



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

**Проектная глава ВКР Управление конфигурацией:**

### **3. ОРГАНИЗАЦИЯ ВНЕДРЕНИЯ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОНФИГУРАЦИЕЙ В АО «КОНСТРУКТОР»**

3.1 Создание единого информационного пространства- как основа эффективности управления конфигурацией на конструкторском предприятии

3.2. Проблемы на различных этапах жизненного цикла PLM-интеграции

3.3. Пути решения проблем интеграции PLM-системы

3.4. Интеграция PLM-системы–как фактор совершенствования управления конфигурацией на конструкторском предприятии АО «Конструктор»

3.5. Эффективность системы управления конфигурацией на предприятии АО «Конструктор»

### **3. ОРГАНИЗАЦИЯ ВНЕДРЕНИЯ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОНФИГУРАЦИЕЙ В АО «КОНСТРУКТОР»**

#### **3.1 Создание единого информационного пространства- как основа эффективности управления конфигурацией на конструкторском предприятии**

Программные средства управления жизненным циклом изделий (Product Lifecycle Management, PLM) помогают компаниям улучшить многие показатели, начиная от эффективности труда и заканчивая итоговыми финансовыми результатами. Применение PLM повышает эффективность бизнеса во многих измерениях, включая увеличение доходов, снижение затрат на разработку изделий и уменьшение их себестоимости в целом. Но PLM – это только один из многих компонентов программной экосистемы предприятия. Наибольшую пользу PLM-система может предоставить лишь тогда, когда обеспечивается совместное использование данных и связь рабочих процессов с другим корпоративным ПО. Таким образом, в целом эффективность системы управления конфигурацией на конструкторском предприятии может быть достигнута за счет создания единого информационного пространства. Единое информационное пространство (ЕИП) представляет собой совокупность баз и банков данных, технологий их ведения и использования, информационно-телекоммуникационных систем и сетей, функционирующих на основе единых принципов и по общим правилам, обеспечивающим информационное взаимодействие. Создание единого информационного пространства организации - это весьма актуальная задача, решение которой позволяет не только упорядочить деятельность подразделений и сотрудников, но и повысить скорость принятия решений. Технически решить эту задачу можно разными способами. Одним из них может быть интеграция используемых в организации систем на основе корпоративного портала или единого аппаратно-программного решения. Единое информационное пространство складывается из следующих главных компонентов: информационные ресурсы, содержащие данные, сведения и знания, зафиксированные на соответствующих носителях информации; организационные структуры, обеспечивающие функционирование и развитие единого информационного пространства, в частности, сбор, обработку, хранение, распространение, поиск и передачу информации; средства информационного взаимодействия, обеспечивающие доступ к информационным ресурсам на основе соответствующих информационных технологий, включающие программно-технические средства. [18]

Характерным свойством ЕИП является его структурированность, т. е. выделены его элементы, установлены связи между ними, введены обозначения, элементы и связи

упорядочены. Свойство структурированности в разных видах информационных пространств может быть выражено в разной степени. Высокий уровень обеспечивает возможность представления информации в виде документов и манипулирования данными с помощью программно-технических средств информационных систем. Различают пять степеней структурированности информационного пространства: неструктурированное информационное пространство; слабо структурированное; структурированное; формализовано-структурированное; машинно-структурированное. В роли информационных ресурсов ЕИП могут выступать не только данные, но и различные прикладные программы. Тогда в каждой из информационных систем ЕИП часть методов обработки данных реализуется в виде приложений, доступных из других информационных систем (ИС).

Для того, чтобы принять правильное решение в совершенствовании системы управления конфигурацией на конструкторском предприятии АО «Конструктор» является необходимым рассмотреть опыт успешных компаний по интеграции PLM-платформы с множеством других ИТ- систем.

Компания Tech-Clarity[18] проводила опрос свыше 150-ти компаний с целью выяснить их стратегию PLM-интеграции, соответствующие процессы и технические возможности, чтобы понять, как надлежащая интеграция может увеличить ценность PLM. Результаты опроса показали, что большинство производителей оценивает интеграцию PLM-системы с другим ПО как «стратегическую» или «важную» задачу. Многие также считают, что по мере прогресса инициатив интернета вещей (IoT), PLM-интеграция будет становиться еще более стратегически значимой (и, одновременно, порождающей вызовы) областью. Для того чтобы понять, каким образом компании могут извлечь большую ценность для бизнеса из PLM-интеграции, Компания Tech-Clarity выделила самые эффективные, или передовые, компании. Под этим термином понимаются такие производители, которые получают наибольшую пользу от внедрения своих PLM-систем, значительно превосходящую средние показатели. Компания Tech-Clarity проанализировала, чем отличается PLM-интеграция в передовых компаниях, чтобы иметь возможность предложить рекомендации более слабым. [18]

Анализ показывает, что передовые компании получают преимущества от PLM в результате того, что: они значительно чаще рассматривают PLM- интеграцию как стратегическую задачу; интеграция в передовых компаниях охватывает большее количество инструментов проектирования и корпоративных приложений; они интегрируют PLM-платформу с более продвинутыми инструментами и приложениями; они имеют больше возможностей для осуществления, использования и поддержки PLM- интеграции наиболее

гибким и экономически эффективным способом; передовикам приходится решать меньше таких оперативных вопросов, как: необходимость поиска информации в разных системах; повторный ввод данных; межсистемная несогласованность данных. Передовые компании имеют больше возможностей для осуществления, использования и поддержки PLM-интеграции наиболее гибким и экономически эффективным способом. В результате исследования было обнаружено, что, несмотря на разнообразие подходов и технологий, применяемых передовыми компаниями для PLM-интеграции, все они предпочитают более продвинутые, удобные для сопровождения решения – такие, как использование концентратора (центральной интегрирующей среды предприятия) с универсальным интерфейсом. [18]

Рассмотрим ценность PLM-интеграции для бизнеса. Интеграция PLM-платформы с другими программными системами увеличивает ценность PLM в целом. В проведенном исследовании «PLM Beyond Managing CAD», компанией Jim Brown, показано, что передовые компании (которые характеризуются как компании, которые превосходят своих коллег по показателям роста доходов, прибыльности, инновативности и снижения затрат) значительно чаще интегрируют PLM как с инженерными, так и с корпоративными системами. Это позволяет PLM быть центром (хабом) процессов и данных, связанных с проектированием.

Респонденты подтвердили ценность связи PLM как с инженерными инструментами (такими, как CAD-системы), так и с другими корпоративными системами, включая ERP. Например, один поставщик из сферы автомобилестроения отметил: «Интеграция – в рамках нашей платформы PLM и вне её – помогла нам добиться эффективности и сделать информацию более согласованной на уровне предприятия». Аэрокосмическая компания поясняет, что «PLM-интеграция сделала нас очень продуктивными и обеспечила бесперебойный поток данных между организациями».

Респонденты отметили всевозможные преимущества PLM-интеграции, включая возросшую прозрачность информации, но главным из них в подавляющем большинстве ответов названа эффективность. Это очень важное преимущество. Исследование «Reducing Non-Value Added Work in Engineering» выявило следующее: «Треть своего времени инженеры тратят на работу, не добавляющую стоимость. Но, что еще хуже, 20% их времени уходит на работу с неактуальной информацией, что часто приводит к напрасной трате сил и переделкам». Преимущества интеграции выходят далеко за пределы технического отдела. Эффективная PLM-интеграция предлагает нечто большее, чем просто эффективность. Она помогает компаниям получить больше выгод, чем те, ради которых они внедряли PLM.

Как написал один респондент, компания которого занимается промышленной автоматизацией, PLM-интеграция дает им еще один инструмент для того, чтобы принимать правильные бизнес-решения.[18]

Невзирая на стратегическую ценность интеграции, многие компании медлят, откладывая её на последние этапы (рис. 29).

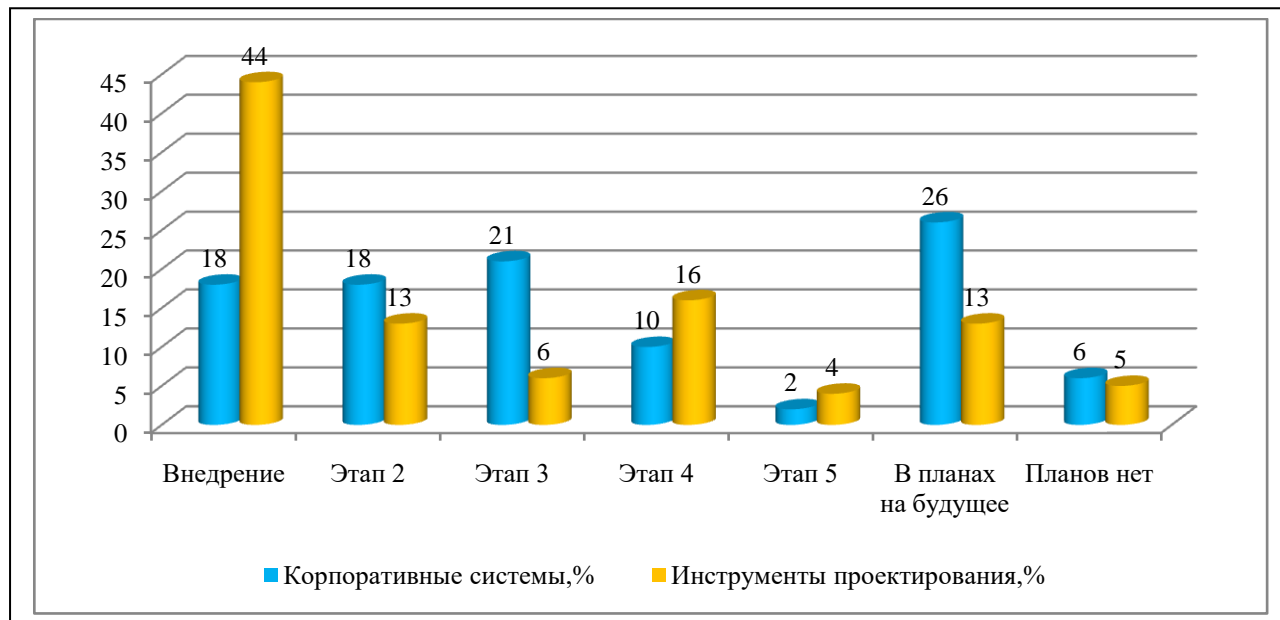


Рисунок 29. Этапы PLM-интеграции по категориям систем[18]

Менее четверти респондентов интегрировали PLM с другими корпоративными системами на этапе начального внедрения. С другой стороны, почти половина компаний-респондентов в этот период интегрировала PLM-платформу с инструментами проектирования. Причиной, вероятно, является то, что интеграция с корпоративными системами требует большей детализации бизнес-процессов и больших изменений в управлении компанией, чем это необходимо для интеграции инструментов проектирования, когда зачастую надо просто управлять данными о конструкции. Кроме того, инжиниринг вовлекает в процессы меньшее количество других департаментов. Что вызывает задержку? Для некоторых причиной могут служить ограниченные возможности. Другие опасаются сложности процесса и связанных с этим затрат. А некоторым просто надо больше времени, чтобы понять, насколько в действительности важна PLM-интеграция. Чем дольше компании используют PLM, тем больше осознают бизнес-ценность PLM-интеграции. Опрос показывает, что половина компаний, использующих PLM уже 5–10 лет, и две трети компаний с более чем 10-летним опытом, рассматривают интеграцию как стратегическую задачу. При этом средний показатель составляет 40%.

Дальнейший анализ полученных в ходе опроса данных указывает на любопытные изменения, произошедшие за последние пять-десять лет. Если компания использует PLM

уже давно, то меньше вероятность, что она интегрировала корпоративные решения на 1-м этапе (внедрение). В частности, это сделали лишь -11% компаний с PLM-опытом 5 лет и больше, и лишь 7% компаний с опытом более 10-ти лет! Это значительно отличается от средних 18%. В ранний период PLM-инициатив компании больше фокусировались на интеграции с инструментами проектирования – почти две трети компаний сделали это на 1-м этапе. Отмеченные изменения могут означать, что фокус внимания смещается с инициатив, сосредоточенных на проектировании или управлении данными, на то, чтобы PLM-платформа становилась важной интегрированной составляющей ИТ- экосистемы предприятия. Конечно, причина (по крайней мере, частично) заключается и в том, что традиционная интеграция была проще (как минимум, с технической точки зрения).

При рассмотрении вопроса интеграции любого решения необходимо думать шире рамок первоначальной реализации. Очень важно смотреть дальше первой стадии, чтобы понять, что же потребуется для эксплуатации и поддержки через некоторое время. На последующих этапах усилия по интеграции (в частности, если изначально архитектура была продумана недостаточно) могут стоить гораздо дороже, чем на начальном этапе. Особенно это относится к интеграции с инструментами проектирования, арсенал которых обычно расширяется и обновляется гораздо чаще, чем в случае корпоративных систем. По сути, необходимо рассмотреть весь «жизненный цикл PLM-интеграции». Для этого, целесообразно выделить три этапа и проанализировать лучшие практики для них: 1) Внедрение – проектирование и создание интеграционных средств; 2) Эксплуатация – использование интегрированных систем на постоянной основе; 3) Поддержка и обновление средств интеграции с течением времени. Для того, чтобы рассмотреть основные проблемы на различных этапах жизненного цикла PLM-интеграции, перейдем к следующему параграфу исследования.

### **3.2. Проблемы на различных этапах жизненного цикла PLM-интеграции**

Рассмотрим подробнее проблемы на различных этапах жизненного цикла PLM-интеграции. 1) Проблемы на этапе внедрения интеграционных решений. Возможной причиной того, почему многие компании, развернувшие PLM-систему, так долго не начинают связывать её с другими системами, является боязнь трудностей интеграции. Компании могут беспокоиться по поводу организационных вопросов, проблем с отладкой процессов, а

также технических сложностей. Чаще всего респонденты сообщали об опасениях, связанных с недостаточной квалификацией в сфере интеграции (рис. 30).



