

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ВЕСТНИК

Санкт-Петербургского
государственного университета
технологии и дизайна



Серия 1

Естественные
и технические науки

№ 1/2021

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ

УДК 621: 681.51

DOI 10.46418/2079-8199_2021_1_17

С. Л. Горобченко, Д. А. Ковалёв

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186 Рф, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ КОМПАНИИ ПРИ ПЕРЕВОДЕ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТООБОРОТ

© С. Л. Горобченко, Д. А. Ковалёв, 2021

Вопросы внедрения CALS-технологий во многом зависят от готовности организационно-технических документов к переводу на машинные носители. Опыт построения электронного документооборота на машиностроительных предприятиях показывает, что он возникает стихийно без должного внимания к способности документации к автоматизации и без использования стандартов CALS-систем. Первым этапом является формирование транспарентных организационно-технических документов, которые далее легко переводятся на машинные носители и способны организовать и согласовать работу всех участников бизнес-процесса. Статья раскрывает практику применения адаптированных методологий системного анализа и CALS-технологий для формирования организационно-технических документов при переходе участка термопластавтоматов машиностроительной компании на электронный документ с созданием специальных карточек сопровождения технической подготовки производства деталей из пластмасс.

Ключевые слова: электронный документооборот, CALS-технологии, организационно-технические документы, системный анализ, участок термопластавтоматов, карточки сопровождения, техническая подготовка производства.

Опыт построения электронного документооборота на машиностроительных предприятиях показывает, что он в основном возникает стихийно, развивается без анализа способности к автоматизации и использует самые дешевые или бесплатные программы формирования документов в электронном виде. Результатом этого становятся разнородность и фрагментарность получаемых документов, потребность в доработке информации в разных отделах, что значительно снижает ценность электронного документооборота.

В тоже время решения для успешного перевода документации в электронную форму, позволяющую создать единый формат данных по протоколам, хорошо понимаемым интегрированными информационными системами управления, уже существуют. Эти решения основываются на т. н. CALS-технологиях (Continuous Acquisition and Life Cycle Support — компьютерное сопровождение и поддержка жизненного цикла продукции). Общие принципы CALS-технологий по [1] представлены на рис. 1.

Основным принципом CALS-технологий является такое выстраивание программных и системных инструментов, чтобы обеспечить полную информационную поддержку продукции на всех этапах ее жизненного цикла. Для этого используются базовые технологии управления данными и технологии управления процессами. Благодаря им обеспечивается комплексная компьютеризация всего процесса промышленного производства.

Применение технологий общей унификации и стандартизации на масштабах крупных предприятий уже известно и в достаточной степени освоено. Однако при этом часто упускается из виду необходимость предварительного изучения и проработки тех документов, которые должны сопровождать процесс и обеспечивать правильный ввод документации в систему. Задачей работы является разработка организационно-технического документа учета деталей из пластмассы, соответствующего требованиям перевода на электронный документооборот по CALS-стандартам.

Технология аудита и разработки организационно-технических документов информационного сопровождения процесса изготовления деталей из пластмасс включала системный анализ процесса по [2] и использование руководящих документов по переводу документации в электронную форму на основе использования CALS-технологий [3], [4].

Общая характеристика состояния дел по информационному отслеживанию процесса технологической подготовки производства изделий участка термопластавтоматов

Машиностроительный завод имеет в своем составе участок термопластавтоматов, на котором производится довольно крупная номенклатура деталей из пластмассы, используемых далее в своем производстве, поставках по кооперации или непосредственно изготавливаемых на продажу.

