

УДК 004.9

Методы и средства управления жизненным циклом изделий машиностроения

Евгеньев Г. Б., Кузьмин Б. В., Рубахина В. И.

Постановка задачи: В настоящее время стоит задача обеспечения конкурентоспособности отечественного машиностроения. Для решения этой задачи необходимо создание отечественных систем управления жизненным циклом изделий. Такие системы должны быть основаны на принятых в стране стандартах и принципах управления производством. **Целью работы** является построение функциональной модели организационно-технической системы, отражающей все этапы создания изделий в дискретном производстве. **Используемые методы:** решение задачи заключается в построении модели на основе анализа документооборота и механизмов его реализации. **Новизна:** Впервые построена полномасштабная концептуальная модель управления жизненным циклом изделий машиностроения на основе отечественных стандартов и традиций. **Результат:** Апробация системы на многих предприятиях позволила существенно повысить эффективность производства. **Практическая значимость:** Представленное решение может быть реализовано на всех машиностроительных предприятиях с позаказным производством. Описанные методы позволяют прогнозировать и адекватно принимать оперативные и стратегические управленческие решения, снизить текущие издержки производства.

Ключевые слова: управление жизненным циклом изделий, проектирование технологических процессов, оперативное управление производством.

Актуальность

Среди задач, стоящих перед нашим государством в настоящее время, особое значение имеют импортозамещение, включая информационные технологии, и повышение конкурентоспособности и эффективности машиностроения. Обе эти задачи тесно связаны с системами управления жизненным циклом изделий машиностроения (PLM систем).

Среди зарубежных PLM систем, внедряемых на российских предприятиях, следует отметить систему NX™, разработанную компанией Siemens PLM Software. Слабыми сторонами внедрения зарубежных систем в нашей промышленности являются [1]:

- довольно высокая стоимость лицензий (2–3 тыс. долларов за лицензию), внедрения и сопровождения;
- отсутствие полноценной локализации и поддержки стандартов;
- почти полное отсутствие интеграции с отечественными конструкторскими и технологическими САПР;
- сложность кастомизации (требуется большой объем программирования на C++ или Java).

Эти причины побудили отечественную компанию СПРУТ-Технология [2] разработать компоненты PLM, обеспечивающие автоматизированное проектирование (СПРУТ-ТП) и программирование (SprutCAM) технологических процессов, а также оперативно-календарное планирование и управление производством (СПРУТ-ОКП).

Эти компоненты имеют возможность совместной работы с отечественными системами автоматизированного конструирования и управления проектными данными, что обеспечивает создание полномасштабной отечественной PLM, учитывающей все российские стандарты и традиции.

Функциональная модель работы предприятия

На рис. 1 представлена общая функциональная модель работы машиностроительного предприятия при позаказном производстве. На входе мы имеем заказы, а на выходе – готовая продукция с документами для отгрузки по договору, а также отчётные бухгалтерские документы.

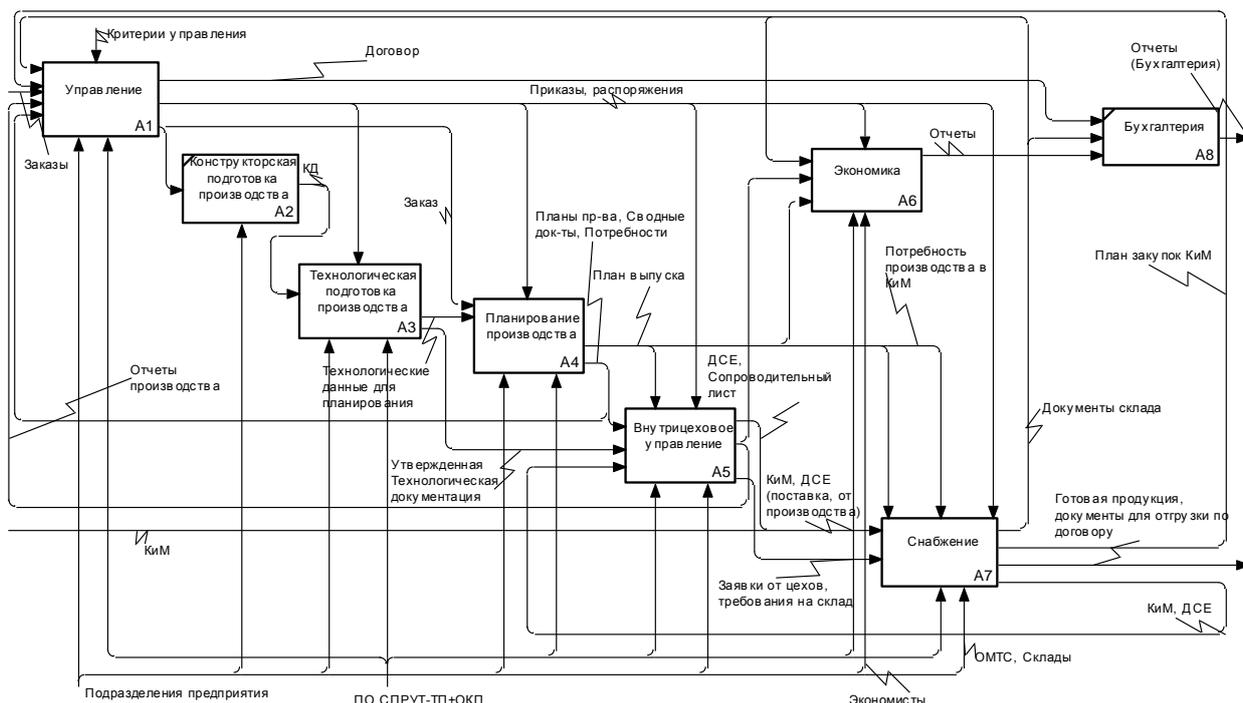


Рис. 1. Функциональная модель работы предприятия

Первым функциональным блоком диаграммы является блок «Управление». Механизмами реализации всех функциональных блоков являются соответствующие подразделения предприятия, а также программные комплексы, в качестве которых здесь рассматриваются отечественные системы проектирования технологических процессов СПРУТ-ТП и оперативно-календарного планирования СПРУТ-ОКП [2]. Работа этого блока управляется соответствующими критериями.

Заказы для производства могут быть двух категорий: проектирование и производство новых или модернизируемых изделий, либо изготовление изделий по имеющейся документации. В первом случае заказ представляется в форме технического задания в соответствии с ЕСКД, а во втором в форме спецификации заказа.

Пример спецификации заказа в СПРУТ-ТП приведен на рис. 2. В спецификации указаны наименование и обозначение заказа (изделия), а также

состав сборочных и деталей в него входящих с указаниями количества массы на штуку и общей, обозначения и ГОСТ сортамента заготовок деталей, а также марки и ГОСТ материала самих деталей с указанием норм расхода. После разработки технологических процессов изготовления деталей и сборочных единиц в этот документ заносятся их обозначения.

Результатами работы блока «Управление» являются необходимые договора, поступающие в блок «Бухгалтерия», приказы и распоряжения, управляющие работой последующих функциональных блоков, а также заказы, определяющие конструкторско-технологическую подготовку производства и его планирование.

Помимо спецификации заказа на вход блока «Управление» поступают многочисленные обратные связи от последующих блоков, необходимые для принятия управленческих решений. От блока «Снабжение» поступает план закупок комплектующих и материалов (КИМ), на основе которого разрабатываются соответствующие договора.

