

УДК 006.01 : 006.015

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

© 2019 А. Ю. Газизулина

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Статья поступила в редакцию 10.10.2019

В статье рассматриваются вопросы стандартизации информационно-аналитического сопровождения процесса гальванического покрытия. Качество специальных процессов упирается во многом в грамотное принятие решений, которые в свою очередь основаны на стандартных методах и технологиях. На практике принятие решений часто передается на уровень исполнителя, который по тем или иным причинам допускает ошибку в трактовках результатов измерения или вычисления показателя воспроизводимости процесса, в построении карт значений. Поэтому нужна стандартизация, которая бы не позволяла совершать ошибки в инструментах принятия решений.

Ключевые слова: стандартизация, автоматизация, качество, техпроцесс, производство.

ВВЕДЕНИЕ

В многообразии технологических процессов производства промышленных предприятий существует группа, так называемых специальных технологических процессов, качество продукции в которых невозможно определить до полного его завершения. К таким специальным процессам производства традиционно относят технологические процессы сварки, термообработки, гальванических и лакокрасочных защитных (декоративных) покрытий и другие. Изменение характеристик поверхностных слоев неметаллических и металлических изделий приобретает все большую актуальность.

Современные требования к надежности оборудования при увеличении нагрузок на него, необходимость в защите металлических деталей от агрессивных сред и очень высоких или, наоборот, низких температур приводят к возрастающему интересу всех областей промышленности к применению гальванических покрытий [1-3, 5].

Развитие систем менеджмента качества требует внедрения и развития информационных технологий на предприятии. Современные информационные технологии увеличивают эффективность системы управления предприятием и контроля над процессами [4, 6, 7]. В статье рассматривается внедрение и разработка программного продукта для автоматизированного рабочего места «Статистическое управление специальными технологическими процессами в гальваническом производстве», предназначен для автоматизированной обработки электронной базы данных центральной заводской лаборатории, а также для внедрения методики статистического управления специальными

Газизулина Альбина Юсуповна, кандидат технических наук, заместитель директора Центра мониторинга науки и образования. E-mail: albinagazizulina@gmail.com

техпроцессами и обеспечения стабильности процессов в гальваническом производстве.

ПРОБЛЕМА СТАНДАРТИЗАЦИИ ВОПРОСОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ, АНАЛИЗА, МОНИТОРИНГА СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Для большинства промышленных предприятий проблема перехода на современные системы управления не имеет простых решений [6,8-10]. Существуют предприятия, где идентификация, анализ и мониторинг процесса гальваники производятся путем ручного заполнения журнала регистрации анализов гальванических ванн. В журнале регистрируются такие данные, как дата проведения специального технологического процесса, наименование специального технологического процесса, химическая формула компонентов и их концентрация. Внедрение программного продукта, как части процедуры стандартизации, позволяет сократить или полностью избавиться от ошибок.

Можно выделить следующие проблемы и недостатки стандартизации информационно-аналитического процесса сопровождения гальванического покрытия:

- Ошибки в прочтении данных из-за небрежного почерка исполнителя;
- Журнал подвержен износу по причине человеческого фактора и внешних источников (влажность, механические повреждения), что может привести к потере данных;
- Журнал регистрации данных хранится 5 лет, что затрудняет поиск информации. График затрат времени на поиск информации в журналах регистрации представлен на рисунке 1;
- Отсутствует информация о лаборанте, вносившем данные в журнал;