Рисунок 30. Проблемы на этапе осуществления интеграции[18]

Так, 60% процентов компаний сообщают, что столкнулись с нехваткой достоверных знаний, которые могут помочь PLM-интеграции. Почти половина респондентов опасается сложности задач, особенно в отношении инструментов проектирования с их, зачастую навороченными, структурами данных. Многие рассказали об опасениях, относящихся к проекту внедрения средств интеграции, включая длительные сроки и высокую стоимость усилий по интеграции. Более глубокий анализ показывает, что те компании, которые используют PLM долго (пять и более лет), чаще сообщают о том, что их проблема – стоимость проведения интеграции. Причиной может служить то, что им надо интегрировать более старые PLM-системы с менее открытой архитектурой. В качестве другой причины можно назвать их опыт. Возможно, они уже пострадали от фальстартов или ошибок в прошлом, столкнулись со сложностью и лучше представляют возможные затраты. К сожалению, компании часто считают, что усилия по осуществлению PLM-интеграции занимают слишком много времени и стоят слишком дорого.

2) Проблемы на этапе эксплуатации интегрированных систем. Первоначальные работы по PLM-интеграции являются только первым шагом на долгом пути. В идеале, интегрированные процессы должны быть бесшовными и незаметно выполняться за кулисами без всяких проблем. Но на самом деле операционный этап порождает вызовы, которые влияют и на пользователей, и на технические ресурсы (рис.31). Даже если интеграция систем осуществлена, сотрудники компании сталкиваются с проблемами получения нужных данных – как для себя, так и для других. Пользователи, особенно в случае плохо проведенных или незаконченных работ по интеграции, продолжают страдать от неэффективности. Более половины опрошенных компаний сообщают, что пользователи вынуждены искать данные в нескольких системах.

Этот вопрос является важным, так как поиск данных вносит большой вклад в продолжительность работ, не создающих прибавочную стоимость. В исследовании «Reducing Non-Value Added Work in Engineering» было отмечено, что самая большая составляющая таких работ связана с поиском информации. Сюда относится как поиск инженерами данных для выполнения своих задач, так и подготовка ими информации для других сотрудников, что необходимо для обновления статуса или проведения совещаний.



Рисунок 31. Проблемы на этапе эксплуатации[18]

Кроме того, эксплуатация интегрированных систем порождает технические вызовы, такие как выявление проблем с интеграцией и внесение коррекций. Об этом сообщает примерно половина компаний. Как подсказывает опыт, одним из ключевых свойств хорошо продуманной интеграции является способность систем совместно работать не только в хорошо обкатанных ситуациях. Теперь обратимся к ситуации с бизнес-процессами: 42% компаний сообщают о неохваченных бизнес-процессах. Поскольку одно из самых больших преимуществ PLM – способность соединять людей и связывать процессы в разных департаментах компании и по всей цепочке поставщиков, то следует считать, что неэффективная интеграция приводит к упущенным возможностям.

3) Проблемы поддержки интеграционных решений. Иногда самые большие усилия и инвестиции в интеграцию бывают связаны с поддержкой интеграционных решений в течение длительного времени. Поддерживаться должно любое программное обеспечение, но за интеграцией тянется самый длинный шлейф усилий и затрат, так как на нее может воздействовать множество факторов. Изменения в любой из интегрированных систем могут повлиять на модели данных и потребовать изменения программных интерфейсов. Изменения в бизнес-процессах тоже могут вызвать проблемы и потребовать модификации интеграционных решений, добавления новых данных или систем. Поскольку интеграция призвана наводить мосты между разрозненными процессами и системами, воздействие на нее может оказываться с разных сторон (рис. 32).



Те респонденты, которые дольше используют PLM, видят проблемы поддержки несколько под другим углом, точно так же, как это было и на этапе внедрения. Например, они чаще называют в качестве проблемы стоимость поддержки. Опять-таки, это может быть связано с возрастом их систем, поскольку более старые технологии опирались на интеграцию методом «точка к точке». Другая причина может быть связана с тем, что они просто имеют более глубокое представление о долговременных затратах, поскольку более опытные.

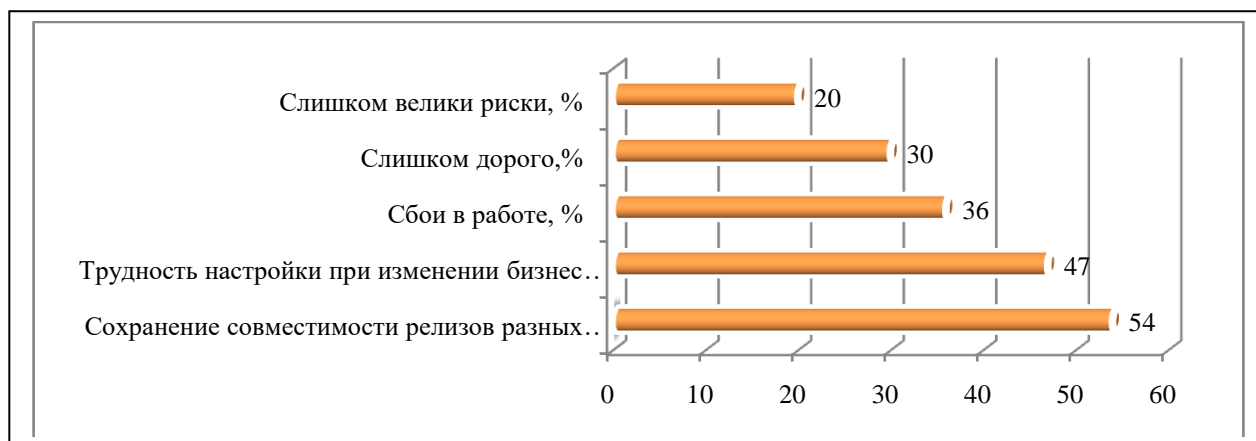


Рисунок 32. Проблемы поддержки интеграции[18]

Рассмотрим влияние недостатков PLM-интеграции на бизнес.

Проблемы, возникающие в течение жизненного цикла PLM-интеграции, оказывают существенное влияние на бизнес. В проведенном исследовании попросили респондентов выбрать из них ту, которая воздействует наиболее негативно, и большинство компаний отметило неэффективность (рис. 33). Горькая ирония заключается в том, что именно повышение эффективности является тем благом, которого большая часть компаний, внедряющих PLM, ждет в первую очередь!

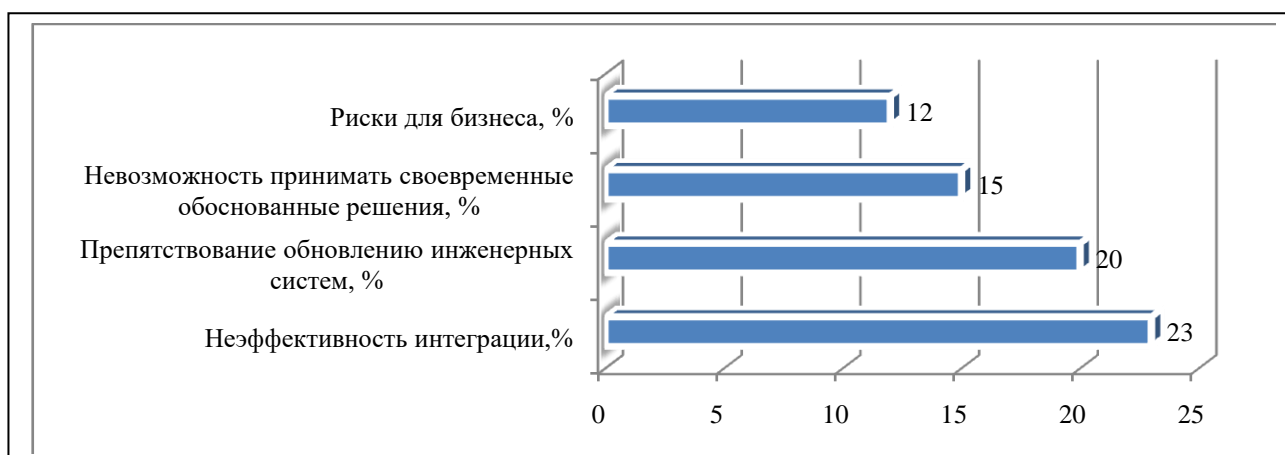


Рисунок 33. Самые значительные проблемы при эксплуатации интегрированных систем, влияющие на бизнес компании[18]

Однако неэффективность – не единственная проблема. Пятая часть компаний самой большой проблемой, вызванной интеграцией, назвала невозможность обновления инструментов проектирования, что могло бы помочь с инновациями и повысить производительность. Более того, некоторые компании (7%) в качестве главной проблемы отметили то, что они не могут обновить саму PLM-систему! Чтобы пролить свет на ситуацию, у респондентов спросили, какая часть их усилий по обновлению PLM затрачивается на интеграцию. Опрошенные компании сообщили, в среднем, что примерно половина усилий по апгрейду PLM приходится на валидацию и обновление интеграционных решений! Хотя сама цифра, представляется завышенной, она отражает тот факт, что проблема эта распространенная. Важно провести интеграцию правильно, чтобы получить максимальные преимущества от PLM и от интеграции PLM-системы с другими. Помимо этого, важно поддерживать PLM-систему и инженерные инструменты в актуальном состоянии, а для этого нужны адаптивные и эффективные методы интеграции.

Рассмотрим количественную оценку негативного влияния недостатков интеграции.

В результате опроса необходимо было выяснить, как часто компании дублируют данные, ищут информацию в разных системах и сталкиваются с несогласованностью данных. Результаты оказались обескураживающими. Большинство компаний (59%) повторно вводит данные каждый день (рис. 34).

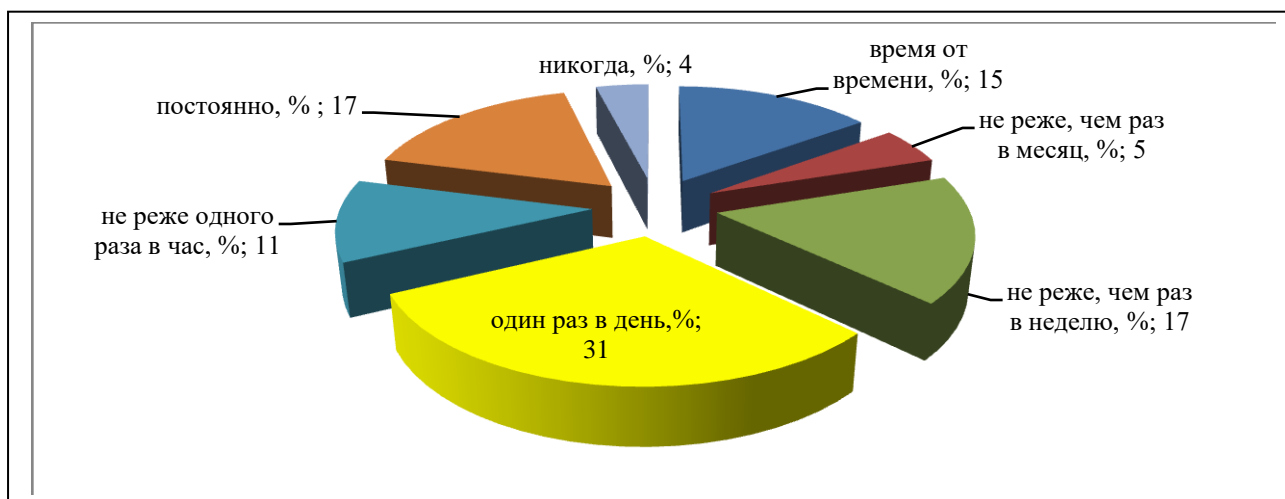


Рисунок 34. Неэффективность – повторный ввод данных[18]

При этом более четверти компаний (28% от общего числа) делает это несколько раз в день (17% – постоянно, 11% – по меньшей мере, раз в час). И только 4% опрошенных сказали, что они никогда не сталкиваются с необходимостью повторно вводить данные! Еще одна распространенная проблема интеграции, влияющая на объем работы, которую необходимо проделать пользователям, – необходимость обращаться к нескольким системам, чтобы получить нужные для работы данные (рис. 35). Почти три четверти

опрошенных компаний должны поступать так ежедневно, причем, четверть респондентов (24%) сообщила, что им приходится делать это постоянно. Ни одна из опрошенных компаний не сказала, что избавлена от необходимости обращаться к нескольким системам.



Рисунок 35. Необходимость использования нескольких систем для получения нужных данных[18]

Последняя из подробно исследованных проблем – конфликт данных в разных системах (рис. 36). Примерно две трети опрошенных компаний сталкиваются с несоответствием данных по меньшей мере еженедельно. И, так же как в случае с предыдущей проблемой, ни одна из компаний не сказала, что никогда не сталкивается с этими трудностями.