Спецификация заказа (изделия)																	
Наименование заказа (изделия)		Полуплатформа				Обозначение заказа (изделия)					ВАЭ-18.3.Ш.01.100						
№ п/п	Пункт	Обозначение	Наименование	Куда входит		Масса		М а т е р и а л							Обозн. ТП	Примечание	
				обозначение (№ чертежа)	кол.	Общ. кол. Ед. изм. кол.	1 шт.	общая	Обозначение и ГОСТ сортамента	Марка и ГОСТ материала	Кол. дет. из заг. Единица изм.	Масса заготовки Нормы расхода	Ед. изм. массы КИМ	Расцеховка			
Сборочные единицы																	
1		ВАЭ-18.3.Ш.01.100	Полуплатформа		4	4		0								ВАЭ-18.3.Ш.01.100 ТП СБ	
2		ВАЭ-18.3.Ш.01.110	Полуплатформа		2	2		0									
Детали																	
3		ВАЭ-18.3.Ш.01.101	Валка Швеллер 20П ГОСТ 8240 Ст 3 ГОСТ 535 L = 5450 h14	ВАЭ-18.3.Ш.01.100	8	32 шт	100. 28	3208. 96	Швеллер 20 П ГОСТ 8240-97	Ст 3 ГОСТ 14637-79	1	100.65	кг	ВАЭ-18.3.Ш.01.101 ТП			
									0000103	Швеллер	Швеллер 20 П	5470	1	100.65	61; 63;		
4		ВАЭ-18.3.Ш.01.103	Связь Швеллер 20П ГОСТ 8240 Ст 3 ГОСТ 535 L = 190 h14	ВАЭ-18.3.Ш.01.100	20	80 шт	3.5	280	Швеллер 20 П ГОСТ 8240-97	Ст 3 ГОСТ 14637-79	1	3.68	кг	ВАЭ-18.3.Ш.01.103 ТП			
									0000103	Швеллер	Швеллер 20 П	200	1	3.68	61; 63;		
5		ВАЭ-18.3.Ш.01.103	Связь Швеллер 20П ГОСТ 8240 Ст 3 ГОСТ 535 L = 190 h14	ВАЭ-18.3.Ш.01.110	20	40 шт	3.5	140	Швеллер 20 П ГОСТ 8240-97	Ст 3 ГОСТ 14637-79	1	3.68	кг	ВАЭ-18.3.Ш.01.103 ТП			
									0000103	Швеллер	Швеллер 20 П	200	1	3.68	61; 63;		

Составил СП	Составил норму	Маршрут составил	Особые отметки										Лист	1
Подлинник исправл.		Контр. копию исправл.											Листов	2

ООО "Центр СПРТ-Т", Москва, (499) 263-69-70, www.sprtt.ru

Рис. 2. Спецификация заказа (изделия)

От блока «Планирование производства» поступают планы производства, сводные документы и разного рода потребности. От блока «Внутрицеховое управление» поступают отчеты производства, а от блока «Снабжение» - документы складов. На основе этих данных производится план-фактный анализ с учетом принятых критериев управления, который предоставляется руководству предприятия и служит для выпуска необходимых приказов и распоряжений.

Конструкторская подготовка производства

Вторым функциональным блоком на общей схеме рис. 1 является конструкторская подготовка производства, функциональная схема которой приведена на рис. 3.

Обязательность выполнения стадий и этапов разработки конструкторской документации устанавливается техническим заданием на разработку.

Техническое предложение – совокупность конструкторских документов, которые должны содержать технические и технико-экономические обоснования целесообразности разработки документации изделия на основании анализа технического задания заказчика и различных вариантов возможных решений изделий, сравнительной оценки решений с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей разрабатываемого и существующих изделий и патентные исследования.

В результате разработки технического предложения формируется ведомость технического предложения и пояснительная записка.

Техническое предложение после согласования и утверждения в установленном порядке является основанием для разработки эскизного (технического) проекта.

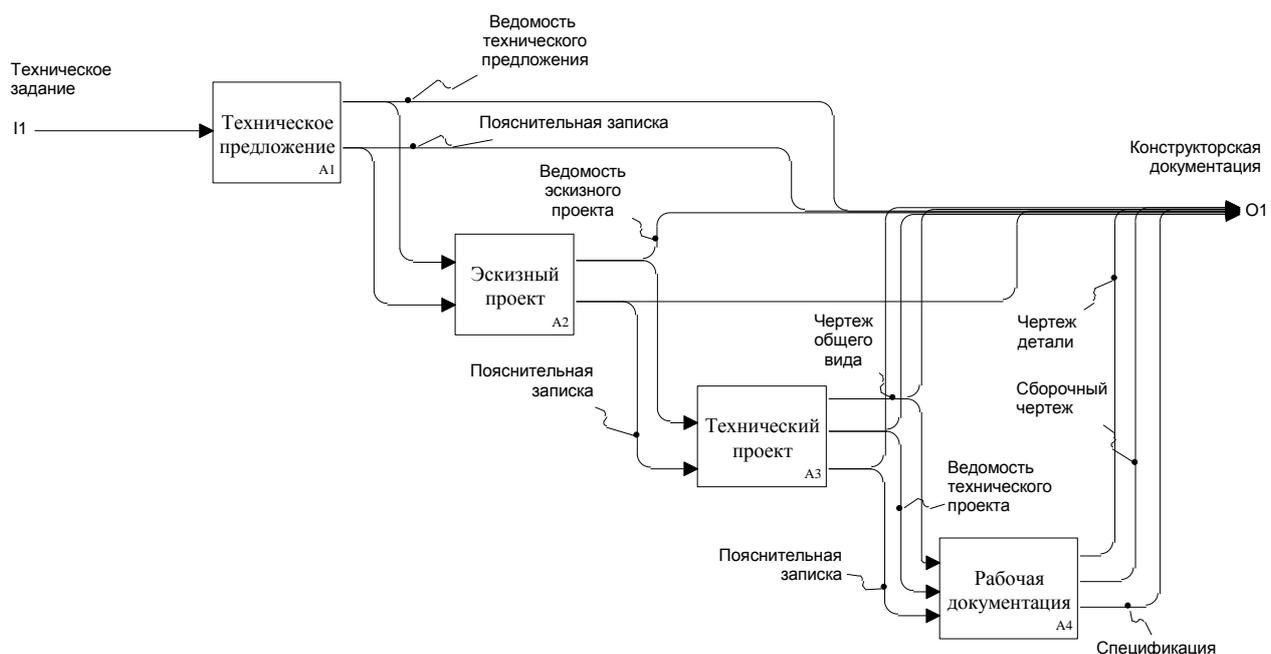


Рис. 3. Функциональная модель конструкторской подготовки производства

Эскизный проект – совокупность конструкторских документов, которые должны содержать принципиальные конструктивные решения, дающие общее представление об устройстве и принципе работы изделия, а также данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры разрабатываемого изделия.

Эскизный проект после согласования и утверждения в установленном порядке служит основанием для разработки технического проекта или рабочей конструкторской документации.

Технический проект – совокупность конструкторских документов, которые должны содержать окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия, и исходные данные для разработки рабочей документация.

Технический проект после согласования и утверждения в установленном порядке служит основанием для разработки рабочей конструкторской документации.

В результате работы этого блока появляется конструкторская документация в соответствии с ЕСКД, в которую входит графическая документация в составе обязательных чертежей общего вида, сборочных чертежей и чертежей деталей, а также спецификации. Механизмом реализации этой функции являются компьютерные системы автоматизированного конструирования (САД-системы). Современные САД-системы обеспечивают выпуск не только документации, но и 3D модели деталей и сборочных единиц, необходимых для программирования обработки деталей на оборудовании с ЧПУ, а также изготовления деталей на 3D принтерах. Результаты автоматизированного конструирования представляются в виде, установленном международными стандартами. Геометрические модели изделий представляются в форме установленной стандартом IGES. В нем нет возможности задавать технические требования к изготовлению изделий, такие как точности размеров, отклонения формы и положения элементов, шероховатость поверхностей, твердость материала и т.п. Эта информация содержится в чертежах изделий, которые не могут быть подвергнуты автоматизированной обработке в компьютере. Вместе с тем без этих данных невозможно осуществлять автоматизированное проектирование технологических процессов.

Стандарт STEP задает полную информационную модель изделия на протяжении его жизненного цикла, а также способы реализации обмена данными, содержащимися в этой модели. Как полная модель изделия, так и способы обмена данными представлены в компьютерном виде, причем они не зависят от программных и аппаратных средств, применяемых участниками создания изделия.

САД-системы работают совместно с системами автоматизации инженерных расчетов (САЕ-системами) и системами управления проектной документацией (PDM-системами).

Средства САЕ позволяют анализировать кинематику или динамику поведения проектируемого агрегата. С точки зрения этих систем каждый компонент изделия рассматривается как тело с сосредоточенной массой. В некоторых случаях средства САЕ позволяют определить распределение напряжений или температур в механических компонентах, рассчитанных на физическую или тепловую нагрузку. Возможно также проведение вибрационного анализа компонента, на который будет воздействовать динамическая нагрузка. Перечисленные задачи решаются при помощи средств анализа методом конечных элементов.

PDM-системы реализуют PDM-технологии, которая предназначена для управления всеми данными об изделии и информационными процессами жизненного цикла изделия.

Данные об изделии представляют собой всю информацию о продукте в течение его ЖЦ в электронном виде. Они включают в себя состав и структуру изделия, геометрические данные, чертежи, технологические документы, планы проектирования и производства, спецификации, нормативные документы, программы для станков с ЧПУ, результаты анализа, корреспонденцию, сведения о партиях и отдельных экземплярах изделия и многое другое.