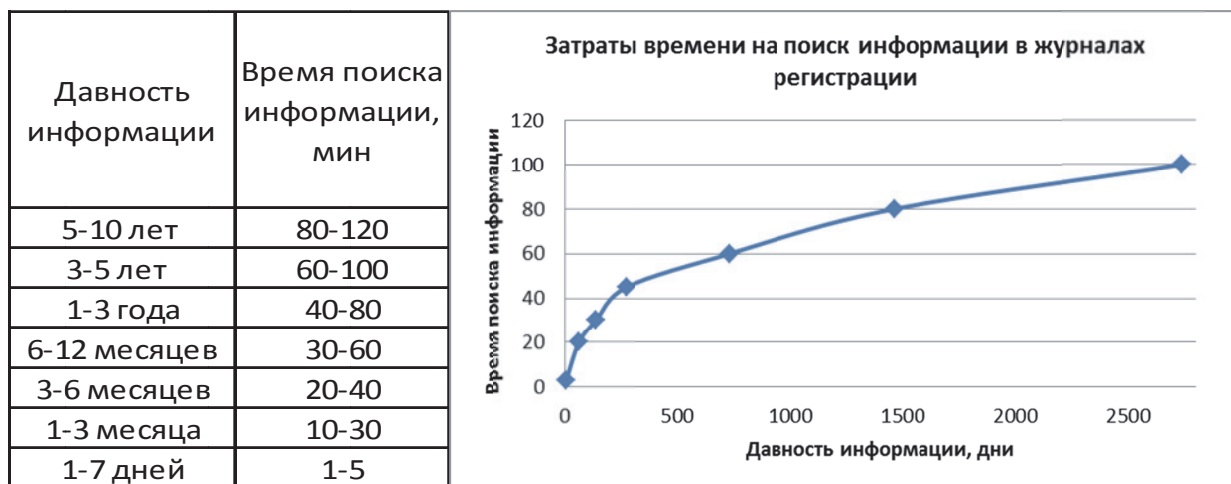


Рис. 1. Затраты времени на поиск информации в журналах регистрации

- Неизвестны допустимые значения концентраций компонентов;
- Отсутствует статистическая обработка данных;
- Не строятся карты значений для отслеживания динамики процесса.

Перечисленные недостатки могут привести к ошибкам в принятии решений, которые напрямую отражаются на качестве специальных технологических процессов. По записям в журнале невозможно выявить отклонения технологического процесса и вовремя принять корректирующие действия.

Причины ошибок персонала:

- Забывчивость. Отсутствие концентрации может привести к тому, что одна из процедур не выполнена;
- Недопонимание. По незнанию принимаются неверные решения;
- Ошибки идентификации. Из-за ошибок зрительного восприятия (беглый просмотр или значительного расстояния до объекта);
 - Ошибки из-за малого опыта или навыка;
 - Намеренные ошибки. Персонал остался без контроля (лень, оптимизация «под себя»);
- Ошибки из-за недосмотра. Отсутствие концентрации приводит к ошибкам (они не замечаются персоналом);
- Ошибки в силу медлительности. Ошибки возникают в случае остановки или замедления процесса;
- Ошибки из-за отсутствия стандарта или нормы. Стандарты отсутствуют или не подходят к конкретному рабочему месту.
- Ошибки из-за эффекта неожиданности. Оборудование или процесс работает не так как ожидалось.
- Преднамеренные ошибки. Диверсия или вредительство.

Решить имеющиеся недостатки можно применив принцип предотвращения ошибок – метод, благодаря которому работу можно сделать

только одним, правильным способом и дефект просто не может появиться. Отношение к дефектам следующее: промахи из-за забывчивости, случайной перестановки, перепутывания, неправильного считывания, ложной интерпретации, заблуждений, незнания или невнимательности возможны и неизбежны. Создание программного продукта поможет минимизировать влияние человеческого фактора на регистрацию данных, мониторинг и анализ информации о специальных технологических процессах производства. Разработка и внедрение программного обеспечения позволит статистически обрабатывать электронную базу данных и внедрять методики статистического управления специальными техпроцессами, а также обеспечения стабильности процессов, например, в гальваническом производстве.

