

<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2024-43-62-66>

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ НА ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОСВОЕНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Ирзаев Г.Х.

*Дагестанский государственный технический университет, Махачкала,
Россия*

Ключевые слова: инженерное изменение, проектирование, радиоэлектронное средство, причина изменения, система управления изменениями, предприятие.

Аннотация. Рассмотрен вопрос внесения инженерных изменений в конструкцию радиоэлектронных средств в ходе его проектирования и освоения в производстве. Выявлены причины возникновения инженерных изменений и обоснована необходимость разработки классификационной системы их упорядочения по времени возникновения на разных этапах жизненного цикла с целью разработки средств поддержки проектировщика для предотвращения ошибок в ходе конструирования и освоения изделий радиоэлектроники. Дано определение процесса управления инженерными изменениями, структурирована система управления инженерными изменениями на предприятии радиоэлектронной отрасли.

ENGINEERING CHANGE MANAGEMENT SYSTEM AT STAGES DESIGN AND DEVELOPMENT OF RADIO-ELECTRONIC EQUIPMENT

Irzaev G.Kh.

Dagestan State Technical University, Makhachkala, Russia

Keywords: engineering change, design, radio-electronic equipment, reason for change, change management system, enterprise.

Abstract. The issue of introducing engineering changes into the design of radio-electronic equipment during its design and development in production is considered. The reasons for the occurrence of engineering changes are identified and the need to develop a classification system for ordering them according to the time of occurrence at different stages of the life cycle is substantiated in order to develop means of supporting the designer to prevent errors during the design and development of radio electronics products. A definition of the engineering change management process is given, and the engineering change management system at an enterprise in the radio-electronic industry is structured.

Инициаторами инженерных изменений в конструкции и технологии радиоэлектронных средств (РЭС) с последующей корректировкой технической документации являются как внешние по отношению к предприятию, так и внутренние субъекты. При этом они руководствуются необходимостью улучшения эксплуатационно-технических характеристик РЭС, снижения себестоимости за счет повышения технологичности конструкции и замены материалов на более дешевые, учета производственно-технологической базы и исправления ошибок, допущенных ранее в ходе проектирования конструкции.

Исследования, проведенные на нескольких предприятиях отрасли, показали, что инженерные изменения, затрагивающие как конструкцию, так и

технологии изготовления РЭС, формируются под влиянием разнообразных факторов и имеют различную мощность в зависимости от этапа жизненного цикла. Например, результаты исследований, приводимые в [1], показывают, что в период освоения в изделие вносится более 40% изменений, на втором году серийного выпуска – более 30% от общего числа изменений. Проведенный на предприятиях анализ, объясняет появление изменений из-за недостаточного учета разработчиком условий предприятия-изготовителя, необходимости внедрения инновационных решений, повышения качества, надежности, безопасности и экологичности изделия. Однако основанием для возникновения требований на изменения нередко служат низкое качество конструкторско-технологических решений и ошибки, допущенные при разработке конструкторской документации на РЭС. Очевидно, что появление изменений вызвано факторами, связанными с чрезмерно затратными, нетехнологичными решениями в конструкциях РЭС.

Некоторые ученые, исследовавшие процессы внесения изменений в России и за рубежом, подчеркивают, что большинство изменений вызвано причинами, связанными с разработкой конструкции изделия. Так, М. Gemmerich считает, что от 30% до 75% инженерных изменений (в зависимости от отрасли) является результатом неудачных решений в ходе проектирования [2], а Н. Wildemann полагает, что таких изменений примерно 50% [3]. В.К. Федоров и Р.С. Гвоздарев считают, что ошибки, допущенные в ходе проектирования изделия конструкторами и нормоконтролерами из-за низкой квалификации и неэффективной работы, вызывают позже появление многочисленных требований на инженерные изменения в конструкции [4].

Более обобщенно можно сказать, что необходимость внесения инженерного изменения в изделие возникает, когда целевые свойства продукта больше не соответствуют его фактическим свойствам (рис. 1).



Рис. 1. Контур управления инженерными изменениями в изделии

Внутренние причины инженерных изменений в изделии – это инновации и улучшения продукта, знания, полученные в процессе производства, сборки и управления качеством, организационные изменения внутри предприятия, чрезмерно высокие затраты, ошибки проектирования из-за отсутствия знаний

о продукте и условиях эксплуатации, дефицит информации, недостаточная основа для принятия решений. Внешними причинами можно считать, например, появление новых материалов и технологий, цифровизацию производственных процессов, изменения требований рынка, улучшение аналогов у конкурентов, изменения комплектующих и компонентов от поставщиков, изменения стандартов по безопасности и экологичности, нормативно-технических документов и рекламации от клиентов.