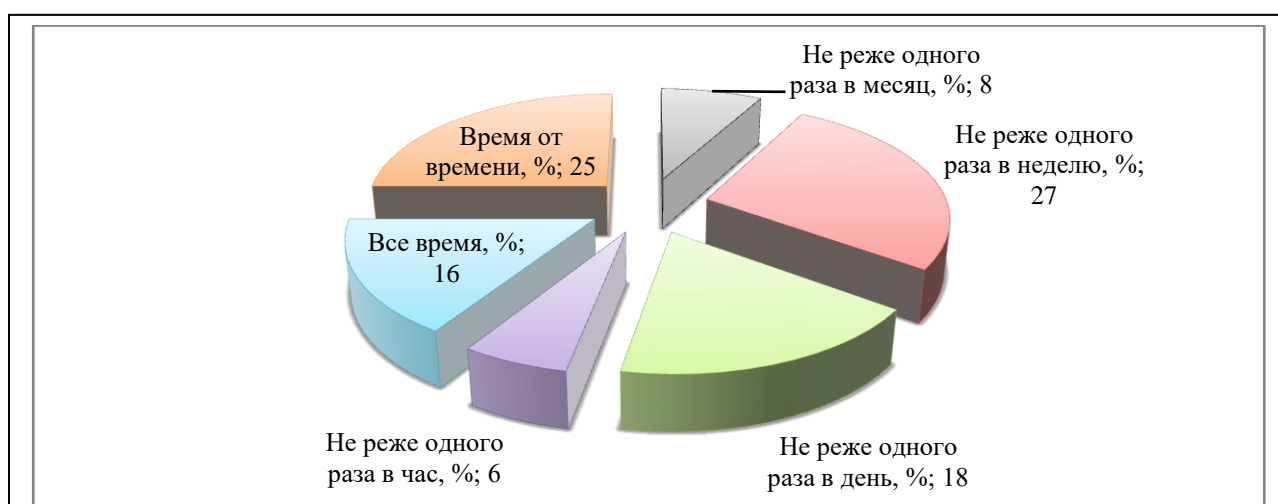


Рисунок 36. Как часто фиксируется несогласованность данных[18]

Совершенно очевидно, что здесь существует масса возможностей для улучшения результатов, которые компании получают от инвестиций в PLM- интеграцию. Надлежащим образом проведенная интеграция должна устранить неэффективность! Однако, существуют и риски при внедрении системы автоматизации на предприятии, к основным из них можно

отнести следующие: автоматизация не регламентированных бизнес-процессов; необходимость в частичной или полной реорганизации структуры предприятия; необходимость изменения технологии бизнеса в различных аспектах; сопротивление сотрудников предприятия; временное увеличение нагрузки на сотрудников во время внедрения системы; необходимость в формировании квалифицированной группы внедрения, выбор влиятельного руководителя группы. Более подробно система рисков, с которыми может столкнуться предприятие, представлено в Приложении 6. Отметим, что данные виды рисков вполне можно избежать при эффективном управлении процессами автоматизации на предприятии, а для того, чтобы построить эффективную систему интеграции PLM-системы, целесообразно рассмотреть опыт лидирующих компаний по решению проблем, возникающих в процессе интеграции PLM-системы с другими, для этого, перейдем к следующему параграфу исследования.

### **3.3. Пути решения проблем интеграции PLM-системы**

Важно определить, какие процессы и технологии интеграции являются лучшими практиками и улучшают ведение бизнеса. Для этого, компанией Tech-Clarity был проведен опрос, в котором просили участников сравнить по эффективности свой бизнес с бизнесом конкурентов, опираясь на набор показателей, которые характеризуют преимущества, получаемые при использовании их PLM-системы. В их числе: эффективность и рациональность процесса; возможность и эффективность поиска информации; своевременность получения информации; точность информации; межсистемная согласованность информации; возможность принимать обоснованные бизнес-решения; тесная связь процессов и данных (от начала и до конца). Эти показатели отражают общие цели, преимущества и эффективность использования среды PLM. Затем были объединены результаты в агрегатном «показателе эффективности PLM», на основании которого разделили респондентов на две группы по эффективности. Лидирующие по этому показателю 26% компаний были квалифицированы как «Передовые». Они эксплуатируют PLM на более высоком уровне, чем остальные компании, которых определили в группу «Остальные». Затем эксперты сосредоточились на том, чтобы понять, что отличает передовиков от прочих, и почему они получают больше пользы от PLM.. Первое, что было обнаружено: передовики чаще смотрят на PLM-интеграцию как на стратегическую задачу (рис. 37).

Вероятность того, что передовые компании считают PLM-интеграцию стратегически важной, на 85% выше, чем у остальных. Остальные компании чаще оценивают её как

«важную» или даже просто «желательную». Но передовые компании отличаются не только своим видением важности интеграции. Ответы респондентов показывают, что передовики обладают преимуществом в эффективности проведенной PLM-интеграции. Они чаще других оценивают свою PLM-интеграцию как «очень хорошую» (табл. 6). Это показывает высокую корреляцию лучшей PLM-интеграции со способностью получать максимальную пользу от PLM.

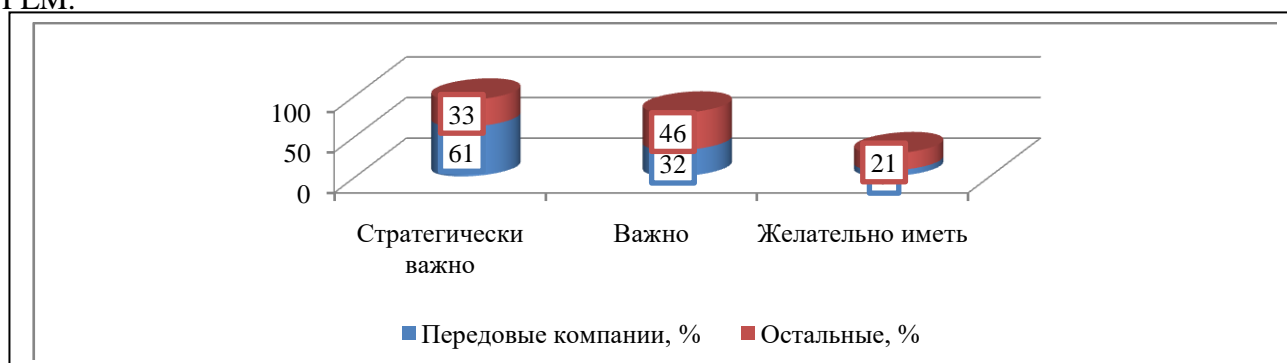


Рисунок 37. Приоритет PLM-интеграции в зависимости от класса эффективности компаний [18]

Таблица 6

#### Эффективность PLM-интеграции в зависимости от класса эффективности компании

Показатель	Оценка «очень хорошо» по сравнению с конкурентами		
	Передовики, %	Остальные, %	Перевес
Себестоимость проекта	41	14	3X
Своевременность апгрейда	44	21	2X
Стоимость апгрейда	46	10	Свыше 4X
Потребность в апгрейде	44	17	Свыше 2X
Низкие риски при апгрейде	41	13	3X
Стабильность интеграции	35	21	1,5X
Своевременность интеграции	54	19	3x
Обработка ошибок / Восстановление	38	17	Свыше 2X

Передовые компании наслаждаются такими бонусами, как меньшие затраты и меньшие риски, их проекты интеграции более эффективны и обеспечивают лучшие возможности для внедрения, эксплуатации и поддержки интеграционных решений. Это приводит к тому, что передовики что-то делают по-другому, чему остальные могут поучиться, чтобы повысить свою эффективность.

Важно рассмотреть негативные воздействия, вызванные неэффективностью интеграции. Можно ожидать, что в практике передовых компаний таких воздействий будет меньше, поскольку эффективность PLM-интеграции у них выше. Анализ опыта компаний, которые

сообщили, что испытывают негативное влияние неэффективности «Всё время», показал отличия. Передовики, как и ожидалось, с такими проблемами сталкиваются меньше (рис. 38).

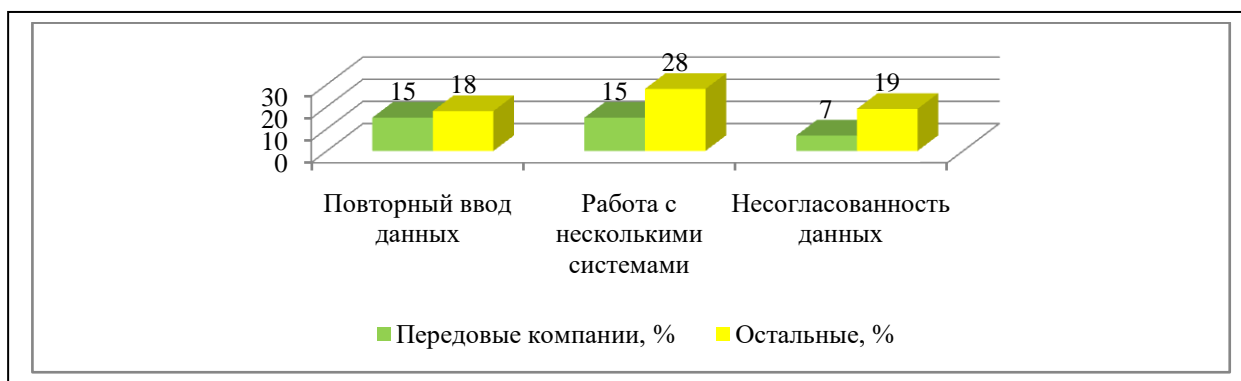


Рисунок 38. Проблемы неэффективности PLM-интеграции в зависимости от класса компаний[18]

Чтобы было ясно: проблемы возникают даже у передовых компаний, но возникают реже, чем у остальных. Таким образом, передовики не только внедряют, эксплуатируют и поддерживают PLM более эффективным образом – они испытывают меньшее влияние проблем неэффективности интеграции, досаждающих производителям.

1)Передовики больше интегрируют. Что передовики делают по-другому? Во-первых, они больше интегрируют. К примеру, 96% из них уже интегрировали PLM-платформу со своими корпоративными приложениями. При этом 37% компаний из категории «Остальные» еще только планируют интеграцию с корпоративными приложениями, а у 6% даже планов таких нет. То есть, пока остальные еще только думают об интеграции, передовики её уже осуществили и наслаждаются её преимуществами. Количество корпоративных приложений, с которыми достигнута интеграция, у передовых компаний, в среднем, на 45% больше, чем у остальных; в случае с интеграцией инструментов проектирования и поддержки производства средняя цифра больше на 65% (рис. 39).

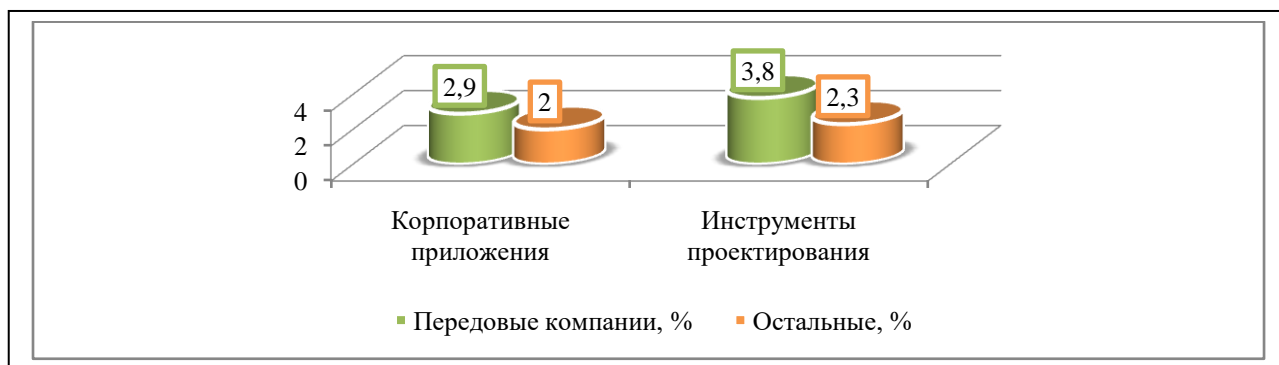


Рисунок 39. Среднее количество интегрированных систем в зависимости от класса эффективности[18]

2)Передовики больше интегрируют PLM с более продвинутыми инструментами проектирования и поддержки производства, в частности, интегрируют свою PLM-платформу с ERP- и CAD- системами – в категориях корпоративных приложений и инструментов проектирования соответственно. Но можно посмотреть на это под другим углом: не что чаще, а в чём отличие (рис. 40). Самые распространенные направления интеграции тоже являются частью успеха передовых компаний, но это не то, чем они отличаются от остальных.

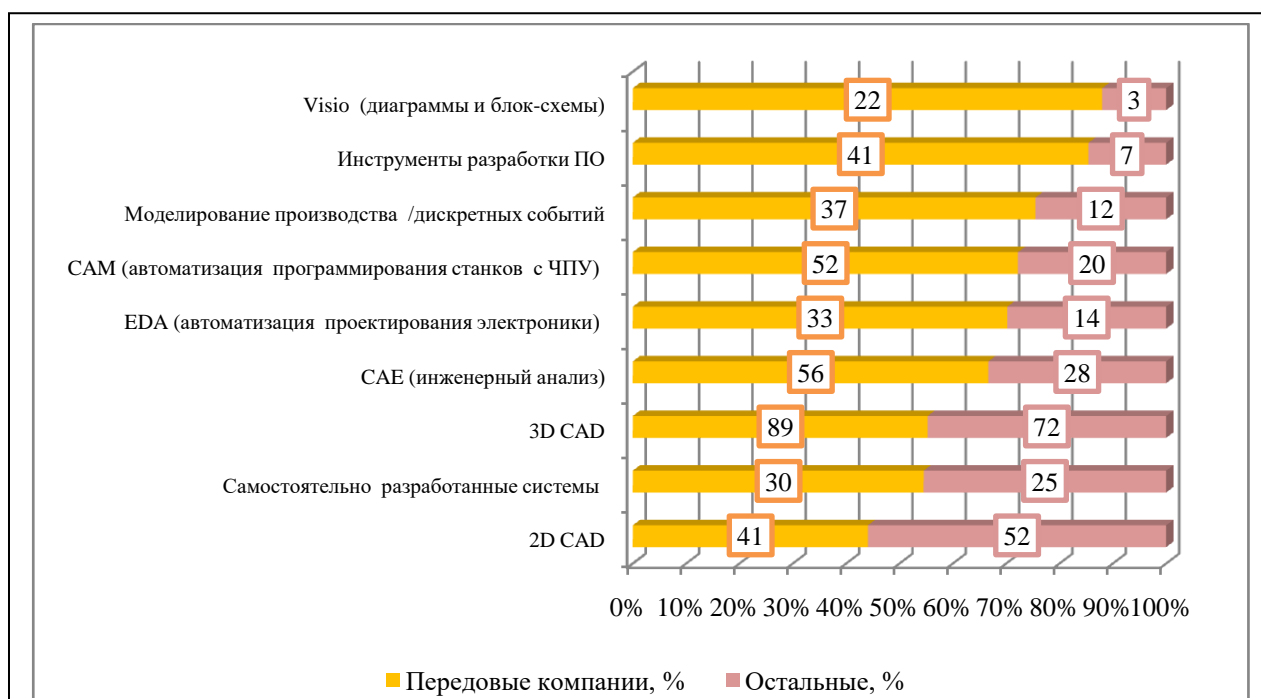


Рисунок 40. Интеграция PLM с инструментами проектирования в зависимости от класса компаний[18]

Целесообразно, сначала рассмотреть инструменты проектирования и поддержки производства. Наиболее часто PLM-платформу интегрируют с CAD-инструментами: примерно три четверти компаний – с 3D CAD и около половины – с 2D CAD. Это самый распространенный вид интеграции в обоих классах эффективности, причем популярность интеграции с 2D CAD- системами у передовых компаний меньше (41%), чем у остальных (52%). С другой стороны, передовики в пять раз чаще интегрируют инструменты разработки встроенного ПО (41% против 7%). Это намного улучшает их способность поддерживать разработку современных интеллектуальных мехатронных изделий. Кроме того, в 2.3 раза больше передовых компаний (33% против 14%) озаботились интеграцией с EDA-системами (электротехнические и электронные САПР). Из этого мы делаем вывод, что передовики больше внимания обращают на междисциплинарное проектирование и соответствующую интеграцию данных и процессов.