РАЗРАБОТКА АКТИВНОГО ИНСТРУМЕНТА СТАНДАРТИЗАЦИИ СПЕЦИАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НА ПРИМЕРЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Автоматизированное рабочее место «Статистическое управление специальными техпроцессами в гальваническом производстве» может быть разработано как база данных с использованием Ms.Access, который используется на предприятиях и позволяет использовать данные наиболее эффективно [7, 13].

База данных автоматизированного рабочего места позволяет:

- сформировать электронную базу данных (ЭБД) о результатах лабораторных исследований ЦЗЛ (центральная заводская лаборатория) по концентрациям химических растворов;
- создавать возможность статистической обработки ЭБД ЦЗЛ для внедрения методики статистического управления специальными ТП (технологическими процессами);
- автоматизировать процессы расчета стати-

стических показателей воспроизводимости специальных процессов и обеспечения стабильности процессов в гальваническом производстве;

- обеспечить стандартизацию к требованиям для обработки данных ЦЗЛ;

- снизить затраты (время) для выполнения аналитической работы за счет автоматизации регистрации данных и расчетных процедур.

Структура программного продукта может иметь следующий вид (рис. 2).

В разделе «Регистрация результатов ЦЗЛ» производится регистрация результатов лабораторных исследований ЦЗЛ по концентрациям

химических растворов. Здесь фиксируется номер свидетельства ЦЗЛ, дата ввода данных, выбирается код специального процесса, номер ванны (при необходимости), фамилия лаборанта, вводятся фактические значения концентрации химических компонентов. Название специального процесса, список ванн, а также заполнение нормативных параметров компонентов выполняется из справочника- таблицы «Специальные техпроцессы» автоматически после выбора кода специального процесса. Регистрационная форма предусматривает возможность ввода для трех компонентов (см. Рисунок 3).

