



Тема: Внедрение системы управления конфигурацией на базе современных PLM-технологий как инструмента эффективного управления проектированием на конструкторском предприятии

Аналитическая глава ВКР: Управление конфигурацией

2. АНАЛИЗ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ АО «КОНСТРУКТОР»

2.1 Общая характеристика АО «Конструктор»

2.2. Управление деятельностью АО «Конструктор» на стадиях жизненного цикла продукции

2.3. Сложности в организации отслеживания и документирования требований в процессе проектирования на разных стадиях жизненного цикла продукции

2.4 Организационно-технические предпосылки для перевода инженерных данных АО «Конструктор» под управление PLM-систем

2.5 Выбор PLM-системы

2.6 Анализ потенциальных возможностей АО «Конструктор» к освоению выбранного решения

2.7. Оценка результатов деятельности АО «Конструктор»

2. АНАЛИЗ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ АО «КОНСТРУКТОР»

2.1 Общая характеристика АО «Конструктор»

Предприятие АО «Конструктор» является коммерческой организацией, организованной в форме акционерного общества и осуществляет свою деятельность на основании Конституции РФ, ФЗ «Об акционерных обществах», ТК РФ, НК РФ и иных нормативно-правовых актов. АО «Конструктор»-это конструкторское предприятие, специализирующееся на разработке конструкторской документации и проведении расчетов на нагрузки. В компании работает команда профессиональных инженеров, конструкторов и расчетчиков, имеющая большой опыт моделирования, проектирования и расчетов. Основной штат предприятия - это ведущие инженеры-конструкторы и конструкторы первой категории с опытом работы в крупнейших конструкторских бюро. Цель компании- получение прибыли, за счет наилучшей стратегии развития компании на рынке в области проектирования и инжиниринга. При этом, задачами предприятия являются: избавиться от таких недостатков больших конструкторских бюро, как бюрократия, растянутые сроки и завышенная стоимость, предоставив при этом не менее высокий уровень качества выполняемых работ. Компания АО «Конструктор» выполняет проекты различной степени сложности - от чертежей на детали до комплекта конструкторской документации на станки, машины, агрегаты. В том числе, выпускает чертежи по ЕСКД, с учетом всех самых актуальных СНИПов и ГОСТов. АО «Конструктор» работает в области проектирования и инжиниринга с 2010 года. Кратко основные исторические события предприятия можно представить в виде табл. 4.

Рассмотрим подробнее деятельность предприятия АО «Конструктор». Предприятие осуществляет разработку и изготовление конструкторской документации на заказ по широкому спектру изделий в сфере общего машиностроения. Оформление по ЕСКД. Объектами проектирования предприятия АО «Конструктор» являются: конструкторская документация на оборудование; реверс-инжиниринг изделий; разработка чертежей деталей по образцу; проектирование штампов и пресс-форм; технологическая оснастка, нестандартные конструкции и механизмы; нестандартный инструмент; сложные детали и узлы машин, и многое другое. Разработанные изделия используются в тяжелой и нефтяной промышленности, энергосистеме, спорте, медицине, освещении и многих других отраслях народного хозяйства. Основные направления АО «Конструктор»: 1) Разработка КД, проектирование изделий из металла, пластика, дерева, в том числе проектирование штампов

и оснастки; 2) 3d-сканирование, в том числе восстановление изношенных деталей, сканирование объектов искусства;3) Реверс-инжиниринг, изготовление чертежей по детали в наличии;4) Векторизация чертежей; 5) Расчеты нагрузки, в том числе прочностные и тепловые расчеты.

Таблица 4

История компании АО «Конструктор»

№ п/п	Годы	События
1	2010	В марте 2010 года в Интернете появился сайт компании для изучения спроса на конструкторские услуги. Формирование команды конструкторов, построение бизнес-процесса «заказчик-менеджер-конструктор».
2	2014	Поддержка малого предпринимательства, внедряющего инновации и импортозамещающие технологии. Цель - предоставление доступных и оперативных услуг по разработке конструкторской документации на изделия. Расширение спектра оказываемых конструкторских услуг: в список услуг добавились расчеты на нагрузки. Повышение квалификации сотрудников, участие в конференциях
3	2015	Развитие и наполнение сайта. Реализовано 40 проектов.
4	2016	Внедрение системы управления проектами. Создание менеджерского отдела. Создание системы внутреннего нормоконтроля, конструкторская документация проходит дополнительную проверку на соответствие нормам ЕСКД и требованиям технического задания. Реализовано 93 проекта.
5	2018	Покупка собственного 3d-сканера RangeVision, организовано направление 3d-сканирования и реверс-инжиниринга. Развитие сайта: создание мобильной версии, начата работа по организации приема платежей через сайт за дистанционные конструкторские услуги. Реализован 191 проект, всего за год в компанию поступило 493 заявки.

Специалисты компании АО «Конструктор» имеют большой опыт работы в следующих программных продуктах: 1)Конструкторские программы: Компас 3D, AutoCad, hinkDesign; 2) Расчетные программы: ANSYS; 3) Программы обработки 3d-моделей: 3ds Max (3D Studio MAX); Geomagic; 4) Графические редакторы: Adobe Photoshop; Adobe InDesign; CorelDRAW. Стратегической целью компании АО «Конструктор» является: «Долгосрочное сотрудничество с каждым клиентом!»

Преимуществами компании АО «Конструктор» являются следующее: в процессе разработки КД конструкторы компании подскажут наилучший способ решения любой технической задачи. От предприятия заказчика - идея, от компании АО «Конструктор» - способ ее реализации. АО «Конструктор» творчески подходит к нестандартным проектам и разрабатывает чертежи с применением конструкторской смекалки. Компания постоянно

работает с изобретателями. Возможно изготовление чертежей по эскизам, по словесному описанию. В случае необходимости, конструкторы смогут технически оформить идею и рассчитать на прочность отдельные узлы. При необходимости заключается соглашение о неразглашении конфиденциальной информации. Стандарт компании АО «Конструктор»- это гибкость в работе с заказчиком при подготовке и выполнении конструкторской документации. Компания оперативно откликается на все нужды и замечания заказчика, проводит работу в минимальные сроки и предоставляет гарантию на свою работу. Возглавляет компанию директор предприятия, в его подчинении находятся все остальные службы организации. Схематично структура управления АО «Конструктор» представлена на рис.4.



Рисунок 4. Организационная структура предприятия АО «Конструктор»

В подчинении начальника конструкторского отдела и его заместителей, находятся специалисты – ведущие конструкторы, инженеры — конструкторы I и II категории и инженеры-конструкторы. Работа конструкторского отдела регламентируется следующими документами: планом освоения производства новых изделий, модернизации выпускаемых изделий и внедрение новых технологий; ежемесячным планом работы конструкторского отдела; индивидуальными личными планами специалистов; приказами, указаниями и протоколами поручений руководителей предприятия; должностными инструкциями начальника конструкторского отдела и специалистов; стандартами предприятия; государственными стандартами и техническими регламентами.

Свою деятельность конструкторский отдел компании АО «Конструктор» осуществляет на основании Положения конструкторском отделе предприятия АО «Конструктор». В данном положении указаны функции, задачи, служебные права и обязанности работников отдела. Кроме этого положения, деятельность регулируется: Уставом предприятия; Законом РФ о техническом регулировании; политикой предприятия в области качества; стандартом ГОСТ Р ИСО 9001-2008 системы менеджмента качества; стандартами Единой системы конструкторской документации; документами системы менеджмента качества (СМК); правилами внутреннего трудового распорядка.

Целями конструкторского отдела АО «Конструктор» являются: создание и поддержание высокого технического уровня конструкторских разработок отвечающих современным требованиям потребителей; разработка и внедрение у потребителей высокопроизводительного оборудования, обеспечивающего высокое качество продукции и увеличение производительности труда; обеспечение снижения материальных, энергетических и трудовых производственных затрат на единицу продукции. Задачами конструкторского отдела предприятия АО «Конструктор» являются: разработка и постановка на производство новых видов изделий; модернизация выпускаемой продукции для улучшения ее потребительских свойств; участие в разработке рекламных текстов новой продукции. Для решения перечисленных задач конструкторский отдел выполняет следующие функции: осуществляет конструкторские разработки новой продукции по всем стадиям проектирования и постановки на производство; осуществляет взаимосвязь предприятия с научно – исследовательскими и проектными предприятиями для решения задач технического развития; участвует в разработке и реализации мероприятий по совершенствованию Системы менеджмента качества предприятия; осуществляет конструкторский надзор за изготовлением изделий в производстве; осуществляет решение оперативных технических вопросов в процессе производства продукции; осуществляет учет,

хранение, размножение и выдачу конструкторской документации пользователям; выдает заключения по использованию несоответствующей продукции и материалов; проводит изучение и анализ причин возникновения несоответствующей продукции и разрабатывает мероприятия по их устранению; участвует в комиссиях по рассмотрению и анализу рекламаций.

Начальник конструкторского отдела имеет право: требовать от руководителей производственных подразделений всех уровней безусловного соблюдения требований технической и конструкторской документации на разработанные и изготавливаемые изделия; получать от всех подразделений предприятия любую информацию, (в том числе для служебного пользования), необходимую для выполнения отделом возложенных на него задач; вносить руководству предприятия предложения по изменению внутренней структуры конструкторского отдела КТЦ и его кадрового состава, а также предложения о поощрении и наказании работников отдела.

Конструкторский отдел предприятия АО «Конструктор» взаимодействует с другими отделами и службами компании АО «Конструктор». Итак, выше были рассмотрены основные направления деятельности предприятия АО «Конструктор», цели, задачи, структура управления. Для того, чтобы подробнее описать систему управления на стадиях жизненного цикла продукции в компании, перейдем к следующему параграфу исследования.

2.2. Управление деятельностью АО «Конструктор» на стадиях жизненного цикла продукции

Рассмотрим деятельность предприятия АО «Конструктор» на стадиях жизненного цикла продукции. После согласования стоимости и условий проект запускается в работу и в общем виде проходит следующие стадии: 1) На основе предоставленной заказчиком информации составляется подробное техническое задание; 2) Конструктор проводит анализ аналогов, ищет технические решения, подбирает комплектующие; 3) Эскизное моделирование – на этом этапе изделие приобретает форму в виде эскизной 3д модели, многие элементы упрощены, крепеж не прорабатывается. Задача – продемонстрировать заказчику технические решения, проверить в первом приближении возможность создания изделия по ТЗ, согласовать внешний вид; 4) Детальное моделирование – после утверждения эскиза 3д модель тщательно прорабатывается и приобретает законченный вид; 5) Выпуск чертежей – на все детали 3д модели, а также сборочных чертежей, спецификаций и

ведомостей; выдается комплект, который можно передавать на производство; б) Выпуск сопроводительной документации, если требуется – инструкция по эксплуатации, паспорт изделия. Этапы могут отличаться в зависимости от вида и сложности проекта. Возможен также выезд конструктора предприятия АО «Конструктор» к заказчику.

В качестве исходных данных от заказчика является необходимым первичное ТЗ (техническое задание) с описанием всего, что имеется по проекту и что хотелось бы видеть в результате. При необходимости для составления такого ТЗ организуется встреча с ведущим конструктором. Как правило, если не согласовано иное, в качестве результата работ предоставляется 3D модель разработанного изделия и комплект рабочих чертежей. В каком формате необходимо выдать результат - определяется исходя из особенностей дальнейшего производства изделия. Стоимость разработки рабочей конструкторской документации зависит от объема работ.

Конструирование и создание опытных образцов новых изделий, как правило, укладывается в следующий порядок действий: разработка технического задания; научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы; эскизный проект; 3д моделирование; разработка КД; изготовление опытного образца; испытания опытного образца; доработка КД по результатам испытаний, рис. 5. Возможны иные стадии работ, предшествующие серийному производству.

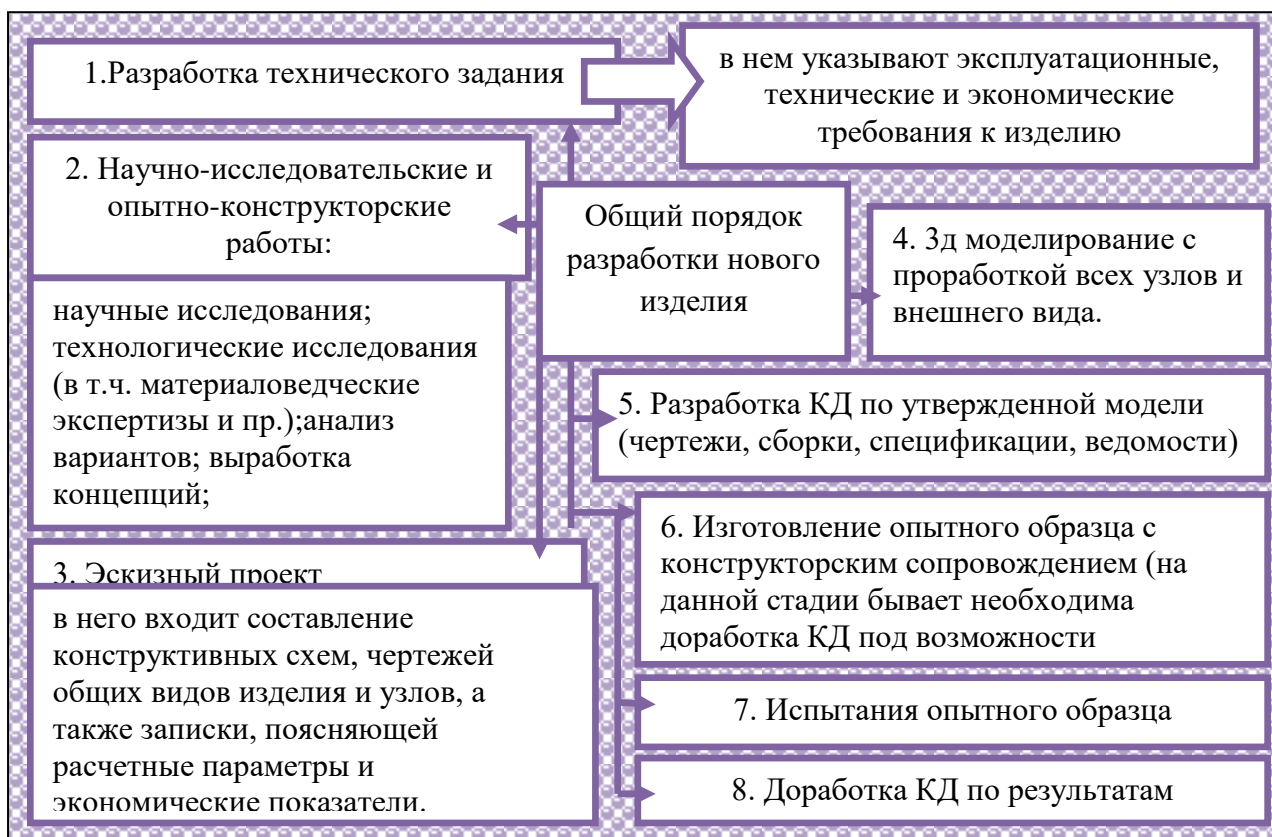


Рисунок 5. Общий порядок разработки нового изделия на предприятии АО «Конструктор»

Рассмотрим подробнее стадии разработки конструкторской документации на предприятии АО «Конструктор»: техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект, рабочая документация, рис. 6.