Больше обычных компаний передовики интегрируют PLM с инструментами для подготовки и поддержки производства. Например, они в три раза чаще интегрируют средства моделирования производства (37% против 12%) и в два раза – САМ- системы. Кроме того, они вдвое чаще интегрируют инструменты инженерного анализа – CAE (56% против 28%), что упрощает хранение и совместное использование данных о конструкции инженерами- расчетчиками. Пожалуй, одна из самых неожиданных находок – высокая популярность интеграции с системой Visio у передовиков (22% против 3%). Компании могут использовать функционал Visio различными способами, включая определение процессов и даже задачи системного проектирования. Всё это четко показывает, что передовые компании обогнали остальных по интеграции PLM с более продвинутыми инструментами проектирования и поддержки производства, причем с большим охватом всего предприятия, простирающимся за пределы конструкторских отделов.

3) Передовики больше интегрируют PLM с более продвинутыми корпоративными приложениями. ERP-системы является наиболее часто интегрируемым с PLM корпоративным приложением. Эту интеграцию реализовали три четверти передовых компаний и две трети остальных (рис. 41), так что здесь передовики особо не выделяются.

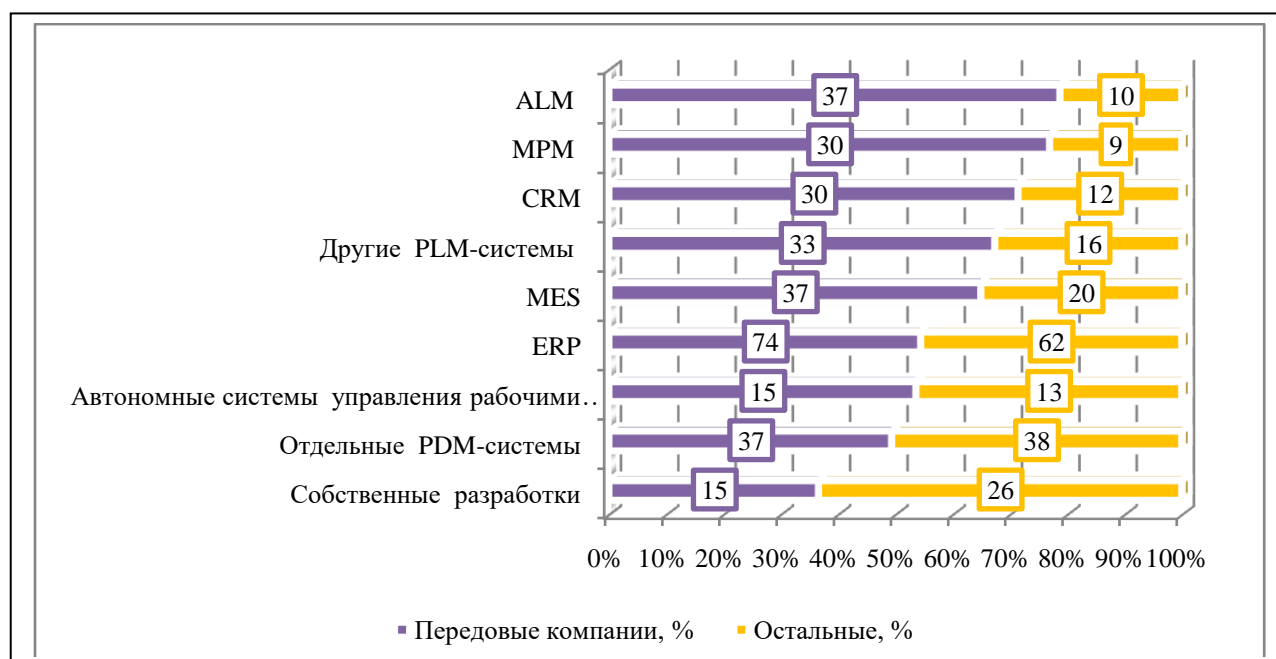


Рисунок 41. Интеграция PLM с корпоративными системами в зависимости от класса эффективности компаний[18]

Отметим аналогии с интеграцией передовиками инструментов проектирования. Эти компании чаще интегрируют PLM с системами разработки встроенного ПО, моделирования производства и исполнительными системами. В первую очередь, это необходимо для поддержки процессов создания более интеллектуальных мехатронных изделий. В частности,



передовики в пять раз чаще интегрируют PLM с инструментами управления жизненным циклом программных приложений (Application Lifecycle Management, ALM), чем остальные компании.

Еще одна постоянная тема – поддержка производства. Передовики в 2.4 раза чаще интегрируют PLM с системами управления производственными процессами (Manufacturing Process Management, MPM) или системами цифрового производства (Digital Manufacturing, DM), что необходимо для поддержки производственных процессов и сопутствующей информации. Кроме того, они в 1.8 раз чаще интегрируют PLM с исполнительными производственными системами (Manufacturing Execution Systems, MES) или системами управления производственными операциями (Manufacturing Operations Management, MOM). И, так же как это было в случае с инструментами проектирования, передовые компании стараются расширить охват, поэтому в 2.5 раза чаще интегрируют PLM и системы управления отношениями с заказчиками (Customer Relationship Management, CRM), чем остальные. Еще одна находка, которая некоторых может удивить, хотя инсайдеры отрасли вполне могли этого ожидать, связана с интеграцией PLM-систем с другими PLM- и PDM-системами. Это не всегда делается по стратегическим соображениям, но бывает так, что на площадке многих компаний развернуто несколько PLM-решений. Такая ситуация наиболее типична для крупных компаний. Передовики и здесь отличаются от других: они в два раза чаще связывают между собой разные PLM-системы. Причины могут быть разнообразными: гармонизация результатов слияний и поглощений; интеграция с PLM-системой заказчика или поставщика; желание «обернуть» вокруг инженерно-центричной PLM-платформы функционал системы, ориентированной на цепочку поставщиков, что необходимо для коллаборации, и пр.

4) Передовики интегрируют и используют больше данных. Чтобы лучше понять интеграцию PLM-платформ с корпоративными приложениями и с инструментами проектирования и поддержки производства, были проанализированы, какие данные интегрируют опрошенные компании. Результаты согласуются с тем, какие системы они интегрируют. Наибольшие отличия касаются интеграции 3D-изображений и визуализации файлов (рис. 42). Изображения обычно служат для распространения конструкторской информации по всему предприятию и по цепочке поставщиков. Передовые компании, шире понимая задачи совместного использования данных, чаще остальных интегрируют производственные данные (включая техпроцессы и управляющие программы для станков с ЧПУ). Вне сферы данных, передовиков отличает более широкая интеграция процессов. Например, передовые компании значительно чаще интегрируют продвинутые PLM-процессы, как это

видно в случае с планами проведения испытаний (22% против 13%), что необходимо для поддержки верификации и валидации. Ключевое отличие: передовики интегрируют более сложные данные, которые они используют для коммуникации значительно шире. [18]

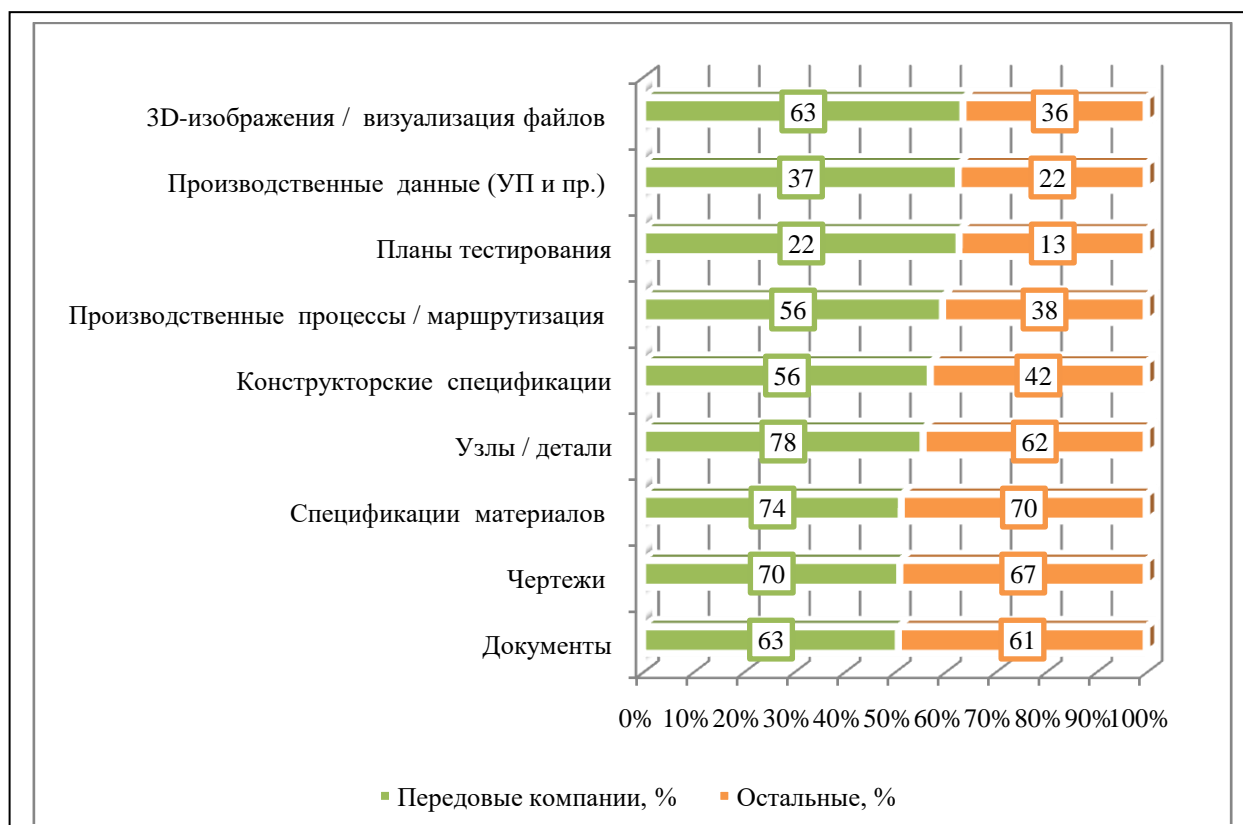


Рисунок 42. Интегрируемые данные в зависимости от класса эффективности компаний

5) Передовики используют более совершенные технологии интеграции. В дополнение к изучению того, что интегрируют со своими PLM-системами опрошенные компании, были проанализированы способы, которыми они осуществляют интеграцию – чтобы и здесь выявить отличительные особенности подхода передовиков. Результаты опроса показывают, что передовики отличаются не только тем, какое ПО они интегрируют, но и тем, как они это делают. Наиболее очевидный вывод – компании используют различные инструменты и методы интеграции. И передовики, и остальные предпочитают комбинировать подходы (рис. 43). Это отражает текущую реальность: принцип «один размер для всех» не подходит для интеграции PLM с другим ПО.