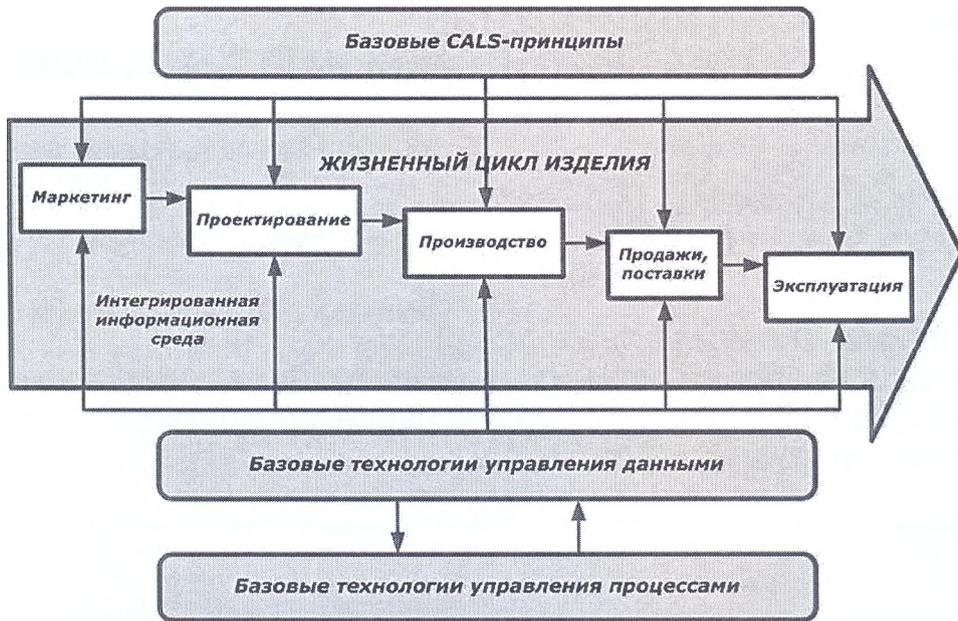


Рис. 1. Общие принципы CALS-технологий

Технологическая подготовка производства (ТПП) участка заключается в производстве ряда работ, производимых несколькими подразделениями предприятия. Эти действия должны производиться согласовано с целью обеспечения полного и качественного проведения подготовительных работ точно в срок к запуску серии машин в соответствии с планом производства.

В существующем порядке работы технолога участка пластмасс не существовало таких документов, которые позволили бы быстро определять состояние технологической подготовки производства, находить чертежи «деталей-потеряшек», своевременно узнавать у смежных отделов состояние дел, гарантировать грамотную передачу готовых прессформ, сопровождаемых техпроцессом, расчетами серийности, учетом количества планируемых изделий на участок. Отсутствовали инвентарные номера прессформ, и было непонятно, каким образом используется склад их хранения.

Особенно серьезной проблемой было большое количество документов в виде больших спецификаций, списков, ведомостей и пр., по которым была распределена информация о деталях. Нахождение информации всего лишь об одной детали, состояния ее прессформы, готовности к запуску часто были большей головной болью, чем разработка самого технологического процесса изготовления детали.

Эти вопросы и стали начальными вопросами, требуемыми для разработки в рамках общей автоматизации технологической подготовки производства. Они должны были послужить основой для учетной подсистемы АСУ ТП «Пластдеталь», которую планировалось создать после наведения порядка и формирования понимаемых АСУ новых типов документации.

Для разработки нового типа документов была проведена работа по анализу пути прохождения материальных, информационных и функциональных потоков обеспечения данной подсистемы.

Адаптированный к задаче системный анализ включал рассмотрение следующих пунктов:

1. Анализ схемы отслеживания технологической подготовки прессформ и пластмассовых деталей.
2. Определение потребностей основных участников информационного сопровождения процесса и их информационного наполнения.
3. Функциональный анализ и создание функциональной схемы организационно-технического документа.
4. Анализ формирования потока технологической подготовки производства внутри общей схемы планирования производства.
5. Проведение тестового интервью с основными заинтересованными сторонами по верификации документа
6. Оптимизация содержания документа для перевода на электронный документооборот по CALS-стандартам.

1. Схема отслеживания технологической подготовки прессформ и пластмассовых деталей

На первом этапе была рассмотрена общая схема создания детали и отслеживания состояния технологической подготовки ее производства. На рис. 2. показана схема входов и выходов документа сопровождения изделий из пластмасс.

