

Раздел I. Вычислительные и информационно-управляющие системы

УДК 65.011.56

DOI 10.18522/2311-3103-2023-3-6-14

М.В. Никитина, А.В. Капитанов

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ НЕСООТВЕТСТВУЮЩЕЙ ПРОДУКЦИЕЙ, НА ОСНОВЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Целью исследования является повышение эффективности изготовления продукции, на основе интегрированной автоматизированной информационной системы предприятия управления несоответствующей продукцией. Главные задачи заключаются в анализе существующих на рынке автоматизированных систем управления несоответствующей продукцией, разработке модели интегрированной автоматизированной системы управления несоответствующей продукцией при передаче информации подразделениям предприятия посредством единой отраслевой системы документооборота и информационной системы управления несоответствующей продукцией и оценке эффективности применения интегрированной автоматизированной информационной системы управления несоответствующей продукцией. В статье изложено, что автоматизированные информационные системы управления производством являются неотъемлемой частью в управлении производством продукции. В настоящее время они внедрены на многих предприятиях РФ. Проведен анализ таких существующих отечественных автоматизированных систем управления как автоматизированная система управления дискретным производством «Призма», «Галактика ERP», «8D. Управление несоответствиями» и АС «Управление качеством». С помощью экспертного метода выявлен самый низкий показатель качества внедренной на предприятии автоматизированной системы «Управление качеством», данным показателем является интероперабельность системы. Далее выявлено, что для минимизации получения на предприятии продукции, несоответствующей установленным требованиям, необходима интеграция данной автоматизированной системы управления несоответствиями и единой отраслевой системы документооборота. Проведение интеграции систем, контроль объема производства годной и количество обнаруженной дефектной продукции рассмотрены на примере интеллектуальных датчиков давления ТЖИУ. Представлены и описаны модели процесса анализа выявления несоответствий продукции до проведения интеграции и после. Для оценки результативности проведения интеграции построена гистограмма, на которой представлены результаты эффективности производства изготовления годной продукции, на диаграммах Ганта показано сокращение временных затрат на процесс проведения анализа выявления несоответствий, а также представлены результаты экономической эффективности проведения интеграции.

Несоответствия; автоматизированная система; интеграция; предупреждающие и корректирующие действия (ПКД).

M.V. Nikitina, A.V. Kapitanov

IMPROVING THE EFFICIENCY OF MANAGING NONCONFORMING PRODUCTS, BASED ON AN INTEGRATED AUTOMATED INFORMATION SYSTEM OF THE ENTERPRISE

The aim of the study is to increase the efficiency of product manufacturing, on the basis of an integrated automated information system of nonconforming product management enterprise. The main objectives are to analyze the existing automated nonconforming product management systems on the market, to develop a model of an integrated automated nonconforming product management system when transmitting information to enterprise departments through a unified industry document management system and nonconforming product management information system and to assess the effectiveness of an integrated automated nonconforming product management information system. The article states that automated information systems of production management are an integral part in production management. Currently, they are implemented in many enterprises of the Russian Federation. The analysis of such existing domestic automated control systems as the automated control system of discrete production "Prisma", "Galaktika ERP", "8D. Management of nonconformities" and AS "Quality management". Using the expert method, the lowest indicator of quality of the automated system "Quality Management" implemented at the enterprise was identified, this indicator is the interoperability of the system. Further it was revealed that in order to minimize the receipt at the enterprise of products that do not meet established requirements, it is necessary to integrate this automated system of non-conformity management and a unified industry document management system. Conducting integration of the systems, controlling the volume of production of good products and the number of detected defective products are considered on the example of smart LPG pressure sensors. Models of the process of analysis of product nonconformity detection before and after the integration are presented and described. To assess the effectiveness of the integration process, a histogram is built, which shows the results of the efficiency of the production of good products, Gantt charts show the reduction of time costs for the process of analysis of the detection of inconsistencies, as well as the results of cost-effectiveness of the integration process.

Inconsistencies; automated system; integration; corrective and preventive action (CAPA).