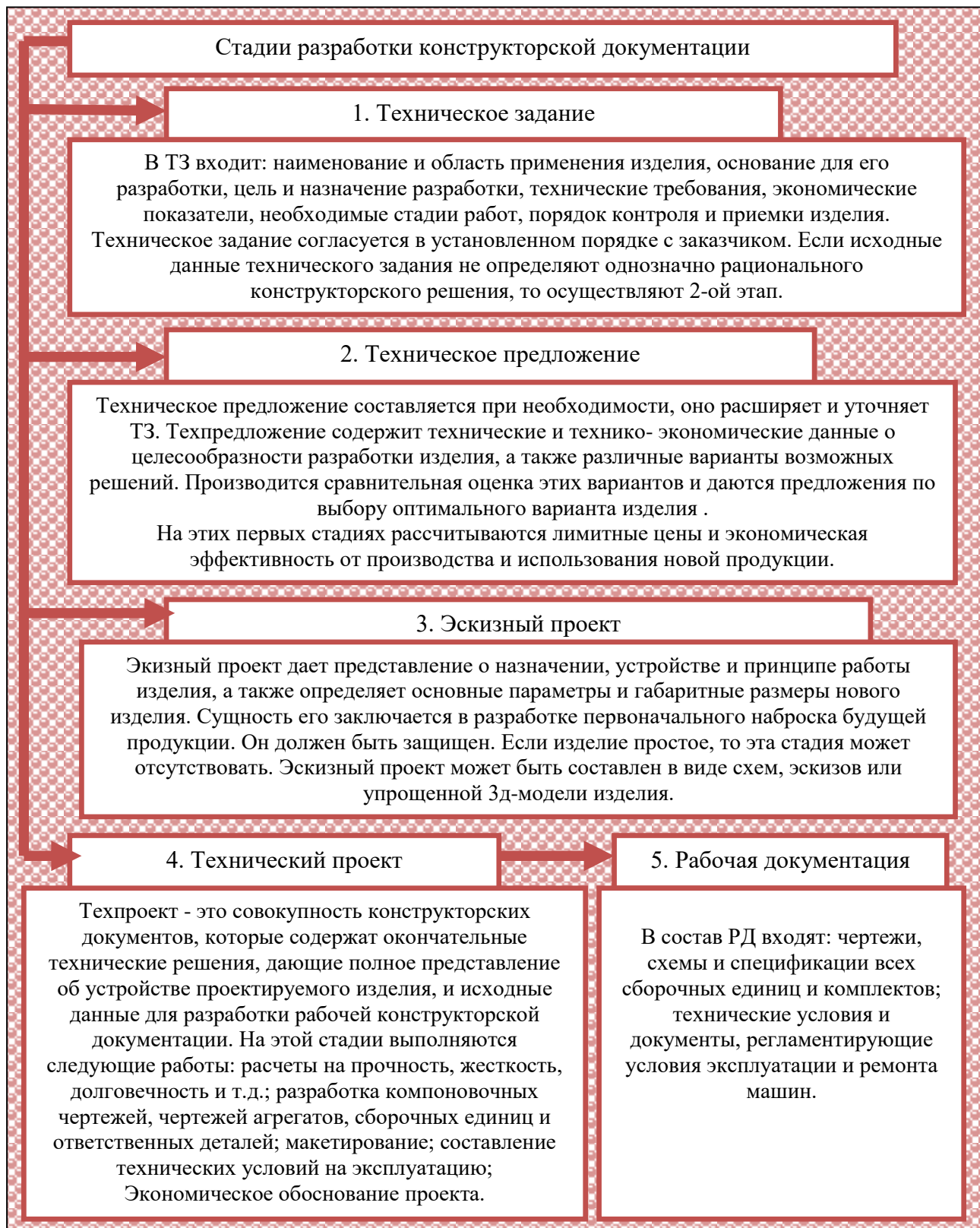


Рисунок 6. Стадии разработки конструкторской документации на предприятии АО «Конструктор»

Кроме разработки конструкторской документации компания АО «Конструктор» осуществляет конструкторское сопровождение. Рассмотрим подробнее для чего нужно конструкторское сопровождение. После разработки конструкторской документации чертежи передаются исполнителям: слесарям, токарям, фрезеровщикам, сборщикам, если это работа с металлом; столярам, плотникам, если это работа с деревом; литейщикам, формовщикам, если это работа с пластмассами, и т.п. Не всегда на этих позициях работают люди, профессионально разбирающиеся в конструкторских обозначениях. Каждый чертеж, кроме проекций и размеров, может содержать в себе много дополнительной информации в виде выносок, сечений, технических требований. Это могут быть верхние и нижние отклонения, обозначения сварки, гидравлика, расчеты, значения прочности.

Существуют допустимые и недопустимые обозначения. На чертежах, созданных специально для низкоквалифицированных рабочих, комментарии могут быть написаны простым, доступным языком. Но если чертеж выполнен по ЕСКД, то многое обозначается специальными символами и сокращениями. В процессе работы у исполнителя могут возникнуть вопросы по однозначной трактовке чертежей. В условиях ограниченного времени самостоятельный поиск ответов может стать настоящей проблемой, а в худшем случае привести к ошибкам в производственном процессе и в результате к браку. Конструкторское сопровождение, как правило, предусматривает личное присутствие конструктора на производстве, для того чтобы иметь возможность в личном общении с исполнителем, наглядно на чертежах, объяснить, что заложено в чертеже и как на выходе получить задуманную разработчиком конструкцию. Таким образом, конструкторское сопровождение – это техническая поддержка и консультации конструктора на этапе воплощения чертежа в готовое изделие. Итак, выше были рассмотрены основные этапы работ на стадиях жизненного цикла продукции. Отметим, что для проектирования, в том числе и разработки конструкторской иной документации применяется автоматизация с помощью различных программных продуктов, описанных выше. Здесь лишь отметим, что основной программный продукт для проектирования – это «Компас 3D». Рассмотрим подробнее функции этой программы. [35]

Компас это комплексная система автоматизированного проектирования (САПР). Она направлена не только на создание объемных цифровых вариантов изделий, но и на разработку чертежей, проектирование различных систем (в том числе кабельных) и создание соответствующей документации. В целом, функционал программы довольно широк, за счет чего она пользуется определенной популярностью, особенно среди начинающих инженеров. Основными функциями программы Компас 3D являются: твердотельное и параметрическое

3D моделирование; наличие стандартных библиотек моделей; построение чертежей и составление технической документации; возможность проектирования изделий из листового материала; учет допусков; огромное количество инструментов, рис. 7.

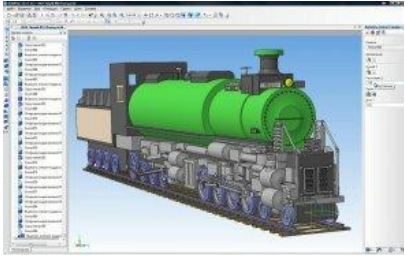

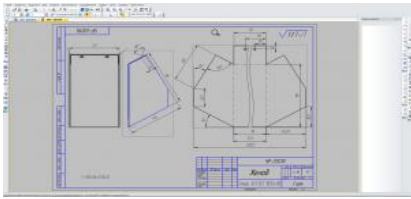
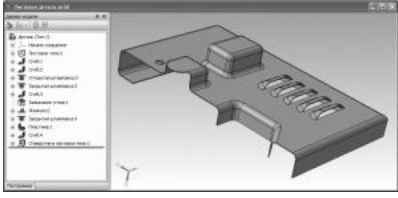
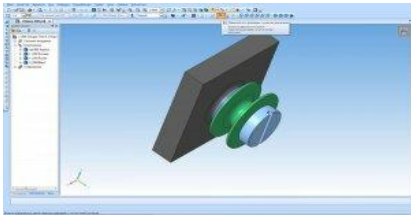
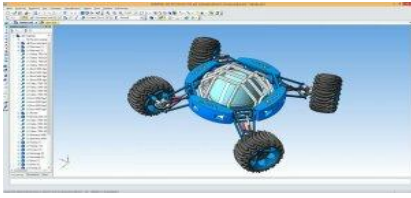
Функции программы «Компас 3D»	
<p>Твердотельное и параметрическое 3D моделирование.</p> <p>Этот процесс очень напоминает моделирование в SolidWorks. 3D модель строится на основе эскизов, к которым применяются стандартные операции. Также есть возможность включения привязок и уравнений</p>	
<p>Наличие стандартных библиотек моделей.</p> <p>В приложении присутствует встроенный каталог готовых моделей. В основном это распространенные технические детали</p>	
<p>Построение чертежей и составление технической документации. Изначально Компас-3D был ориентирован именно на 2D проектирование, потому алгоритм разработки чертежей в нем реализован на высшем уровне</p>	
<p>Возможность проектирования изделий из листового материала. Очень полезная функция, грамотно реализованная в программе. Учтено проектирование множества элементов, включая сгибы, отверстия, вырезы, штамповки и т.д.;</p>	
<p>Учет допусков. Компас-3D – это комплексное приложение для проектирования, в котором при создании модели есть возможность учесть всевозможные допуски, усадку, свойства материала и даже технологию производства конечного изделия</p>	
<p>Огромное количество инструментов.</p> <p>Разработчиками предусмотрено множество полезных функций и инструментов, максимально упрощающих 3D моделирование</p>	

Рисунок 7. Функции программы «Компас 3D»[35]

Программа «Компас 3D» имеет свои особенности, которыми отличается от других, табл.5.

Таблица 5

Особенности программного продукта «Компас 3D»[35]

№ п/п	Особенности	характеристика
1	Собственное ядро.	Программа построена на собственном, уникальном ядре, максимально поддерживающем функции приложения;
2	Русскоязычный интерфейс	Приложение полностью на русском языке и имеет довольно простой и понятный интерфейс, разобраться в котором не составит труда;
3	Интеграция с другими программами	Все, созданное в Компасе, есть возможность перенести в другие САПР и без проблем работать с исходными данными;
4	Поддержка различных файловых форматов	То есть не возникнет проблем с экспортом или импортом созданных изделий: программа поддерживает наиболее популярные форматы файлов;
5	Возможность проектирования трубопроводов, кабелей и кабельных систем.	Благодаря САПР большую часть работы можно выполнить автоматически, без значительных усилий. Эта возможность значительно упрощает проектирование на различных предприятиях;
6	Встроенный модуль	Встроенный модуль для создания электрических цепей

В целом, программный продукт «Компас 3D» представляет собой довольно функциональную программу, программа содержит необходимое количество инструментов и функций и охватывает широкий спектр специфических задач. Основными положительными сторонами программы являются: простота в освоении; обширная библиотека стандартизированных изделий; русскоязычная поддержка и множество дополнительной информации на русском языке; масштабное и продуманное проектирование в 2D; возможность учета свойств большого количества материалов. Однако, несмотря на это, следует выделить и недостатки программного продукта. Для того, чтобы подробнее рассмотреть минусы программы, целесообразно перейти к следующему параграфу исследования.

2.3.Сложности в организации отслеживания и документирования требований в процессе проектирования на разных стадиях жизненного цикла продукции

Применение программного продукта «Компас 3D» на предприятии АО «Конструктор» нельзя назвать успешным, так как данный программный продукт имеет ряд недостатков в отличие от других более совершенных программных средств для проектирования на различных этапах жизненного цикла продукции. Рассмотрим основные недостатки

программы «Компас 3D». Многие операции в программе нужно подтверждать, если это не делать, то выполненные действия не сохраняются. В «Компас 3D» существует возможность сохранения файла во многих форматах, например, CDW, JPEG, CAD и другие форматы, однако, эти форматы можно открыть в других программах, и не обязательно иметь КОМПАС или например, AVTOSCAD. Работа с программой «Компас 3D» требует большего напряжения, усиленного внимания и неоднократного повторения некоторых действий. При работе в «Компас 3D» необходимо отслеживать стиль линии, который отображается в «подсказке» на рабочем поле или в «панели свойств». К примеру, в других программах, при создании эскиза в среде SolidWorks нет необходимости отслеживать стиль линии, автоматически отображаются используемые взаимосвязи (горизонтальность, вертикальность, совпадение точек). Отметим, что в программе «Компас - 3D» при выполнении эскиза элемента детали необходимо отслеживать стиль линии, но при этом невозможно отслеживать правильность построения примитивов т. е. на рабочем поле автоматически не отображаются взаимосвязи примитивов. Правильность построения примитивов эскиза можно отслеживать только командой «отобразить степени свободы», что требует дополнительных затрат времени и внимания. При этом совсем не обязательно, что найдется правильное решение. Для каждого примитива, своя команда размера (для окружности, для угла, для радиуса, для отрезка и т. д.). При редактировании примитивов эскиза (линия, окружность, дуга, многоугольник) поставленный размер в некоторых случаях живет «своей жизнью» т. е. изменение геометрии примитива не влечет изменение его размера. При простановке размера нужно контролировать правильность выполнения этой команды. Поэтому при выполнении эскиза в программе «Компас 3D» затрачивается времени в полтора – два раза больше, чем например, в программе SolidWorks. Кроме этого, случаются проблемы при импорте 3D моделей из других программ, проектировать в 3D сложнее, чем в 2D; плохо реализована возможность визуализации; не слишком хорошо оформлена система поверхностного моделирования. [34]

Более новый и совершенный программный продукт SolidWorks имеет больше преимуществ по сравнению с «Компас - 3D», в частности, программы отличаются по показателям: подобия объекта, зеркального отображения в эскизах, зеркального отображения сгибов, выдавливания нескольких контуров, проецирования криволинейных ребер, текстуры. Рассмотрим подробнее недостатки программного продукта «Компас - 3D» в отличие от возможностей программы «SolidWorks».

1.Подобие объекта. При запуске команды «Подобие объекта» в КОМПАС-3D, можно создать подобие объекта, только тех, которые лежат в плоскости эскиза. В то же время SOLIDWORKS позволяет выбирать любое ребро, даже за границами эскиза, рис.8.