В качестве возможного решения задачи было предположено, что эффективен был бы мобильный документ, с которым можно работать как в поле, так и в офисе. Были приняты следующие основные требования к документу со стороны технолога как главного заинтересованного участника процесса:

- цельность и единичность,
- представительность,
- малые размеры и возможность поместить в документе крупноформатные чертежи (не менее А3-А4),

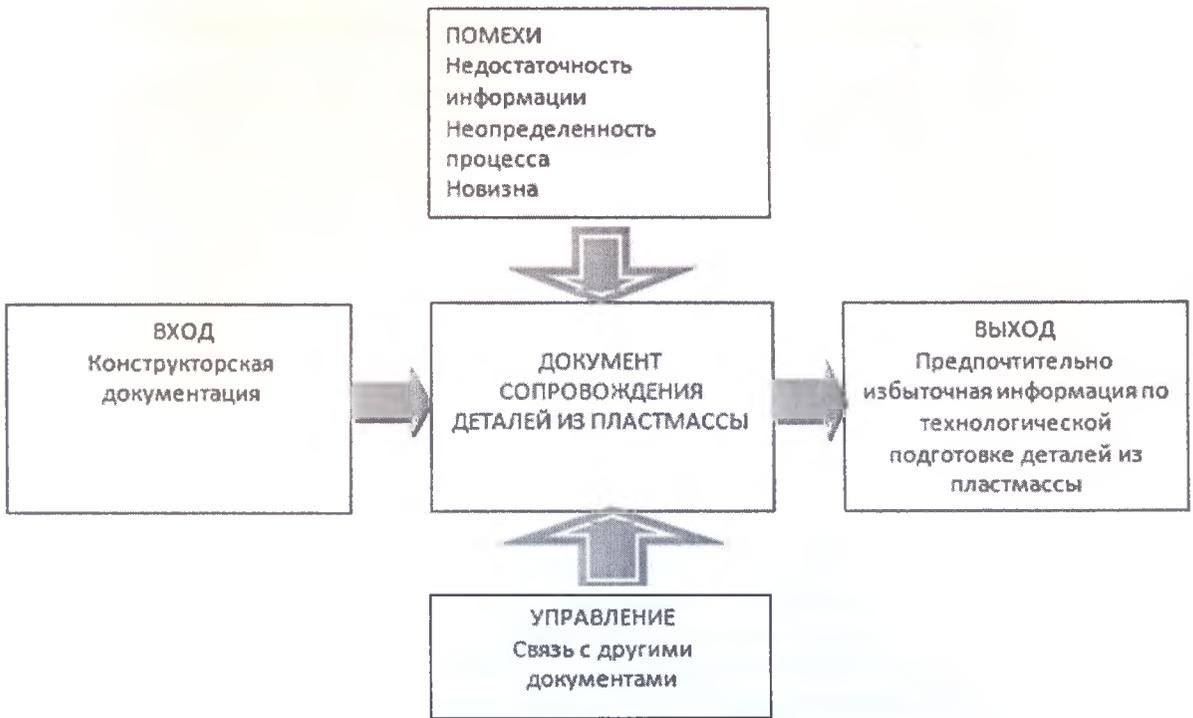


Рис. 2. Схема входов и выходов документа сопровождения деталей из пластмасс

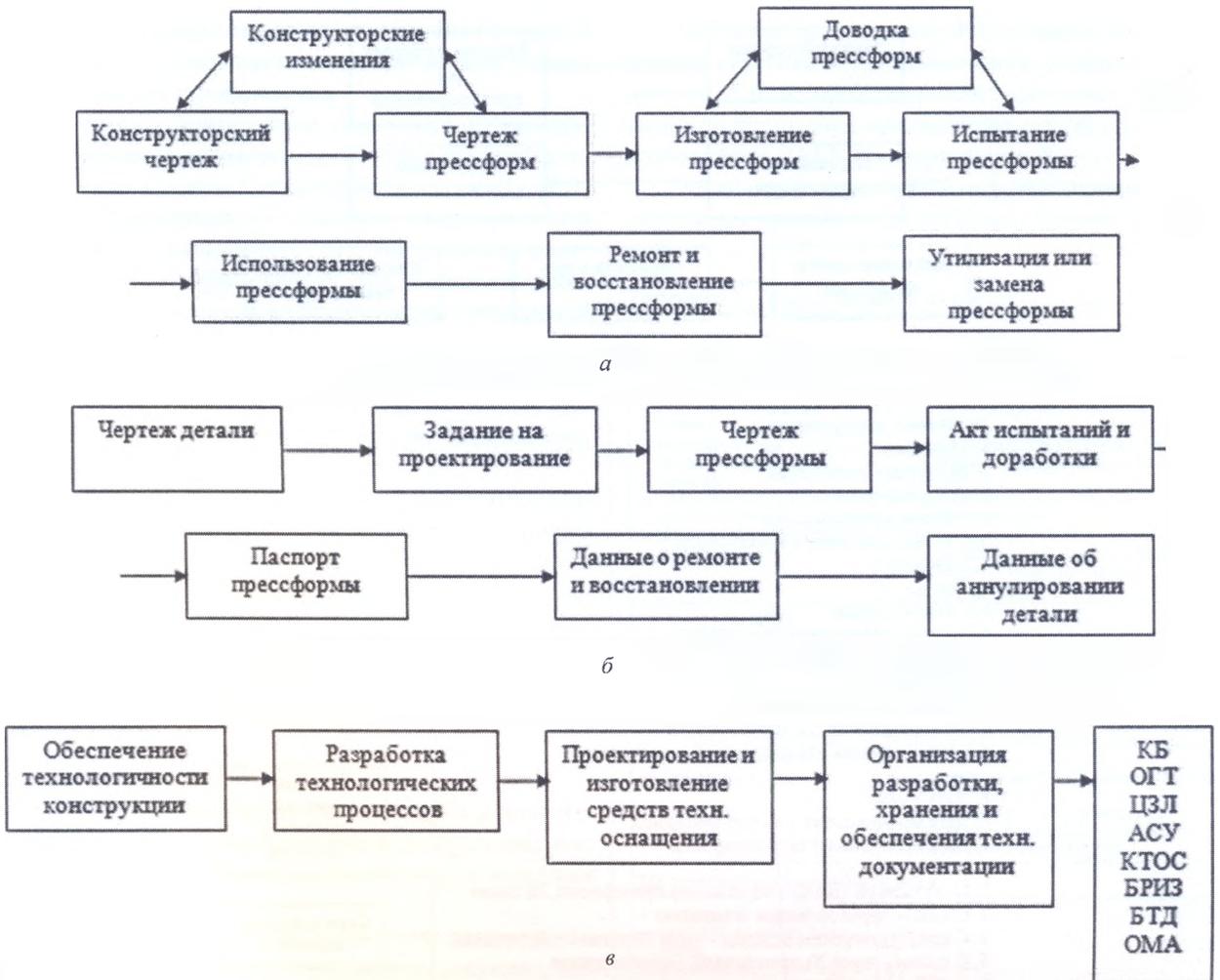


Рис. 3. Основные потоки информационного сопровождения изготовления деталей из пластмассы: а) материальный поток; б) информационный поток; в) функциональный поток

— эргономичность и возможность легкого считывания документа,

— учет требований заинтересованных сторон и «подписабельность» ответственными лицами.

Наиболее пригодным форматом документа стала карточка с возможностью ведения ее в электронном виде. Вопрос «упаковки» в дополнительную бумажную карточку крупных чертежей мог быть легко решен при использовании раскладных карточек с вшитыми листами чертежей. Это решение, по мнению технологов, должно было существовать на переходном этапе к ведению документов в электронной форме.