Но между подходами к интеграции имеются важные отличия. Некоторые подходы позволяют проще внедрять, эксплуатировать и поддерживать интеграционные решения. Другие могут потребовать немного больше времени в начальный период, но зато обеспечивают большую гибкость и лучшие условия дальнейшего сопровождения. Конечно же, эти методы не являются взаимоисключающими, о чём свидетельствует большой процент компаний, которые используют все возможности. Как правило, разумнее полагаться на

интеграцию по технологии, предлагаемой вендором, чем пытаться силой подгонять санкционированный подход. Если компания использует то, что не поддерживает вендор, это может оказаться более дорогим удовольствием. [18]

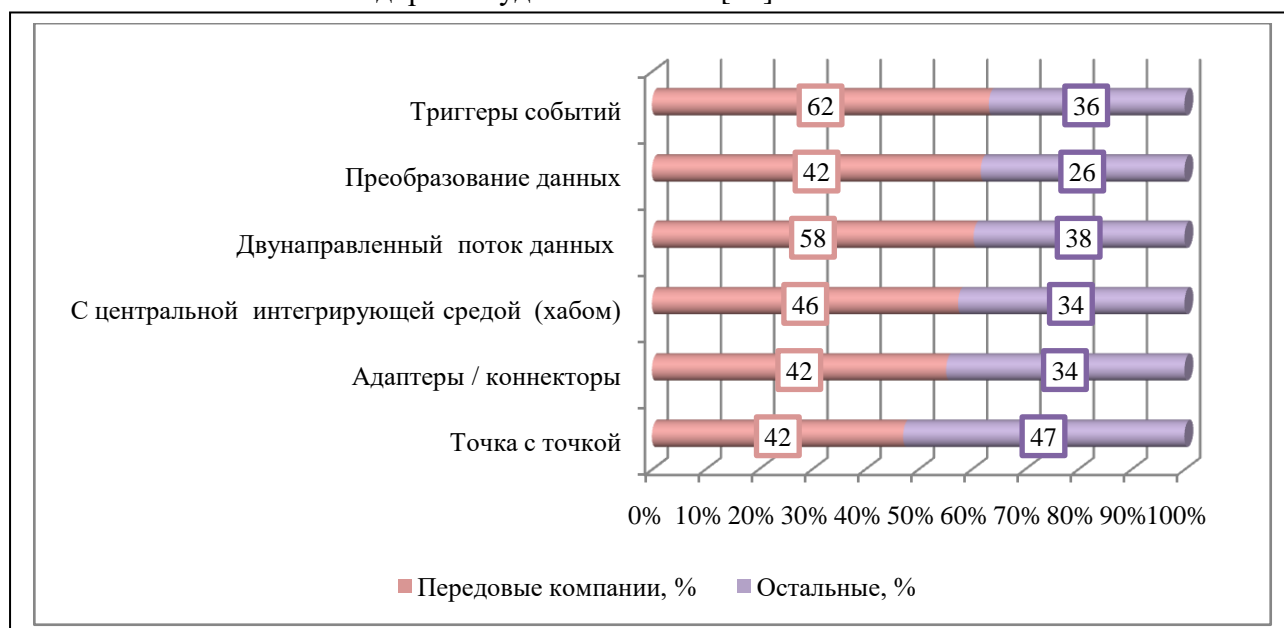


Рисунок 43. Подходы к интеграции в зависимости от класса эффективности компаний

Передовые компании применяют различные подходы, но в их инструментарий включены более передовые формы интеграции, чем у остальных. Например, передовики реже полагаются на прямое взаимодействие систем – «каждая с каждой», или, как еще называют, «точка – точка». (Эта топология подразумевает, что активная система напрямую обращается к другой системе через её интерфейс; реализовать такую связь проще, но при изменении одной из систем может потребоваться переделка. Более сложный способ предусматривает создание центрального компонента – интегрирующей среды (концентратора) с универсальным интерфейсом для доступа активных систем. Эта топология называется «звезда» или «хаб + спицы» (hub and spoke). Главное – возможность использования различных методов интеграции, и компаниям следует выбирать оптимальный метод для конкретной ситуации, чтобы не только минимизировать затраты, но и обеспечить гибкость, а также учесть все другие факторы, имеющие значение на протяжении жизненного цикла интеграционных решений.

Таким образом, самые эффективные производители, получающие наибольшую пользу от своих PLM-систем, больше других склонны смотреть на PLM- интеграцию, как на стратегическую задачу. Они интегрируют со своей PLM-платформой больше инженерных инструментов и корпоративных приложений, ориентируясь при этом на более продвинутое инструменты и приложения. Кроме того, они интегрируют больше данных, включая

информацию, которая охватывает всё предприятие и цепочку поставщиков. Это приводит к выводу, что наличие лучшей PLM-интеграции означает просто хорошее ведение бизнеса.

Отметим также, что рассмотренный опыт лидирующих компаний, получающих наибольшую пользу от своих PLM-систем, является достаточно полезным для предприятия АО «Конструктор», так как в настоящий момент компания не использует множество инженерных инструментов и корпоративных приложений, не создано единое информационное пространство, в целом применяются не достаточно эффективные программные продукты в системе управления конфигурацией. Кроме этого, компания АО «Конструктор» не сталкивается с такими проблемами как: подходы к интеграции, мало интегрируемых данных и так далее, предприятие в целом не осуществляет интеграцию PLM-системы. Необходимость PLM –интеграции на предприятии АО «Конструктор» можно еще объяснить, тем, что PLM –интеграция имеет большие перспективы. Важной тенденцией, значительно влияющей на PLM, станут изменения, связанные с интернетом вещей (IoT) и промышленным интернетом (Industrial IoT, IIoT). Уже сегодня заметно влияние, которое оказывают интеллектуальные изделия. Интернет вещей расширит зону этого влияния очень существенно. Наличие изделий, которые могут передавать информацию обратно предприятию -изготовителю, помогает определить, как используется это изделие и возможности MRO (Maintenance, Repair, Overhaul – техобслуживание, ремонт и доработка или списание). Имея достоверную информацию об эксплуатации изделия, компании могут концентрироваться на выявлении областей для улучшения или на создании новых изделий. Это делает интеграцию еще более стратегически значимой задачей и, одновременно, более сложной – с вовлечением встроенного ПО, прошивок и всего прочего, что требуется для коммуникационного интерфейса. В документе «Ten Build-Buy Factors For IoT Platforms» отмечается, что компаниям надо рассматривать интеграцию с устройствами, техническим ПО и корпоративными приложениями. Но интернет вещей может сделать PLM-интеграцию не только более сложной, но еще и более важной для предприятий. Функционал PLM играет основную роль в поддержке IoT-инициатив, предоставляя весь контекст изделия (включая конструкции, конфигурации и пр.), необходимый для цифровой цепочки задач и цифрового двойника. Это выдвигает еще более высокие требования к PLM- интеграции.

Кроме этого, респонденты [18] отметили здесь возрастающую важность, наряду с возрастающей сложностью. Как отметил один производитель промышленного оборудования, интеграция станет «более стратегически значимой, понадобится больше данных, и придется обращаться к PLM за помощью для принятия бизнес-решений. Увеличатся требования к производительности и эффективности». Распространение IoT

приведет к повышению сложности, но также и к увеличению ценности PLM для бизнеса, еще больше повысит важность инвестирования в лучшие практики PLM-интеграции и производительности PLM.

Резюмируя вышеизложенное, сделаем вывод, что использование PLM помогает компаниям создавать инновации, эффективно решать инженерные задачи, улучшает процессы разработки продуктов и коммуникацию в рамках предприятия и по всей цепочке поставщиков. Улучшение PLM-интеграции помогает компаниям в полной мере достичь предлагаемых PLM-системой преимуществ, делая её стратегически важным активом. Степень важности, наряду с уровнем сложности, будет только расти по мере того, как компании будут переходить на выпуск всё более интеллектуальных, подключаемых к интернету изделий, и задействовать возможности интернета вещей.

Самые эффективные производители, получающие наибольшую пользу от своих PLM-систем, больше других склонны смотреть на PLM-интеграцию, как на стратегическую задачу. Они интегрируют со своей PLM-платформой больше инженерных инструментов и корпоративных приложений, ориентируясь при этом на более продвинутые инструменты и приложения. Кроме того, они интегрируют больше данных, включая информацию, которая охватывает всё предприятие и цепочку поставщиков. Это приводит к выводу, что наличие лучшей PLM-интеграции означает просто хорошее ведение бизнеса. В связи с этим, необходимо рассмотреть PLM-интеграцию на конструкторском предприятии АО «Конструктор» и оценить эффективность системы управления конфигурацией, для этого, перейдем к следующим параграфам исследования.

#### **3.4. Интеграция PLM-системы–как фактор совершенствования управления конфигурацией на конструкторском предприятии АО «Конструктор»**

Проведенное выше исследование показало, что на сегодняшний день, компания АО «Конструктор» работает в различных программных продуктах, в частности: 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. Однако, для наибольшей эффективности работы компании была выбрана PLM-система- SolidWorks, которая имеет массу преимуществ перед программным продуктом Компас 3D. Однако, и этот программный продукт не следует игнорировать, он позволяет различные функции выполнять более

продуктивнее, чем конкурент SolidWorks. При этом, даже внедрение программного продукта PLM-системы- SolidWorks, не позволит предприятию АО «Конструктор» совершенствовать систему управления конфигурацией, так как для этого, необходимым является создание единого информационного пространства и эффективная интеграция PLM-систем. При этом, было выявлено, что успешные компании, интегрируют PLM-системы с более продвинутыми корпоративными приложениями, более продвинутыми инструментами проектирования и поддержки производства, в частности, интегрируют свою PLM-платформу с ERP- и CAD-системами и др. Следовательно, для компании АО «Конструктор» является необходимым внедрение дополнительных программных продуктов, в частности PLM-системы- SolidWorks, а также PDM-системы, которая будет создавать единое информационное пространство и позволит также осуществлять эффективную интеграцию с другими ПО.

Однако, для выбора наилучшего программного обеспечения для управления жизненным циклом изделия конструкторского предприятия АО «Конструктор», были изучены предложения компаний. В результате было выявлено, что компания Dassault Systimes является мировым лидером в области разработки программного обеспечения для управления жизненным циклом изделия на протяжении многих лет. Для малых и средних предприятий Dassault Systimes предлагает PLM-решение SmarTeam, которое входит в состав бренда ENOVIA и хорошо известно на рынке. Пакет SmarTeam Express разработан на основе системы ENOVIA SmarTeam и адресован предприятиям, которые только начинают свой путь в PLM. Свойства пакета SmarTeam Engineering Express представлены в Приложении 7. Описанные свойства пакета SmarTeam Engineering Express позволяют по праву рекомендовать его в качестве доступного PLM-решения для предприятий малого и среднего бизнеса. Система PDM SmarTeam включает в себя следующие основные компоненты: SmarTeam - базовая система, предоставляющая полный набор средств для совместной работы при создании, редактировании, поиске и хранении любых типов данных и документов. Обеспечивается управление проектами, ведение версий, экспорт и импорт информации; SmartView - модуль, обеспечивающий просмотр векторных, растровых, офисных файлов более 200 форматов, а также внесение пометок в документы (RedLining); SmartVault - компонент серверной архитектуры SmarTeam, обеспечивающий защиту данных, распределение прав и контроль доступа ко всем данным и документам; SmartFlow - подсистема маршрутизации данных и документов; обеспечивает их автоматическое прохождение по предприятию в соответствии с задаваемыми процедурами согласования, утверждения, внесения изменений и др.; SmartWeb - подсистема, обеспечивающая удаленный доступ специалистов к базе данных SmarTeam; SmartGateway - подсистема,

обеспечивающая интеграцию с ERP-системами (системами управления производством) и другими PDM-системами; Smart Multi-site - подсистема, организующая работу сети филиалов предприятия в едином информационном пространстве; mySmarTeam, mySmartPublish, SmartBOM, SmartBriefcase- подсистемы, реализующие информационную интеграцию предприятия с заказчиками и поставщиками. Схематично компоненты PDM-системы SmarTeam представлены на рис.44.



Рисунок 44. Компоненты PDM-системы SmarTeam и возможности предприятия АО «Конструктор»

SmarTeam обеспечивает прием информации, создаваемой на различных этапах ЖЦИ, причем ввод информации может выполняться либо в системах проектирования, либо в самой PDM. Наличие общей базы данных об изделии позволяет организовать процесс параллельного проектирования, когда каждый специалист использует данные об изделии для решения своих задач. Даже в тех случаях, когда последующий проектант использует результаты работы предыдущего, применение параллельного проектирования может заметно снизить общее время ТПП, рис.45.

Важной задачей, решаемой SmarTeam, является организация электронных архивов. Электронный архив - это не просто набор отсканированных документов или CAD-файлов, созданных конструкторами. Для каждого документа проекта в электронном архиве хранится соответствующая информация, описывающая все действия, производимые над документом (изменение, тиражирование, выдача по заявкам и др.) на протяжении всего жизненного цикла документа. SmarTeam дает возможность руководителям подразделений работать в единой информационной среде вместе со своими специалистами. Для этого существуют специальные функции, такие как RedLining (использование «красного карандаша» для

внесения замечаний при проверке результатов деятельности своих подчиненных); средства WorkFlow- с их помощью руководители могут контролировать и управлять потоками производственных заданий. Кроме того, в распоряжении руководителя имеются все возможности поиска и просмотра информации по проектам. Быстрое получение ответов на вопросы: «Какие документы должны быть сделаны к указанной дате?», «Какие документы должны быть сделаны к указанной дате, но не сделаны?», «Где находится данный документ?» и т.д., позволяют своевременно и правильно принимать решения по планированию работ и управлению подразделениями. Единая база данных и средства настройки SmartTeam дают возможность организовать работу технологов, конструкторов и других специалистов предприятия в едином информационном пространстве. Это, в частности, позволяет конструкторам, расцеховщикам, расчетчикам норм расхода материалов и другим специалистам заимствовать и использовать введенную ранее технологами (при проектировании технологических процессов) информацию о выполняемых операциях, необходимом инструменте, оснастке и др. Результатом работы PDM-системы является согласованная коллективная работа конструкторских бюро, технологических отделов, службы технической документации (СТД), других подразделений предприятия.