Информационные процессы являются процессами ЖЦ изделия, создающими или использующими данные о нем. Примером служит формальная процедура изменения изделия. Совокупность информационных процессов представляет собой документооборот, происходящий в течение ЖЦ изделия. Документооборот, управляемый PDM-системой, называется электронным документооборотом.

В функции PDM-системы входят:

Управление хранением данных и документов. Все данные и документы в PDM-системе хранятся в специальной подсистеме (хранилище данных), которая обеспечивает их целостность, организует доступ к ним в соответствии с правами доступа и осуществляет их поиск. Данные документы должны обладать электронной подписью.

Управление процессами. PDM-система отслеживает все операции пользователей с данными, в том числе следит за версиями. Кроме того, PDM-система управляет потоком работ и занимается протоколированием действий пользователей и изменений данных.

Управление составом изделия. PDM-система содержит информацию о составе изделия и его вариантах. Важной особенностью является наличие нескольких представлений состава изделия для различных предметных областей (конструкторский состав, технологический состав, маркетинговый состав и т.д.).

Классификация. PDM-система позволяет производить распределение изделий и документов в соответствии с различными классификаторами. Это может быть использовано при поиске продукта с нужными характеристиками с целью его повторного использования или для автоматизации присваивания обозначений компонентам изделия.

Основным преимуществом от использования PDM-технологии является сокращение времени разработки изделия, то есть выхода изделия на рынок, и повышение его качества.

Технологическая подготовка производства

Слабой стороной зарубежных систем управления жизненным циклом изделий машиностроения является отсутствие в них полномасштабных систем технологической подготовки производства с системами проектирования технологических процессов, обеспечивающих автоматизированное нормирование на базе отечественных нормативов. Такие системы должны

обеспечивать необходимые исходные данные для работы систем оперативного планирования и управления производством.

Далее описывается отечественная система СПРУТ-ТП, лишенная этих недостатков. Эта система работает совместно с системой оперативно-календарного планирования СПРУТ-ОКП.

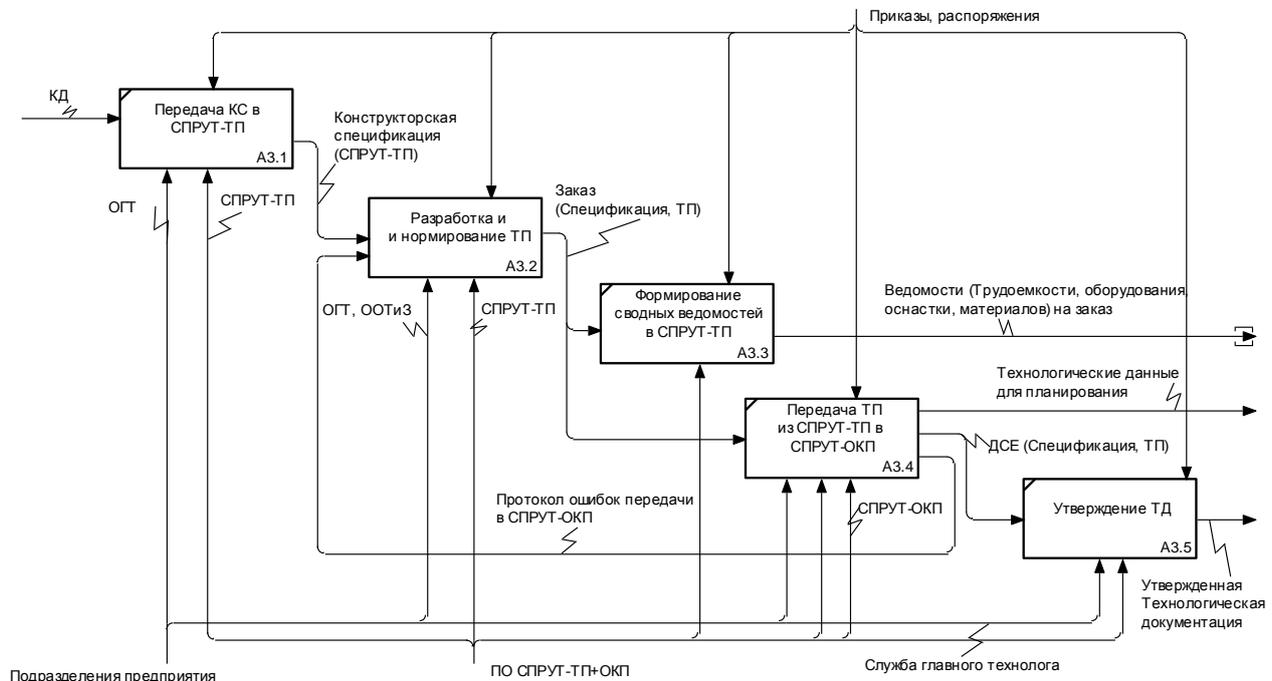


Рис. 4. Технологическая подготовка производства

Общая функциональная схема технологической подготовки представлена на рис. 4. Первый функциональный блок обеспечивает передачу конструкторской документации в СПРУТ-ТП. При этом разработаны программные средства, обеспечивающие выполнение этой операции применительно ко всем используемым в настоящее время систем автоматизированного конструирования. В качестве механизмов реализации этой функции используется отдел главного технолога (ОГТ), использующий СПРУТ-ТП.

Номенклатуру разрабатываемых и подлежащих нормированию технологических процессов определяют конструкторские спецификации. В работе участвует отдел организации труда и заработной платы (ООТиЗ).

Важнейшим функциональным блоком технологической подготовки производства является разработка и нормирование технологических процессов. Декомпозиция этого блока приведена на рис. 5.

Первым функциональным компонентом здесь является блок планирования и управления разработкой технологической документации. На вход его поступает конструкторская спецификация, а также протокол ошибок при передаче технологической документации в систему оперативно-календарного планирования.

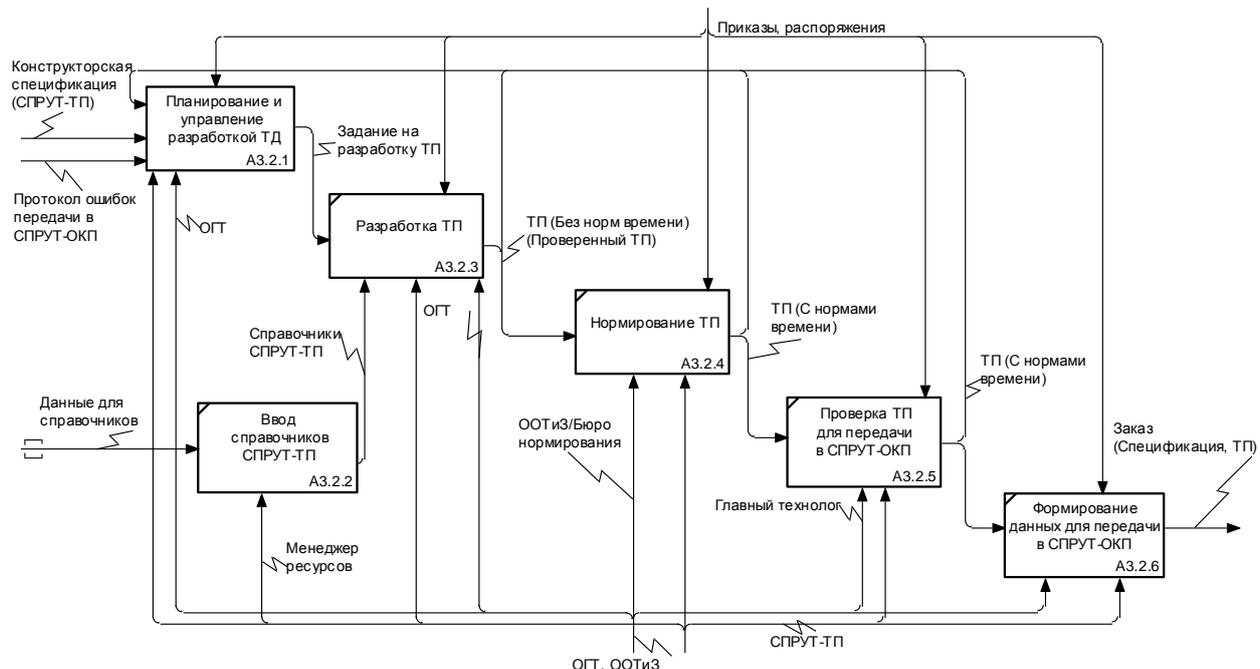


Рис. 5. Разработка и нормирование технологических процессов

Планирование осуществляется руководством отдела главного технолога с использованием СПРУТ-ТП, в результате чего формируется задание на разработку технологических процессов.