Введение. Важным аспектом в управлении качеством является управление несоответствующей продукцией, что является главной целью в защите потребителя от получения продукции, не отвечающей установленным требованиям, а также необходимость снижения затрат по ее доработке [1]. За последнее десятилетие на предприятиях стали активно внедряться автоматизированные информационные системы управления производством, которые помогают решать такие непростые задачи как: эффективное управление производством продукции, решение финансовых и конструкторских задач, ведение документооборота и управление закупками, а также ведение планирования и т.д. [2]. Положительный опыт внедрения автоматизированных систем, тенденция развития информационных технологий на промышленных предприятиях, стремление устранить информационные барьеры, обеспечить гибкость систем, сформировать единое информационное пространство для всех используемых автоматизированных систем на предприятии являются обоснованием актуальности вопроса интеграции информационных ресурсов [3].

Обзор существующих систем управления производством. На сегодняшний день известны следующие автоматизированные информационные системы управления: автоматизированная система управления дискретным производством (АСУДП) «Призма», «Галактика ERP» – система управления производственным предприятием и интегрированная автоматизированная информационная система управления несоответствиями АС «Управление качеством».

«Галактика ERP» – автоматизированная система управления, позволяющая в едином информационном пространстве мгновенно решать необходимые управленческие задачи и обеспечивать персонал организации различного уровня управления необходимой и достоверной информацией для принятия управленческих решений. Система имеет трехуровневую архитектуру (клиент – сервер приложений – сервер баз данных) и возможно совмещения двух- и трехуровневой архитектуры в рамках одной установки. В зависимости от того, каковы потребности клиента, в качестве СУБД могут использоваться Pervasive.SQL, MS SQL, Oracle [4].

Автоматизированная система управления дискретным производством (АСУДП) «Призма» – средство управления предприятием, производством, научными и опытно-конструкторскими разработками, хозяйственной деятельностью и материальным обеспечением всех этих видов деятельности. «Призма» была разработана для управления всеми процессами дискретного производства на крупных и средних предприятиях с единичным, мелкосерийным и серийным производством. Система имеет комплекс решений в этой области, здесь реализована замкнутая многоуровневая система планирования [5].

Интегрированная автоматизированная информационная система управления несоответствиями АС «Управление качеством». Система предназначена для контроля и управления качеством продукции, составления всей необходимой отчетности на основе вносимых данных о несоответствиях, предупреждающих и корректирующих действиях и информации об их реализации. Система состоит из модулей, где каждый модуль предназначен для выполнения определенных задач. Также в режиме реального времени можно получать всю информацию об изготовленной продукции: количество годной и дефектной продукции, количество принятых и отклоненных претензий (рекламационных актов), даты изготовления и обнаружения несоответствия того или иного изделия, на каком объекте эксплуатации был обнаружен дефект и т.д. Предоставляется возможность проведения летучего контроля, формирования плана и программы аудита, записи результатов проверок и выполнения устранения замечаний, установленных в ходе проверок.

Автоматизированная система «8D. Управление несоответствиями» осуществляет сбор и анализ информации по несоответствиям на четырех основных стадиях жизненного цикла изделия: входной контроль, производство, поставка продукции, гарантийная эксплуатация. Для повышения качества продукции стоит необходимость непрерывного анализа исходной информации. Для этих целей в системе используются отчеты: диаграмма Парето (рейтинг дефектности позиций с накопительной кривой), гистограмма (количество инцидентов по дням выбранного периода), карточка несоответствий – позволяет посмотреть все несоответствия, которые связаны с выбранным объектом [6].

Выбор объекта исследования. На предприятии с 2010 года внедрена автоматизированная система «Управление качеством», т.к. она является закрытой (локальной) и позволяет обеспечить полную безопасность информации. После запуска в эксплуатацию АС «Управление качеством», стала возрастать потребность интеграции системы с другой системой предприятия – единой отраслевой системой документооборота (ЕОСДО) в части работы с несоответствиями продукции. Поэтому была поставлена цель интеграции этих двух систем, в первую очередь, для повышения эффективности производства годной продукции и сокращению временных затрат на реализацию запуска работы по несоответствиям изделий.

Интеграция системы рассматривалась на примере интеллектуальных датчиков давления ТЖИУ (рис. 1). Проанализировано количество дефектной продукции по отношению к общему объему изготовления до проведения интеграции и после. Датчики давления служат для измерения: абсолютного давления; разности давлений; избыточного давления; давления-разрежения; вакуумметрического давления и расхода жидкостей и газов.