Например, при изготовлении печатных плат РЭС по технологии поверхностного монтажа заключительной операцией является отмывка. Она используется для промышленной и специальной высокочастотной радиоэлектроники, эксплуатируемой в жестких климатических условиях, для предотвращения токов утечки и коротких замыканий. До последнего времени для отмывки использовались материалы, содержащие хлорфторуглероды, обладающие канцерогенными, мутагенными и токсическими свойствами, оказывающие влияние на озоновый слой атмосферы. Согласно требованиям законодательства по экологии требуется их замена на безвредные материалы, например, материалы на основе растворителей, одно- и двухфазные средства на водной основе, средства на основе поверхностно-активных веществ. В этом случае возникает требование на изменение в технологии отмывки и отмывочных материалов.

Необязательные изменения – это инженерные изменения в изделии, направленные на снижение затрат или оптимизацию функций. Они внедряются при обоснованной экономической эффективности.

На сегодняшний день нет четко сформулированного определения процесса управления инженерными изменениями. Часто термин «управление инженерными изменениями» подменяют на «управление процессами» либо ограничивают функцию управления только организацией процесса проведения изменений. Авторы исследования [5] считают, что управление инженерными изменениями включает в себя «... все функции и процессы, которые необходимы для выполнения, контроля и документирования изменений изделий в течение их жизненного цикла».

Согласно российским нормативным документам, регламентирующим системы менеджмента качества и разработки продукции военно-оборонного назначения, в управление изменениями входят такие виды деятельности, как анализ влияния их на достижение целей и результативность процессов, оценка рисков и последствий изменений, оценка влияния результатов изменений на потребителей. Состав процедур по управлению изменениями согласно требованиям стандарта включает в себя идентификацию изменений в проекте; анализ, верификацию, валидацию и одобрение записей до их внесения; оценку влияния изменений на составные части и уже поставленную продукцию, в результате – анализ изменений в проекте и разработке; ведение и сохранение записей результатов анализа изменений и других необходимых действий по изменениям.

Автор предлагает следующее определение: управление инженерными изменениями включает в себя все документы, методы, действия и процессы, которые необходимы для предотвращения и передачи, эффективного выбора, обработки, утверждения/отклонения, внедрения, контроля и документирования инженерных изменений.

Разработана структура системы управления инженерными изменениями на предприятии радиоэлектронной отрасли, представленная на рисунке 2:

- подсистема стратегии и методологии, где реализованы процессы прогнозирования изменений, эффективного проектирования, снижающего появление изменений в изделиях;

- подсистема организации процессов утверждения, отработки изменений, согласования со всеми заинтересованными службами на предприятии и потребителями продукции из внешней среды, контроля внедрения инженерных изменений;

- подсистема инструментальных средств в виде методов, моделей, аналитической работы над улучшением работы системы управления инженерными изменениями.



Рис. 2. Подсистемы управления инженерными изменениями

Подсистемы взаимосвязаны и влияют на работу друг друга, их нельзя рассматривать изолированно.

Список литературы

1. Ирзаев Г.Х. Анализ процессов внесения инженерных изменений в конструкцию радиоэлектронных средств на этапах проектирования и освоения серийного производства // Вопросы радиоэлектроники. – 2016. – № 11. – С. 72-78.

2. Gemmerich M. Technische Produktänderungen: Betriebswirtschaftliche und empirische Modellanalyse. GablerVerlag / Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 1995. Zugleich: Dissertation, Universität Passau, 1995.
3. Wildemann H. Änderungsmanagement, Leitfaden zur Einföhrungeineffizienten Managements technischer Änderungen. TCWTransfer-Centrum, München, 2006.
4. Федоров В.К., Гвоздарев Р.С. Причины корректировки документации и внесения изменений в производство продукции машиностроения // Вестник машиностроения. – 2011. – № 8. – С. 78-80.
5. Seiler С.-М., Grauer М., Barten А.Е. Prozessorientierte Integration des Änderungsmanagements // Industrie Management. 2006, vol. 22, pp. 47-50.

References

1. Irzaev G.Kh. Analysis of the processes of making engineering changes to the design of radio-electronic equipment at the stages of design and development of serial production // Questions of radio electronics. 2016, no. 11, pp. 72-78.
2. Gemmerich M. Technische Produktänderungen: Betriebswirtschaftliche und empirische Modellanalyse. GablerVerlag / Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 1995. Zugleich: Dissertation, Universität Passau, 1995.
3. Wildemann H. Änderungsmanagement, Leitfaden zur Einföhrungeineffizienten Managements technischer Änderungen. TCWTransfer-Centrum, München, 2006.
4. Fedorov V.K., Gvozdarev R.S. Reasons for adjusting documentation and making changes to the production of mechanical engineering products // Bulletin of mechanical engineering. 2011, no. 8, pp. 78-80.
5. Seiler С.-М., Grauer М., Barten А.Е. Prozessorientierte Integration des Änderungsmanagements // Industrie Management. 2006, vol. 22, pp. 47-50.

<p>Ирзаев Гамид Хайбулаевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем</p>	<p>Irzaev Gamid Khaibulaevich – candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the department of computer software and automated systems</p>
<p>irzajev@mail.ru</p>	

Received 11.07.2024