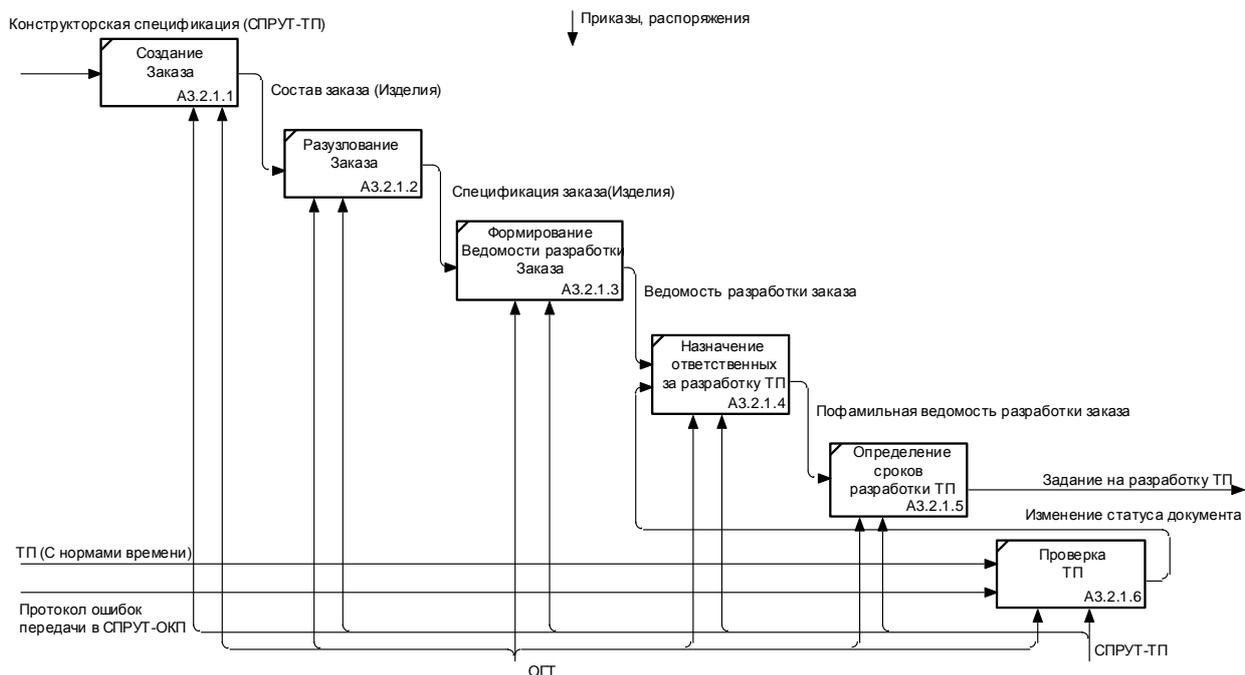


Рис. 6. Планирование и управление разработкой ТП

На рис. 6 приведена функциональная схема планирования и управления разработкой технологических процессов. Первоначальные действия здесь связаны с созданием заказа, разузлованием его и формированием ведомости разработки заказа. На основе этих документов производится назначение ответственных за разработку ТП и определение сроков разработки. Последним

действием здесь является проверка ТП с изменением при наличии ошибок статуса документов.

Разработка технологических процессов (рис. 4) ведется на основе справочников СПРУТ-ТП. Для их формирования и модификации используется менеджер ресурсов.

Проектирование технологических процессов в СПРУТ-ТП производится на двух уровнях: маршрутном и операционном. На рис. 7 приведен интерфейс системы при проектировании маршрутного технологического процесса. Проектирование ведется с помощью активного бланка маршрутной карты, соответствующей стандарту ЕСТД. Поля бланка соединены с базой данных ресурсов, что значительно облегчает процесс.

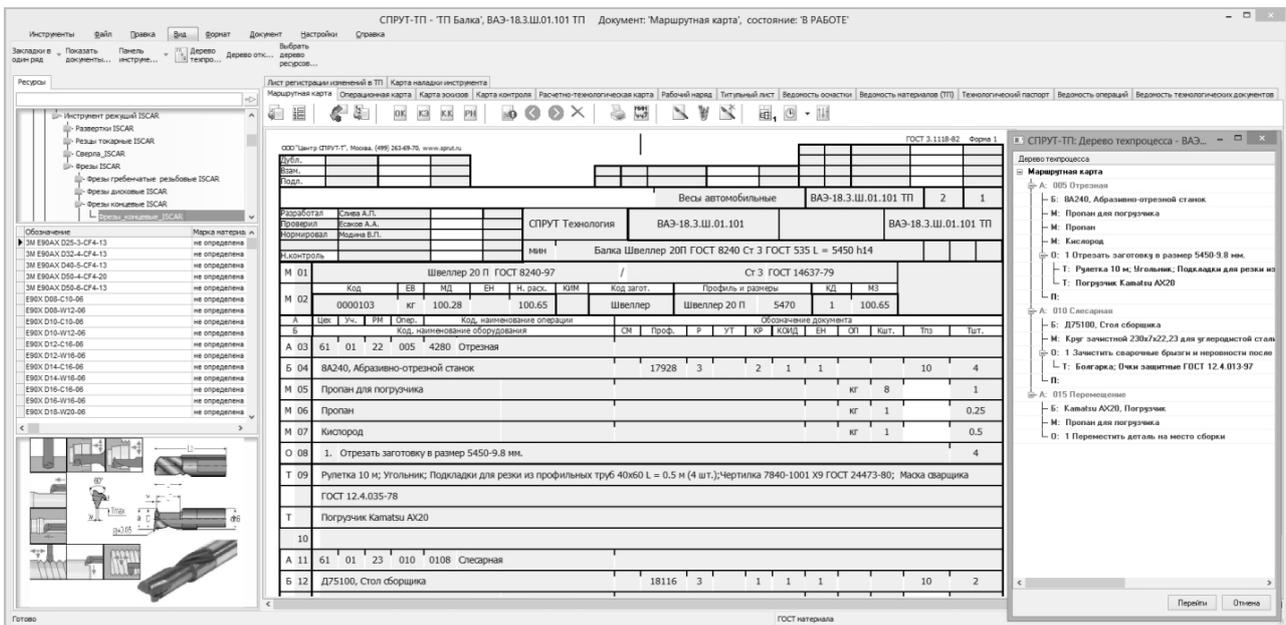


Рис. 7. Проектирование маршрутного технологического процесса в СПРУТ-ТП

Интерфейс системы при проектировании и нормировании операций представлен на рис. 8. Здесь также применяется принцип активного документа, но с использованием бланков технологических операций ЕСТД. Для выбора вида проектируемой операции используются наглядные иконки.

В результате формируются технологические процессы и спецификации на основе которых производится формирование сводных технологических ведомостей (трудоемкости, оборудования, оснастки и материалов) на данный заказ. В качестве примера сводных ведомостей на рис. 9 приведен пример сводной ведомости трудоемкости на заказ.

Спроектированные и отнормированные в СПРУТ-ТП технологические процессы передаются в систему оперативно-календарного планирования СПРУТ-ОКП. При формировании данных для передачи в СПРУТ-ОКП проверяется их корректность и протокол ошибок возвращается на вход блока разработки и нормирования технологических процессов.