Датчики давления ТЖИУ являются средствами измерений и отвечают требованиям межгосударственного стандарта ГОСТ 22520-85.



Рис. 1. Интеллектуальный датчик давления ТЖИУ

Функциональный анализ интегрированной автоматизированной информационной системы. Для оценки эффективности функционирования автоматизированной системы «Управление качеством» проведен функциональный анализ. При экспертизе качества продукции наиболее часто используются балльные оценки, которые проставляются экспертами. Оценка качественных и количественных показателей данной автоматизированной системы была проведена экспертным методом балльной оценочной шкалой определения показателей качества [7, 8]. Проведен опрос экспертов с целью получения совокупности сведений, касающихся объекта экспертизы. Базовый перечень единичных качественных показателей состоит из 6 характерных черт: достоверность, точность, бесперебойность работы системы, доступность в реальном времени («по запросу»), удобная форма представления, интероперабельность. Базовый перечень единичных количественных показателей состоит из 5 характерных черт: габариты системы, надежность, быстродействие системы, энергопотребляемость, средний временной показатель составления отчетности.

Из проведенного анализа был сформирован вывод о том, что эксперты наименее удовлетворены таким количественным показателем качества как энергопотребляемость и качественным показателем – интероперабельность. Но самым низким показателем функционирования системы, по мнению экспертов, оказался показатель интероперабельности [9, 10], т.е. менее всего эксперты удовлетворены интегрированностью АС «Управление качеством» с другими системами предприятия. Для решения данной проблемы была разработана модель интегрированной автоматизированной информационной системы.

Разработка функциональной модели интегрированной автоматизированной информационной системы. На рис. 2 представлена модель автоматизированной информационной системы [11, 12] АС «Управление качеством» до интеграции с единой отраслевой системой документооборота. Ввод всей информации проводится вручную. Всего модель состоит из двух компонентов [13, 14]. Первым компонентом является база данных карт анализа несоответствий (БД КАН), где заводится карта анализа несоответствия с описанием причины отказа датчика давления, датами изготовления и обнаружения несоответствия, формируется список состава комиссии по проведению анализа, утверждающих и согласующих сотрудников и т.д. Далее формируется бумажный документ и проводится сбор всех подписей, после КАН передается в Отдел качества на регистрацию. Вторым компонентом модели является единая отраслевая система документооборота. В ней проводится регистрация КАН и рассылка документа всем исполнителям.

Вторым компонентом является единая отраслевая система документооборота (ЕОСДО). Сотруднику отдела качества – утвержденному в БД регистратору приходит распорядительный документ на утверждение. В КАН автоматически заполнена вся необходимая информация, список ПКД, ответственные исполнители и сроки выполнения мероприятий. После присвоения регистрационного номера, распорядительный документ отправляется сотрудникам на ознакомление и выполнение ПКД.

После интеграции системы заметы значительные изменения в сроках подписания и утверждения КАН, а также в сроках регистрации распорядительного документа в ЕОСДО. Общий срок работы над распорядительным документом составляет до 11 дней, т.е. срок проведения работ сократился на 6 рабочих дней.

Результаты проведенного исследования. На рис. 4 представлена диаграмма Ганта [16, 17] до проведения интеграции системы, из которой наглядно показано, что общая работа по распорядительному документу занимает до 17 дней.



Рис. 4. Диаграмма Ганта до проведения интеграции

На диаграмме Ганта после интеграции системы (рис. 5) заметы значительные изменения в сроках подписания и утверждения КАН, а также в сроках регистрации распорядительного документа в ЕОСДО. Общий срок работы над распорядительным документом составляет до 11 дней, т.е. срок проведения работ сократился на 6 рабочих дней.