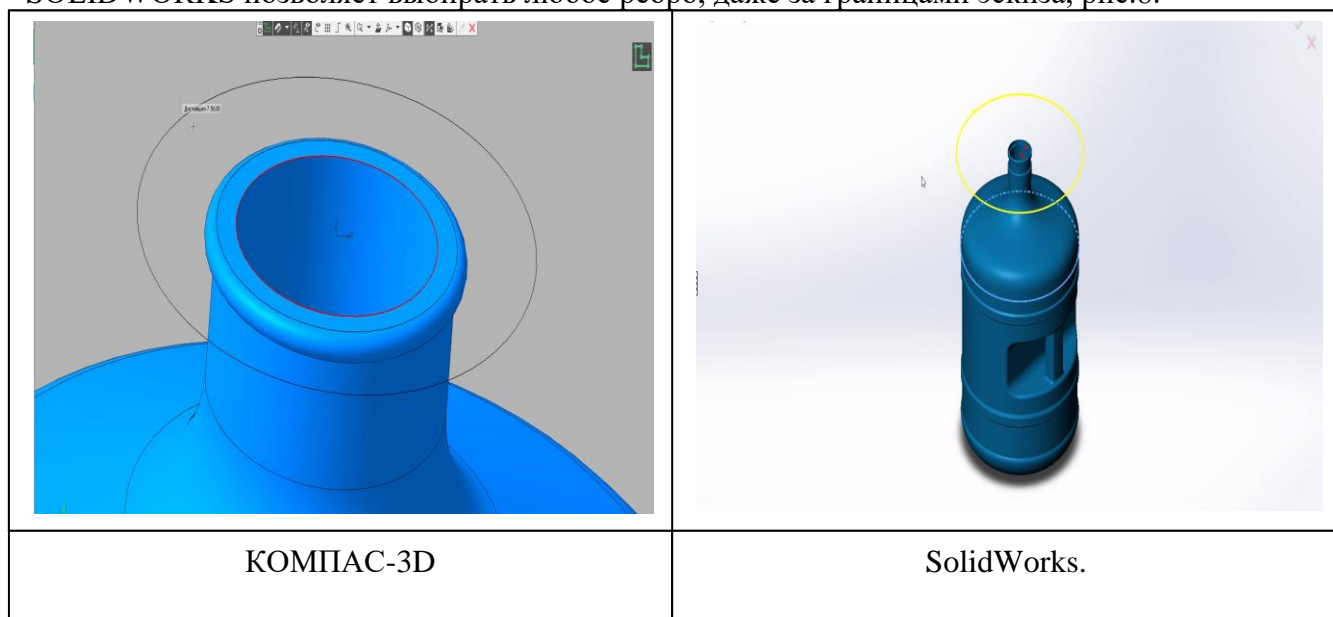


Рисунок 8. Пример работы функции «подобие объекта» в КОМПАС-3D и SolidWorks.[34]

2. Зеркальное отображение в эскизах. При зеркальном отображении эскиза в Компас-3D, эскиз становится не доопределённым, так как зависимости и ограничения не отображаются зеркально. В SOLIDWORKS эта функция реализована более профессионально и при зеркальном отображении все зависимости и ограничения отображаются вместе с эскизом, рис.9.

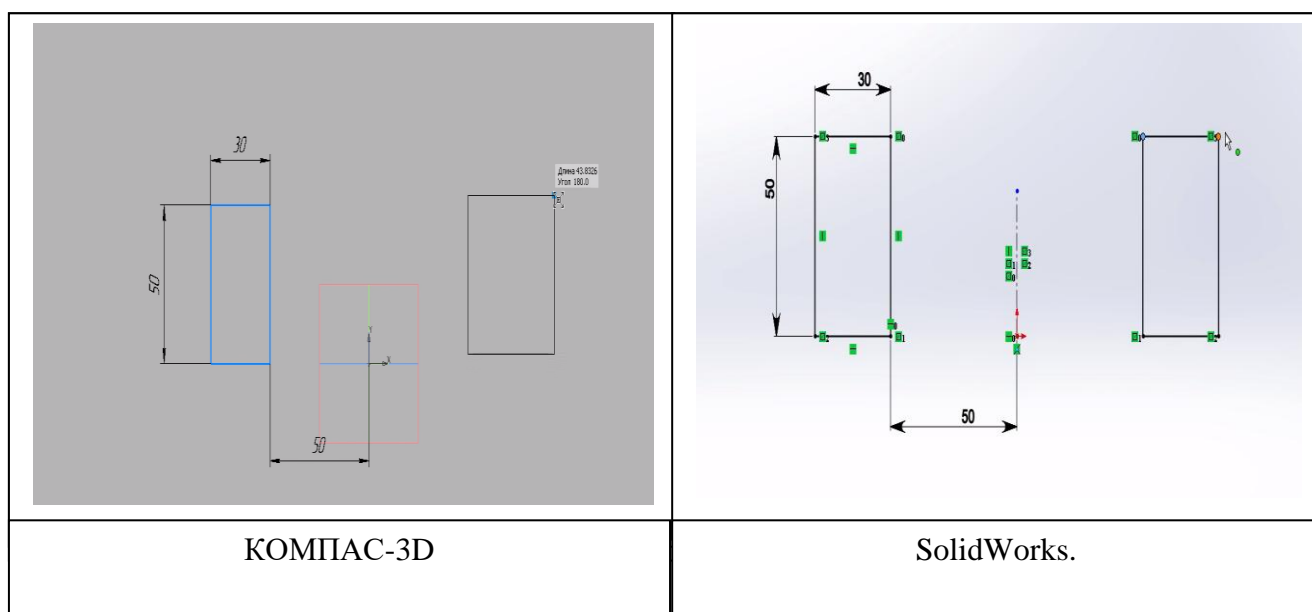


Рисунок 9. Пример работы функции «зеркальное отображение в эскизах» в Компас-3D и SolidWorks[34]

3. Зеркальное отображение сгибов. К сожалению, в Компас-3D не реализована функция зеркального отображения сгибов, что является большим минусом по сравнению с SOLIDWORKS, в котором эта функция реализована. Это очень удобно, так как позволяет создавать симметричные модели быстрее, создавая половину, а вторую зеркально отображать, рис.10.

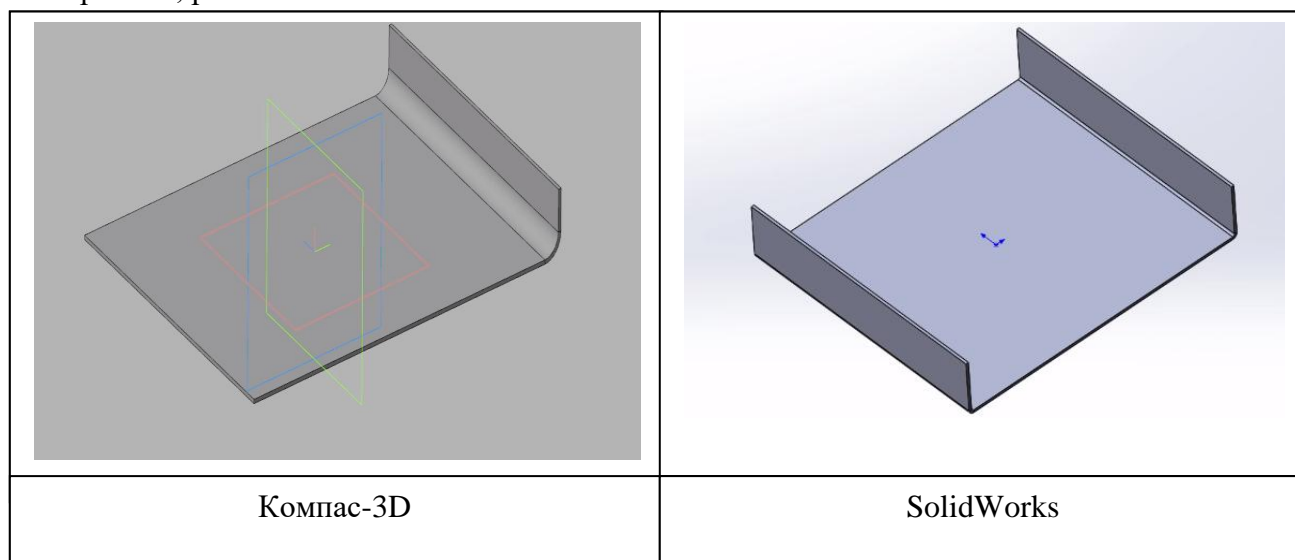


Рисунок 10. Пример работы функции «зеркальное отображение сгибов» в Компас-3D и SolidWorks[34]

4. Выдавливание нескольких контуров. Очень удобно в КОМПАС-3D реализована функция выдавливания контуров, однако SOLIDWORKS превзошел своего конкурента тем, что в КОМПАС-3D выдавливать можно только контуры имеющие самопересечение, в то же время в SOLIDWORKS можно выдавливать несколько контуров, рис.11.

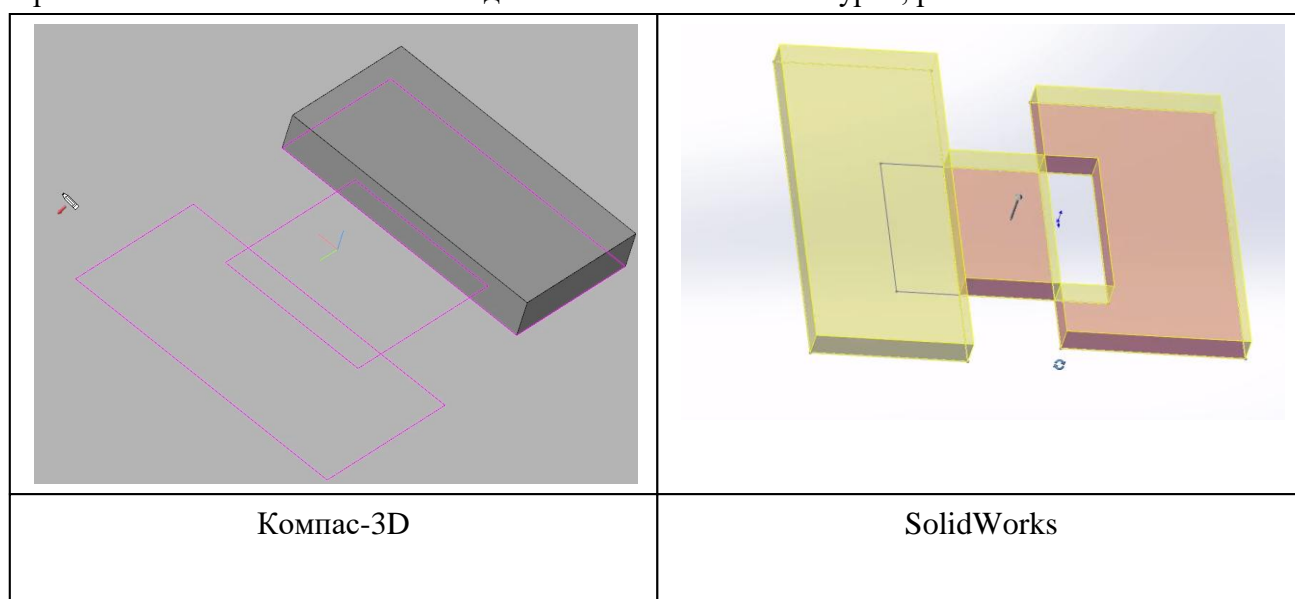


Рисунок 11. Пример работы функции «выдавливание нескольких контуров» в Компас-3D и SolidWorks[34]

5. Проецирование криволинейных ребер. Данная функция реализована только в SOLIDWORKS, в Компас-3D спроецировать можно только прямолинейные ребра, рис.12.

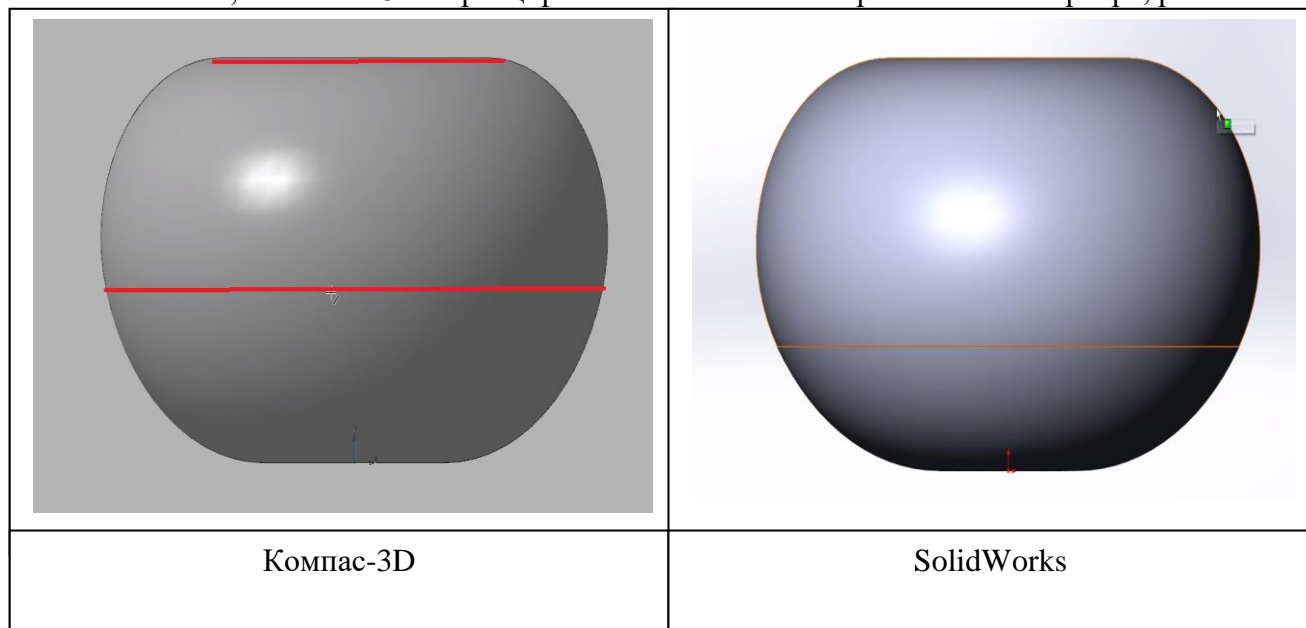


Рисунок 12. Пример работы функции «проецирование криволинейных ребер» в Компас-3D и SolidWorks[34]

6. Текстуры. В Компас-3D можно лишь выбирать цвет из палитры. В SOLIDWORKS же можно применять текстуры как к детали целиком, так и к телу либо поверхности, рис.13.

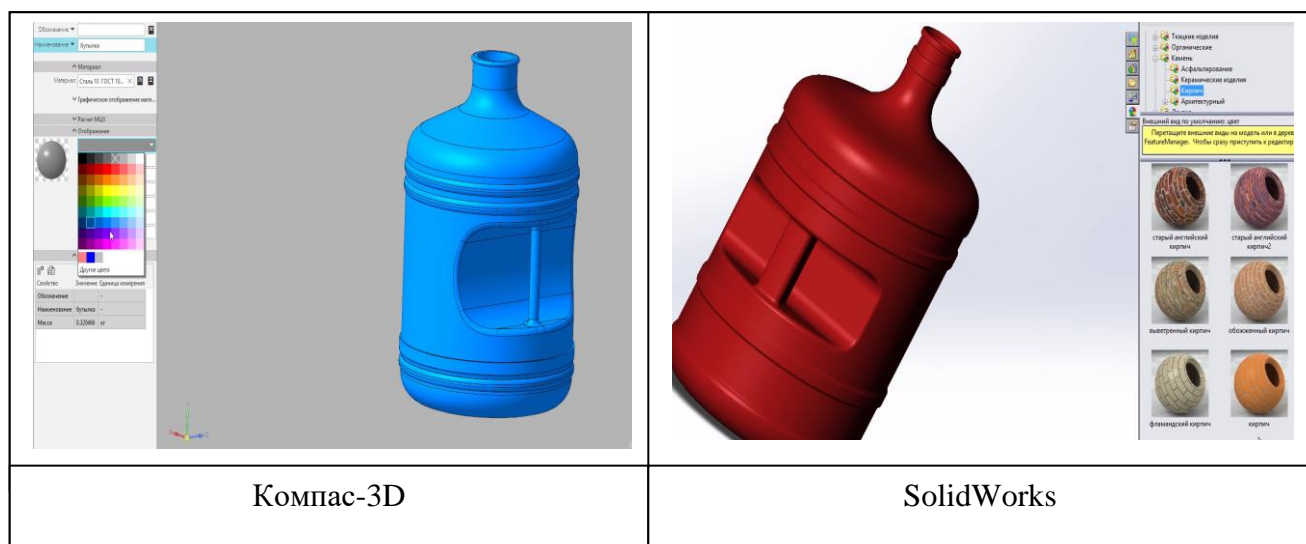


Рисунок 13. Пример работы с текстурами в Компас-3D и SolidWorks[34]

Таким образом, представленный анализ показал, что программный продукт «SolidWorks» намного превосходит «Компас-3D», при этом основными недостатками «Компас-3D» являются: многие операции в программе нужно подтверждать, если это не делать, то выполненные действия не сохраняются; выполнении эскиза элемента детали необходимо отслеживать стиль линии, но при этом невозможно отслеживать правильность построения примитивов; при выполнении эскиза в программе «Компас 3D» затрачивается

много времени случаются проблемы при импорте 3D моделей из других программ, проектировать в 3D сложнее, чем в 2D; плохо реализована возможность визуализации; не слишком хорошо оформлена система поверхностного моделирования и другое. Качество выполнения обязанностей конструкторов напрямую зависит от выбранных для работы программ. Следовательно, перевод инженерных данных компании АО «Конструктор» под управление более совершенного программного продукта PLM-системы является необходимостью. Для того, чтобы описать Организационно-технические предпосылки перевода и выбрать наиболее подходящий программный продукт, перейдем к следующим параграфам исследования.