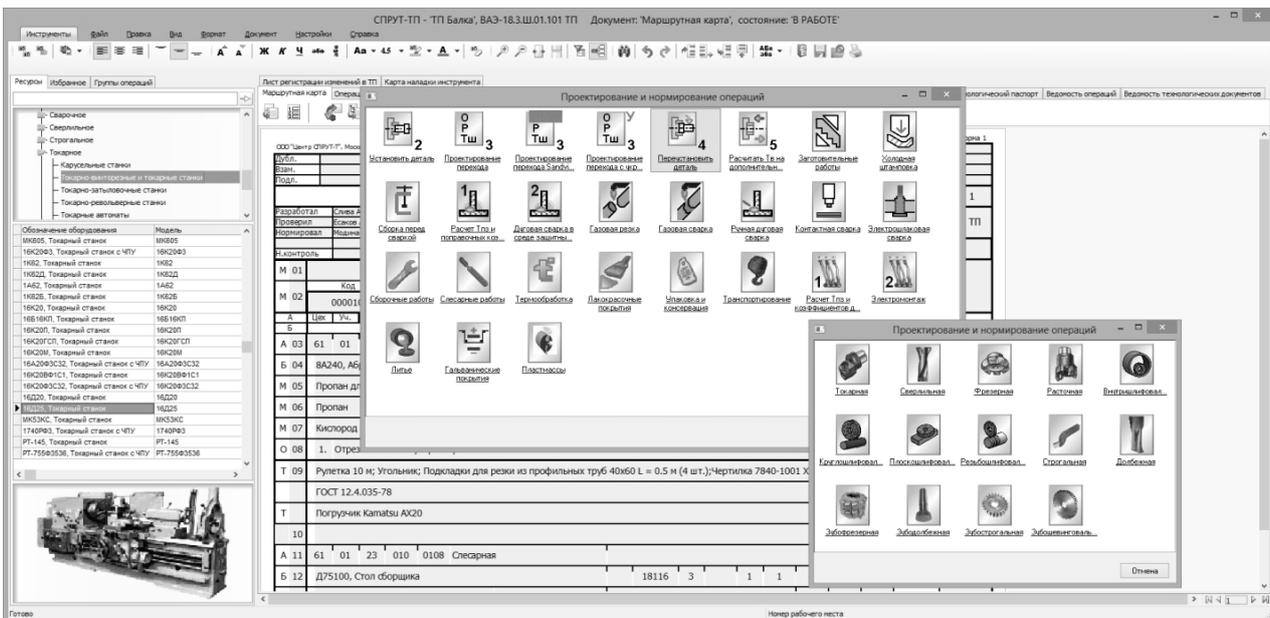


Рис. 8. Проектирование операционного технологического процесса в СПРУТ-ТП

Сводная ведомость трудоемкости

ВАЭ-18.3.Ш.01.100 Полуплатформа							Ч	Суммарное Тпз	Суммарное Тшт			
								3.750	103.060			
Р	Обозначение ДСЕ, ТП			Наименование ДСЕ, ТП		Кол.	Тпз на 1шт.	Тшт на 1шт.	Примечания			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Профессия	Разряд	Тпз на 1шт.		Тшт на 1шт.		
С 01	ВАЭ-18.3.Ш.01.100				Полуплатформа		4	0.750	7.750	0.750	31.000	
02												
С 03	ВАЭ-18.3.Ш.01.110				Полуплатформа		2	0.750	7.750	0.750	15.500	
04												
С 05	ВАЭ-18.3.Ш.01.101				Балка Швеллер 20П ГОСТ 8240 Ст 3 ГОСТ 535 L = 5450		32	0.4167	0.7775	0.4167	24.880	
06					h14							
07												
С 08	ВАЭ-18.3.Ш.01.103				Связь Швеллер 20П ГОСТ 8240 Ст 3 ГОСТ 535 L = 190		120	0.4167	0.1125	0.4167	13.500	
09					h14							
10												
С 11	ВАЭ-18.3.Ш.01.106				Настил Лист чечевица 4.0 ГОСТ 8568 БСт3сп 5490x1250		4	0.1667	0.125	0.1667	0.500	
12												
С 13	ВАЭ-9.2.Ш.01.105				Переключатель правая		6	0.500	0.875	0.500	5.250	
14												
С 15	ВАЭ-9.2.Ш.01.107				Пластина монтажная		24	0.3333	0.1292	0.3333	3.100	
16												

Рис. 9. Сводная ведомость трудоемкости в СПРУТ-ТП

Разработанная технологическая документация подлежит утверждению в службе главного технолога.

**Методы искусственного интеллекта
в технологической подготовке производства**

Отличительной особенностью системы СПРУТ-ТП является широкое использование в ней методов искусственного интеллекта (ИИ). Одно из наилучших определений ИИ приведено в работе [3] и звучит так:

«Искусственный интеллект – это одно из направлений информатики, целью которого является разработка аппаратно-программных средств, позволяющих пользователю-непрограммисту ставить и решать свои, традиционно считающиеся интеллектуальными задачи, общаясь с ЭВМ на ограниченном подмножестве естественного языка».

Во всех видах проектирования имеется две разновидности синтеза: структурный и параметрический. Как следует из рис. 5 при проектировании технологических процессов структурный синтез производится при разработке ТП, а параметрический при нормировании.

В данном случае структурный синтез заключается в формировании маршрутного технологического процесса из операций с использованием баз знаний. Язык представления таких знаний должен быть максимально упрощен и доступен для непрограммирующих пользователей. Для технологов наиболее естественным является заполнение стандартной технологической документации, например, маршрутных карт. По этой причине в системе СПРУТ ТП [4] для представления знаний о структуре операций технологических процессов использованы модернизированные стандартные маршрутные карты. В таких картах технологический процесс описывается с использованием стандартных строк типа А и типа Б. Строки типа А используются для задания параметров операций, а строки типа Б – для описания используемого оборудования (рис. 10). Чтобы получить возможность автоматического формирования структуры процессов к числу стандартных технологических строк типа А и типа Б необходимо добавить строки, позволяющие задавать условия вхождения операций в итоговый технологический процесс. Эти условия должны позволять описывать логические связки типа исключающего ИЛИ.

Для задания логических связок в форму маршрутной карты введены строки типа «Условие» и «Конец условия». Эти строки в совокупности с заключенными между ними стандартными технологическими строками представляют собой аналог правила-продукции. Весь массив такой информации может рассматриваться как своеобразный аналог базы знаний продукционного типа с упорядочением правил во времени.

Содержание рис. 10 позволяет в зависимости от значения переменной #Zagot# выбирать те или иные заготовительные операции, которые заносятся в итоговый документ. Если эта переменная имеет значение «ЛИТЬЕ», то в маршрутный техпроцесс включается операция литья. В случае значения «ШТАМПОВКА» в процесс включаются операции пило-отрезная и штамповка. Если заготовкой является «КРУГ», то должна выполняться фрезерно-отрезная операция.

Вслед за этими операциями безусловно следуют отжиг и токарная с ЧПУ.

Основным направлением параметрического синтеза технологических процессов является нормирование, главный компонент которого – определение для каждой операции норм штучного и подготовительно-заключительного времени.

коды их реализации. Таким образом, пользователь, описывая свою задачу на языке «деловой прозы», понятной для человека и для компьютера, полностью освобождается от проблем программирования.

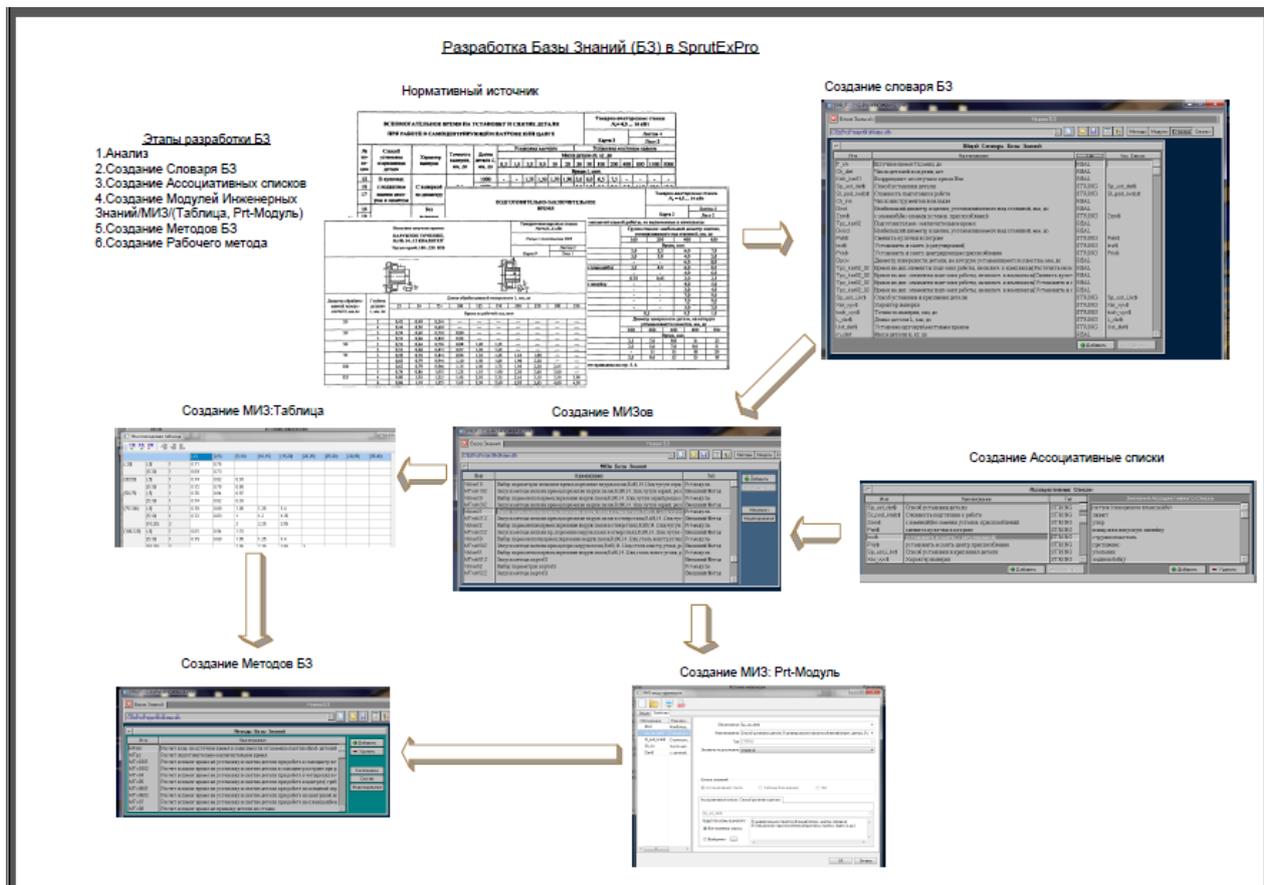


Рис. 11. Средство формирования баз знаний параметрического синтеза процессов в СПРУТ-ТП