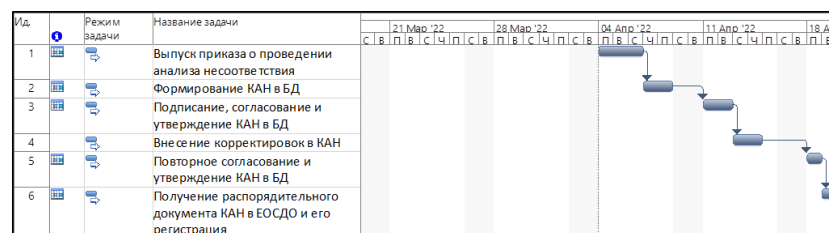


Рис. 5. Диаграмма Ганта после интеграции систем

Интеграция систем была проведена в конце декабря 2021 года и начала активно применяться в работе с первого квартала 2022 года. По результатам анализа производства интеллектуальных датчиков давления, можно сделать вывод о том, что после интеграции АС «Управление качеством» и ЕОСДО в части работы с КАН, резко увеличился объем производства датчиков (от 839 до 1200 шт.) и максимально минимизировалось количество несоответствующей продукции (от 20 до 1 шт. за квартал). На рис. 6 представлена информация об объемах выпуска и коли-

честве несоответствий интеллектуальных датчиков давления за 5 кварталов, взятая из квартальных отчетов по качеству продукции производственно-технического назначения [18].



Рис. 6. Гистограмма объема выпуска и количества несоответствующей продукции датчиков давления за 5 кварталов.

Также проведен расчет экономической эффективности [19] проведения интеграции, из которого сделан вывод, что на проведение интеграции необходимо инвестировать 371 723 руб., а размер чистой прибыли от реализации интеллектуальных датчиков давления [20] в первом квартале 2022 г. по сравнению со средней чистой прибылью предыдущих кварталов (10556,4411 млн. руб.) увеличился на 10%. Расходы на интеграцию системы уже окупились.

Заключение. Поставленные задачи в работе полностью реализованы, цель исследования достигнута – проведена интеграция АС «Управление качеством» и единой отраслевой системы документооборота. Представлена информационная модель интегрированной автоматизированной информационной системы управления при передаче информации подразделениям предприятия посредством единой отраслевой системы документооборота. Это позволило сократить временные затраты на проведение анализа выявления несоответствий продукции, тем самым удалось максимально минимизировать получение продукции, не отвечающей установленным требованиям. Резкий скачок увеличения объема выпуска датчиков давления и снижение количества несоответствий говорит о том, что интеграция системы прошла успешно и положительно повлияла на эффективность изготовления продукции. Благодаря переходу к электронной подписи и моментальному автоматическому формированию распорядительного документа, сократилось время на выполнение ПКД и поиск решений для устранения повторных несоответствий. Также посредством проведенной интеграции систем на предприятии, увеличилась чистая прибыль с реализации поставок интеллектуальных датчиков давления ТЖИУ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Беляева М.А.* Моделирование систем: конспект лекций: В 2 ч. Ч. 2. – М.: МГУП им. Ивана Федорова, 2012. – 148 с.
2. ГОСТ 24.104-85 Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы управления. Общие требования.
3. *Капитанов А.В., Козлова А.В.* Система менеджмента качества в условиях цифровизации // XXIV Туполевские чтения (школа молодых ученых): Матер. Международной молодежной научной конференции. В 6-ти т. Казань, 07–08 ноября 2019 года. – Казань: ИП Сагиева А.Р., 2019. – С. 143-147.
4. «Галактика ERP» – Корпорация «Галактика». – URL: <https://galaktika.ru/erp> (дата обращения 12.12.2021).
5. Автоматизированная система управления дискретным производством (АСУДП) «Призма». – URL: <http://vniia.ru/production/incl/PRIZMA.pdf> (дата обращения 01.12.2021).