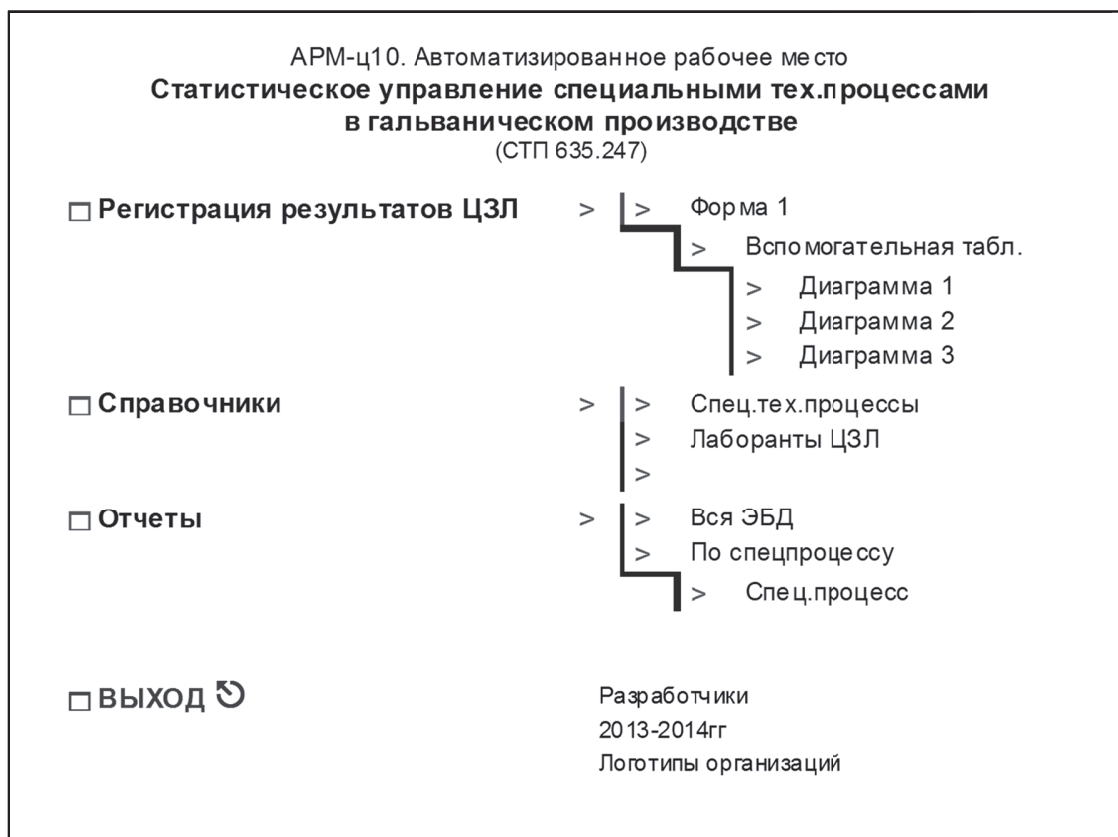


Рис. 2. Форма 1 Основное меню

| Регистрация результатов ЦЗЛ | | | |
|-----------------------------|--------------|--------------------------|--------------------------|
| Запись ном. | 1 | | |
| Ном. Свид. ЦЗЛ | 000 | | |
| Дата | 28.09.2013 | <input type="checkbox"/> | Хим. |
| Код спецпроцесса | | <input type="checkbox"/> | ВП |
| анодирование | | <input type="checkbox"/> | НП |
| Ванна | | <input type="checkbox"/> | Факт |
| Список ванн | | <input type="checkbox"/> | Δ |
| Лаборант | | <input type="checkbox"/> | R.10 |
| Расчет Ср | Диаграмма к1 | | R.10/Δ |
| Сохранить + новая | Диаграмма к2 | | Ср.10 |
| Выход в меню | Диаграмма к3 | | Ср.? |
| | | | Комп.1 Комп.2 Комп.3 |

Рис. 3. Форма 2 Регистрация результатов ЦЗЛ

Раздел «Справочники» включает в себя два справочника: «Специальные техпроцессы» и «Лаборанты ЦЗЛ». В справочнике «Специальные техпроцессы» фиксируются основные параметры специального процесса: код, наименование специального процесса, номер ванны, формула компонентов, значения верхнего и нижнего предела, а также расчетное значение допуска (см. Рисунок 4).

В справочнике Лаборанты ЦЗЛ приводится список лаборантов, выполняющих исследование и регистрацию данных (см. рисунок 5).

Данный программный продукт позволяет автоматизировать процесс ввода данных о результатах лабораторных исследований центральной заводской лабораторией (ЦЗЛ), а также произвести расчет статистических показателей воспроизводимости специальных процессов.

**ВОЗМОЖНОСТИ АНАЛИЗА
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО
СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОЦЕССА
ПРОИЗВОДСТВА**

Согласно заданным формам, было разработано программное обеспечение – база данных АРМ-ц10. Вся работа с системой осуществляется путем выбора соответствующего пункта меню в главной форме. При выборе пункта меню в рабочей области приложения открывается форма с функциональными возможностями, необходимыми для выполнения данной задачи.

Для автоматизированного рабочего места была добавлена справочная информация, ввод значительной части данных осуществляется путем выбора одного возможного варианта из выпадающего списка, что снижает вероятность

некорректного ввода данных. Например, в форме «Регистрация результатов ЦЗЛ» из выпадающих списков выбирается следующая информация: код специального процесса, номер ванны, фамилия лаборанта, ввод даты производится путем выбора из встроеного календаря. При выборе кода специального процесса автоматически заполняются следующие поля: наименование специального техпроцесса, список ванн, химическая формула компонентов гальванического раствора, верхний и нижний предел концентраций компонентов.

Для снижения рисков с некорректным ведением базы данных и справочной информации, предусмотрен выбор данных из справочников «Специальные техпроцессы» и «Лаборанты ЦЗЛ» в виде выпадающего списка.

В формах справочников «Специальные техпроцессы» и «Лаборанты ЦЗЛ» предусмотрено редактирование данных и добавление новых записей. В разделе Отчеты можно задать параметры отчета: сформировать отчет по всем записям или отсортировать по выбранному коду специального процесса.