2. Определение основных участников информационного сопровождения процесса

Для определения важности основных участников информационного сопровождения процесса необходимо было рассмотреть, какие отделы являются участниками работы над созданием пластмассовых изделий. Так, на их создание влияют следующие отделы: конструкторское бюро (КБ), отдел главного технолога (ОГТ), бюро инструментального хозяйства (БИХ), бюро конструкторов технологической оснастки

и специнструмента (КТОС), участок ТПА, технологическое бюро цеха.

Смежными отделами при обеспечении информационного сопровождения пластмассовых деталей являются следующие: отдел главного механика (ОГМ), центральная заводская лаборатория (ЦЗЛ), отдел АСУ, отдел механизации и автоматизации (ОМА), планово-производственный отдел (ППО), производственно-диспетчерское бюро (ПДБ), отдел материально-технического снабжения (ОМТС), склад, отдел труда и зарплаты (ОТЗ).

Основными потоками являются материальный, информационный и функциональный, рис. 3.

3. Функциональная схема карточки

Для получения представления о том, каким образом должна проходить карточка по этапам технологической подготовки производства, была составлена функциональная схема проведения ТПП, рис. 4.

На каждом этапе выделялись элементы требуемой информации.

График технологической подготовки производства, выраженный в предикатах (функциональных глаголах), показан на рис. 6:



Рис. 4. Функциональная схема проведения технологической подготовки производства

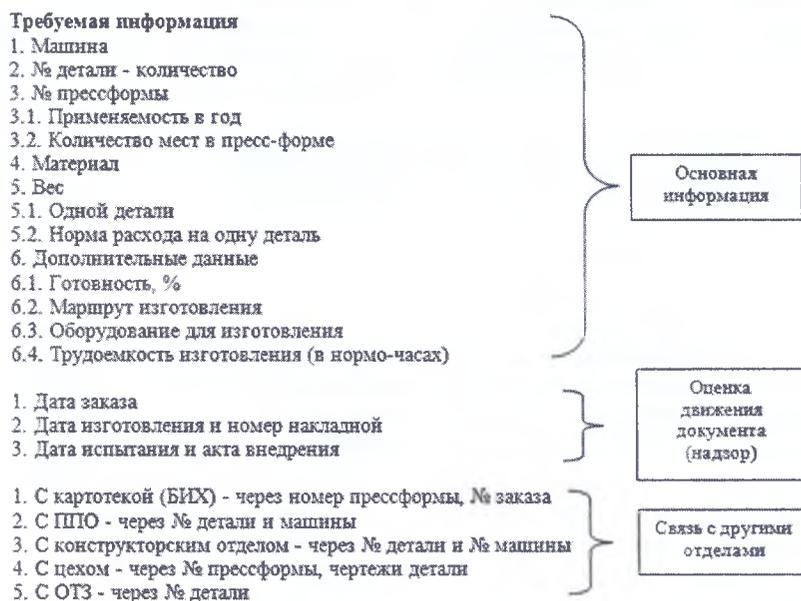


Рис. 5. Основные виды информации, связанные с движением деталей



Рис. 6. Схема надзора за технологической подготовкой производства



Рис. 7. Процедура конструкторских изменений

4. Формирование потока технологической подготовки производства внутри общей схемы планирования производства

Проблемы формирования слаженного информационного потока, пригодного для машинной обработки, как правило, связаны с взаимодействием между отделами, участвующими в реализации технологической подготовки производства (ТПП). Они показаны ниже.

1. КБ. В первую очередь, это конструкторские изменения. Процедура конструкторских изменений выглядит следующим образом:

Типовые виды конструкторских изменений: замена материала; замена цвета детали; изменение размера; введение дополнительных элементов (арматуры, порошка, волокон и др.).

2. ППО. Вопросы, как правило, идут от ППО (планово-производственного отдела) и от цехов. Карточка должна равняться на информацию от них. Вопросы от ППО и ПДБ (планово-диспетчерского бюро) следуют из их должностных инструкций и информации, которая должна предоставляться между отделами. Взаимосвязь работы ОГТ с ППО, ПДБ и технологическим бюро цеха показана ниже, табл. 1.