6. Автоматизированная система «8D. Управление несоответствиями». – URL: <https://sapr.ru/article/25021> (дата обращения 13.12.2021).
7. *Подольская М.Н.* Квалиметрия и управление качеством: лабораторный практикум. Ч. 1. Экспертные методы. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. – 80 с.
8. *Чудинов И.Л., Осипова В.В.* Информационные системы и технологии: учеб. пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 145 с.
9. *Загидуллин Р.Р.* Управление машиностроительным производством с помощью систем MES, APS, ERP: монография. – Старый Оскол: ТНТ, 2011. – 372 с.
10. *Иващенко Н.Н.* Автоматическое регулирование. Теория и элементы систем. – М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной и судостроительной литературы, 2015. – 630 с.
11. *Кривошеев И.А.* Модели и методы создания интегрированной информационной системы для автоматизации технической подготовки и управления авиационным и машиностроительным производством. – М.: Машиностроение, 2017. – 2127 с.
12. *Кувшинский В.В.* Автоматизация технологических процессов в машиностроении. – М.: Машиностроение, 2013. – 272 с.
13. ГОСТ 19781-90. Обеспечение систем обработки информации программное. Термины и определения.
14. ГОСТ 19.701-90. Единая система программной документации. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения.
15. *Щелоков С.А.* Базы данных: учеб. пособие. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2014. – 298 с.
16. *Кане М.М., Иванов Б.В., Корешков В.Н., Схиртладзе А.Г.* Системы, методы и инструменты менеджмента качества: учеб. пособие. – СПб.: Питер, 2008. – 580 с.
17. *Кузнецов А.П., Каляшина А.В.* Методы оценки эффективности промышленного оборудования // Технология машиностроения. – 2020. – № 5. – С. 66-75.
18. *Барамидзе Г.А.* Финансово-правовое регулирование деятельности государственной корпорации "Росатом": автореф. дисс. ... канд. юр. наук: 12.00.04 (Место защиты: Моск. гос. юрид. акад. им. О.Е. Кутафина). – М., 2017. – 26 с.
19. *Балабанов И.Т.* Финансовый анализ и планирование хозяйствующего субъекта. – 2-е изд. доп. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 208 с.
20. Автоматизация проектирования систем управления. – М.: Финансы и статистика, 2017. – 208 с.

REFERENCES

1. *Belyaeva M.A.* Modelirovanie sistem: konspekt lektsiy [Systems modeling: Lecture notes]: In 2nd. part. Part 2. Moscow: MGUP im. Ivana Fedorova, 2012, 148 p.
2. ГОСТ 24.104-85 Edinaya sistema standartov avtomatizirovannykh sistem upravleniya. Avtomatizirovannyye sistemy upravleniya. Obshchie trebovaniya [GOST 24.104-85 Unified system of standards of computer control systems. Computer control systems. General requirements].
3. *Kapitanov A.V., Kozlova A.V.* Sistema menedzhmenta kachestva v usloviyakh tsifrovizatsii [Quality management system in the context of digitalization], *XXIV Tupolevskie chteniya (shkola molodykh uchenykh): Mater. Mezhdunarodnoy molodezhnoy nauchnoy konferentsii [XXIV Tupolev Readings (School of Young Scientists): Proceedings of the International Youth Scientific Conference]*. In 6 vol. Kazan, November 07–08, 2019. Kazan': IP Sagieva A.R., 2019, pp. 143-147.
4. «Galaktika ERP» – Korporatsiya «Galaktika» ["Galaktika ERP" – Galaktika Corporation]. Available at: <https://galaktika.ru/erp> (accessed 12 December 2021).
5. Avtomatizirovannaya sistema upravleniya diskretnym proizvodstvom (ASUDP) «Prizma» [Automated Discrete Production Management System (ADMS) "Prism"]. Available at: <http://vniia.ru/production/incl/PRIZMA.pdf> (accessed 01 December 2021).
6. Avtomatizirovannaya sistema «8D. Upravlenie nesootvetstviyami» [Automated system "8D. Inconsistency Management"]. Available at: <https://sapr.ru/article/25021> (accessed 13 December 2021).
7. *Podol'skaya M.N.* Kvalimetriya i upravlenie kachestvom: laboratornyy praktikum. Ch. 1. Ekspertnye metody [Qualimetry and quality management: laboratory practical work. Part 1. Expert Methods]. Tambov: Izd-vo FGBOU VPO «TGTU», 2011, 80 p.