2.4 Организационно-технические предпосылки для перевода инженерных данных АО «Конструктор» под управление PLM-систем

Прежде, чем определиться с выбором программного продукта на предприятии АО «Конструктор» для совершенствования системы проектирования, необходимо провести краткий сравнительный анализ наиболее популярных программных продуктов. Сегодня проектирование изделий ведётся двумя основными способами — работа с их плоскими изображениями в двумерном пространстве и 3D-моделирование изделий с последующим выполнением при необходимости плоских изображений в автоматическом режиме. Первый способ проектирования сложился исторически, причём такое проектирование может вестись как с применением компьютера, так и без него. Основным его недостатком является трудоёмкость автоматизации подготовки конструкторской документации, расчётов проектируемых изделий. Процесс поиска оптимального решения требует внесения изменений на разных стадиях проектирования, что, как правило, требует переработку плоских изображений проектируемых изделий. Причём даже простейшая модернизация существующего изделия требует переработки всей конструкторской документации, что является трудоёмкой рутинной задачей, сопровождающейся неизбежными ошибками. Такую работу достаточно сложно автоматизировать.

При проектировании с использованием 3D-моделей разрабатываются непосредственно виртуальные образцы изделия, производятся необходимые с ними расчёты и в автоматическом режиме создаётся не содержащая типовых ошибок необходимая конструкторская документация. При модернизации изделия требуется только изменить требуемые параметры модели, а изменение конструкторской документации, может

происходить в автоматическом режиме. В этом преимущество 3D-моделирования, хотя в некоторых случаях, связанных с разработкой принципиально новых изделий, оно оказывается менее быстрым и более трудоёмким типом проектирования.

Среди систем автоматизированного проектирования (САПР) наибольшую популярность сегодня приобрели так называемые системы среднего класса в частности: SolidWorks, Autodesk Inventor и Компас 3D.[33] Трёхмерные модели строят на основе эскизов, которые определяют размеры, формы контуров и траекторий. Построение эскиза начинается с выбора плоскости, на которой строятся объекты геометрии. Плоскость, выбранная первой для рисования, определяет ориентацию детали. Контур может быть замкнутым или разомкнутым. При разомкнутом строится тонкостенный элемент. В эскизе может быть один или несколько контуров, которые для создания твердотельной модели должны быть замкнуты.

В системе SolidWorks один эскиз можно использовать для нескольких операций. Можно выбирать контуры эскиза и кромки моделей и применять к ним формообразующие операции. Это позволяет использовать неполный эскиз для создания элементов. При построении примитивов, автоматически отображаются используемые взаимосвязи. Команда «Автоматическое нанесение размеров» однозначно воспринимает конфигурацию любого примитива и позволяет проставлять размеры: отрезка, радиуса, угла, диаметра не выходя из команды. Правильность построения эскиза и его примитивов отображается черным цветом. Для создания модели гайки нажимной используется операция «Повернутая бобышка», поэтому в эскизе должна находиться ось вращения, нарисованная примитивом Линия. Стиль осевой линии вращения в системе SolidWorks не имеет значения. Пример выполнения эскиза в системе SolidWorks приведен на рис. 14.

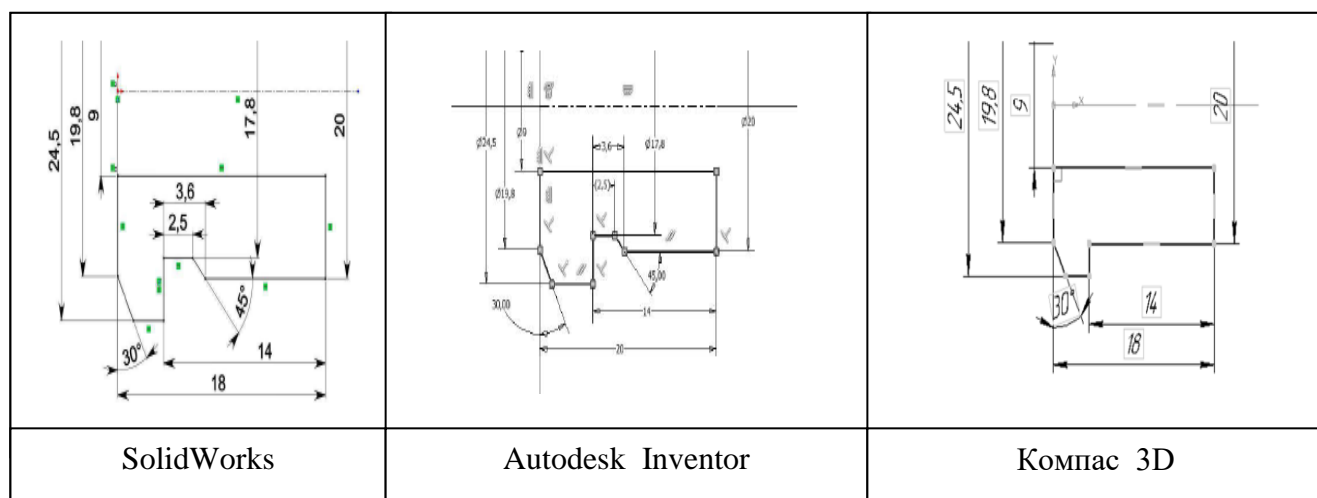


Рисунок 14. Пример выполнения эскиза в системе SolidWorks, Autodesk Inventor и Компас 3D[33]

Основные требования к эскизу в системе Autodesk Inventor - его линии не должны иметь самопересечений или накладываться друг на друга. Зависимости применяются автоматически, при построении примитивов, но так же их можно добавить или удалить позднее. Для этого служит клавиша F8 или кнопка в Строке состояния «Показать все зависимости». Для создания всех типов размеров используется одна команда «Размеры». Правильность построения эскиза отображается в правом углу строки состоянием выражением «Полностью определено». Для создания модели гайки используется операция «Вращение». Ось вращения может быть нарисована командой Отрезок. Стиль линии не имеет значения. Пример выполнения эскиза в системе Autodesk Inventor приведен на рис.14.

В системе Компас 3D при выполнении эскиза необходимо, чтобы контур отображался стилем линии Основная. Линии эскиза не должны пересекаться или накладываться. При этом невозможно отслеживать правильность построения примитивов т.к. на рабочем поле автоматически не отображаются взаимосвязи примитивов. Правильность построения примитивов эскиза можно отслеживать только командой «отобразить степени свободы», что требует дополнительных затрат времени и внимания. Для каждого примитива, своя команда размера (для окружности, угла, радиуса, диаметра и т.д.). Для использования команды «Операция вращения», в эскизе должна находиться одна ось, изображенная в виде отрезка любой длины со стилем линии Осевая. Пример выполнения эскиза в системе Компас 3D приведен на рис.14.

Система Компас 3D - это отечественная разработка, которая изначально создавалась под российские стандарты. Компас 3D располагает целым рядом библиотек. Поэтому при создании эскиза гайки нажимной мы ограничились только основным контуром. Проточку можно сделать после выполнения команды «Операция вращения» используя Менеджер библиотек. В системах SolidWorks и Autodesk Inventor проточка вырисовывается вручную при создании эскиза. В программах SolidWorks, Autodesk Inventor и Компас 3D резьба - лишь условное изображение на теле модели. Условное изображение резьбы, добавленное к 3D модели, автоматически переносится на все виды чертежа детали. На рис.15 представлены модели, сделанные в SolidWorks, Autodesk Inventor и Компас 3D.



Рисунок 15. Модели детали, сделанные в SolidWorks, Autodesk Inventor и Компас 3D[33] [11]

Трехмерные модели изделий создаются с целью получения конструкторской документации, в том числе чертежей изделий. В системах SolidWorks, Autodesk Inventor и Компас 3D имеется возможность создания ассоциативных чертежей трехмерных изделий. В таких чертежах все виды связаны с моделью так, что изменения в модели приводят к изменению изображения в каждом ассоциативном виде. Оформление чертежа производится поочередно в отдельных видах и включает проведение осевых линий, нанесение размеров и выполнения необходимых надписей. На заключительном этапе заполняются графы основной надписи. В системе Компас 3D можно задать свойства модели (наименование, обозначение, название материала, плотность материала, цвет и т.д.). Некоторые из свойств модели отображаются в основной надписи чертежей. В настоящее время система SolidWorks еще не полностью адаптирована для построения чертежей в соответствии с ЕСКД. Поэтому необходимо сделать дополнительные настройки для изменения размера шрифта, стиля размеров, цвета, стрелок и других параметров оформления и создать шаблон на основе этих параметров. В системах SolidWorks, Autodesk Inventor размеры ведут себя адекватно и при изменении модели перемещаются автоматом вместе с геометрией детали. Пример чертежа, созданного в системе SolidWorks, представлен на рис. 16.

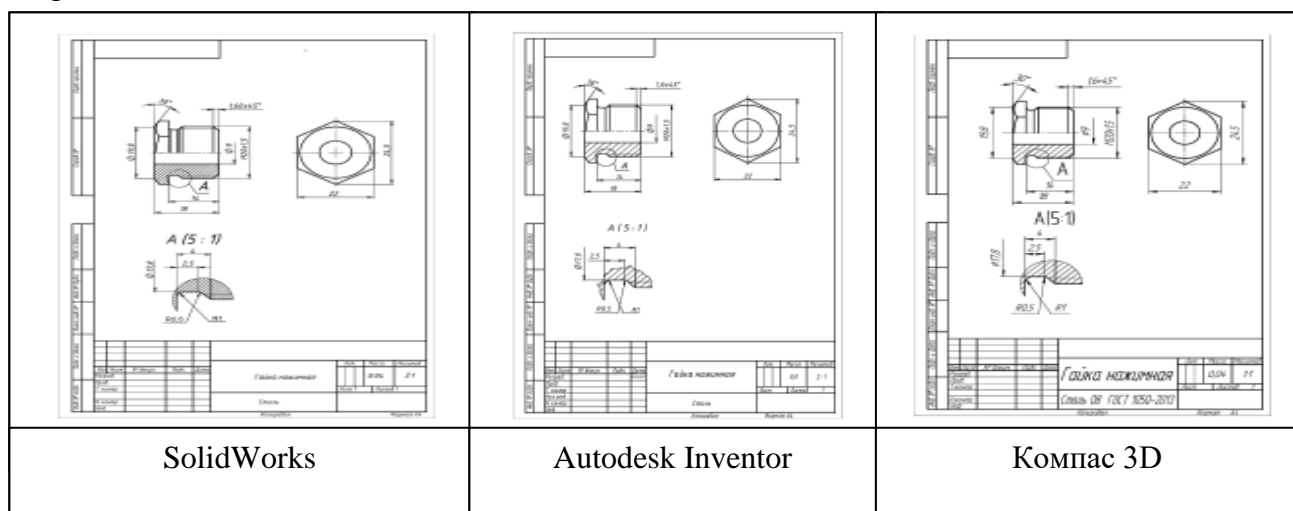


Рисунок 16. Примеры чертежа в программах SolidWorks, Autodesk Inventor и Компас 3D[33] [11]

В Autodesk Inventor поддерживаются связи между моделями и чертежами. По умолчанию чертеж автоматически обновляется при редактировании модели и всегда отражает текущее состояние модели. Пример чертежа, созданного в системе Autodesk Inventor, представлен на рис. 16. В системе Компас 3D до сих пор нет связи размерных линий на чертеже с геометрией модели. После изменения модели нужно корректировать

чертеж и тратить время на изменение размеров, которые «слетели» и находятся в воздухе. Пример чертежа, созданного в системе Компас 3D, представлен на рис. 16.

Однозначно сказать, какая из систем лучше - достаточно трудно, однако, не стоит так категорично относиться к программам, а лучше комбинировать и применять по ситуации ту или иную программу. Например, для простых деталей и сборок, где много стандартизированных узлов, и необходимо сделать большой объем чертежей, то здесь подойдет Компас 3D, если же необходимо работать над созданием деталей со сложной геометрией и качество трехмерного изображения, на первом плане, то лучше и быстрее ее будет изготовить с помощью SolidWorks или Autodesk Inventor. Поэтому для предприятия АО «Конструктор» целесообразно в дополнение к существующим программным продуктам, внедрить еще более совершенный. При этом, на сегодняшний день, наибольшую популярность все же приобрел программный продукт «SolidWorks», таким образом, целесообразно все же именно этот программный продукт рассматривать для внедрения на конструкторском предприятии. Для того, чтобы оценить возможности программы, перейдем к следующему параграфу исследования.

2.5 Выбор PLM-системы

Программа SolidWorks—это наиболее популярный инструмент для инженерного проектирования и 3D моделирования. Именно в этом пакете создается большинство технических деталей не только для 3D печати, но и для других технических целей. Итак, SolidWorks представляет собой мощный инструмент для 3D моделирования и автоматизированного проектирования сложных изделий различного назначения. По сути, это полноценный набор для конструирования изделий в цифровом виде, который содержит в себе множество дополнительных инструментов, позволяющих производить над моделью виртуальные технические испытания.

Рассматривать особенности программы SolidWorks стоит с перечисления особенностей приложения, которыми оно и привлекает миллионы пользователей со всего мира. SolidWorks считается неотъемлемой частью промышленных предприятий, задачей которых является разработка и производство изделий различного назначения. Сюда входят инженерные конструкции любой сложности, разнообразные детали и компоненты полноценных систем, и даже электрические схемы. Также нередко встречается применение программы в промышленном дизайне.[11]

На сегодняшний день программа доступна для работы лишь на операционных системах Windows. Она популярна не только благодаря широкому функционалу, но и за счет простоты в освоении и доступного интерфейса. К слову, интерфейс приложения полностью настраивается под нужды пользователя. Есть возможность изменить даже размеры значков, а начиная с версии SolidWorks 2016 интерфейс полностью переработан под мониторы со сверхвысоким расширением. Разработчики программного продукта SolidWorks также позаботились о создании дополнительных модулей, значительно увеличивающих возможности программы. Итак, вот что предлагает SolidWorks: твердотельное 3D моделирование; разработку сварных конструкций; расчеты на прочность; просчет гидро/аэродинамики; возможность создания чертежей; проектирование с учетом материала изделия; визуализацию; просчет на изгиб; работу с данными 3D сканирования (функция ScanTo3D); возможность проектирования изделий из листового металла; работу с электросхемами; возможность анимации готового изделия; экспорт данных в различные форматы. В программе очень удобно выполнять проектирование полноценных изделий, начиная с базовых этапов и заканчивая сборкой.