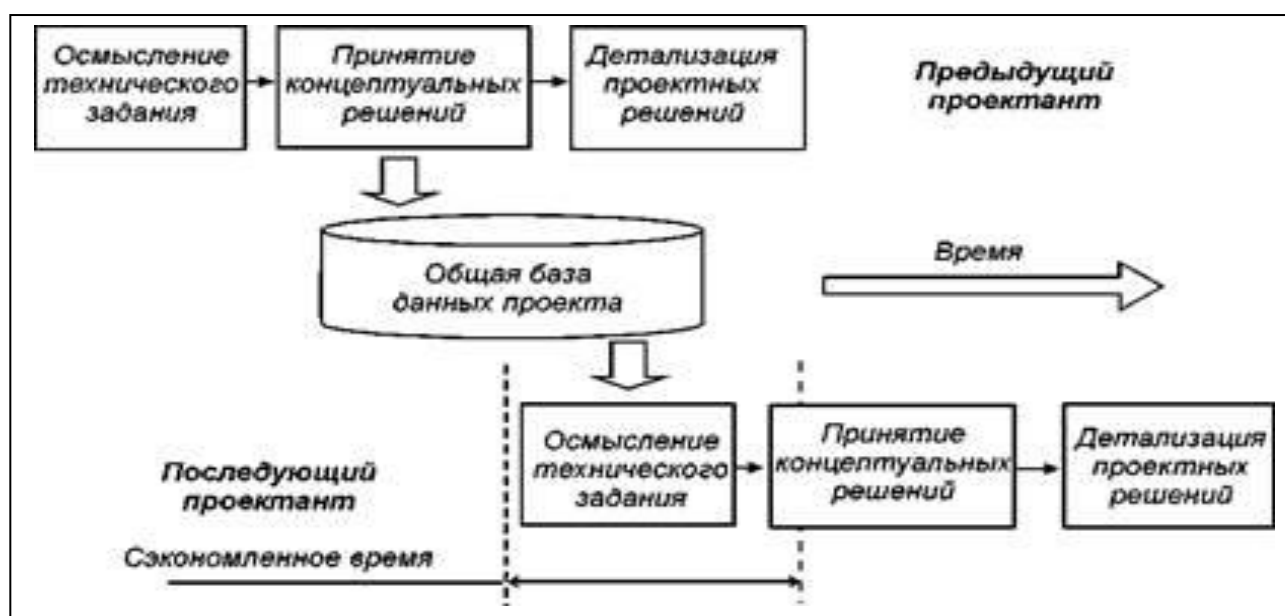


Рисунок 45. Возможности использования параллельного проектирования в SmartTeam на предприятии АО «Конструктор»

Кроме выше перечисленного, SmartTeam имеет множество других преимуществ. В частности, к преимуществам следует отнести создание инновационных технологий, рис.46. Внедрение инноваций влияет на: возможность иметь устойчивое технологическое лидерство; создавать барьеры для входа новых предприятий на рынок; технологии снижают издержки; вызывают добавочный эффект и возможность дифференциации. Кроме этого, программный



продукт SmartTeam предлагает методологию RCM. Суть методологии RCM сводится к автоматизированному контролю за технической эффективностью, безопасностью и экономичностью эксплуатации оборудования после детального анализа исходных данных. Более подробная данная методология представлена в Приложении 6. [54]

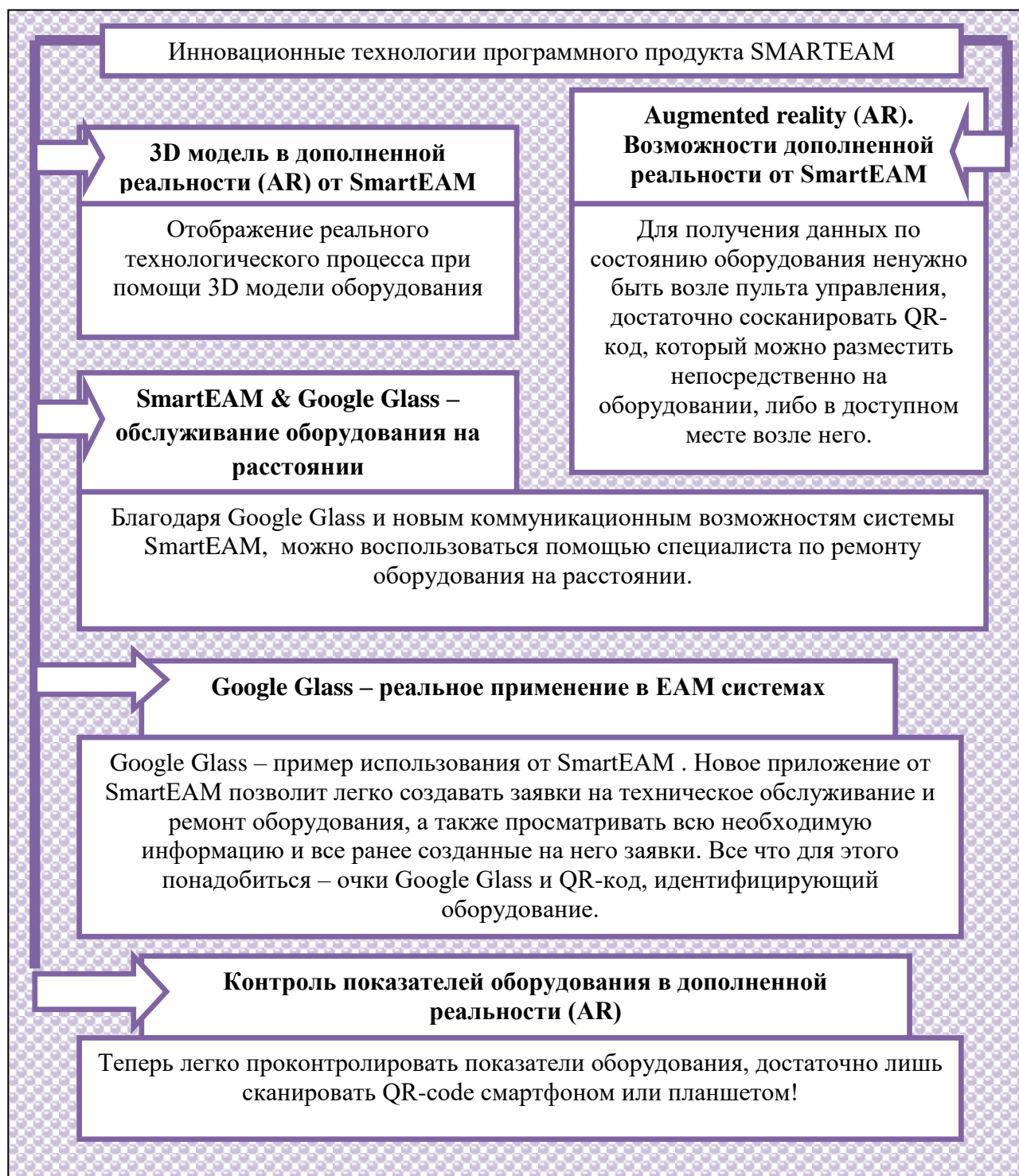


Рисунок 46. Иновационные технологии программного продукта SMARTTEAM[54]

Передовые компании используют мобильные технологии во всех аспектах своей деятельности, чтобы работники, поставщики и клиенты имели доступ к нужной информации

в любое время и в любом месте. Внедрение смартфонов, планшетов и нательных устройств в производственный процесс - это правильный выбор, поскольку с их помощью можно получать полный и быстрый доступ к важной информации и приложениям, обеспечивающим бесперебойную работу (в нашем случае) оборудования. Сейчас эта тема часто обсуждается специалистами в связи с развитием индустриального «Интернета вещей» и Индустрии 4.0. Четвертая индустриальная революция и организация «умных» заводов вполне достижима для большинства производств, а дальнейшее применение мобильных и нательных устройств увеличивает возможности оперативного доступа к данным.

SmartEAM разработала и выпустила собственное мобильное приложение для мониторинга состояния оборудования на производстве. При необходимости продукт может быть адаптирован под нужды любого заказчика, а также отрасли: химическая промышленность, машиностроение, строительство, нефтяная, железнодорожная отрасль, область энергетики и другие. Использование мобильных технологий на предприятиях это удобство, оперативное планирование при исполнении ремонтной программы. Для персонала по ремонту: удобный ввод данных на месте и в момент выполнения работ; вся необходимая информация всегда под рукой; контроль за исполнением задач; оперативный мониторинг ключевых показателей для руководства. Мобильное приложение – это удобный способ контроля важных показателей оборудования на предприятии. Мобильное приложение позволяет оперативно внести данные о состоянии оборудования. Для кого: персонал, который работает с оборудованием: операторы, специалисты по обслуживанию оборудования. Руководитель подразделения также получает сводку итогов работы в виде дашборда, протокола, контрольного листа. Доступна работа приложения в оффлайн режиме, без привязки к интернету, для возможности работы в любое время, в любом месте. На каждое оборудование размещается QR – код для быстрого доступа к оборудованию. Задание на маркировку оборудования автоматически создает в системе запись о том, что единицу оборудования нужно промаркировать. После определения исполнителя, система автоматически распечатает QR-метку. После этого в системе отображается, что данная единица оборудования промаркирована. За последние годы множество компаний реализовали решение SmartEAM, партнеры компании и опыт внедрения представлены в Приложении 7.

Главная цель PDM - поддержка электронного описания продукта (изделия) на всех стадиях его жизненного цикла. Таким образом, внедрение SmartTeam на предприятии АО «Конструктор» позволит решить следующие задачи: ведение проектов; планирование и диспетчирование работ; распределение прав доступа к информации между отдельными

участниками проекта или их группами; управление изменениями в документации; контроль целостности проекта и другое, рис.47.

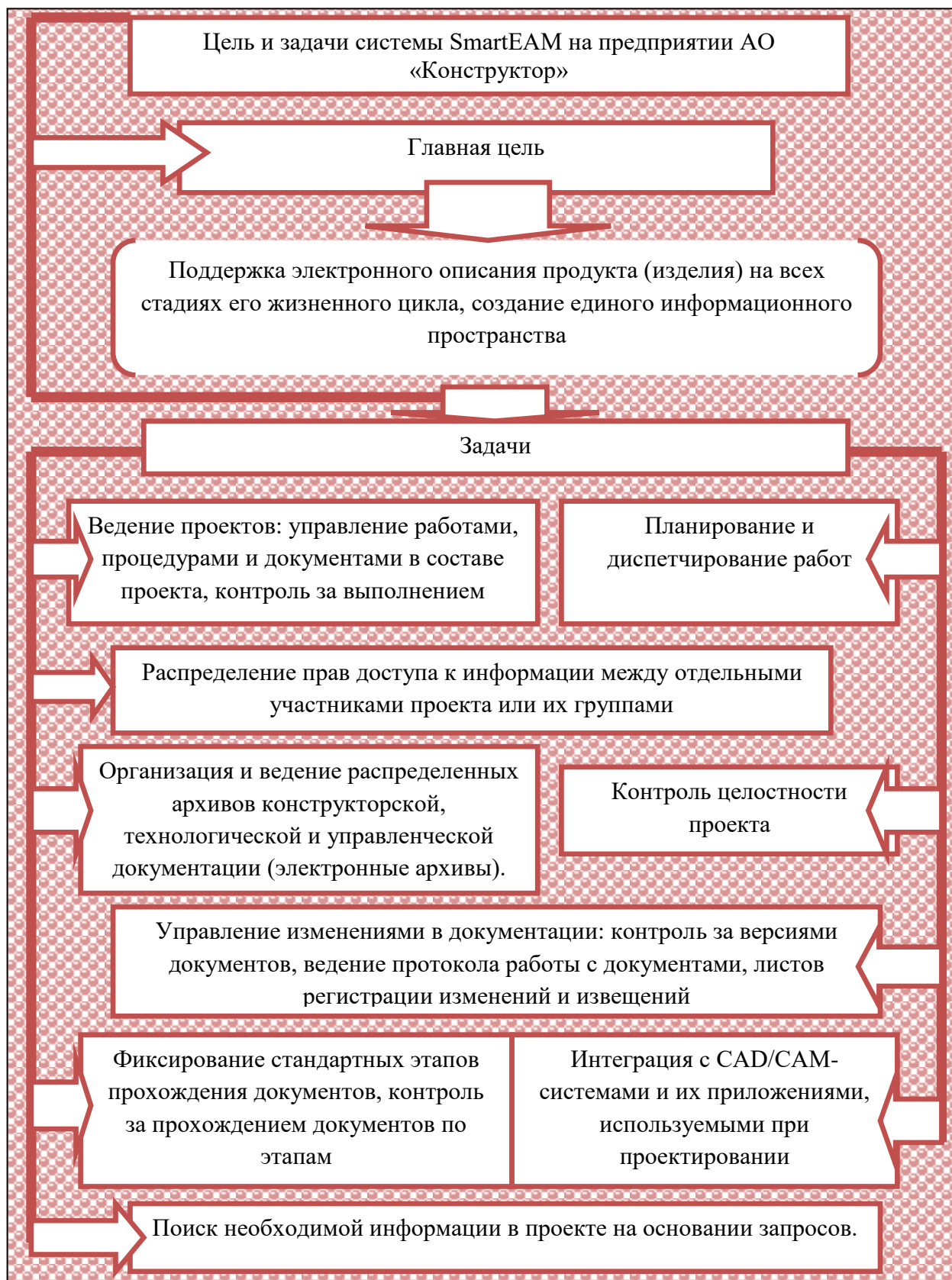


Рисунок 47. Цель и задачи системы SmartEAM на предприятии АО «Конструктор»

В силу использования PDM большим числом специалистов, PDM является многопользовательской системой, которая работает в компьютерной сети. Она организует единое информационное пространство предприятия, обеспечивая создание, хранение и обработку информации в единой базе данных с помощью системы управления базами данных (СУБД).

Итак, выше были рассмотрены возможности программного продукта SmartEAM, который при внедрении на предприятии АО «Конструктор» позволит создать единое информационное пространство и позволит совершенствовать систему управления конфигурацией. Для установки программы целесообразно обратиться к услугам сторонних организаций, которые оказывают услуги информационной поддержки организаций. Одной из них является компания «Би Питрон». Данная компания на базе PDM-системы SmartTeam разрабатывает систему информационной поддержки продукции российских предприятий. При этом, система позволяет создать единое информационное пространство, в котором могут решать свои задачи все специалисты, имеющие отношение к данным об изделии на всех этапах ЖЦИ, рис. 48.

