

Перспективные решения общих вопросов ТПП для ПРТС-Р, проектирования ТП

В.Д. Костюков,
доц. каф. «ТИАС», к.т.н., с.н.с.,
МАИ, инст. №3, г. Москва,
Д.А. Шканов,
вед. спец., магистр техн. и технол., zavod-hrunichev@mail.ru,
ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, г. Москва

В докладе рассматривается решение общих вопросов ТПП (технологической подготовки производства) для ПРТС-Р (погрузочно разгрузочные и транспортно складские работы), проектирования ТП (технологический процесс) на примере полнофункциональных систем, где всё чаще применяется схема модульного построения, которая позволяет формировать системы с набором функций, отвечающих запросам конкретного заказчика. Показаны некоторые бизнес-процессы основных диаграмм проектирования на производстве.

In the report the solution of the general questions TPP (technological preparation of production) for PRTS-R (loading and unloading and transport warehouse works), design TP (technological process) on the example of full-function systems where the scheme of modular construction which allows to form systems with a set of the functions answering to inquiries of the specific customer is even more often applied is considered. Some business processes of the main charts of design of design on production are shown.

В технологической подготовке производства - ТПП окончательно решаются задачи, связанные с: обеспечением технологичности конструкций; собственно технологическим проектированием (технологических маршрутов и операций); нормированием (расчеты трудоёмкости операций и материалоемкости деталей); конструированием средств технологического оснащения - СТО (инструмента, оснастки, специального и вспомогательного оборудования); изготовлением, испытанием и внедрением в производственный процесс СТО. Для сокращения затрат и сроков проведения ТПП широко используется типизация, унификация, стандартизация и группирование, как элементов ТПП, так и автоматизированных систем, на основе метода пошаговой типизации.

На рис. 1 представлена диаграмма «как будет» блока: «Решать общие вопросы ТПП для ПРТС-Р, проектировать ТП».