В разделе «Регистрация результатов ЦЗЛ» производится автоматический расчет статистических показателей воспроизводимости специальных процессов после нажатия кнопки «Расчет Ср». Рассчитывается размах последних десяти значений (R10), коэффициент R10/Δ, показатель воспроизводимости процесса по последним 10 записям (Cp.10) и показатель воспроизводимости (стабильности) процесса по всем показателям этого компонента в базе данных (Cp.Σ).

Показатель R.10 характеризует разброс последних 10 значений концентрации растворов

| Перечень специальных ТП | | | | | | |
|-------------------------|------------------|-----------|--------|-------|-------|------|
| Код Сп ТП | 1 | Компонент | ВП | НП | Δ | |
| Наименование | Анодирование л.7 | 1 | H2SO4 | 300,0 | 350,0 | 50,0 |
| Ном. ванн | | 2 | H3BO4 | 2,0 | 3,0 | 1,0 |
| | | 3 | H2C2O4 | 15,0 | 34,5 | 20,0 |

| | |
|-------------------|----------------|
| Сохранить + новая | Выход в меню ↺ |
|-------------------|----------------|

Рис. 4. Форма 3 Перечень специальных техпроцессов

| Лаборанты ЦЗЛ | |
|-------------------|------------|
| Запись ном. | 1 |
| Фамилия лаборанта | Янгабышева |

| | |
|-------------------|----------------|
| Сохранить + новая | Выход в меню ↺ |
|-------------------|----------------|

Рис. 5. Форма 4 Лаборанты ЦЗЛ

(min – max). $R.10/\Delta$ – коэффициент отклонения от допуска. Показатель воспроизводимости C_p характеризует потенциальную точность техпроцесса, которая реализуется только при отсутствии воздействия не случайных факторов (замена материала, инструмента, изменение настроек и т.д.). Количественно воспроизводимость показывает, как соотносятся поля допуска (ВП, НП) и изменчивость статистически устойчивого процесса.

Воспроизводимость вычисляется по формуле:

$$C_p = \frac{ВП - НП}{6\sigma} = \frac{\Delta}{6\sigma},$$

где ВП, НП – значения верхнего и нижнего пределов,

Δ – поле допуска значений ВП-НП,

σ – среднеквадратическое отклонение.

Уровень несоответствия можно определить по таблице 1.

Наиболее рекомендуемое значение $C_p = 1,33$, при котором уровень несоответствий достигает минимального значения 0,0066. $C_p.10$ – показатель воспроизводимости (стабильности) процесса по последним десяти значениям. $C_p.\Sigma$ – показатель воспроизводимости (стабильности) процесса по всем записям этого компонента в ЭБД. Значение показателя воспроизводимости (стабильности) меньше 1 говорит о низкой потенциальной точности процесса. При нажатии кнопки «Карта 1» («Карта 2», «Карта 3») в вспомогательной таблице строится карта значений для компонента (см. Рисунок 6).

Карты значений позволяют графически отслеживать ход протекания процесса и вовремя

выявлять отклонения. Карта значений состоит из контрольных границ (ВП и НП), значений параметра процесса и линии тренда. Линия тренда на рисунке 6 показывает систематическое «сползание» центра настройка техпроцесса. Причиной такого сползания могут быть: расход анода (катода), истощение химического состава раствора в гальванических ваннах, повышенная концентрация веществ в растворах и т.д.

РЕЗУЛЬТАТЫ АКТИВНОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ

Программный продукт выполняет требования ISO 9001. Реализованные требования приведены в таблице 2.

Таким образом, выполняются требования восьми пунктов ISO 9001. Внедренный программный продукт как часть процедуры стандартизации позволяет сократить вплоть до полного избавления от ошибок в принятии решений, а, следовательно, способствует улучшению системы менеджмента качества предприятия [11,12].