Рассмотрим возможности моделирования программы SolidWorks. На 3D моделировании в SolidWorks следует особо заострить внимание, ведь именно оно является основой проектирования любого изделия. Всего в программе доступно моделирование трех типов: твердотельное моделирование, поверхностное моделирование, каркасное моделирование, рис.17. [11]

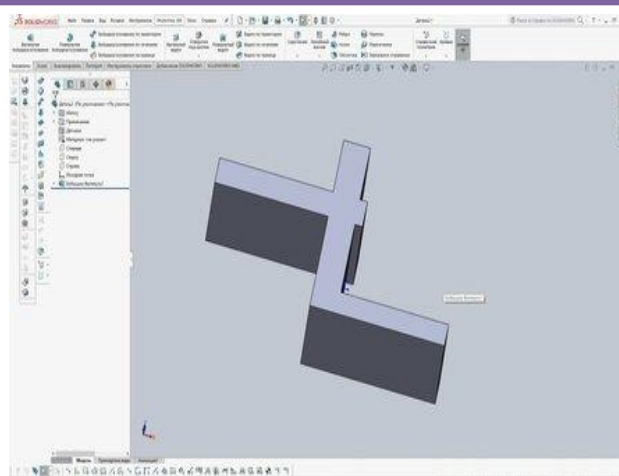
3D моделирование в программе происходит на основе эскизов: на базовой плоскости строится простейшая форма, к которой применяются различные операции. Основными из них являются вращение, выдавливание, вырез, в том числе по сечению и по траектории. Также есть возможность скругления, зеркального отражения объекта, создания тонкостенных элементов, резьбы и многое другое. Все функции вынесены на панель инструментов сверху, что позволяет с удобством управлять 3D моделью.

Кроме плоских эскизов, которые получают объем путем применения специальных инструментов, в SolidWorks есть возможность создания трехмерных эскизов. Работа с ними отдаленно напоминает 3D моделирование в других редакторах трехмерной графики и предоставляет более свободный подход к разработке моделей. Отдельно стоит отметить, что в SolidWorks используется древовидная структура отображения процесса работы над моделью. Таким образом, любое действие заносится в иерархию и может быть перемещено или изменено без лишних сложностей.

Виды моделирования в программе SolidWorks

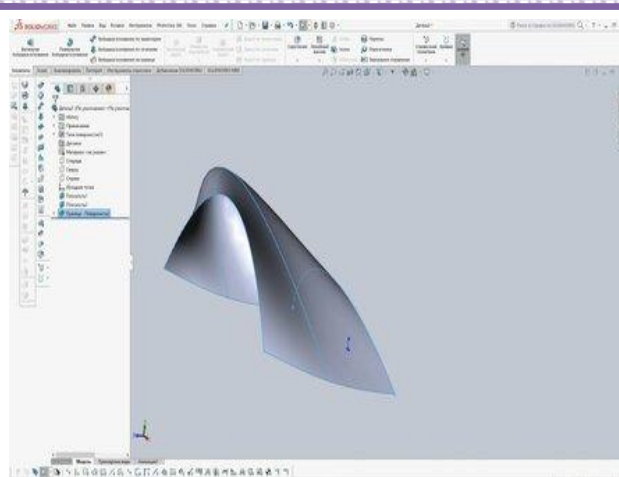
Твердотельное моделирование.

Разработка изделий, обладающих свойствами реальных физических объектов. Является идеальным вариантом для визуального представления проектируемых изделий, а также для 3D печати;



Поверхностное моделирование

В SolidWorks реализовано через работу с кривыми и сплайнами. Позволяет поучить изделия с гладкой поверхностью и плавными изгибами. Часто применяется в промышленном дизайне;



Каркасное моделирование

Так называемое «скелетное» представление 3D модели, дает представление о форме проектируемого объекта.

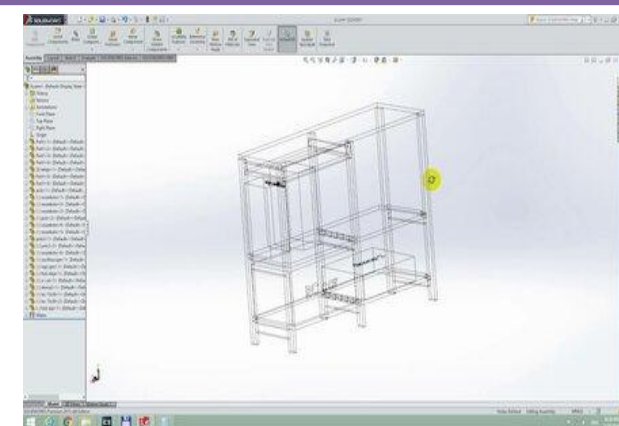


Рисунок 17. Виды моделирования в программе SolidWorks[10]

Следует также перечислить полезные функции SolidWorks:

1) Toolbox. Это целая библиотека стандартных компонентов и изделий, которая содержит в себе множество деталей различного назначения с самыми разнообразными параметрами. Очень часто среди них можно найти необходимый объект, либо же использовать стандартный компонент как болванку для дальнейшего модифицирования, рис.18.

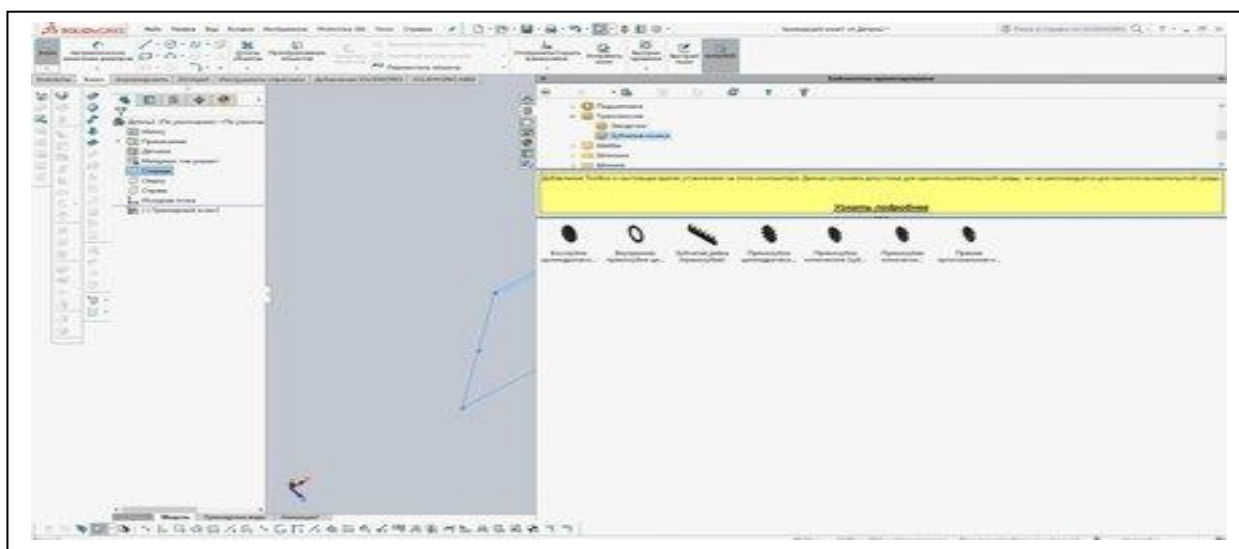


Рисунок 18. Toolbox в программном продукте SolidWorks[33]

2) Привязки. Одной из интересных особенностей программы SolidWorks является необходимость создания привязок в модели. То есть все элементы проектируемого изделия должны быть связаны между собой. Это делается для того, чтобы при внесении изменений в модель не произошло искажение всего объекта, рис.19.

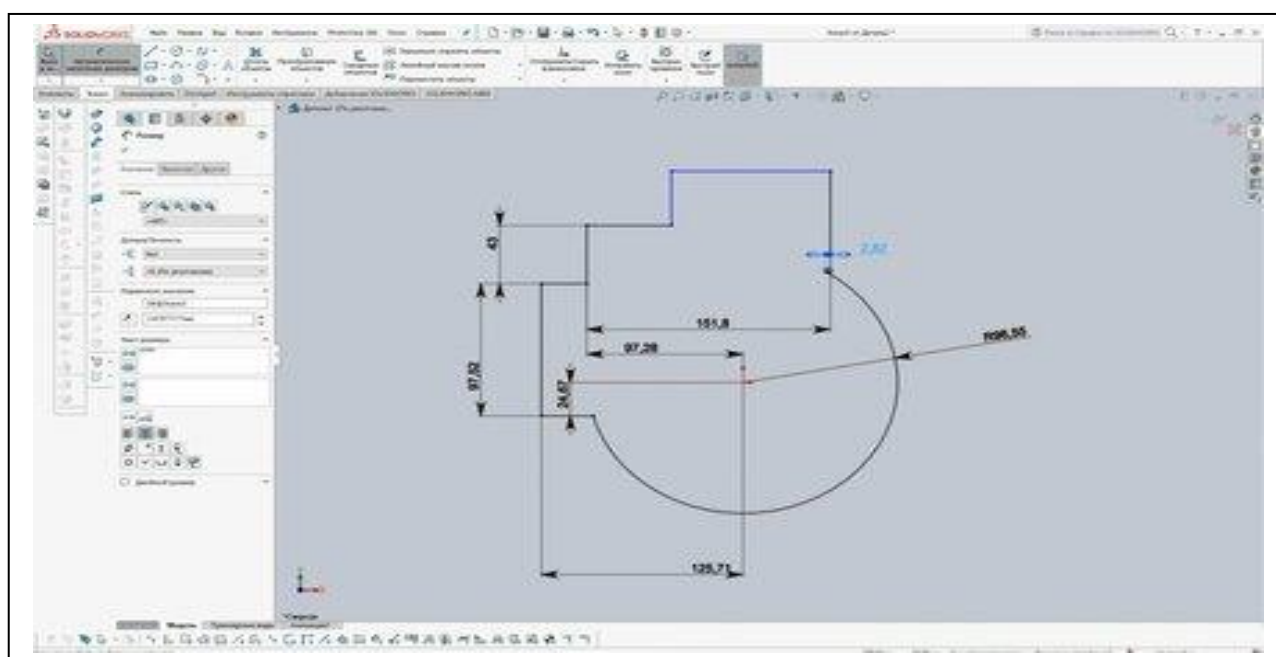


Рисунок 19. Привязки в программном продукте SolidWorks[33]

3) Работа с уравнениями. Это своеобразное ответвление предыдущей опции: в SolidWorks есть возможность связать всю модель при помощи уравнений, которые выносятся в отдельный текстовый документ. Таким образом, меняя один элемент в объекте, синхронно изменится вся модель, рис.20.

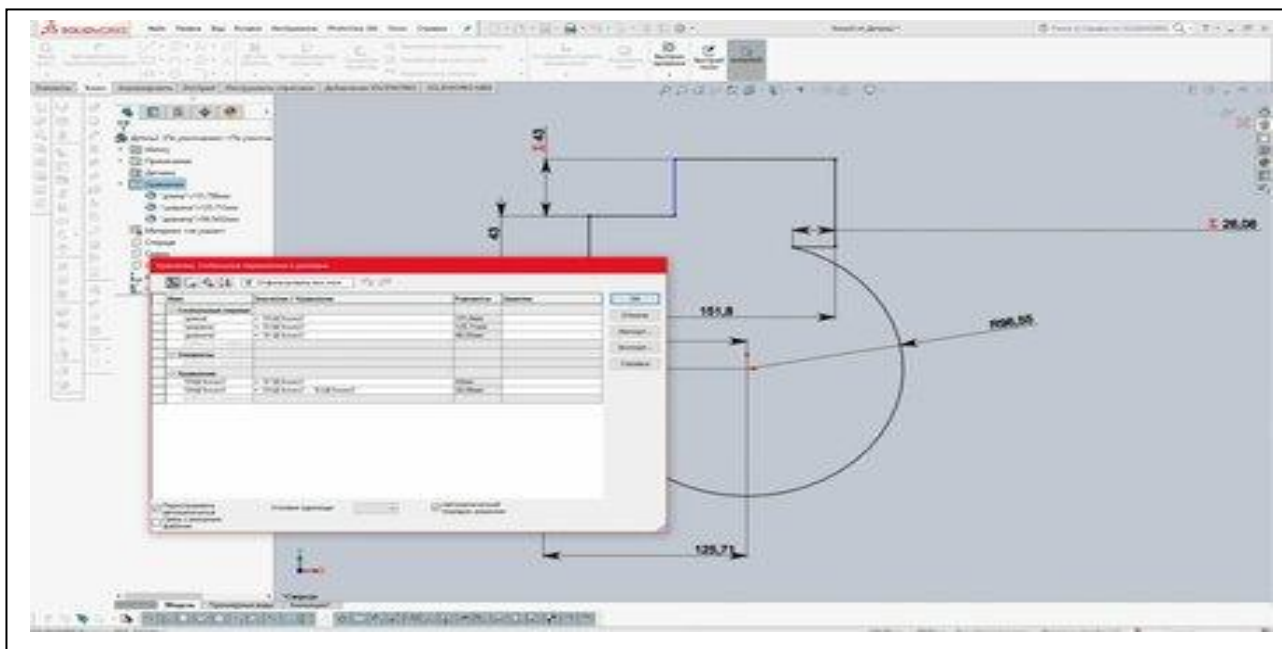


Рисунок 20. Работа с уравнениями в программном продукте SolidWorks[33]

Автоматическое построение чертежей с модели. Очень удобная особенность, незаменимая при проектировании технических изделий. Получение чертежей с готовой модели происходит всего в несколько кликов мышью, рис.21. [33]

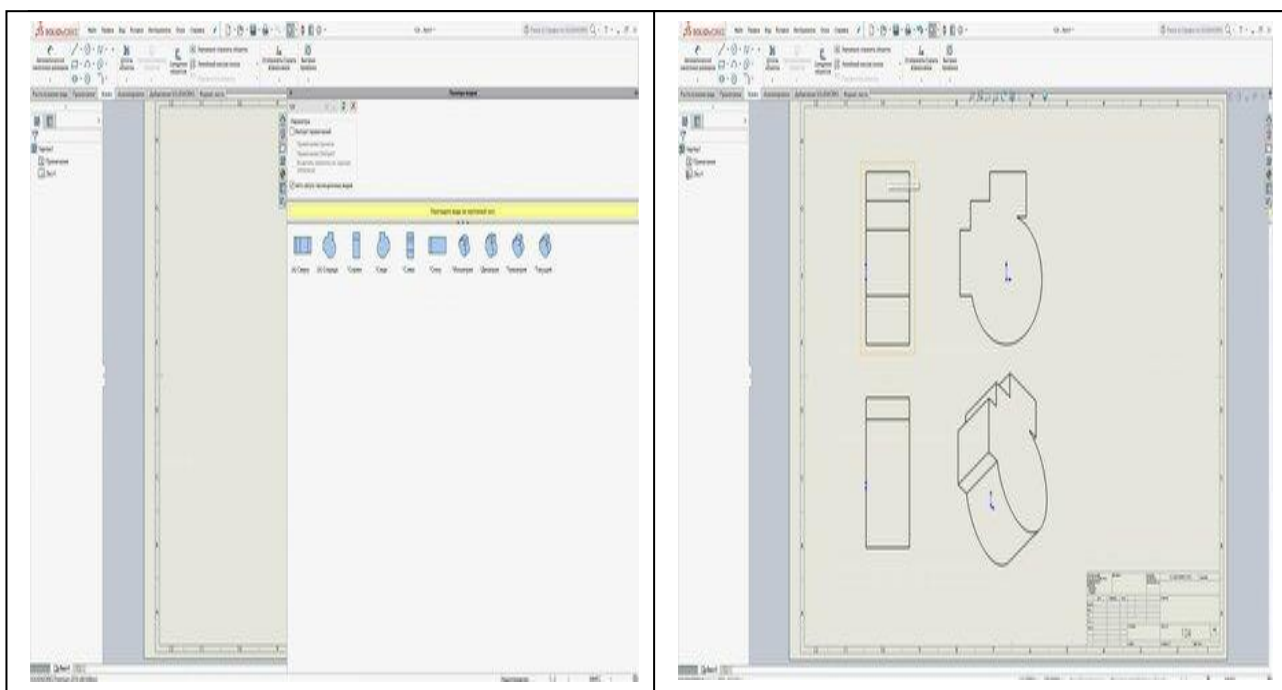


Рисунок 21. Автоматическое построение чертежей с модели в программе SolidWorks

Отдельно хочется описать еще одну особенность программы при поверхностном 3D моделировании. Даже выбрав такой путь создания изделия, есть возможность получения твердотельной модели, пригодной для воспроизведения на 3D принтере. Для этого в приложении предусмотрена функция сшивания поверхностей. Однако следует учесть, что следование такому алгоритму не гарантирует получения твердотельного изделия, потому при необходимости получения именно модели под 3D печать лучше изначально выбирать твердотельное 3D моделирование.