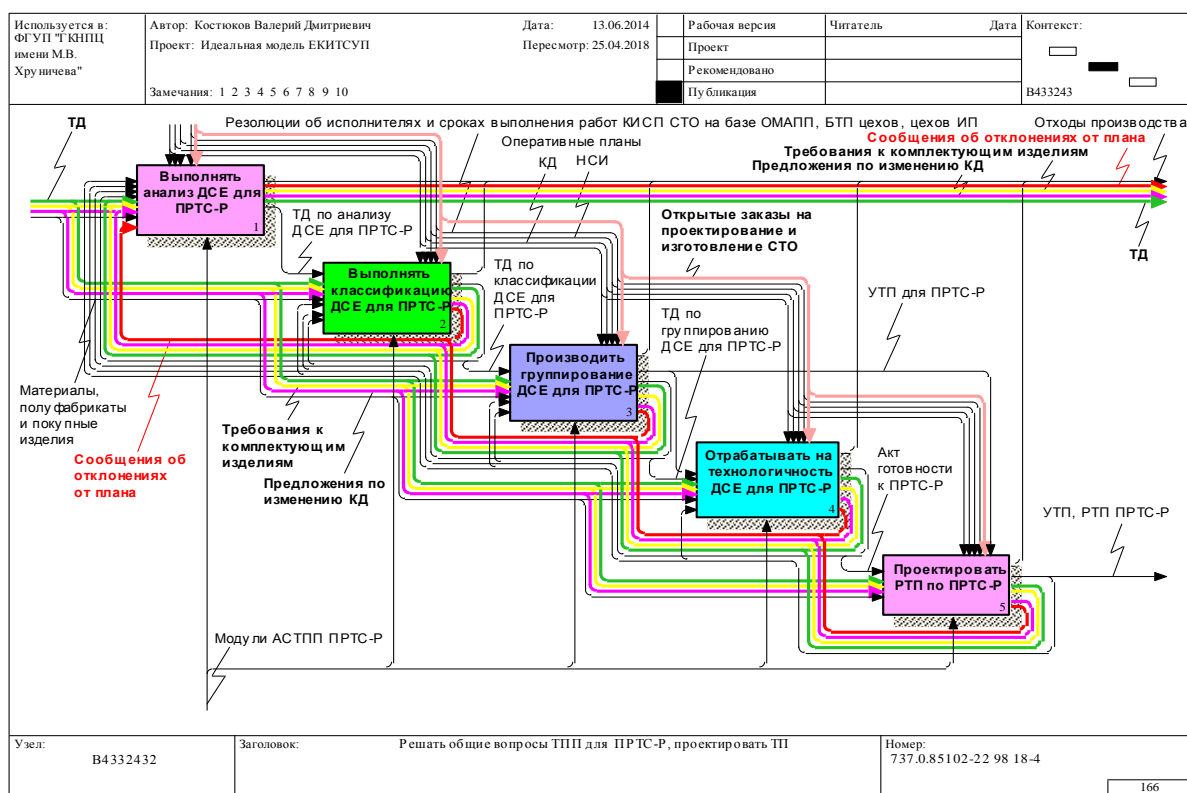


рис. 1. Диаграмма «как будет» блока: «Решать общие вопросы ТПП для ПРТС-Р, проектировать ТП»

Конструкторско-технологический анализ деталей и сборочных единиц - ДСЕ, узлов, агрегатов и изделий РКТ, с которыми осуществляются погрузочно-разгрузочные и транспортно-складские работы - ПРТС-Р, должен выполняться в два этапа. Вначале должна составляться разделительная ведомость по производству ПРТС-Р предприятиями-смежниками. Затем должны составляться технические условия - ТУ на выполнение этих работ предприятиями-смежниками. Анализ ДСЕ, агрегатов и изделий ракетно-космической техники - РКТ, с которыми осуществляются ПРТС-Р, должен являться составной частью работ по отработке конструкции

изделий на технологичность и должен носить итерационный характер. Данные бизнес процессы должны реализоваться с применением модулей автоматизированной системы технологической подготовки компьютеризированного сертифицированного производства ракетно-космической техники - АСТП КСП РКТ на базе программных продуктов фирмы ИНТЕРМЕХ, системы АДЕМ, системы NX, программ собственной разработки, интегрированных с единой корпоративной информационно-телекоммуникационной системой управления предприятием - ЕКИТСУП [1].

Бизнес процессы классификации ДСЕ, агрегатов и изделий РКТ, с которыми выполняются ПРТС-Р, то есть отнесения к той или иной группе ДСЕ, подобных по конструкторско-технологическим характеристикам, должны являться основой для выполнения работ по группированию. Конструкторско-технологическое подобие ДСЕ, агрегатов и изделий РКТ, с которыми выполняются ПРТС-Р, должно определяться совокупностью признаков. При классификации ДСЕ, агрегатов и изделий по конструктивным характеристикам должны быть взяты за основу следующие признаки: габаритные размеры, масса, геометрическая форма; функциональный признак; параметрический признак; конструктивный признак; служебное назначение; наименование. В основу технологической классификации ДСЕ должны быть положены следующие признаки: размерные характеристики мест крепления; схемы крепления для транспортировки и погрузки ДСЕ, агрегатов и изделий, методы крепления для выполнения ПРТС-Р, технологические требования; общий объем крепежных поверхностей и рабочей зоны, необходимой и достаточной для выполнения ПРТС-Р; характеристика массы и другое. При классификации ДСЕ, агрегатов и изделий РКТ, с которыми производятся ПРТС-Р, должны широко использоваться классификаторы, создаваемые КБ "САЛЮТ" и другими предприятиями-смежниками. Данные бизнес процессы должны реализоваться с применением модулей АСТП КСП РКТ на базе лицензионных программных продуктов и программ собственной разработки, интегрированных с ЕКИТСУП [2].