ВЫВОДЫ

В статье рассмотрены вопросы стандартизации информационно-аналитического сопровождения процесса гальванического покрытия. Как активный инструмент стандартизации было разработано автоматизированное рабочее место «Статистическое управление специальными техпроцессами в гальваническом производстве» (АРМ-ц10). Оно позволило уменьшить влияние

Таблица 1. Связь индекса воспроизводимости C_p с ожидаемым уровнем несоответствия продукции [4]

| C_p | Уровень несоответствия, % | C_p | Уровень несоответствия, % |
|-------|---------------------------|-------|---------------------------|
| 0,33 | 32,2 | 1,0 | 0,27 |
| 0,37 | 26,7 | 1,06 | 0,15 |
| 0,55 | 9,9 | 1,1 | 0,097 |
| 0,62 | 6,3 | 1,14 | 0,063 |
| 0,69 | 3,8 | 1,18 | 0,04 |
| 0,75 | 2,4 | 1,22 | 0,025 |
| 0,81 | 1,5 | 1,26 | 0,016 |
| 0,86 | 0,99 | 1,3 | 0,0096 |
| 0,91 | 0,64 | 1,33 | 0,0066 |
| 0,96 | 0,4 | | |



Рис. 6. Карта значений для компонента CrO₃

Таблица 2. Соответствие программного продукта требованиям стандарта ISO 9001

| Пункт ISO 9001 | АРМ | Персонал |
|--|---|--|
| 7.5.3 Управление документированной информацией | Формирование различных записей о процессах, отчетов за необходимый период времени. Их печать. Быстрый поиск информации. | Вносит данные, указывает необходимый период времени для формирования отчета. |
| 8.3.2 Планирование проектирования и разработки | Регистрация данных по специальному ТП, расчет статистических параметров, построение карт значений, хранение информации | Вносит данные для идентификации процесса, регистрирует фактические значения концентраций растворов |
| 8.3.3 Входные данные для проектирования и разработки | Автоматический ввод информации из встроенного справочника для каждого специального ТП | Идентификация процесса путем ввода кода специального ТП |
| 8.3.3 Входные данные для проектирования и разработки | Расчет статистических параметров, построение карт значений, формирование отчета по выбранным параметрам | Активация процесса расчета статистических параметров и построения карт значений путем нажатия кнопки. Выбор параметров для формирования отчета |

Таблица 2. Соответствие программного продукта требованиям стандарта ISO 9001 (окончание)

| | | |
|--|--|--|
| 8.5.1 Управление производством продукции и предоставлением услуг | Информационно - аналитическое сопровождение процесса гальванического покрытия, мониторинг процесса с помощью карт значений, расчета статистических показателей | Вводит фактические данные по концентрациям растворов, запускает расчет статистических показателей и построение карт значений |
| 9.1.1 Общие положения | Планирование и применение процессов мониторинга, измерения, анализа и улучшения для постоянного повышения результативности СМК; определение статистических методов и области их использования. | |
| 9.1 Мониторинг, измерение, анализ и оценка | Мониторинг с помощью карт значений и расчетных параметров | Запускает расчет статистических показателей и построение карт значений |
| 10 Улучшение | Своевременное выявление несоответствий, расчет показателя стабильности процесса | Вводит исходные данные |

человеческого фактора на процесс, провести статистическую обработку данных, ускорить поиск информации, тем самым минимизировать или полностью избавиться от ошибок в принятии решений.