Подводя итоги, можно сказать, что программа SolidWorks заслуженно считается одной из самых популярных систем автоматизированного проектирования, полностью удовлетворяющей потребности разнообразных промышленных организаций и частных лиц. Это мощный инструмент для комплексного проектирования изделий и компонентов любой сложности, в том числе и для промышленного дизайна. В среде 3D печати SolidWorks остается наиболее распространенным приложением для создания технических компонентов и твердотельного моделирования в целом. Таким образом, внедрение данного программного продукта на предприятии принесет ощутимую пользу и откроет новые возможности в проектировании. Для того, чтобы подробнее оценить потенциальные возможности АО «Конструктор», к освоению выбранного решения, перейдем к следующему параграфу исследования.

2.6 Анализ потенциальных возможностей АО «Конструктор» к освоению выбранного решения

PLM-решение на основе программного продукта SolidWorks позволит компании АО «Конструктор» открыть новые возможности. В частности, с помощью данного решения, предприятие сможет на более высоком уровне осуществлять: конструкторское проектирование, технологическую подготовку производства, создавать архив утвержденной документации, рис.22. Конструкторское проектирование включает в себя: разработку изделий (проектирование механической части изделия, выпуск КД, проектирование РЭА), инженерные расчеты. С помощью данного продукта можно осуществлять следующие виды инженерных расчетов: расчет аэродинамических характеристик, прочностной, кинематический, динамический, геометрические расчеты и др.. Проектирование РЭА представляет собой: схематехническое проектирование, разработка блоков РЭА, разработку коммутационной части – жгуты и кабели и т.д.

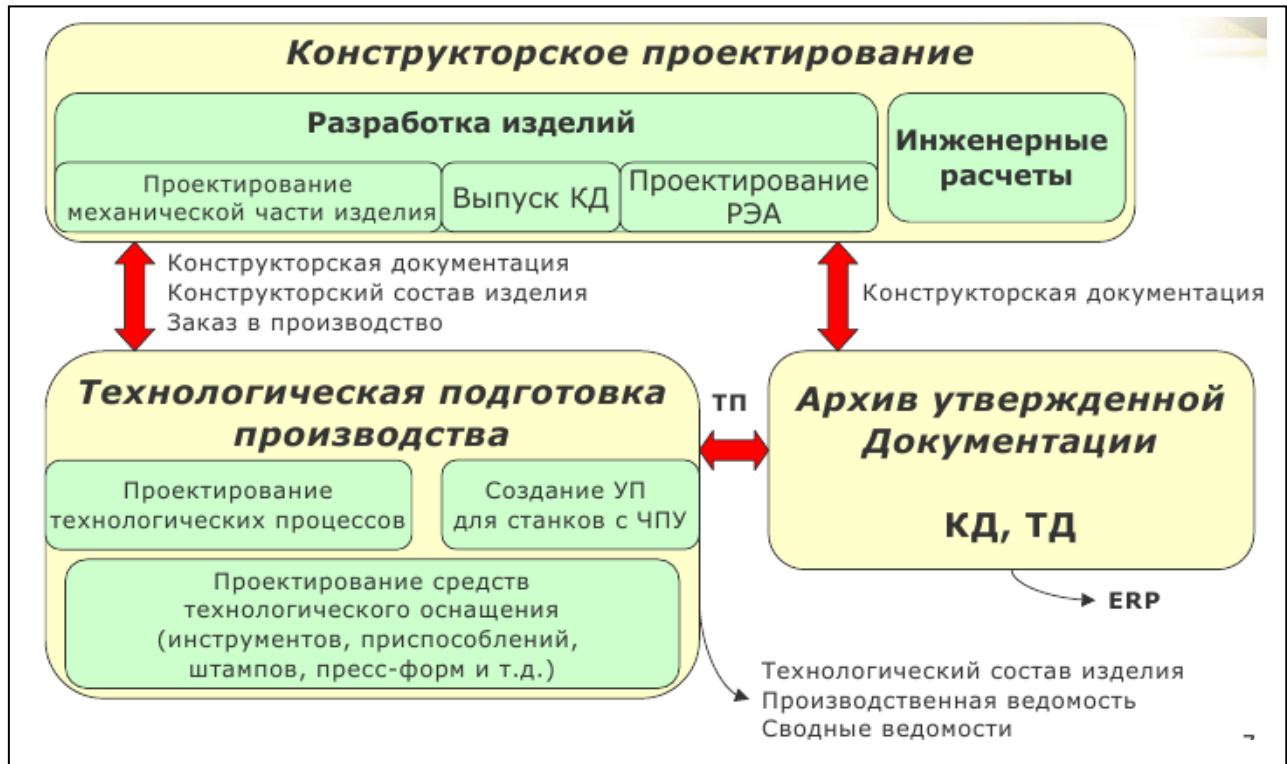


Рисунок 22. Потенциальные возможности предприятия АО «Конструктор» после внедрения программного продукта SolidWorks

Для разработки КД программа SolidWorks позволяет настраивать чертежный редактор на стандарт ГОСТ, осуществлять допуски, шероховатости, технические требования по ЕСКД; проводить настройку основных надписей по СтП, а также имеются возможности библиотеки условных обозначений. Библиотеки стандартных деталей включают в себя: крепеж, подшипники, прокатный сортамент, уплотнения и т.п.(болты, винты, гайки, шпильки, шайбы, шпильки, оси, автокрепежи и др.); стандарты ГОСТ, ISO, ANSI, BSI, DIN, JIS, CISC; проектировочные расчеты балок и подшипников. [10]

Создание интерактивной документации в программе SolidWorks представляет собой: средство просмотра и согласования документов; видеоролики; фотореалистичные изображения, создание Web-страниц. [33]

Технологическая подготовка производства включает в себя: проектирование технологических процессов(маршрутно-операционной технологии); создание УП для станков с ЧПУ(разработка программ для СЧПУ); проектирование средств технологического оснащения (инструментов, приспособлений, штампов, пресс-форм и т.д.). С помощью программы SolidWorks возможно проектирование и изготовление нестандартного оборудования и средств технологической оснастки.

Архив утвержденной документации –представляет собой организацию хранения документов, аутентификацию документов на бумажных носителях и документов в электронном виде; формирования текстовой конструкторской документации; ведение

структуры изделия; организация передачи данных в систему управления ресурсами MRP/ERP. Программный продукт поддерживает российские стандарты: настройка чертежного редактора на стандарт ГОСТ; допуски, шероховатости, технические требования по ЕСКД; настройка основных надписей по СтП и др. [33]

Итак, возможности программного продукта SolidWorks достаточно обширные и функционал превосходит аналогичные программы, в частности, программный продукт Компас 3D не является конкурентом, однако и эту программу не стоит игнорировать. Для совершенствования системы проектирования в организации, целесообразно дополнить систему программой SolidWorks.

Стоимость программы SolidWorks, ее установки не является высокой для такой компании как АО «Конструктор», в частности, SOLIDWORKS STANDARD (базовый функционал) стоит 374 тыс.руб. SOLIDWORKS PREMIUM(в дополнение к возможностям PROFESSIONAL и STANDARD) стоит 467 тыс.руб. SOLIDWORKS PROFESSIONAL (в дополнение к возможностям STANDARD) стоит 620 тыс.руб. [33]

Установкой программного обеспечения занимается множество инженерно-консалтинговых компаний, которые выполняют комплексные проекты по автоматизации процессов конструкторской и технологической подготовки производства машиностроительных предприятий и конструкторских бюро. Основными направлениями деятельности инженерно-консалтинговых компаний по установке SOLIDWORKS являются:

- 1)Аудит конструкторских служб и рекомендации по повышению эффективности работы;
- 2)Поставка инженерного программного обеспечения: SOLIDWORKS и PDM/PLM решений;
- 3)Запуск в эксплуатацию и сопровождение информационных систем класса PDM/PLM;
- 4)Подготовка инженерных кадров и курсы повышения квалификации: обучение работе в САПР; SOLIDWORKS (3D моделирование и оформление чертежей); инженерный анализ в SOLIDWORKS;
- 5)Адаптация SOLIDWORKS и разработка методик (СТП) по требованиям предприятия;
- 6)Разработка программного обеспечения по требованиям Заказчика;
- 7)Техническая поддержка и сопровождение SOLIDWORKS и PDM/PLM решений;
- 8)Интеграция информационных систем (PDM/PLM) с системами управления предприятием (ERP).

Инженерно-консалтинговые компании по установке ПО представляют базовую техническую поддержку и индивидуальную техническую поддержку: 1)Базовая техническая

поддержка: помощь в настройке и установке; предоставление информации о функционале; консультации по работе ПО; доступ к ресурсам разработчиков и др.; 2) Индивидуальная техническая поддержка: разработка специализированного функционала; адаптация SOLIDWORKS по стандартам предприятия; разработка методик проектирования (СТП); оптимизация работы SOLIDWORKS и др.

Поэтому, для компании АО «Конструктор» не составит большого труда в установке программного обеспечения и его сопровождения. Кроме этого, инженерно-консалтинговые компании предоставляют обучение инженеров по работе с ПО. Основные учебные программы: проектирование в SolidWorks (базовый курс); проектирование в SolidWorks (расширенный курс); работа с большими сборками в SolidWorks; управление инженерными данными (SWR-PDM/WorkFlow); инженерные расчеты в среде SolidWorks; проектирование пресс-форм и штамповой оснастки (MoldWorks); проектирование штампов для листовой штамповки (Logopress); механообработка и электроэрозия в среде SolidWorks (CAMWorks); проектирование электрожгутов (SWR-Электрика) и др.

Следует отметить, что несмотря на широкое распространение SOLIDWORKS в качестве базовой системы проектирования на предприятиях, статистика такова, что более половины инженеров не используют весь функционал SOLIDWORKS, позволяющий создавать изделия быстрее и лучше. Инженер тратит драгоценное время на «борьбу» с системой, вместо выполнения прямых функций – создания продукта. Итог — неэффективная работа всего отдела и огромная потеря времени и прибыли компании. Хуже всего, когда уровень знаний SOLIDWORKS в рамках одного отдела разный. Каждый проектирует в силу своих умений. Совместить потом такие разработки в единый проект - труднейшая задача. Поэтому сейчас множеством инженерно-консалтинговых компаний, предлагается обширная профессиональная подготовка инженерных кадров. Обращаясь к услугам сторонних организаций по установке ПО и обучению работников, предприятие АО «Конструктор» получит ощутимые выгоды, при этом компания имеет все возможности для этого, так как затраты на установку ПО и обучение кадров, нельзя назвать существенными. Предприятие ежегодно получает прибыли в разы превышающие затраты на данные мероприятия. Для того, чтобы рассмотреть экономические показатели АО «Конструктор» перейдем к следующему параграфу исследования.

2.7. Оценка результатов деятельности АО «Конструктор»

Оценим результаты деятельности предприятия АО «Конструктор» на основании данных бухгалтерского баланса и финансовой отчетности за 2016-2018гг. Основными показателями эффективности являются данные капитала и его структуры, показателей деловой активности, прибыли, рентабельности, финансовой устойчивости. Рассчитаем финансовые показатели по формулам, представленными в Приложении 5, расчеты представим в виде таблиц (Приложение 5). По имеющимся данным целесообразно рассмотреть динамику структуры активов и пассивов компании. За анализируемый период наблюдается рост общей суммы капитала организации на 36,18% и в 2018 г. капитал компании составил 6530 тыс. руб., рис.23. [8]

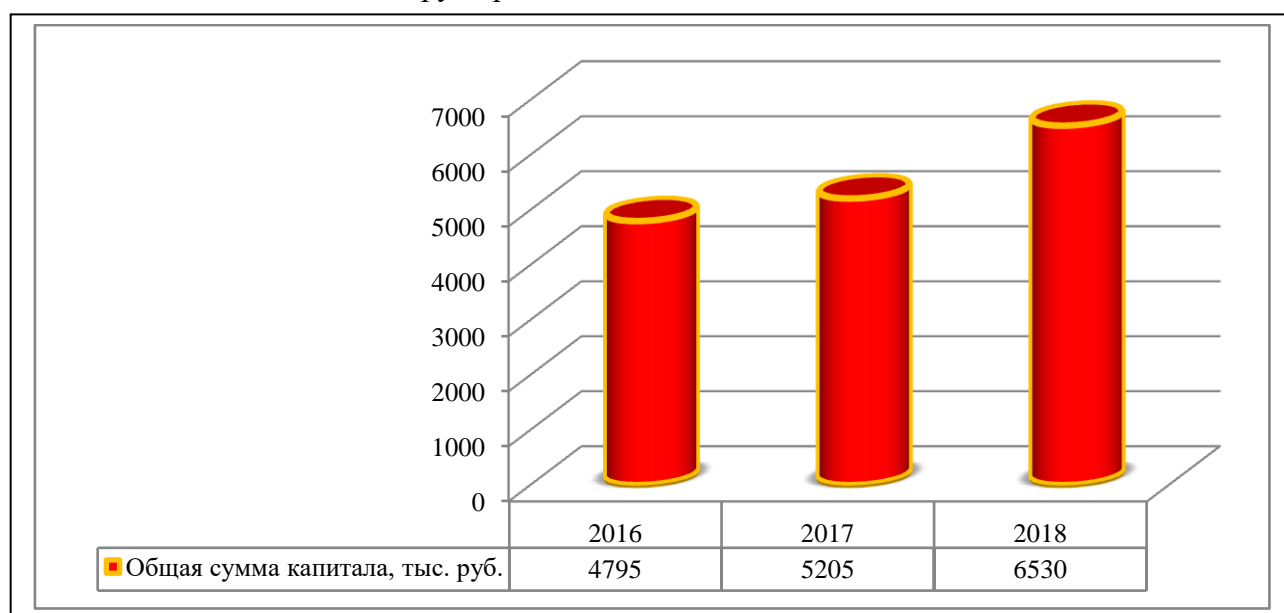


Рисунок 23. Динамика капитала предприятия АО «Конструктор» с 2016-2018гг.