Группирование ДСЕ, узлов, агрегатов и изделий РКТ, с которыми производятся ПРТС-Р, должно позволять использовать групповую форму организации производства. Под групповой должна пониматься форма организации производства, характеризующая совместными действиями по выполнению ПРТС-Р с группой ДСЕ, агрегатов и изделий на специализированных рабочих местах (погрузочно-разгрузочных площадках). Данные бизнес процессы должны реализоваться с применением модулей АСТП КСП РКТ на базе лицензионных программных продуктов, автоматизированной системы документообеспечения управления - АСДОУ Docs Vision и программ собственной разработки, интегрированных с ЕКИТСУП [3].

Бизнес процессы отработки конструкции ДСЕ, узлов, агрегатов и изделий РКТ, с которыми выполняются ПРТС-Р, на технологичность должны быть предназначены для: формирования рекомендаций на изменение технологической системы; формирования рекомендаций на изменение КД; формирования актов готовности производства. В соответствии с ГОСТ4301-73 отработка рабочих чертежей на технологичность является обязательной. Эта отработка ведется на всех стадиях создания РКТ. Целью отработки чертежей на технологичность является повышение производительности труда, снижение затрат и сокращение времени на технологическую подготовку производства, на изготовление, техническое обслуживание и ремонт при обеспечении необходимого качества изделия. Данные бизнес процессы должны реализоваться с применением модулей АСТП КСП РКТ на базе АСДОУ Docs Vision, лицензионных программных продуктов, и программ собственной разработки, интегрированных с ЕКИТСУП [4].

Бизнес процессы проектирования вариантов рабочих технологических процессов - РТП на погрузочно-разгрузочные и транспортно-складские работы должны включать две типовые задачи: проектирование маршрутной технологии; проектирование операционных технологических процессов. К ним относятся РТП по ПРТС-Р на автомобильном, железнодорожном и авиационном транспортах. Данные бизнес процессы должны реализоваться с применением модулей АСТП КСП РКТ на базе программных продуктов фирмы ИНТЕРМЕХ, CAD/CAM-систем: NX, Solid Edge, PDM-системы Team Center, лицензионных программ, моделирующих ПРТС-Р, интегрированных с ЕКИТСУП [5].

ТД по анализу ДСЕ для ПРТС-Р, представляющая собой основные компоненты технической документации по анализу ДСЕ, агрегатов и изделий РКТ, с которыми производятся ПРТС-Р, должны являться разделительная ведомость между предприятиями-смежниками и ТУ на выполнение этих работ. Данная ТД должна формироваться, храниться и обращаться в виде документов электронных.

Технологическая документация по классификации ДСЕ, агрегатов и изделий, с которыми выполняются ПРТС-Р, должна состоять из описаний изделий-аналогов и перечня особо ответственных операций ПРТС-Р с ДСЕ, входящими в перечень особо ответственных элементов конструкции космической транспортной системы. ТД по классификации ДСЕ, агрегатов и изделий РКТ, с которыми выполняются ПРТС-Р, должна, в случае необходимости, включать также классификаторы КБ "САЛЮТ" и классификаторы предприятий-смежников. Данная ТД должна формироваться, храниться и обращаться в виде документов электронных.

Техническая документация по группированию для ПРТС-Р должна состоять из перечней ДСЕ, агрегатов и изделий РКТ, входящих в группы и подгруппы, чертежей комплексных ДСЕ и других документов. Данная ТД должна формироваться, храниться и обращаться в виде документов электронных.

Акт готовности производства к выполнению ПРТС-Р с ДСЕ, агрегатами и изделиями РКТ должен являться итоговым документом, завершающего этапа работ по отработке элементов конструкции изделия на технологичность. Он должен подтверждать, что выполнены все работы по подготовке производства к изготовлению нового изделия РКТ с учетом выполнения ПРТС-Р. Акт готовности производства должен входить в комплект технической документации по отработке технологичности применительно к выполнению ПРТС-Р с ДСЕ, узлами, агрегатами и изделиями РКТ. Данный документ должен формироваться, храниться и обращаться в виде документа электронного.