Планирование производства

Как следует из общей функциональной модели работы предприятия (рис. 1) за технологической подготовкой следует блок планирования производства. Это планирование производится на двух уровнях: на уровне предприятия и на цеховом уровне. На уровне предприятия формируется план выпуска на год, квартал, месяц. На этой основе формируется планы-графики цехов с учетом межцеховых переходов.

Формирование общего плана производства (рис. 12) складывается из двух этапов: разработки предварительного плана (рис. 13) и его оценки по загрузке оборудования (рис. 14). Эти и последующие функции реализуются с помощью системы СПРУТ-ОКП. В результате вырабатывается согласованный план, поступающий на утверждение.

Формирование производственной программы складывается из следующих этапов. На основе заказа и с учетом технологических данных для планирования производится выбор методики планирования. На основе этого планируются сроки исполнения заказа. С учетом намеченных сроков производится моделирование производства, формируется предварительный

план производства, который оценивается по загрузке оборудования и при необходимости перерабатывается.

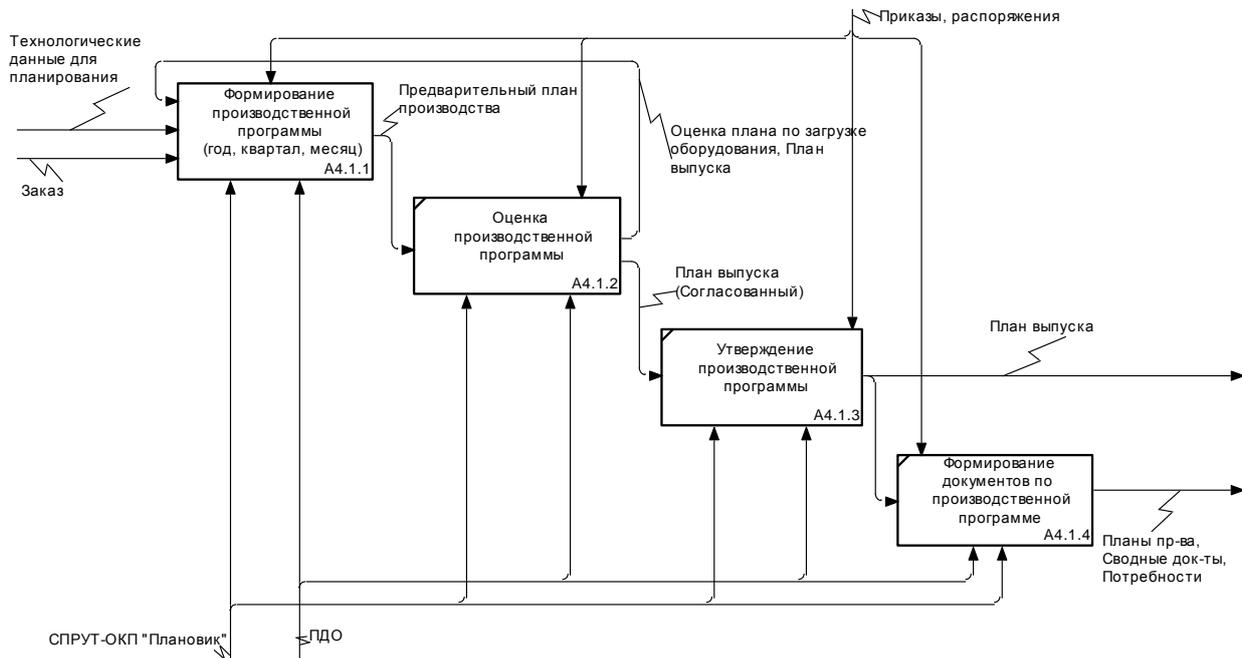


Рис. 12. Формирование общего плана производства

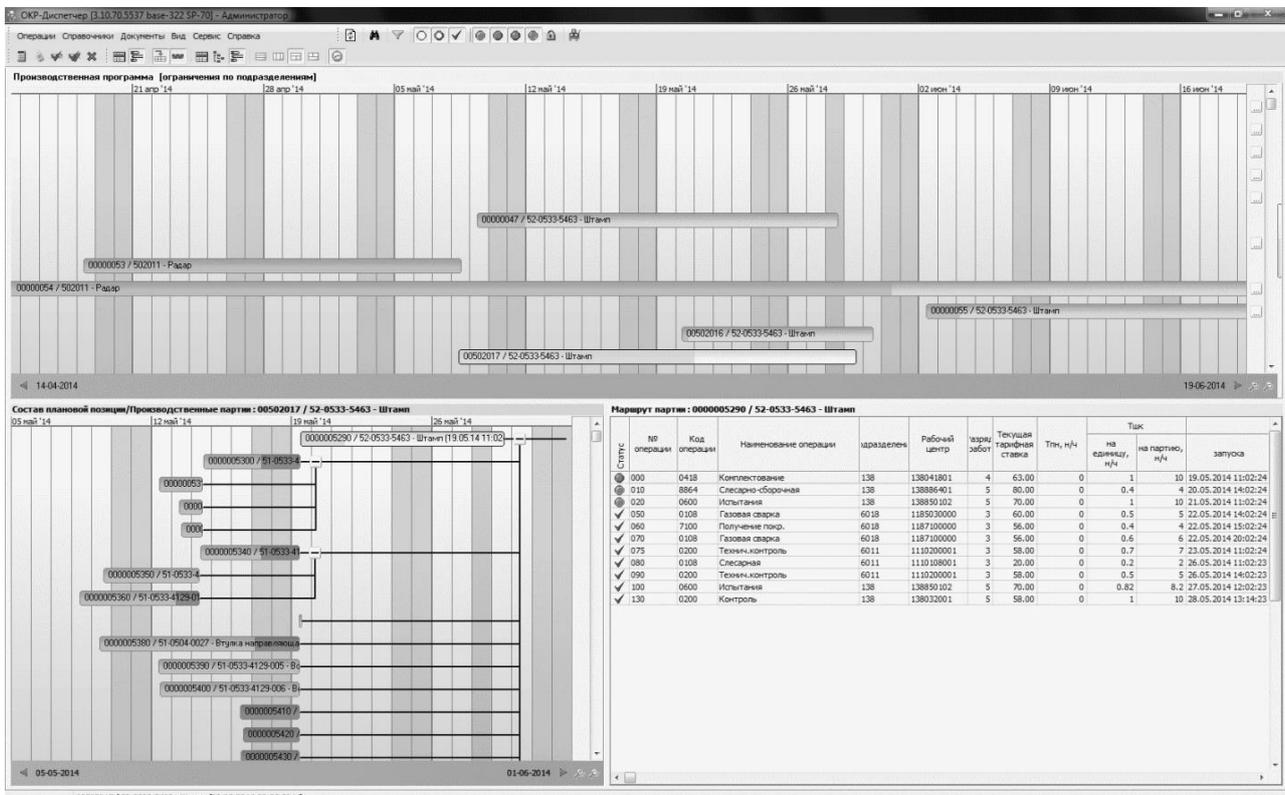


Рис. 13. Производственная программа в виде диаграммы Ганта (СПРУТ-ОКП)