5. Интервью

Для уточнения задач формирования документа проводилось внутреннее интервью со специалистами смежных отделов. Поступившие вопросы и замечания сведены в табл. 2.

Интервью позволило уточнить основные виды потоков, которые должен обслуживать документ, возможные слабые места, источники задержек и несовместимых документов в процессе обработки информации.

На основе проведенного обследования была предложена карточка информационного сопровождения деталей из пластмассы в рамках подготовки технологической подготовки производства, соответствующая требованиям CALS-стандартов, рис. 8.

Карточка стала основным информационным документом для сквозного прохождения сведений о детали

Таблица 1. Предоставление информации между отделами

ОГТ получает	ОГТ предоставляет
От ППО	В ППО
1. производственные планы 2. распоряжения об аннулированных заказах 3. графики подготовки производства 4. данные диспетчерского контроля	1. ведомости применимости деталей 2. перечень комплектующих деталей 3. перечень стандартизированных деталей 4. извещения об изменениях в документации 5. годовые, квартальные, месячные графики подготовки производства 6. сведения о ходе подготовки производства
От ПДБ	В ПДБ
данные об узких местах, технологических неувязках, резервах, загруженности производства, свободных мощностях, неиспользованных неликвидах и пр.	1. сводные и специфицированные нормативы затрат труда и материалов 2. ведомость оснастки, специального инструмента и приспособлений 3. ведомость деталей, получаемых со стороны 4. нормативы загрузки оборудования 5. маршрут детали 6. изменения в техдокументации 7. карты техпроцессов, технологические и режимные карты
От технологического бюро цеха	
1. ведомости закрепления деталей за оборудованием 2. расчеты загрузки оборудования и площадей 3. нормативы трудоемкости	а

Таблица 2. Результаты интервью отделов

№	Отдел	Вопросы, замечания и комментарии
1.	КБ	— желательно согласовывать чертеж, серийность, как будет изготавливаться пресс-форма; будут ли технологические изменения в конструкции для обеспечения ее технологичности. — желательно согласовать стандарты извещений; — нужны консультации по деталям в части свойств материала.
2.	КТОС	— нужна оценка применимости материала по точности и размерам с целью совершенствования мехобработки; — желательно указывать эскиз, улучшения пресс-форм, сквозной элемент документа — номер детали.
3.	БИХ	— сквозной элемент — номер детали; — поскольку работают по заказам, то наиболее предпочтителен для БИХ — номер заказа на пресс-форму. — желательно иметь отчет по данным о пресс-форме с целью лучшего ведения ремонтных размеров прессформы.
4.	ОГМ	— ремонт проводится через цех, поэтому нужно дополнительно указывать исходящий цех. — дублиеры заказываются через цех. Документ (Карточка) должна учитывать количество дублеров и подтверждать списание старых прессформ.
5.	ППО	— должны быть сведения о пропускной способности прессформ; — если пресс-форма утеряна, то нужны идентификационные или инвентарные номера для ее быстрой идентификации; — должны быть указаны данные о готовности прессформ, например, сколько деталей еще может быть отлито.
6.	Бюро нормирования ОГТ	— нормирование материалов происходит позаказно, поэтому в карточке должны быть исходящие данные по заказу, как минимум № заказа.
7.	ОМТС и склады	— в карточке желательно указать данные о заменах материала и материалоемкость изделия. — желательно указывать данные связи со складскими карточками хранения.
8.	Участок термопластавтоматов	— желательны данные по быстрой идентификации и визуализации прессформ на основе данных об изделии.

Карточка детали		тип		№				Подпись	
Код									
№ чертежа		№ чертежа	№ пресс-формы	Оборудование	Нормы				
ЭСКИЗ					Расхода материала	Нормо-часы			
	Изм.	Кол. мест							
	Дата проекта	Дата испытания							
		Сведения о ремонтах							

Рис. 8. Форма карточки детали

между цехами и службами в процессе технологической подготовки пресс-форм и изделий из пластмасс и со временем была переведена в электронную форму с внедрением АСУ «Пластдеталь».