Основу метода пошаговой типизации составляют две взаимосвязанные части: типологический анализ (типологизация); типологический синтез (типология). Методы и приемы типологического анализа реализуют формирование классов однородных объектов по установленным диагностическим признакам и включают следующие обязательные мероприятия: выбор диагностических признаков; декомпозиция системы; классификация множества объектов по каждому уровню декомпозиции системы; проверка однородности объектов, попавших в один класс.

На рис. 2 представлена диаграмма «как будет» блока: «Выполнять анализ ДСЕ для ПРТС-Р».

Бизнес процессы составления разделительной ведомости по ПРТС-Р должны регламентировать вопросы погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ (ПРТС-Р) с ДСЕ, агрегатами и изделиями, выполняемых предприятиями-смежниками в соответствии со сложившейся кооперацией и интеграцией отечественных и зарубежных предприятий и фирм. Данные бизнес процессы должны реализоваться с применением модулей АСТП КСП РКТ на базе программных продуктов фирмы ИНТЕРМЕХ, CAD/CAM-систем: ADEM, NX, Solid Edge, PDM-системы Team Center, стандартного офисного программного обеспечения и программ собственной разработки, интегрированных с ЕКИТСУП [6].

Бизнес процессы составления технических условий – ТУ на ПРТС-Р должны регламентировать выполнение погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских

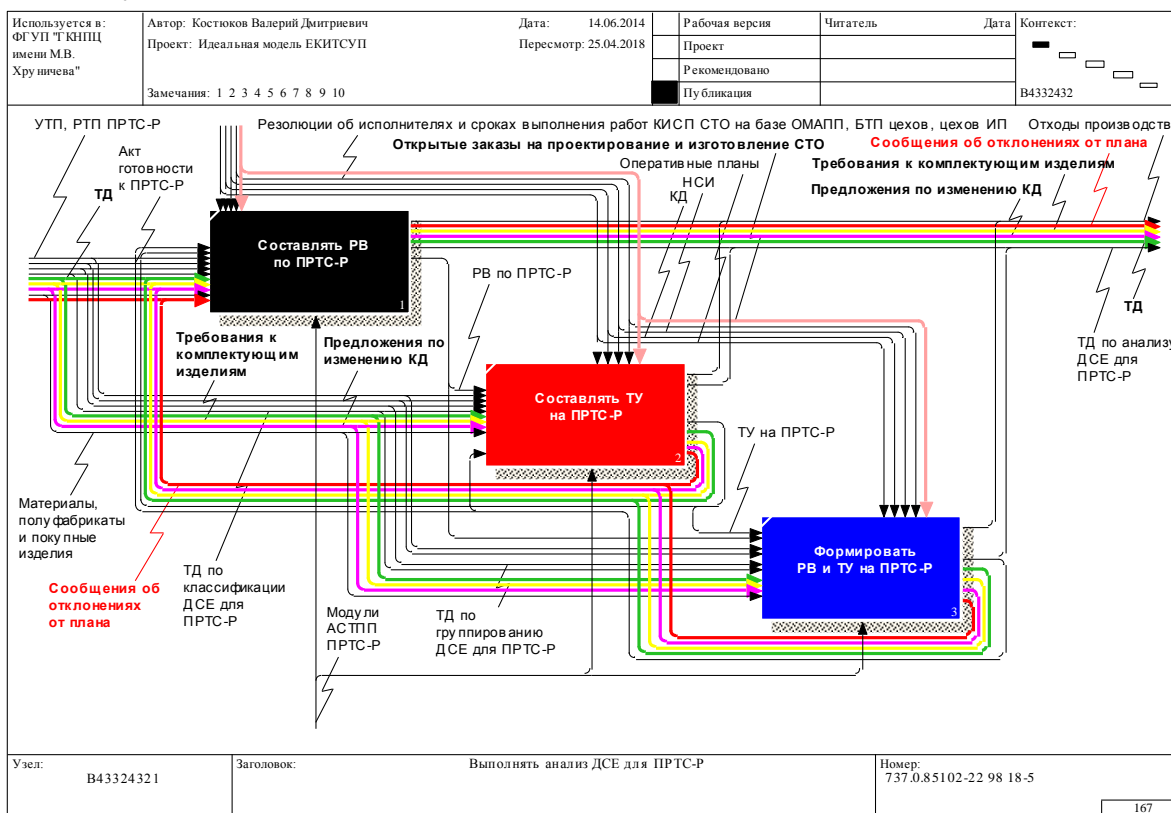


рис. 2. Диаграмма «как будет» блока: «Выполнять анализ ДСЕ для ПРТС-Р»

операций с ДСЕ, агрегатами и изделиями РКТ на принципах отраслевой, межотраслевой и международной кооперации и интеграции создания компонентов и сегментов космической транспортной системы. Данные бизнес процессы должны реализоваться с применением модулей АСТП КСП РКТ на базе лицензионных программных продуктов, стандартного офисного программного обеспечения и программ собственной разработки, интегрированных с ЕКИТСУП [7].

Бизнес процессы формирования разделительной ведомости по ПРТС-Р с ДСЕ, агрегатами и изделиями РКТ РВ, выполняемым заводами-смежниками, и технических условий на проведение этих работ должны регламентировать вопросы формирования в электронном виде с применением программно-технических средств КИСП СТО ПРТС-Р комплектов технической и сопроводительной документации по анализу изделий, с которыми производятся эти работы. Данные бизнес процессы должны реализоваться с применением модулей АСТП КСП РКТ на базе АСДОУ Docs Vision, стандартного офисного программного обеспечения и программ собственной разработки, интегрированных с ЕКИТСУП [8].

Разделительная ведомость (РВ) должна представлять собой документ, регламентирующий процессы ПРТС-Р с ДСЕ, агрегатами и изделиями, выполняемые предприятиями-смежниками. Должны широко применяться принципы и методы отечественной и международной кооперации и интеграции. Данная ведомость должна формироваться, храниться и обращаться в виде документа электронного.

Технические условия на ПРТС-Р с ДСЕ, агрегатами и изделиями РКТ, выполняемые заводами-смежниками, регламентируют как сами эти процессы, так и основные требования к окружающей среде и внешним воздействиям на компоненты и сегменты космической транспортной системы при производстве данных работ. Данные ТУ должны формироваться, храниться и обращаться в виде документа электронного.

Большинство инженерных задач связано с распознаванием образов. При решении инженерных задач существует проблема эффективного распознавания объектов и отнесение их к существующим классам. Распознать объект - значит отнести его к определенному классу с четко заданными характеристиками. Класс (образ) - множество предметов или объектов, обладающих некоторыми общими свойствами. Как правило, имеется набор классов или алфавит образов. Каждый класс в алфавите образов может быть представлен некоторым количеством объектов. Например. Имеется по 100 штук концевых фрез, цилиндрических, конических разных длин и диаметров. Совокупность различных объектов для всех классов образует множество возможных реализаций: $A = \{ A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_m \}$, где: $A_i = \{ a_1, a_2, \dots, a_j, \dots, a_n \}$ - отдельный i-ый класс; m - общее число классов; a_j - отдельный объект; n - общее число объектов.

В большинстве практических задач m - конечно \ll n. Однако, если значения признака изменяются непрерывно, то m = бесконечности.

Задачи: разбить множество объектов на классы, появляющийся новый объект надо отнести в один из классов или создать для него новый класс.