8. *Chudinov I.L., Osipova V.V.* Informatsionnye sistemy i tekhnologii: ucheb. posobie [Information systems and technologies: textbook]. Tomsk: Izd-vo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta, 2013, 145 p.
9. *Zagidullin R.R.* Upravlenie mashinostroitel'nyim proizvodstvom s pomoshch'yu sistem MES, APS, ERP: monografiya [Management Machine-Building Production with Systems MES, APS, ERP: monograph]. Staryy Oskol: TNT, 2011, 372 p.
10. *Ivashchenko N.N.* Avtomaticheskoe regulirovanie. Teoriya i elementy system [Automatic regulation. Theory and elements of systems]. Moscow: Gosudarstvennoe nauchno-tekhnicheskoe izdatel'stvo mashinostroitel'noy i sudostroitel'noy literatury, 2015, 630 p.
11. *Krivoshchev I.A.* Modeli i metody sozdaniya integrirovannoy informatsionnoy sistemy dlya avtomatizatsii tekhnicheskoy podgotovki i upravleniya aviatsionnym i mashinostroitel'nyim proizvodstvom [Models and methods for creating an integrated information system for automation of technical training and management of aviation and machine-building production]. Moscow: Mashinostroenie, 2017, 2127 p.
12. *Kuvshinskiy V.V.* Avtomatizatsiya tekhnologicheskikh protsessov v mashinostroenii [Automation of technological processes in mechanical engineering]. Moscow: Mashinostroenie, 2013, 272 p.
13. GOST 19781-90. Obespechenie sistem obrabotki informatsii programmnoe. Terminy i opredeleniya [GOST 19781-90. Software provision of information processing systems. Terms and definitions].
14. GOST 19.701-90 Edinaya sistema programmnoy dokumentatsii. Skhemy algoritmov, programm, dannykh i sistem. Oboznacheniya uslovnye i pravila vypolneniya [GOST 19.701-90. Unified system of program documentation. Schemes of algorithms, programs, data and systems. Conventional designations and execution rules].
15. *Shchelokov S.A.* Bazy dannykh: ucheb. posobie [Databases: textbook]. Orenburg: Orenburgskiy gosudarstvennyy universitet, 2014, 298 p.
16. *Kane M.M., Ivanov B.V., Koreshkov V.N., Skhirtladze A.G.* Sistemy, metody i instrumenty menedzhmenta kachestva: ucheb. posobie [Systems, methods and tools of quality management: textbook]. St. Petersburg: Piter, 2008, 580 p.
17. *Kuznetsov A.P., Kalyashina A.V.* Metody otsenki effektivnosti promyshlennogo oborudovaniya [Methods for assessing the effectiveness of industrial equipment], *Tekhnologiya mashinostroeniya* [Engineering Technology], 2020, No. 5, pp. 66-75.
18. *Baramidze G.A.* Finansovo-pravovoe regulirovanie deyatel'nosti gosudarstvennoy korporatsii "Rosatom": avtoref. diss. ... kand. jur. nauk: 12.00.04 [Financial and legal regulation of the activities of the state corporation "Rosatom": Abstract. Cand. of legal sc.: 12.00.04 (Place of protection: Mosk. state legal acad. them. O.E. Kutafin). Moscow, 2017, 26 p.
19. *Balabanov I.T.* Finansovyy analiz i planirovanie khozyaystvuyushchego sub"ekta [Financial analysis and planning of an economic entity]. 2nd ed. add. Moscow: Finansy i statistika, 2002, 208 p.
20. Avtomatizatsiya proektirovaniya sistem upravleniya [Automating the design of control systems]. Moscow: Finansy i statistika, 2017, 208 p.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор А.В. Боженюк.

Никитина Мария Витальевна – МГТУ «СТАНКИН»; e-mail: 19mariya98@bk.ru; г. Москва, Россия; тел.: 89857220058; кафедра автоматизированных систем обработки информации и управления; аспирант.

Капитанов Алексей Вячеславович – e-mail: av.kapitanov@stankin.ru; тел.: 89266531369; кафедра автоматизированных систем обработки информации и управления; зав. кафедрой; д.т.н.; доцент.

Nikitina Maria Vitalievna – MSTU "STANKIN"; e-mail: 19mariya98@bk.ru; Moscow, Russia; phone: +79857220058; the department of automated systems of information processing and control; post-graduate student.

Kapitanov Alexey Vyacheslavovich – e-mail: av.kapitanov@stankin.ru; phone: +79266531369; the department of automated systems of information processing and control; head of the department; dr. of eng. sc.; associate professor.