.org/10.24412/2071-6168-2024-2-146-147>.
8. Homutova E.G., Spiridonova A.A. Opisaniye processov v sisteme menedzhmenta kachestva: uchebno-metodicheskoe posobie, Moscow: RTU MIREA Publ., 2021, 75 p.
9. Aleksandrova S.V., Vasil'ev V.A., Aleksandrov M.N. Vozmozhnosti cifrovizacii sistem menedzhmenta kachestva. Kachestvo. Innovacii. Obrazovanie, 2021, no. 1(171), pp. 17–21. <https://doi.org/10.31145/1999-513x-2021-1-17-21>.
10. Tel'nov Yu.F., Kazakov V.A., Danilov A.V. Tekhnologiya proektirovaniya innovacionnyh processov sozdaniya produkcii i uslug setevogo predpriyatiya s ispol'zovaniem i4.0-sistemy, osnovannoj na znaniyah. Biznes-informatika, 2021, vol. 15, no. 4, pp. 76–92. <https://doi.org/10.17323/2587-814X.2021.4.76.92>.
11. Ryabchikov P.V., Nazarenko M.A. Sovershenstvovanie nauchnyh instrumentov ocenki, monitoringa i prognozirovaniya kachestva produkcii na osnove sozdaniya sistem tekhnologicheskogo obespecheniya nadezhnosti produkcii. Oboronnyj kompleks – nauchno-tekhnicheskomu progressu Rossii, 2023, no. 2(158), pp. 51–55. https://doi.org/10.52190/1729-6552_2023_2_51.