Общая сумма активов компании АО «Конструктор» увеличилась в основном за счет роста стоимости основных средств и запасов на 870 тыс. руб. и 610 тыс. руб. и по данным на конец анализируемого периода в стоимостном выражении эти показатели сформировались на уровне 3100 тыс. руб. и 1890 тыс. руб. соответственно, рис.24.

Наибольший удельный вес в структуре активов приходится на внеоборотные активы и по данным на 2018 г. доля составила 64,93%, хотя за анализируемый период доля этих видов активов показала снижение в пределах 2,66%. Напротив, рост произошел по доли оборотных активов на ту же величину и в 2018г. показатель составил 35,07%, рис.25.

По структуре пассивов, важно чтобы доля собственного капитала превышала долю заемного, так как это свидетельствует в первую очередь, о финансовой независимости компании.

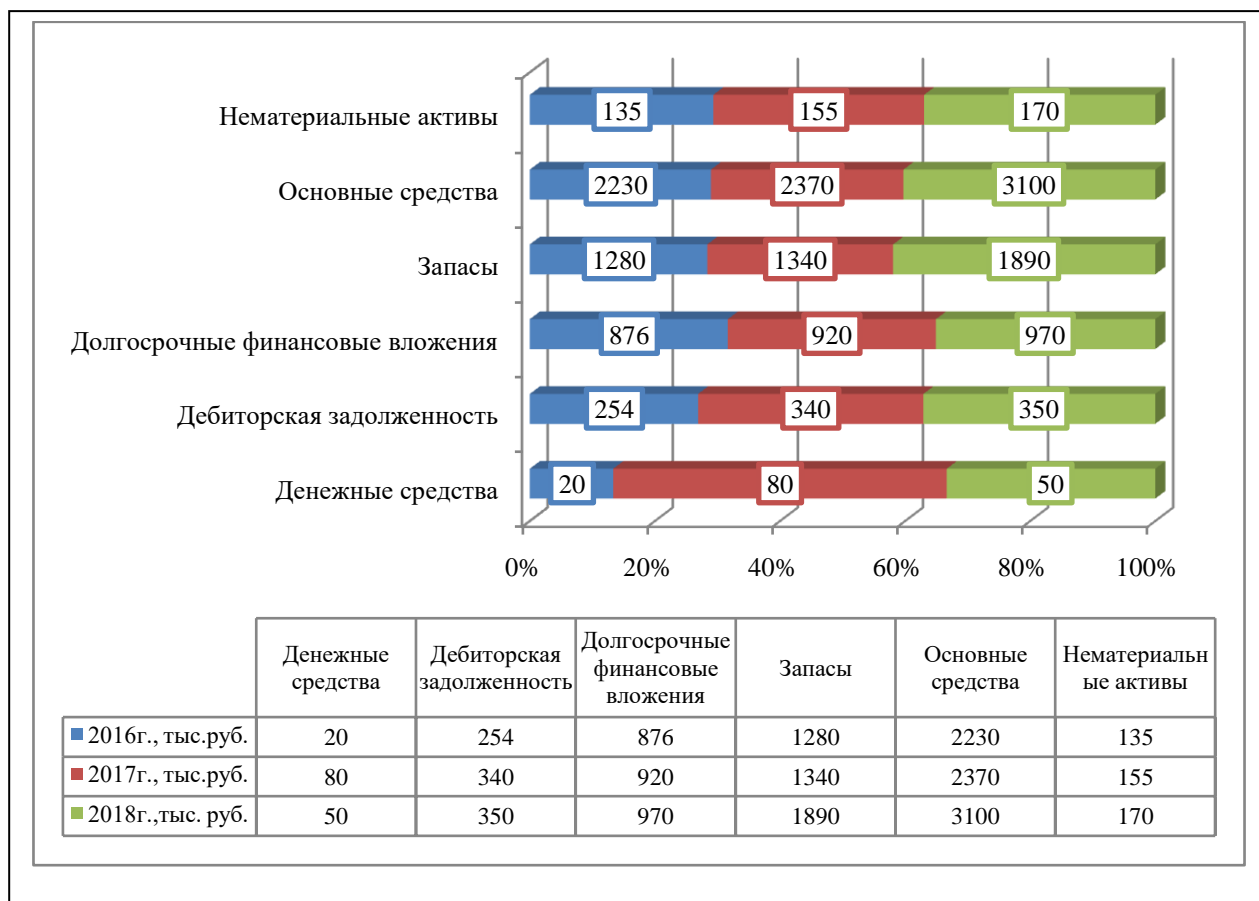


Рисунок 24. Динамика активов предприятия АО «Конструктор» с 2016-2018гг. [8]

Однако, на предприятии АО «Конструктор» на протяжении 2016-2018гг. наблюдается иная ситуация и на долю заемных средств приходится большая часть капитала, при этом на протяжении анализируемого периода краткосрочные обязательства в структуре пассивов увеличились на 8,47% и составили 47,47%, рис.25.

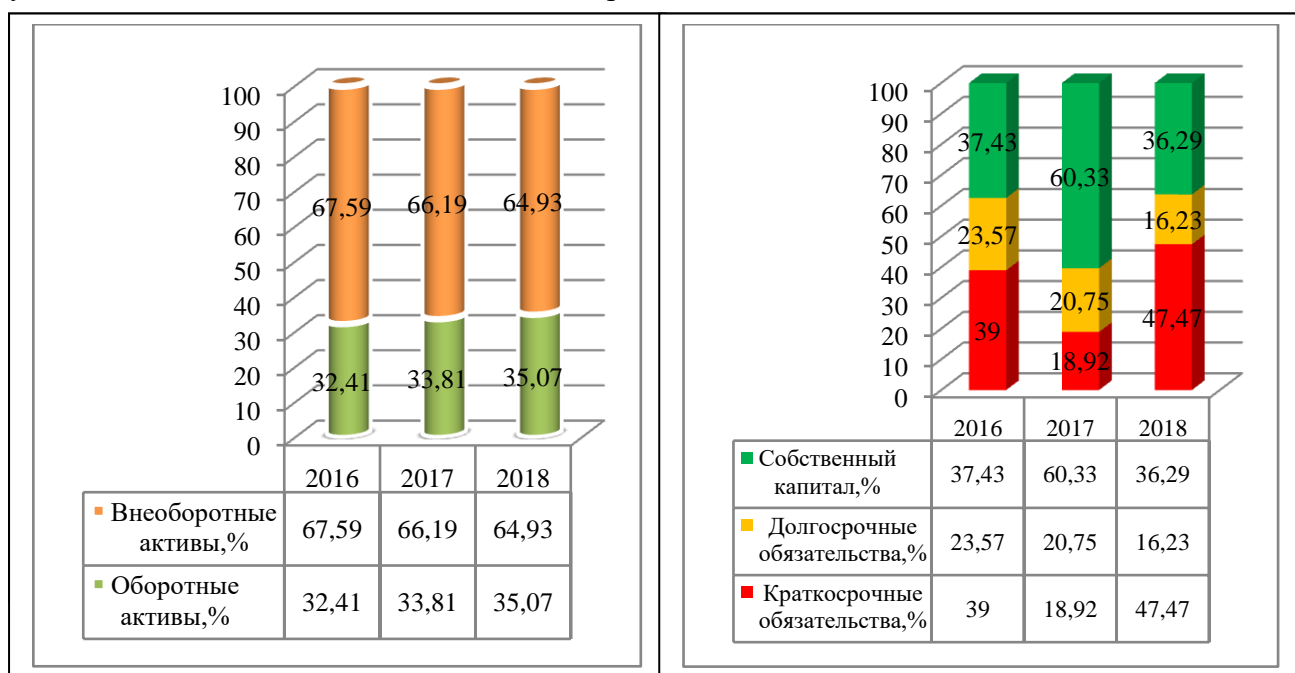


Рисунок 25. Динамика структуры активов и пассивов предприятия АО «Конструктор» в 2018г. [8]

Несмотря на то, что доля долгосрочных обязательств снизилась и составила 16,23%, тем не менее это все не повлияло на рост доли собственных средств, которые в 2018г. сформировались на уровне 36,29%. Таким образом, компания АО «Конструктор» является финансово зависимой, при этом, к концу 2018г. финансовая зависимость возрасла. Не лучшим образом выглядят и показатели оборачиваемости ключевых статей активов и пассивов (Приложение 5). В частности, наблюдается замедление оборачиваемости по всем показателям: продолжительность отдачи основных средств увеличилась на 146,40 дн., продолжительность отдачи активов составила 821,88 дн., а это на 297,72дн. больше показателя начала анализируемого периода, продолжительность отдачи запасов и затрат и продолжительность отдачи собственного капитала возросли на 97,96 дн. и 102,07дн. соответственно. Не исключением являются и другие показатели, которые также показали замедление: продолжительность отдачи кредиторской задолженности, инвестированного и заемного капитала, рис.26.



Рисунок 26. Динамика показателей оборачиваемости ключевых статей активов и пассивов предприятия АО «Конструктор» в 2016-2018г.г. [8]

Ухудшение и замедление оборачиваемости активов и пассивов баланса произошло за счет снижения показателей объемов продаж, которые в 2018г. составили 2900 тыс. руб., а это на 13,14% ниже показателя 2016г. Несмотря на то, что коммерческие расходы и себестоимость продаж снизились, это не повлияло на рост валовой прибыли, которая

составила в 2018г. 1160 тыс. руб., что ниже уровня 2016г. на 12,53%(рис.27). В связи со снижением объемов продаж наблюдается и снижение показателей прибыли от продаж и чистой прибыли компании, которые в 2018г. составили 930 тыс. руб. и 744 тыс. руб. соответственно, рис.27. Следует отметить, что показатели прибыльности хоть и не значительно снизились, однако, это имеет место быть, так как это снижает и показатели рентабельности.

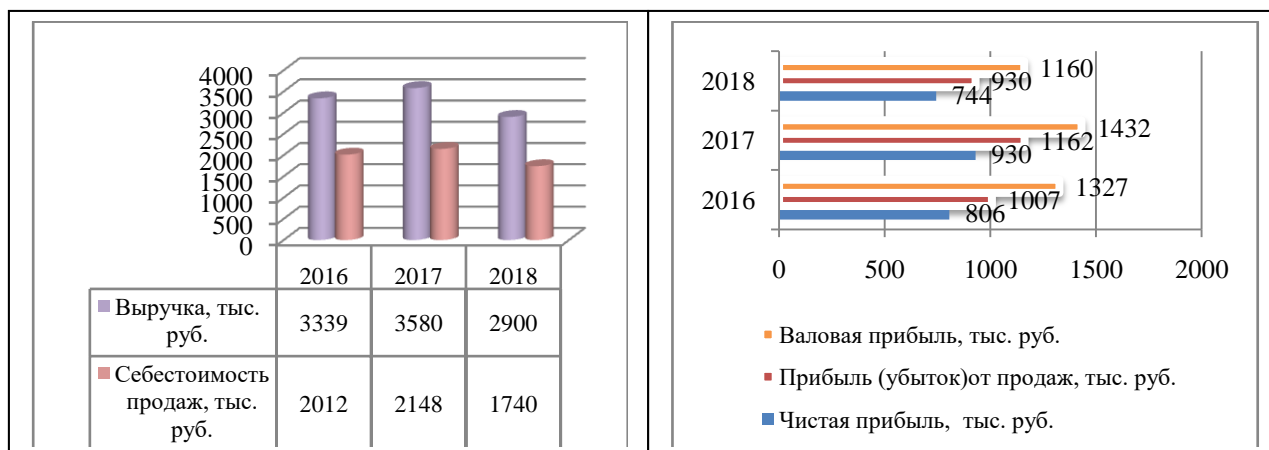


Рисунок 27.Динамика показателей прибыли предприятия АО «Конструктор» с 2016-2018гг. [8]

По имеющимся данным(Приложение 5) показатели рентабельности собственного капитала и рентабельности оборотных активов снизились на 13,51% и 19,38% соответственно. Однако, нельзя сказать о снижении рентабельности продаж, которая показала рост в пределах 2% и составила в 2018г. 32,07%, рис.28.

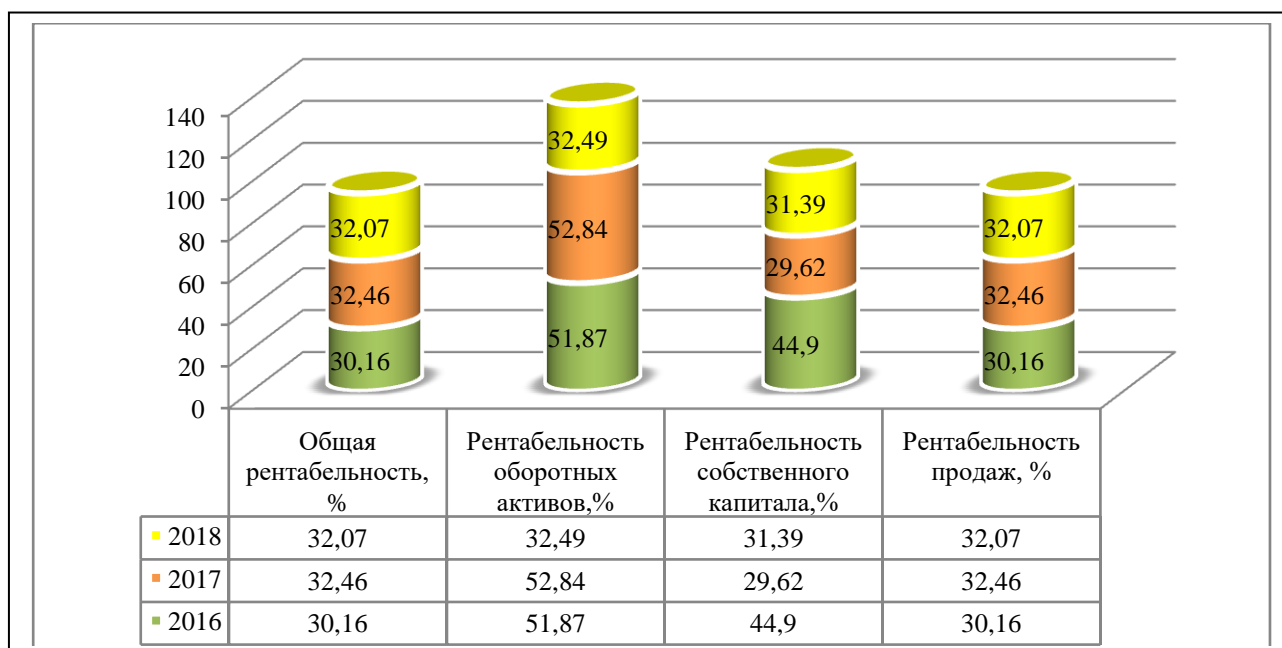


Рисунок 28. Динамика показателей рентабельности предприятия АО «Конструктор» с 2016-2018гг. [8]

Не менее важным показателем в оценке эффективности деятельности компании, является «Золотое правило экономики», которое гласит о том, что темп увеличения прибыли должен опережать темп изменения (роста) выручки. Это ведёт к рентабельности продаж. Выручка должна опережать рост активов. И темпы всегда должны быть более 100%. Однако, на предприятии АО «Конструктор» золотое правило экономики не выполняется по данным на 2018г., хотя в 2017г. это правило все же было выполнено (Приложение 5).