Ограничения: $n \ll m$ - задача распознавания; при $m = 1$ - распознавания нет; при $m = 2$ - решается задача отнесения объекта к одному из двух классов или задача дихотомии; $2 < n \ll m$ - нормальная задача распознавания.

Признак класса - множество, набор свойств по которым происходит объединение объектов в образе.

Обычно признаки задаются своими количественными значениями. Для простоты будем считать, что все классы характеризуются одним и тем же количественным признаком K . Если для некоторого класса признак отсутствует, то можно задавать его нулевое значение для этого класса: $F_k = \{ F_1, F_2, \dots, F_k, \dots, F_t \}$; F_1 - длина фрезы; F_2 - цилиндрическая, коническая, грибовая; F_3 - цельнотелая, с рабочей частью из специального сплава (победит, эльбор, и тому подобно), с пластинами из твердого сплава.

Числовые значения изменяются в некоторых пределах. При дискретном рассмотрении каждый признак F_k может принимать одно значение из совокупности: $F_k = \{ F_1, F_2, \dots, F_k, \dots, F_t \}$; k - количество градаций.

Каждая конкретная реализация (объект) a_j задается совокупностью значений признаков: $F_k = \{ F_1, F_2, \dots, F_k, \dots, F_t \}$ - класс свойств (признаков); $N_k = \{ N_1, N_2, \dots, N_k, \dots, N_t \}$ - множество классов параметров.

Область распознавания можно представить следующей математической структурой: $S(A) = \{ A, F, N \}$; $S(a) = \{ a, F(a), N(a) \}$.

В геометрическом представлении общее количество реализаций - $T = K$.

При решении задач распознавания образов есть два этапа:

- обучение распознавания $T \gg N$ - количество эталонных образов, принадлежность которых к классу известна.
- распознавание, когда представляется объект и требуется определить к какому классу он относится.

Обучение представлено определенным количеством объектов для каждого класса. Геометрические объекты, будут представлены в виде двух многообразий для двух классов.

Недостатки: геометрическим методом можно описать ограниченное число объектов, трудно определить к какому классу относится объект.

На рис. 3 представлена диаграмма «как будет» блока: «Выполнять классификацию ДСЕ для ПРТС-Р».