Анализ и мониторинг процесса гальванического покрытия производился с помощью расчета статистических показателей (индекс воспроизводимости) и построения карт значений. Индекс воспроизводимости позволил оценивать потенциальную точность технологического процесса, а карты значений наглядно представить динамику процесса во времени. Данный программный продукт соответствует пунктам ISO 9001: 7.5.3, 8.3.2, 8.3.3, 8.5.1, 9.1, 9.1.1, 10, тем самым повышая эффективность и результативность информационно-аналитического сопровождения процесса гальванического покрытия, улучшая СМК предприятия, вследствие чего повышается стабильность производства и конкурентоустойчивость предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипов, Д.В. Интеграция управленческих подходов для обеспечения развития организации / Д.В. Антипов, В.В. Щипанов // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2011. – № 2. – С. 134 - 139.
2. Гличев, А.В. Комплексные системы управления качеством продукции на основе стандартов предприятия / Гличев А.В., Удовиченко Е.Т., Лосицкий О.Г. // Стандарты и качество. – 1973. – № 4. – С. 5.
3. Годлевский, В.Е. Развитие методов стандартизации процессов системы менеджмента качества [Текст] / В.Е. Годлевский, В.П. Самохвалов, Ю.С. Клочков, А.Н. Жадяев // Вектор науки Тольяттин-

- ского государственного университета. – 2011. – № 4. – С. 352 – 355.
4. Ивахненко, А.Г. Моделирование процессов систем менеджмента качества: монография / А.Г. Ивахненко, М.Л. Сторублев // Курск: Изд-во ЮЗГУ – 2012. – 167 с.
5. Клочков, Ю.С. Оценка качества процессов систем менеджмента качества с учетом скрытого потребителя / Ю.С. Клочков // Вестник Московского авиационного института. – 2010. – Т. 17. – № 6. – С. 25.
6. Клочков, Ю.С. Разработка классификации внешнего потребителя на основе анализа заинтересованных сторон / Клочков Ю.С. // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2010. – № 4. – С. 233 – 235.
7. Клочков, Ю.С. Разработка методики моделирования бизнес-процессов / Ю.С. Клочков, А.В. Барвинок, Д.Г. Гришанов, С.А. Кирилина, Е.А. Стрельников // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2010. – № 3. – С. 39 – 44.
8. Корчунов, А. Г. Управление качеством продукции в технологиях метизного производства: монография / А. Г. Корчунов, М. В. Чукин, Г. С. Гун, М. А. Полякова – М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2012. – 164 с.
9. Панюков, Д.И. Качество первичных исследований – ключ к повышению эффективности FMEA/ Д.И. Панюков, В.Н. Козловский, К.В. Киреев // Грузовик. – 2016. – №7. – С. 26 – 29.
10. Панюков, Д.И. Обеспечение конкурентоспособности предприятий автомобилестроения/ Панюков, Д.И., Козловский В.Н.// Стандарты и качество. 2014. – №8. – С. 82-84.
11. Полякова, М. А. Проблемы развития научных основ стандартизации / М.А. Полякова // Современные металлические материалы и технологии. Сборник трудов международной научно - технической конференции. СПб.: Изд - во Политех. ун - та. – 2015. – С. 1458 – 1468.
12. Полякова, М.А. Современное направление развития стандартизации как науки / М.А. Поляко-

ва, Г.Ш. Рубин // Черные металлы. – 2014. – № 6.
– С. 32 - 37.
13. Росляков, Р.А. Управление рисками стандарти-

зации в деятельности инновационных предприятий [Текст] / Р.А. Росляков // Транспортное дело России. – 2015. – № 3. – С. 137 – 139.

STANDARDIZATION OF INFORMATION AND ANALYTICAL SUPPORT OF INDUSTRIAL ENTERPRISES PRODUCTION PROCESSES

© 2019 A.Yu. Gazizulina

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

The article discusses the issues of standardization of information and analytical support of the galvanic coating process. The special processes quality rests largely on competent decision making, which in turn is based on standard methods and technologies. In practice, decision-making is often transferred to the performer level, who for one reason or another makes a mistake in the measurement results interpretation or in calculating the process reproducibility, in constructing value maps. Therefore, standardization is needed that would not allowed to make mistakes in decision-making tools.

Keywords: standardization, automation, quality, technological process, production