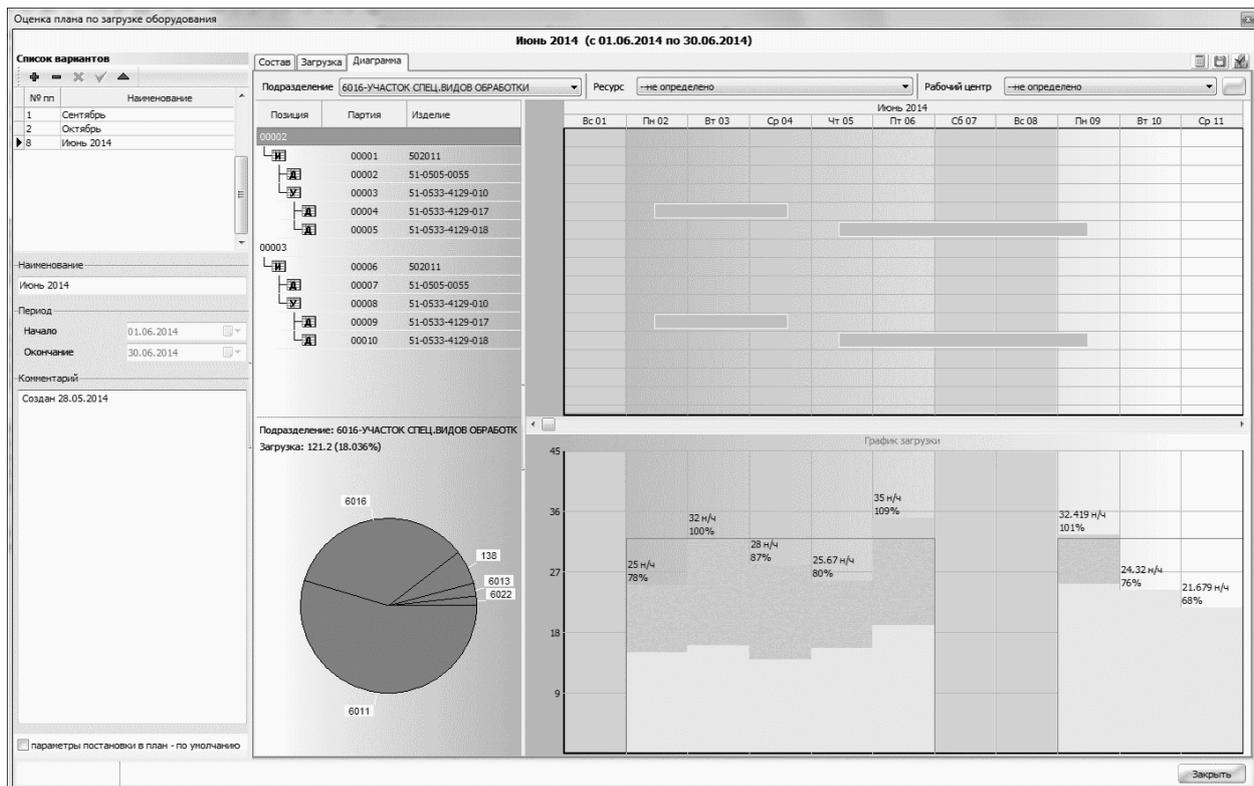


Рис. 14. Оценка плана по загрузке оборудования (СПРУТ-ОКП)

Описанные выше функциональные блоки входят в состав подсистемы СПРУТ-ОКП «Плановик».

На основе утвержденного в итоге плана выпуска производится формирование конкретных планов производства, сводных документов и потребностей ресурсов для реализации плана.

На основе принятых планов осуществляется внутрицеховое управление, функциональная схема которого представлена на рис. 15.

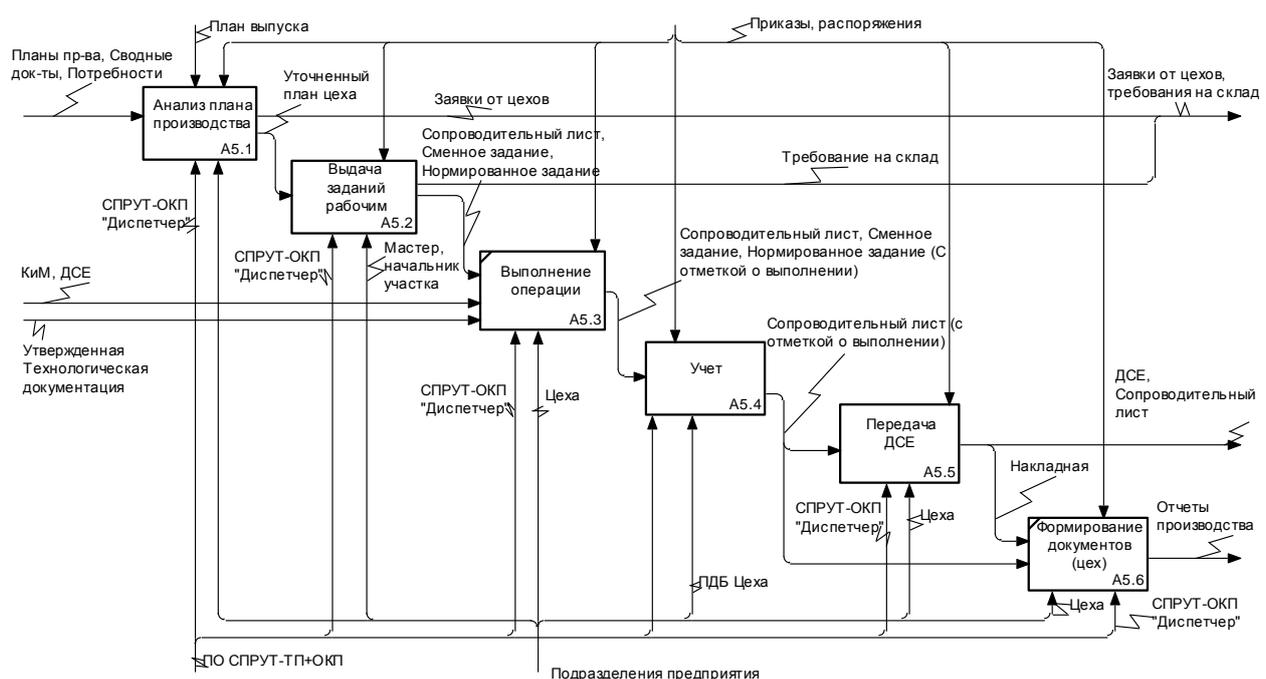


Рис. 15. Внутрицеховое управление

Первым функциональным блоком внутрицехового управления является анализ плана производства с разработкой уточненного плана цеха и формированием заявок на необходимые ресурсы и требований на склады.

Анализ плана производства включает анализ плана по загрузке оборудования (рис. 14), анализ резерва времени по плану и анализ обеспеченности плана. На основе этого создается уточненный план цеха, в соответствии с которым производится выдача заданий рабочим и выполнение операций.

Далее следует учет, который включает учет выполненных работ по сменному заданию, учет выполненных работ на одного исполнителя и на группу исполнителей.

Следующий функциональный блок обеспечивает формирование накладных по передаче деталей и сборочных единиц на центральный склад, в сборочный цех и для межцеховой передачи.

Заключительный блок генерирует отчеты производства на цеховом уровне.

Все перечисленные функциональные блоки входят в состав подсистемы СПРУТ-ОКП «Диспетчер».

Информационная логистика

Достоинством описываемой системы оперативно-календарного планирования является включение в нее подсистемы информационной логистики.

Информационная логистика – это часть логистики, которая является связующим звеном между снабжением, производством и сбытом предприятия и занимается организацией потока данных, который сопровождает материальный поток в процессе его перемещения.

Основная задача информационной логистики – доставка информации к и от системы управления предприятием, при этом каждый уровень иерархии должен получать только необходимую ему информацию в требуемые сроки. Высший уровень руководства должен получать от информационной логистики информацию для выработки стратегии и политики.

Среднему уровню руководства необходима управленческая информация для тактического планирования и принятия решений.

На нижнем уровне информационная логистика должна обеспечивать информацию для оперативного планирования и контроля.

В ходе протекающих в логистической системе процессов информационная логистика должна реализовывать:

- 1) сбор информации в местах ее возникновения;
- 2) анализ информации и ее преобразование;
- 3) накопление информации и ее хранение.

Информационная логистика должна обеспечивать передачу информации, фильтрацию информационного потока, выполнение элементарно-информационных преобразований. В целом информационная логистика должна управлять информационным потоком.

Снабжение производства

Информационная логистика входит в состав одного из последних функциональных блоков модели работы предприятия на рис. 1 – в блок «Снабжение», который реализован в подсистеме СПРУТ-ОКП «Склад». Декомпозиция этого блока приведена на рис. 16.