Итак, подведя итоги выше изложенному анализу, сделаем вывод, что на протяжении анализируемого периода в компании АО «Конструктор» наблюдается рост общей стоимости капитала, однако, доля заемных источников финансирования превышает долю собственных, это говорит о финансовой зависимости компании. По данным на 2018г. объемы продаж показатели снижение, снизилась вслед за этим и валовая прибыль, не исключением являются и показатели прибыли от продаж и чистой прибыли компании. Деловая активность организации оставляет желать лучшего, наблюдается замедление показателей деловой активности, рентабельность активов и капитала предприятия снизилась более чем на 10%, хотя рентабельность продаж показала положительную динамику, ее рост составил в пределах 2%. Несмотря на это, в 2018г. «золотое правило экономики» все же не было выполнено, все это свидетельствует об ухудшении показателей деятельности предприятия АО «Конструктор». Таким образом, является необходимым совершенствование деятельности компании в системе управления конфигурацией, с целью повышения качества оказываемых услуг и роста показателей прибыльности и доходности.

Резюмируя вышеизложенное второй главы исследования можно сделать вывод, что компания АО «Конструктор» осуществляет разработку и изготовление конструкторской документации на заказ по широкому спектру изделий в сфере общего машиностроения. Объектами проектирования предприятия АО «Конструктор» являются: конструкторская документация на оборудование; реверс-инжиниринг изделий; разработка чертежей деталей по образцу; проектирование штампов и пресс-форм; технологическая оснастка, нестандартные конструкции и механизмы; нестандартный инструмент; сложные детали и узлы машин, и многое другое. Основными направлениями АО «Конструктор» являются: разработка КД, проектирование изделий из металла, пластика, дерева, в том числе проектирование штампов и оснастки; 3d-сканирование, в том числе восстановление изношенных деталей, сканирование объектов искусства; реверс-инжиниринг, изготовление чертежей по детали в наличии; векторизация чертежей; расчеты нагрузки, в том числе прочностные и тепловые расчеты. Стандарт компании АО «Конструктор»- это гибкость в работе с заказчиком при подготовке и выполнении конструкторской документации.

Компания оперативно откликается на все нужды и замечания заказчика, проводит работу в минимальные сроки и предоставляет гарантию на свою работу. Специалисты компании АО «Конструктор» имеют большой опыт работы в следующих программных продуктах: 1) Конструкторские программы: Компас 3D, AutoCad, hinkDesign; 2) Расчетные программы: ANSYS; 3) Программы обработки 3d-моделей: 3ds Max (3D Studio MAX); Geomagic; 4) Графические редакторы: Adobe Photoshop; Adobe InDesign; CorelDRAW. Основной программой для проектирования и разработки конструкторской документации является - «Компас 3D». Однако, представленный анализ показал, что данная программа имеет ряд недостатков, часть функций вообще нельзя осуществить с помощью данного продукта. Для выбора наиболее оптимального PLM- решения, был проведен краткий сравнительный анализ программных продуктов, в результате была выбрана программа SolidWorks, которая представляет собой мощный инструмент для 3D моделирования и автоматизированного проектирования сложных изделий различного назначения. По сути, это полноценный набор для конструирования изделий в цифровом виде, который содержит в себе множество дополнительных инструментов, позволяющих производить над моделью виртуальные технические испытания. Компания АО «Конструктор» имеет все возможности для реализации данного проекта, стоимость проекта не является существенной для предприятия, поэтому финансирование может осуществляться за счет собственных источников. После внедрения PLM- решения, компания сможет увеличить свои возможности и повысить качество оказываемых услуг. Оценка экономических показателей с 2016-2018гг. свидетельствует о том, что компания является финансово-зависимой, однако имеет прибыли, хотя существует острая необходимость в повышении рентабельности и финансовой устойчивости организации. В связи с этим, совершенствование системы управления конфигурацией на предприятии является необходимостью. Для того, чтобы более подробно рассмотреть данный проект, перейдем к следующей главе исследования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Конституция Российской Федерации. Принята Всенародным голосованием 12.12.93 г.(с изм. от 21.07.2014г.);
2. Аристов О.В. Управление качеством. Учебное пособие для вузов.- М.: ИНФРА, 2017г.-280с.
3. Анисимов Ю.П. Туровец О.Г., Организация производства на предприятии. Учебник для технических и экономических специальностей. Серия: Экономика и управление. Ростов-на-Дону, Изд-во Март,2017г.
4. Атрашкин А. Интегрированные технологии в промышленности: опыт внедрения в России и за рубежом[Электронная версия] [Ресурс: <https://controlengrussia.com/rynok/integrirrovannye-tehnologii/>];
5. Большаков В., Бочков А., Лячек Ю. Твердотельное моделирование деталей в САД-системах.- Издательский дом «Питер», 2015. - 473 с.
6. Бондарева Т.П., Морозова Н.В., Серегин В.И. Создание чертежа детали из модели AutoCad 2013: учебно-методическое пособие- М. МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2013. - 51с.
7. Бирман Г., Шмидт С. Капиталовложения. Экономический анализ инвестиционных проектов – М.: Юнити-Дана, 2016. – 632 с.
8. Бухгалтерская и статистическая отчетность предприятия АО «Конструктор» за 2016-2018гг.
9. Басовский Л. Е., Басовская Е. Н. Экономическая оценка инвестиций: Учебное пособие. – М.: Инфра-М, 2018. – 240 с.
10. Внедрение концепции PLM на производственных предприятиях – модная тенденция или необходимость? [Электронная версия]. [Ресурс: <https://sb-vnedr.ru/about/publication/11846/>];
11. Выбираем программу САПР:Inventor или Solidworks [Электронная версия][Ресурс:<http://glavconstructor.ru/articles/programs/inventor-solidworks/>];
12. Волкова Г.Д., Новоселова О.В. Исследование контуров управления машиностроительного предприятия / М.: Издательский центр «Технология машиностроения».– 2010 г. –№3.– с.62-66.
13. Единое информационное пространство[Электронная версия] [Ресурс: <https://vuzru.ru/edinoe-informatsionnoe-prostranstvo-eip/>]

14. Зильбербург Л.И., Молочник В.И., Яблочников Е.И. Реинжиниринг и автоматизация технологической подготовки производства в машиностроении. – СПб: Политехника, 2004. – 152 с.
15. Инновации и технологии SMARTTEAM[Электронная версия] [Ресурс: <https://smartteam.com/preimushhestva-analiticheskie-instrumenty/>];
16. Интегрированные технологии в промышленности: опыт внедрения в России и за рубежом//Control engineering Россия № 4(76), 2018г.
17. Индустрия 4.0 в зеркале интернета вещей: риски выше ожиданий [Электронная версия] [Ресурс: <https://mcs.mail.ru/blog/industria-4-0-v-zerkale-iot/>]
18. Как передовые компании осуществляют, используют и поддерживают PLM-интеграцию Лучшие практики интеграции PLM-платформ с другим ПО. [Jim Brown, президент компании Tech-Clarity]Журнал: Машиностроение и смежные отрасли № 109(2017г.)
19. Колчин А., Сумароков С. Как сделать успешным внедрение PLM[Электронная версия][Ресурс: <https://sapr.ru/article/19121/>];
20. Косолапова, М.В. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности [Электронный ресурс]: учебник / М.В. Косолапова, В.А. Свободин. - Москва: Дашков и Ко, 2016. - 247 с.
21. Кошелев В.В., компания «Би Питрон». Инструментальные средства настройки и адаптации PDM-системы SmarTeam.
22. Липаев В.В. «Документирование и управление конфигурацией программных средств», М., «Синтег», 2012.-203с.
23. Липаев В.В. «Документирование сложных программных средств», М.,» Синтег».2014-200 с.
24. Левин А.И. Методические основы управления конфигурацией. – М.: НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика», 2017. – 15 с.
25. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288—2005«Информационная технология. Системная инженерии. Процессы жизненного цикла систем»//утв. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2005г.№ 476-ст.
26. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р ИСО 10007-2007 «Менеджмент организации. Руководящие указания по управлению конфигурацией»//утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 ноября 2007г. № 302-ст.

27. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования» //утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 сентября 2015 г. N 1391-ст).
28. Новицкий Н.И., Олексюк В.Н., Кривенков А.В. Пуровская Е.Э. Управление качеством продукции. Учебное пособие. М. ООО «Новое звание», 2008г. ,366с.
29. Новичков А., Лапыгин Д. Зачем нам нужен план управления конфигурациями? Основные понятия и концепции документа[Электронная версия] [Ресурс: http://cmcons.com/articles/CC_CQ/paln_cm/];
30. Основная концепция Индустрии 4.0 [Электронная версия] [Ресурс:<http://pnevmosalon.ru/news/osnovnaja-koncepcija-industrii-4-0/>];
31. Описание плана управления конфигурацией[Электронная версия] [Ресурс http://cmcons.com/articles/CC_CQ/paln_cm/];
32. Орлик С. Программная инженерия. Конфигурационное управление [Электронная версия] [Ресурс http://www.sorlik.ru/swebok/3-6-software_engineering_configuration_management.pdf];
33. Обзор программы SolidWorks для новичков в 3D моделировании [Электронная версия][Ресурс: <https://yandex.ru/turbo?d=1&text=https%3A%2F%2F3ddevice.com.ua%2Fblog%2F3d-printer-obzor%2F3d-modelirovanie-kiev%2F>];
34. О явных преимуществах SolidWorks перед КОМПАС-3D, а также - об Inventor, SolidEdge [Электронная версия][Ресурс: <http://levin-iscad.blogspot.com/2011/03/solidworks-3d-inventor-solidedge.html>];
35. Обзор Компас 3D [Электронная версия][Ресурс: <https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2F3ddevice.com.ua%2Fblog%2F3d-printer-obzor%2Fobzor-kompas-3d%2F&d=1>];
36. Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат: Учебник – М.: ФОРУМ: ИНФАРА-М, 2017г.
37. Проектирование конструкторской документации [Электронная версия] [Ресурс: https://vys-tech.ru/razrabotka_konstruktorskoi_documentacii/];
38. Перебатова Е.В. Создание электронной конструкторской документации средств технологического оснащения в PLM-системе Teamcenter // Современные научные исследования и инновации. 2017. № 1 [Электронная версия]. [Ресурс: <http://web.snauka.ru/issues/2017/01/76272>];

39. Примеры внедрения на российских предприятиях Siemens PLM Software [Электронная версия]. [Ресурс: www.siemens.ru/plm];
40. Полетаев, В. А. Интегрированная система управления качеством изделий машиностроения / В. А. Полетаев, И. В. Чичерин. – Москва: Машиностроение, 2010. – 307 с.
41. Полетаев В.А. Компьютерно-интегрированные производственные системы : учеб. пособие / ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2012. – 202 с.
42. Полетаев В.А. Проектирование компьютерно-интегрированных производственных систем / В. А. Полетаев, В. В. Зиновьев, А. Н. Стародубов, И. В. Чичерин. – Москва: Машиностроение, 2011. – 324 с.
43. «Российский PLM для самых сложных изделий создается нами в неразрывной связке с российским ОПК» //журнал Connect № 3,2019г.// Генеральный директор компании «АСКОН» Богданов Максим [Электронная версия] [Ресурс: [https:// connect-wit.ru](https://connect-wit.ru)]
44. PLM система: что это такое, ее схема и стадии жизненного цикла изделия [Электронная версия] [Ресурс:<https://www.zwsoft.ru/stati/plm-sistema-chto-eto-takoe-ee-shema-i-stadii-zhiznennogo-cikla-izdeliya>];
45. Разработка плана управления конфигурацией[Электронная версия]. [Ресурс: <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/plan-uk/>]
46. Решения ИНТЕРМЕХ для комплексной автоматизации КТПП[Электронная версия]. [Ресурс: http://www.intermech.ru/art_09112011.htm]
47. PLM-решения: российские продукты и их отличия от западных конкурентов[Электронная версия] [Ресурс: <http://integral-russia.ru/2017/05/10/plm-resheniya-rossijskie-produkty-i-ih-otlichiya-ot-zapadnyh-konkurentov/>];
48. Рухмаков А., Яблочников Е. PDM-система SmartTeam: этапы технической подготовки производства освоены[Электронная версия][Ресурс: <https://sapr.ru/article/6845>]
49. PLM в России: от точечных внедрений – к комплексным проектам. Инновации в промышленности .Март 2012. [Электронная версия] [Ресурс: www.siemens.ru/plm [www.siemens.ru/plm/plm news](http://www.siemens.ru/plm/plm_news)];
50. Россия в цифрах. Статистический ежегодник. 2019г.[Электронная версия][Ресурс] [Ресурс: www.gks.ru];
51. Результаты внедрения SmartEAM на ИНТЕРПАЙП [Электронная версия][Ресурс: <https://smart-eam.com/news/rezultaty-vnedrenija-smarteam-na-interpajp/>]
52. Результаты внедрения SmartEAM на Interpipe [Электронная версия][Ресурс: <https://smart-eam.com/>]

53. Риски при внедрении системы автоматизации[Электронная версия][Ресурс: http://itas.emd.ru/main/secret_2.php];
54. Система для надежной работы оборудования[Электронная версия][Ресурс: <https://smart-eam.com/>];
55. Тороп Д. Н., Терликов В. В. Teamcenter. Начало работы // ДМК – Пресс. – 2011. – С. 215-217.
56. Teamcenter решает важнейшие задачи управления жизненным циклом изделия // САП и графика. – 2013. – №4. – С. 56-57.
57. Терминологический словарь «Информационные технологии под- держки жизненного цикла продукции». Госстандарт России Р 50.1.031-2001
58. Чижов М.И., Бредихин А.В., Ветохин В.В. Методика и особенности использования PDM системы Teamcenter в учебном процессе подготовки инженерных кадров // Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM – 2010) труды международной конференции. – 2010. – С. 259-260.
59. Шиловский Олег «Рынок PLM в 2018 году: кто кого поглотил и куда летит шайба?» [Электронная версия] [Ресурс: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=19814];
60. Элементы единого информационного пространства автоматизированного производства[Электронная версия]. [Ресурс: https://stan-company.ru/press_centr/smi-onas/elementy-edinogo-informatsionnogo-prostranstva-avtomatizirovannogo-proizvodstva/]
61. Яблочников Е.И., Грибовский А.А., Афанасьев М.Я., Куликов Д. Д. Методы и системы ИПИ-технологий. Учебное пособие — СПб: Университет ИТМО, 2017г. — 64 с.
62. Яблочников Е.И, Маслов Ю.В. Автоматизация ТПП в приборостроении / Учебное пособие. – СПб: СПбГИТМО (ТУ), 2016. – 104 с.
63. Яблочников Е.И, Фомина Ю.Н., Тремба В.Ю. Использование PLM-технологий в проектировании и подготовке промышленного производства. /Региональная информатика-2015 «РИ-2015».

ПРИЛОЖЕНИЯ