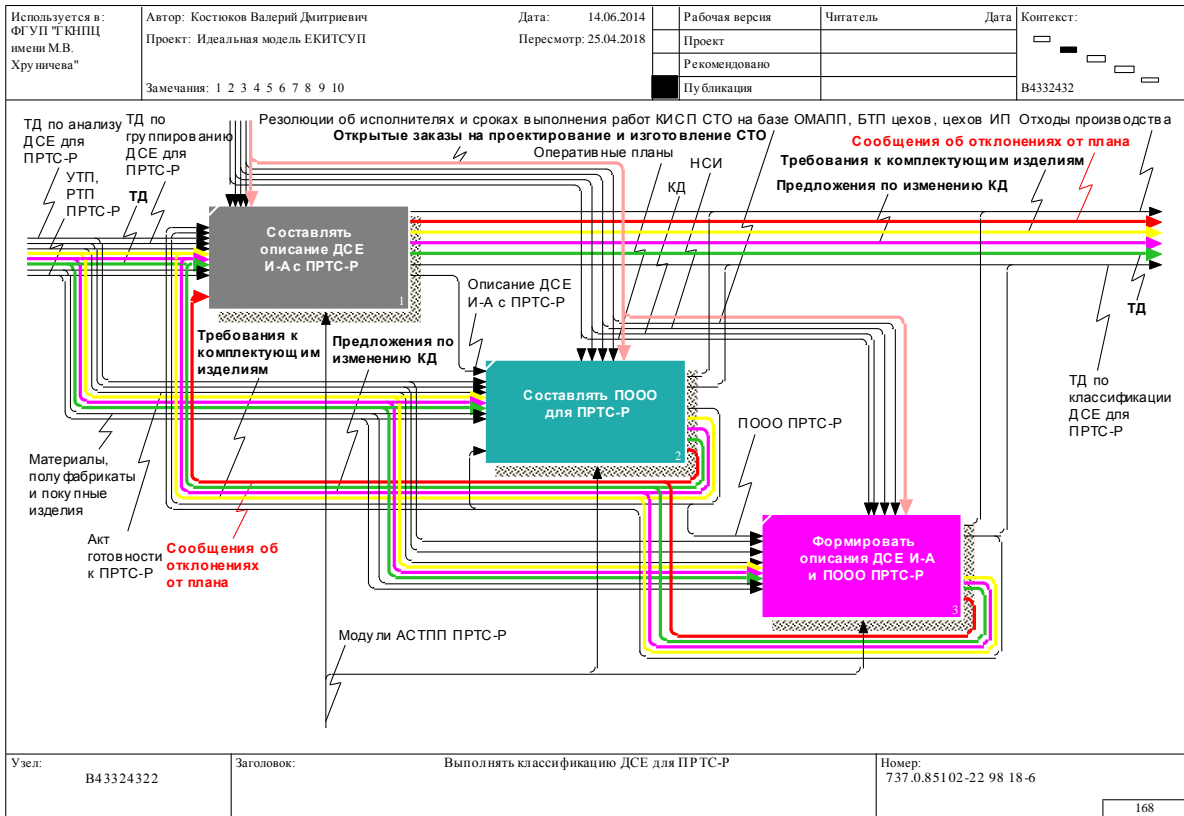


рис. 3. Диаграмма «как будет» блока: «Выполнять классификацию ДСЕ для ПРТС-Р»

Бизнес процессы составления описания ДСЕ изделия-аналога, для которых необходимо выполнять погрузочно-разгрузочные и транспортно-складские работы, должны быть предназначены для формирования структурно-параметрических моделей конструкции ДСЕ изделия, находящегося в производстве, а также структурно-параметрических моделей производственных процессов и структурно-параметрических моделей СТО для ПРТС-Р. Эти описания должны использоваться для проектирования технологической подготовки производства новых изделий РКТ, с которыми выполняются ПРТС-Р, в том числе для проектирования ТП и СТО для этих работ. Данные бизнес процессы должны реализовываться с применением модулей АСТП КСП РКТ, создаваемых на базе программных продуктов фирмы ИНТЕРМЕХ, системы АДЕМ, лицензионных программных продуктов, моделирующих процессы ПРТС-Р и программ собственной разработки, интегрированных с ЕКИТСУП [9].

Бизнес процессы составления перечня особо ответственных операций для ПРТС-Р должны регламентировать условия и порядок выполнения погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских операций с особо ответственными элементами конструкции космического судна и других компонентов и сегментов космической транспортной системы. Соблюдение порядка выполнения этих работ и заданных технологических режимов должно

гарантировать необходимое качество, обеспечивающее живучесть космического судна при расчетных режимах полета. Данные бизнес процессы должны реализоваться с применением модулей АСТП КСП РКТ, создаваемых на базе лицензионных программных продуктов, моделирующих процессы ПРТС-Р и программ собственной разработки, интегрированных с ЕКИТСУП [10].

Бизнес процессы формирования описания ДСЕ изделия-аналога, подвергавшихся ПРТС-Р, и перечня особо ответственных операций ПРТС-Р должны быть предназначены для формирования в электронном виде с применением программно-технических средств КИСП СТО ПРТС-Р комплектов технической и сопроводительной документации по классификации изделий, изготавливаемых с применением методов ПРТС-Р. Данные бизнес процессы должны реализоваться с применением модулей АСТП КСП РКТ, создаваемых на базе АСДОУ Docs Vision, лицензионных программных продуктов, моделирующих процессы ПРТС-Р и программ собственной разработки, интегрированных с ЕКИТСУП [11].