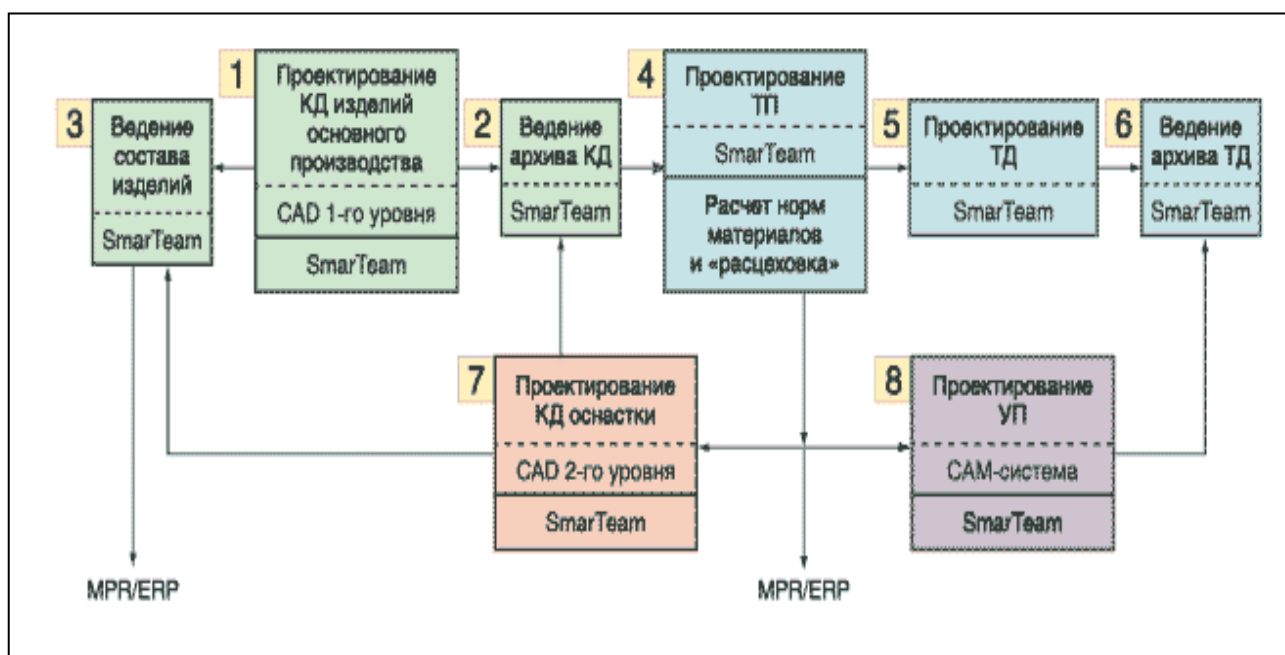


Рисунок 48. Решение задач технической подготовки производства под управлением PDM - системы SmartTeam на предприятии АО «Конструктор»

Более подробно решение задач на этапах проектирования и технологической подготовки производства представлены в Приложении 8.

В настоящее время предприятием «Би Питрон» разработаны состав и структура информации ЕИП, а также программы, которые обеспечивают информационную поддержку этапов технической подготовки производства. Существующая разработка выполнена в виде

типового проекта, в котором техническая подготовка производства осуществляется в среде ЕИП, а выходная документация соответствует требованиям действующих стандартов ЕСКД и ЕСТД. Система представлена набором рабочих мест следующих специалистов: руководители; конструкторы (основного изделия, средств технологического оснащения); технологи (разработчики технологических процессов, межцеховых маршрутов, норм расхода материалов); разработчики норм трудовых затрат; сотрудники отдела стандартизации; операторы электронного архива. Характеристика рабочих мест специалистов представлена в Приложении 9.

Наряду с программно-методическим обеспечением системы информационной поддержки этапов конструкторского проектирования и технологической подготовки производства в главном офисе фирмы «Би Питрон» разработаны и проводятся учебные курсы как для пользователей системы, так и для специалистов, которые будут выполнять ее сопровождение. Таким образом, внедрение программного продукта SmarTeam на предприятии АО «Конструктор» с помощью услуг сторонней организации, в частности компанией «Би Питрон», позволит обеспечить интеграцию PLM-системы, создать единое информационное пространство, обучить сотрудников предприятия АО «Конструктор» для работы в системе, совершенствовать систему управления конфигурацией, а это положительно повлияет на изменение показателей работы организации в целом. Для того, чтобы оценить эффективность проекта, перейдем к следующему параграфу исследования.

### **3.5. Эффективность системы управления конфигурацией на предприятии АО «Конструктор»**

Внедрение и интеграция PLM- системы SmarTeam на предприятии АО «Конструктор» займет всего лишь 10 дней. При этом, компания получает ядро PLM- системы, которое начинает функционировать в конструкторском подразделении, и совершает тем самым главный шаг на пути к широкомасштабной PLM организации. Отныне инженеры смогут работать в единой информационной среде, знания и опыт предприятия будут накапливаться в единой базе данных, и процесс проектирования станет гораздо более управляем и прозрачен с точки зрения внесения изменений, контроля ревизий изделий и их актуальности.

Внедрение и интеграция PLM- системы SmarTeam на предприятии АО «Конструктор» позволит получить не только экономическую, но и социальную эффективность. При этом, к социальной эффективности следует отнести решение проблем предприятия и возможности,

которые появятся в случае внедрения PLM- системы, в частности: хранить, структурировать и защищать от несанкционированного доступа информацию о продукте; регистрации изменения в документах по мере их создания; быстро находить данные по специальному контексту; контролируемый обмен информацией, повторное использование стандартных деталей и разработок и другое. Рассмотрим подробнее. 1) Проблема необходимости хранения, и защиты от несанкционированного доступа информации о продукте, с помощью SmarTeam будет решена, в связи с тем, что программный продукт обеспечивает безопасность, создает единую систему хранения для всех пользователей, позволяет осуществлять сбор и хранение всех данных о продукте на одном защищенном сервере, рисунок 49.



Рисунок 49. Решение проблемы: хранения и защиты от несанкционированного доступа информации о продукте с помощью SmarTeam и социальная эффективность на предприятии АО «Конструктор»

2) Проблема необходимости регистрировать изменения в документах по мере их создания с помощью SmarTeam будет решена, в связи с тем, что программный продукт обеспечивает сохранение каждой ревизии документа и истории изменения документов, рисунок 50.

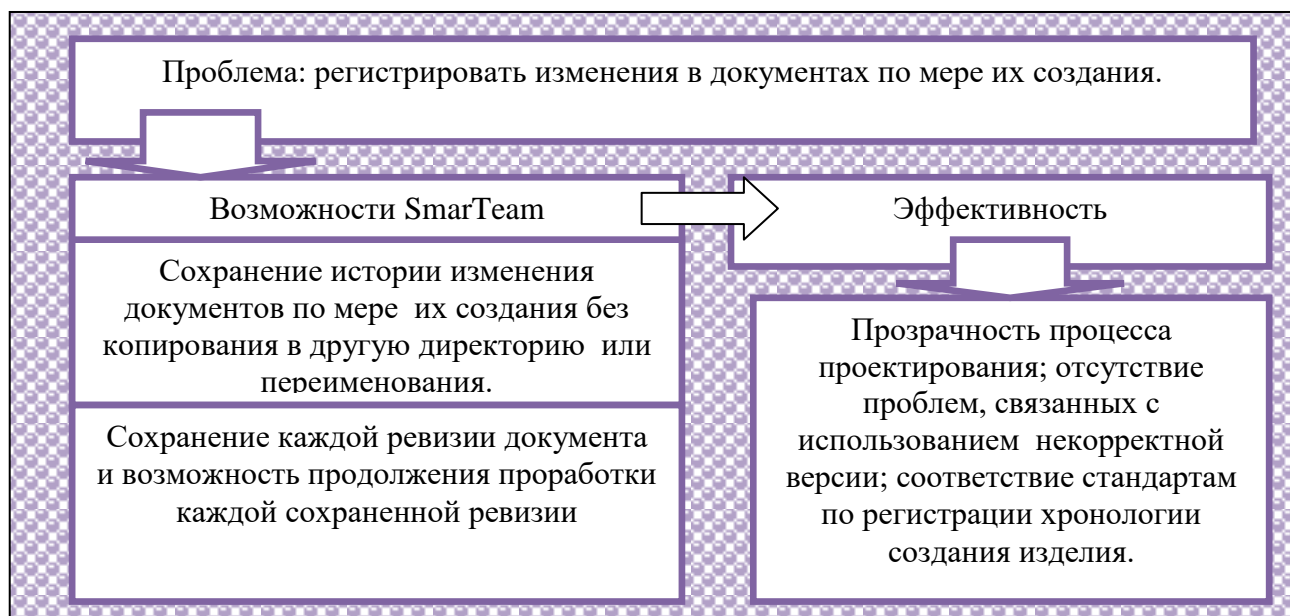


Рисунок 50. Решение проблемы: регистрации изменений в документах по мере их создания с помощью SmarTeam и социальная эффективность на предприятии АО «Конструктор»

3) Проблема быстро находить данные по специальному контексту, с помощью SmarTeam будет решена, в связи с тем, что программный продукт позволяет осуществлять поиск нужного объекта по атрибутам, по связям, по типу файла, по контексту и другое, рисунок 51.

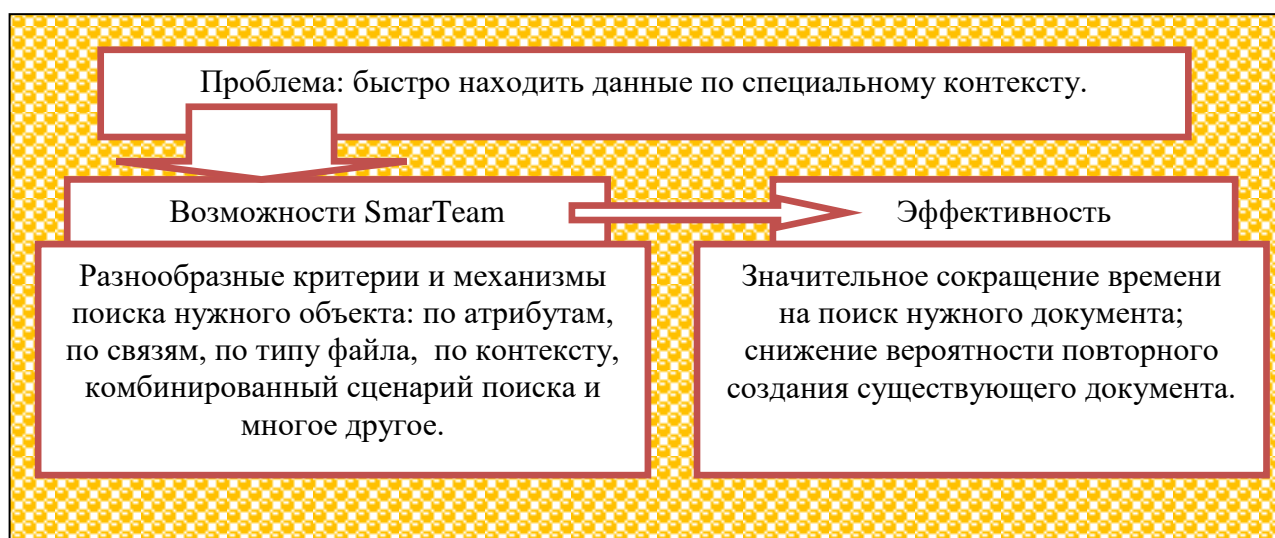


Рисунок 51. Решение проблемы: быстрого поиска данных с помощью SmarTeam и социальная эффективность на предприятии АО «Конструктор»

4) Проблема обеспечения пользователей возможностью контролируемого обмена информацией, с помощью SmarTeam будет решена, в связи с тем, что программный продукт предоставляет возможность контролируемого обмена информацией, аудит проекта, безопасный доступ к документу, рис.52.

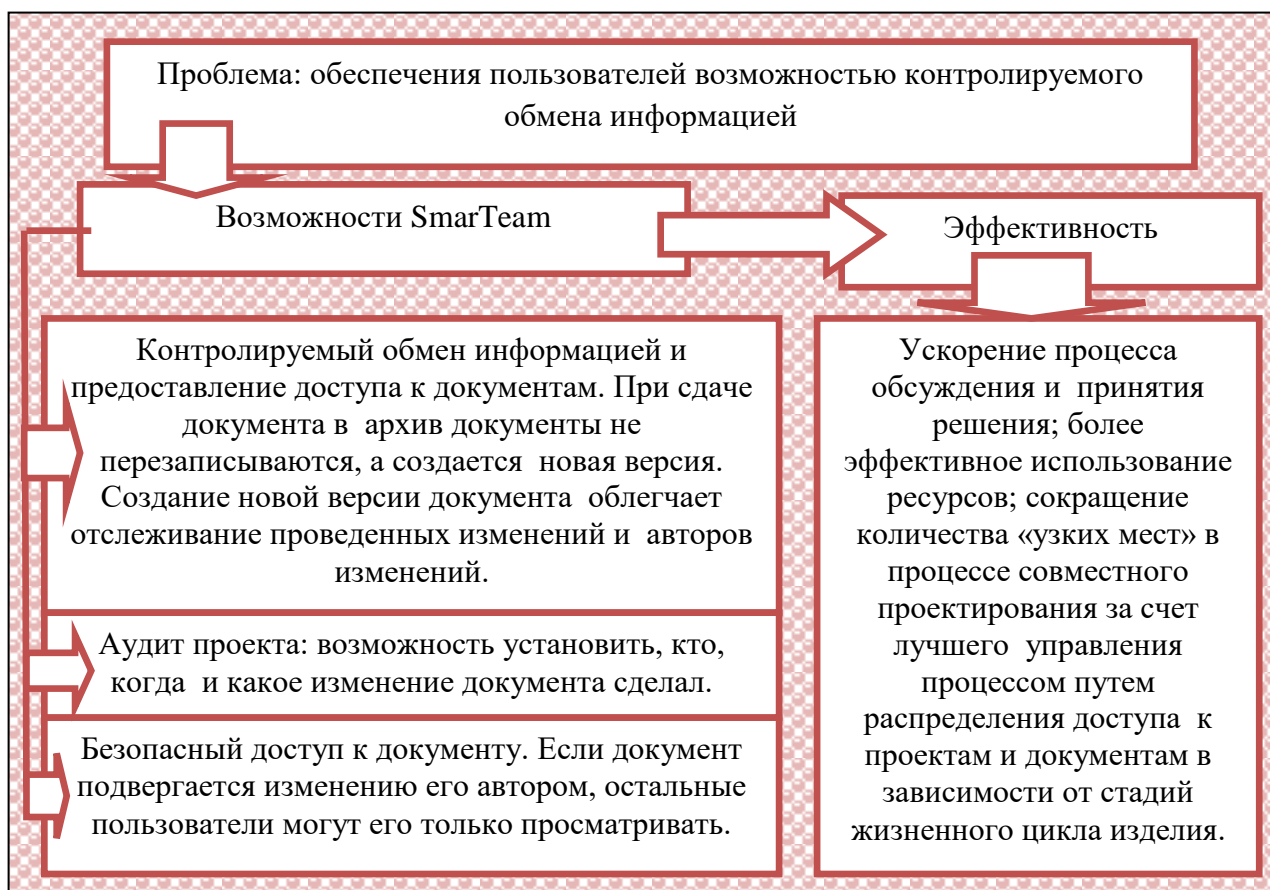


Рисунок 52. Решение проблемы: обеспечения пользователей возможностью контролируемого обмена информацией с помощью SmarTeam и социальная эффективность на предприятии АО «Конструктор»

5) Проблема предоставления пользователям возможности повторного использования стандартных деталей и разработок, с помощью SmarTeam будет решена, в связи с тем, что программный продукт предоставляет возможности использования специального класса стандартных деталей, шаблонов стандартных деталей и методологии работы с ними; проверки на наличие в базе данных стандартных компонентов и обязательное их использование и другое, рис.53.