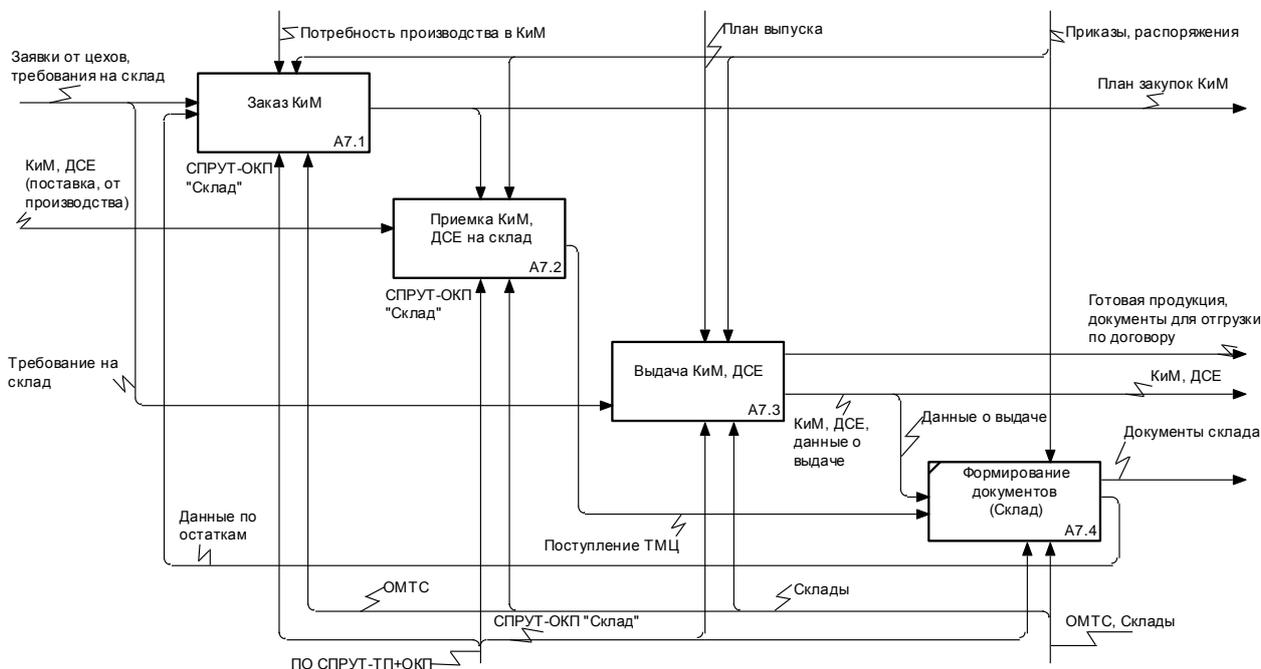


Рис. 16. Функциональная модель подсистемы СПРУТ-ОКП «Склад»

Первый функциональный модуль этой подсистемы обеспечивает заказ комплектующих и материалов (КиМ) и генерирует план закупок КиМ. Информация о поступающих комплектующих и материалах, а также обработанных деталях и сборочных единицах (ДСЕ) обрабатывается в блоке приемки этих товарно-материальных ценностей (ТМЦ).

В соответствии с требованиями, поступающими на склад, производится их выдача. В итоге производится общее формирование документов склада.

Экономика производства

Система СПРУТ-ОКП включает блок «Экономика» (рис. 1). В этом блоке производится калькуляция по статьям затрат. На основе отчетов, поступающих с производства, формируются данные о браке деталей и сборочных единиц с указанием их количества, стоимости и причин брака. Эти отчеты используются для формирования нарядов на оплату.

Все перечисленные данные необходимы для формирования экономических отчетов.

Экономическая информация позволяет системе СПРУТ-ОКП производить план-фактный анализ производства. Этот анализ выполняется в подсистеме «Руководитель».

Анализ включает формирование документов для его выполнения, собственно план-фактный анализ и на основе ключевых показателей

эффективности принятие управленческих решений в форме приказов и распоряжений.

Выводы

Разработан комплекс взаимосвязанных систем технологической подготовки и оперативного управления машиностроительным производством с учетом отечественных стандартов и методов управления. Обеспечена интеграция упомянутых систем с российскими системами конструкторской подготовки производства. Таким образом, создана отечественная система управления жизненным циклом изделий машиностроения, которая успешно внедряется на российских предприятиях.

Литература

1. Красковский Д. М. Обзор состояния рынка систем PLM/TDM/PDM/Workflow // САПР и графика. – 2004. – №12. С. 34–37.
2. Евгеньев Г. Б. Основы автоматизации технологических процессов и производств: учебное пособие: в 2 т. / [Г. Б. Евгеньев и др.]; под ред. Г. Б. Евгеньева. – М: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015.
3. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб.: Питер, 2000. – 384 с.
4. Евгеньев Г. Б., Кузьмин Б. В. Метод генерации баз знаний структурного синтеза маршрутных технологических процессов // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2013. №5. С. 60–68.

References

1. Kraskovsky D. M. Obzor sostoyaniya ryinka sistem PLM/TDM/PDM/Workflow [Overview of the market of systems PLM/TDM/PDM/Workflow]. *SAPR and graphic*, 2004, no. 12, pp. 34–37 (in Russian).
2. Evgenev G. B. *Osnovyi avtomatizatsii tehnologicheskikh protsessov i proizvodstv* [Fundamentals of automation of technological processes and production]. Moscow, 2015. (in Russian).
3. Gavrilova T. A., Khoroshevsky V. F. *Bazyi znaniy intellektualnyih sistem* [Knowledge Databases for Intelligent Systems]. Saint Petersburg, Piter, 2000. 384 p. (in Russian).
4. Evgenev G. B., Kuzmin B. V. Metod generatsii baz znaniy strukturnogo sinteza marshrutnyih tehnologicheskikh protsessov [The method of generating knowledge bases of structural synthesis route process] *Izvestiya vyisshih uchebnyih zavedeniy. Mashinostroenie*, 2013, no. 5, pp. 60–68. (in Russian).

Информация об авторах

Евгеньев Георгий Борисович – доктор технических наук, профессор. Профессор кафедры компьютерных систем управления производством МГТУ им. Н. Э. Баумана. Область научных интересов: интеллектуальные системы

управления жизненным циклом изделий машиностроения.
Тел.: +7 499 263 69 70. E-mail: g.evgenev@mail.ru

Кузьмин Борис Владимирович – генеральный директор компании «Центр СПРУТ-Т». Компания «Центр СПРУТ-Т». Область научных интересов: системы управления жизненным циклом изделий машиностроения.
Тел.: +7 495 181 00 13. E-mail: st@sprut.ru

Рубахина Вера Игоревна – ведущий специалист компании «Центр СПРУТ-Т». Компания «Центр СПРУТ-Т». Область научных интересов: системы оперативно-календарного управления производством.
Тел.: +7 495 181 00 13. E-mail: st@sprut.ru

Адрес: Россия, 105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1.

Methods and Tools for Product Lifecycle Management in Mechanical Engineering

G. B. Evgenev, B. V. Kuzmin, V. I. Rubakhina

Statement of the Problem. *The task of ensuring the competitiveness of Russian mechanical engineering are relevant to the present. Russian production requires modern Russian systems lifecycle management products Such systems should be based on accepted country standards and principles of production management. The aim is to build a functional model of organizational and technical system that reflects all the stages of creating a product in discrete manufacturing. Methods.* We used methods based on the analysis of documents and mechanisms for its implementation. **Novelty.** Russian standards into account when developing conceptual model of life-cycle management of products in process engineering. **Results.** Production efficiency at Russian enterprises have grown in the application of our management model. **Practical significance.** The presented solution can be implemented on all machine-building enterprises with custom-made production. The described methods allow to predict and adequately to make operational and strategic management decisions, reduce operating costs of production.

Key words: life cycle management of products, design processes, operations management.

Information about Authors

Georgy Borisovich Evgenev – Dr. habil. of Engineering Sciences, Full Professor. Professor, Department of Computer Control Systems production BMSTU. Research interests: intelligent control system lifecycle engineering. Tel. : +7 499 263 69 70. E-mail: g.evgenev@mail.ru

Boris Vladimirovich Kuzmin – General Director. Center of SPRUT-T. Research interests: management lifecycle engineering. Tel.: +7 495 181 00 13. E-mail: st@sprut.ru

Vera Igorevna Rubakhina – Leading specialist. Center of SPRUT-T. Research interests: management lifecycle engineering. Tel.: +7 495 181 00 13. E-mail: st@sprut.ru

Address: Russia, 105005, Moscow, 2nd Baumanskaya str., 5-1.