Описание ДСЕ изделия-аналога, изготовленного с применением ПРТС-Р, должно представлять собой комплекс взаимосвязанных ассоциативных структурно-параметрических моделей, включая твердотельные, элементов конструкции ДСЕ, производственных процессов изготовления изделий РКТ, СТО, технологических процессов изготовления СТО для ПРТС-Р и так далее. Совокупность ассоциативно связанных структурно-параметрических моделей, являющаяся описанием ДСЕ изделия-аналога, подвергающихся ПРТС-Р, должна размещаться в базе данных по изделию-аналогу.

Перечень особо ответственных операций ПРТС-Р должен быть предназначен для регламентации выполнения этих работ с особо ответственными элементами конструкции космического судна и других компонентов и сегментов космической транспортной системы. Этот перечень должен составляться на основе данных по ДСЕ изделия-аналога, подвергавшихся ПРТС-Р. Данный перечень должен формироваться, храниться и обращаться в виде документа электронного.

Типологический синтез предусматривает изучение множества объектов, попавших в один класс, формирование типового представителя для каждого класса, формирование модификаций на основе выделенных типовых представителей и состоит из следующих мероприятий: проверки морально-технического единства объектов, попавших в один класс; обобщении частных свойств прообразов и формирование типового представителя; установления величины функционального потенциала типового представителя; формирование модификаций на основе базового элемента (структурно-переменный синтез); формирование модификаций на основе "ядра" (конструктивно-переменный синтез).

Литература

1. Системы планирования ресурсов предприятия. К.Н. Болдырева. Сборник трудов молодежной научно-технической конференции «Аэрокосмическая техника: исследования, разработки, пути решения актуальных проблем», посвященной 50-летию начала космической эры. –М.; Компания Спутник+, 2008. Стр. 67 – 70.
2. Анализ практики проведения реинжиниринга. К.Н. Болдырева. Труды 8-й международной конференции «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта». Москва 21 – 23 октября 2008. Институт проблем управления имени В.А. Трапезникова РАН. –М.: 2008 г. Стр. 86 - 87.
3. Проблемы внедрения корпоративной информационной системы на промышленном предприятии. Д.А. Шканов. Там же. Стр. 109.
4. Внедрение корпоративной информационной системы на промышленном предприятии. Д.А. Шканов. Новые материалы и технологии в авиационной и ракетно-космической технике. Сборник материалов. Часть 1. VII международная конференция молодых специалистов организаций авиационной, ракетно-космической и металлургической промышленности России – конкурс инновационных проектов авиакосмических технологий и материалов. ИПК «Машприбор». Г. Королев. 2008 г. Стр. 61 – 62.
5. Инвестиционный проект по реализации методики сквозного «проектирования-изготовления» средств технологического оснащения для кузнечнопрессового производства в ГКНПЦ имени М.В. Хруничева. Р.Х. Даутов. Там же. Стр. 63 – 64.
6. Создание единой информационной среды предприятия. К.Н. Болдырева. Там же. Стр. 66.
7. Моделирование бизнес-процессов предприятия. К.Н. Болдырева. Труды XXXIII академических чтений по космонавтике (Москва, 26– 30 января 2009 г.) Стр. 275 – 276.
8. Проблемы внедрения информационных систем на промышленном предприятии. Д.А. Шканов. Там же. Стр. 273 – 275.
9. Модернизация системы автоматизированного проектирования технологических процессов кузнечно-прессового производства. Д.А. Шканов. Научно-технический журнал «Информационные технологии в проектировании и производстве» №1 2009 г. Стр. 21 – 32.
10. Жигаев Е.В. Анализ систем автоматизации технологической подготовки производства //Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM - 2009). Тезисы 9-й Международной конференции. –М.: ИПУ РАН. -2009. Стр. 54.
11. Актуальность применения PDM решений системы Team Center в ракетно-космической промышленности. Шканов Д.А. Там же. Стр. 45 - 46.