Несомненно, электронный документ будет вытеснять разнообразные бумажные формы организационно-технических документов. Чтобы это стало возможным, необходимо провести аудит имеющихся форм документов, особенно значимо связанных с взаимодействием разных отделов между собой, и добиться их содержательности для каждого отдела, не упуская из виду их согласованность с возможностями обработки данных на электронных носителях. Только в этом случае успех перевода документации на электронный документооборот и общей автоматизации может быть достигнут.

Заключение

Практическое применение CALS-технологий, основанных на полной транспарентности информационного сопровождения деталей на всех этапах от конструкторской документации, проектирования прессформ и до тестовых испытаний совместно с созданием соответствующих организационно-технических документов позволяет добиваться существенного снижения нагрузки на всех

участников процесса и повышения надежности и качества деталей. Повышение качества основывается на практически достижимом отсутствии ошибок, характерных при отсутствии такого подхода, и разнородности информации, используемой разными участниками бизнес-процесса.

Список литературы

1. *Норенков И. П., Кузьмик П. К.* Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии. М.: МГТУ имени Н. Э. Баумана, 2002. 320 с.
2. *Мамонов В. И., Мамонова В. Г.* Функциональная модель системного анализа в проблеме управления качеством. Часть I: учеб. пособие. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. 92 с.
3. *Веретехина С. В., Веретехин В. В.* Информационные технологии. Проектирование базы данных технической документации в виде интерактивных электронных технических руководств (ИЭТР) в рамках технологии CALS. Программно-аппаратная организация ИЭТР: учеб. пособие. М.: Русайнс, 2015. 124 с.
4. *Рахманова И. О.* Информационная поддержка бизнес-процессов. СПб.: СПбПУ, 2012. 128 с.
5. *Крыжановский В. К., Кербер М. Л., Бурлов В. В.* Производство изделий из полимерных материалов. М.: ЦОП Профессия, 2008. 464 с.

S. L. Gorobchenko, D. A. Kovalev

St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186 Russia, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya str., 18

PRACTICE OF USING CALS TECHNOLOGIES TO IMPROVE ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL DOCUMENTS IN A MACHINE-BUILDING COMPANY DURING TRANSFER OF DOCUMENTATION TO ELECTRONIC DOCUMENT MANAGEMENT

Questions of implementation of CALS-technologies largely depend on the readiness of organizational and technical documents for transfer to machine programs. The experience of formation of electronic document management at machine-building enterprises shows that it occurs spontaneously without due attention to the ability of documentation to automate and without the use of CALS-system standards. The first stage is the formation of transparent organizational and technical documents, which are then easily transferred into program media and are able to organize and coordinate the work of all participants in the business process. The article reveals the practical application of methodologies of system analysis and CALS-technologies for formation of organizational and technical documents in the transition phase of injection molding machine manufacturing company for an electronic document with specific cards accompany the technical preparation of production of plastic details.

Keywords: electronic document management, CALS-technologies, organizational and technical documents, system analysis, injection molding machine plant, support cards, technical preparation of production.

References

1. Norenkov I. P., Kuzmik P. K. Information support for high technology products. CALS technologies. M.: N. E. Bauman MSTU. 2002. 320 p. (in Rus.).
2. Mamonov V. I., Mamonova V. G. Functional model of system analysis in the problem of quality management. Part I: textbook. Novosibirsk: Novosibirsk State Technical University, 2014. 92 p. (in Rus.).
3. Veretkhina S. V., Veretkhin V. V. Information Technology. Designing a database of technical documentation in the form of interactive electronic technical manuals (IETM) in the framework of CALS technology. Hardware and software organization IETR: textbook. M.: Rusays, 2015. 124 p. (in Rus.).
4. Rakhmanova I. O. Information support of business processes. SPb.: SPbPU, 2012. 128 p. (in Rus.).
5. Kryzhanovsky V. K., Kerber M. L., Burlov V. V. Manufacture of products from polymeric materials. M.: TsOP Professiya, 2008. 464 p. (in Rus.).