6) Проблема просматривать большое количество документов всевозможных форматов без привлечения специализированных приложений, с помощью SmarTeam будет решена, в связи с тем, что программный продукт предоставляет возможности управления документами и их связями благодаря использованию большого количества интеграций к приложениям САПР, MS Word, MS Excel и другое, рис.54.





Рисунок 53. Решение проблемы: предоставления пользователям возможности повторного использования стандартных деталей и разработок с помощью SmarTeam и социальная эффективность на предприятии АО «Конструктор»

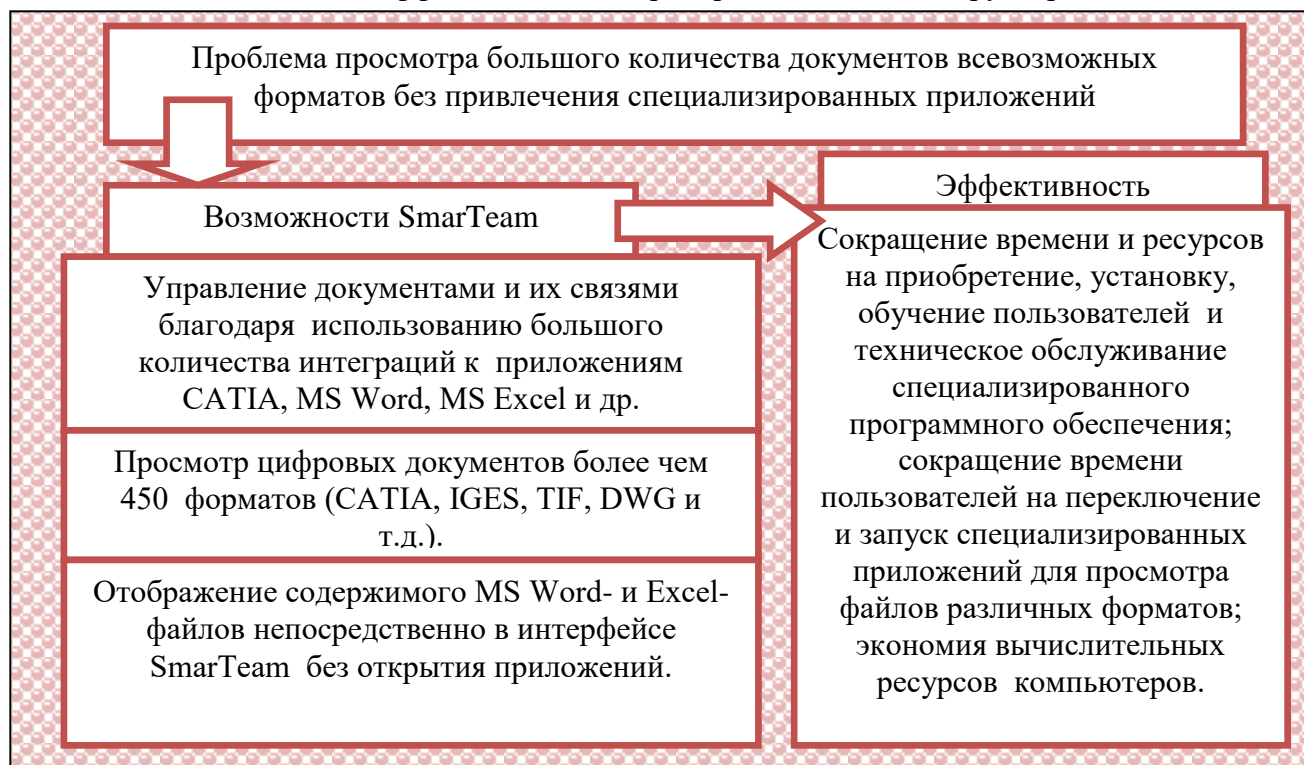


Рисунок 54. Решение проблемы просмотра большого количества документов всевозможных форматов без привлечения специализированных приложений, с помощью SmarTeam и социальная эффективность на предприятии АО «Конструктор»

Таким образом, внедрение системы SmarTeam, позволит предприятию повысить социальную эффективность, в частности: сокращение времени и ресурсов на приобретение, установку, обучение пользователей и техническое обслуживание специализированного программного обеспечения; сокращение времени пользователей на переключение и запуск специализированных приложений для просмотра файлов различных форматов; экономия вычислительных ресурсов компьютеров; ускорение выпуска новой продукции за счет использования прототипов предыдущих проектов; уменьшение трудозатрат на повторное создание деталей и проектов, уже существующих в базе данных; ускорение процесса обсуждения и принятия решения; более эффективное использование ресурсов; сокращение количества «узких мест» в процессе совместного проектирования за счет лучшего управления процессом путем распределения доступа к проектам и документам в зависимости от стадий жизненного цикла изделия; значительное сокращение времени на поиск нужного документа; снижение вероятности повторного создания существующего документа. Однако, кроме выше перечисленного, внедрение и интеграция программы SmarTeam позволит компании АО «Конструктор» повысить экономические показатели. В частности, опыт компаний, которые уже внедрили SmartEAM, добились следующих результатов: повысили коэффициент технической готовности оборудования при увеличении загрузки в два раза; улучшили общую эффективность оборудования на 10-15%; снизили затраты на ТОиР(техническое обслуживание и ремонт оборудования) более чем на 20 % на тонну выпущенной продукции; снизили запасы ТМЦ на 10 %; уменьшили длительность ремонтных простоев основного технического оборудования, повысили производительность труда на 20%. [51][52]

Представленные данные являются усредненными, однако, они могут служить основой для расчета экономической эффективности на предприятии АО «Конструктор». Таким образом, имея данные по анализируемой компании(Приложение 5), проведем расчет прогнозных показателей эффективности проекта предприятия за счет мероприятий, направленных на совершенствование системы управления конфигурацией, данные оформим в Приложении 5. Представленный расчет показал, что произойдет сокращение затрат на 10% , в стоимостном выражении затраты снизятся на 189 тыс. руб. и составят 1701 тыс. руб., рис.55. Затраты на техническое обслуживание и ремонт оборудования снизятся на 35,2 тыс. руб. и составят 140,8 тыс. руб., рис.55.

Коэффициент технической готовности оборудования увеличится до 1,0, Показатель фондоотдачи составит 1,02 руб., а это на 0,09 руб. выше показателя 2018г., рис.56.

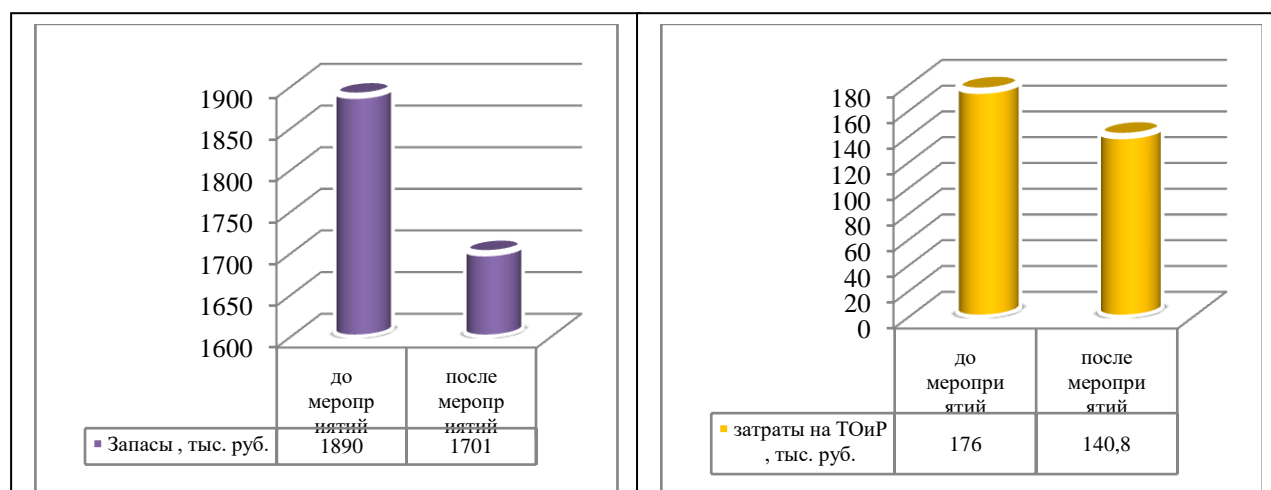


Рисунок 55. Показатели запасов и затрат предприятия АО «Конструктор» после проведения мероприятий

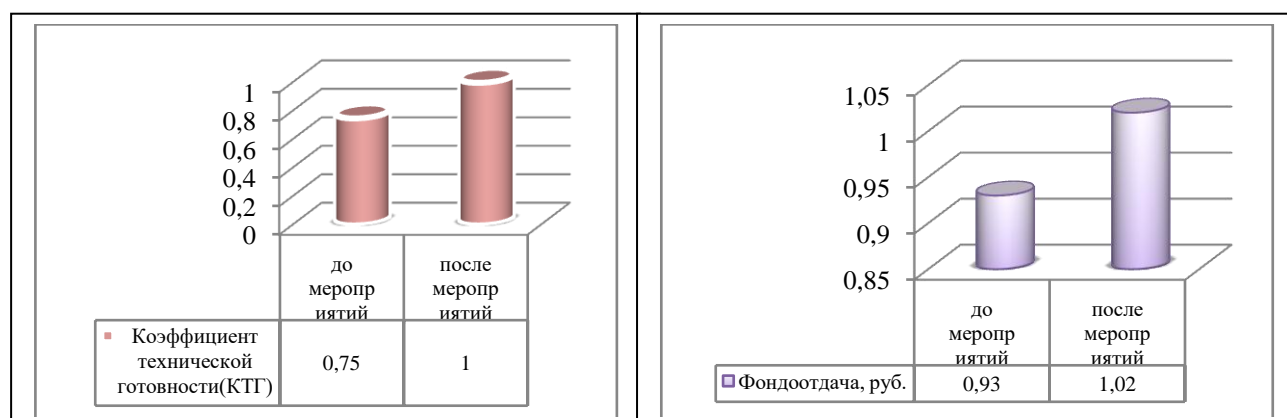


Рисунок 56. Показатели: коэффициент технической готовности оборудования и фондоотдачи предприятия АО «Конструктор» после проведения мероприятий

Показатель производительности имеет возможность увеличиться на 20%, таким образом, составит в плановом периоде 46,39 тыс. руб., рис. 57.

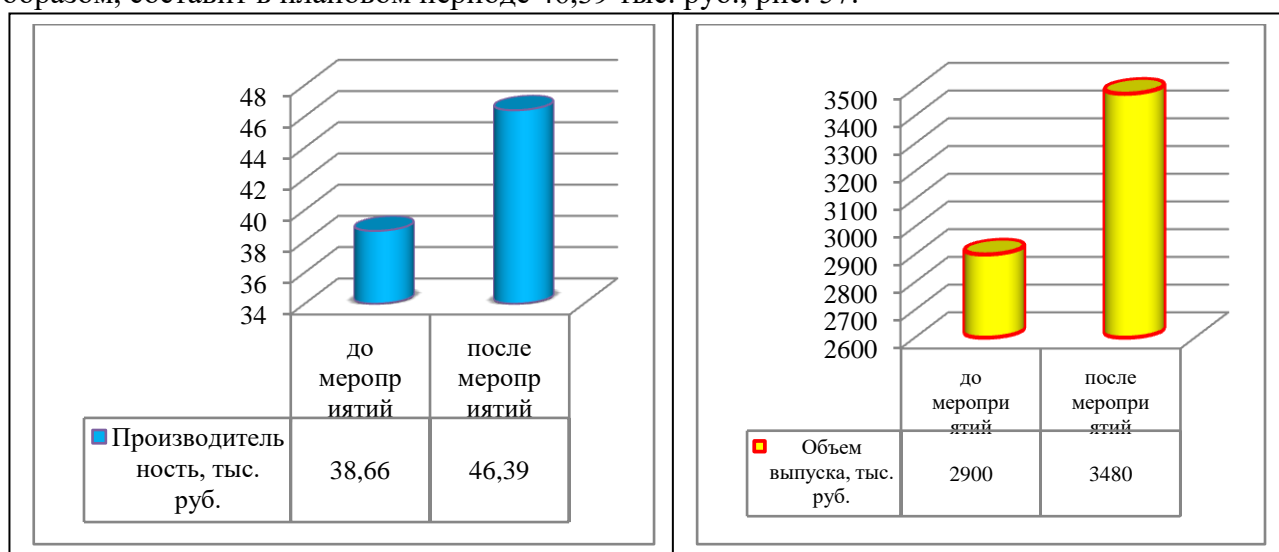


Рисунок 57. Показатель производительности труда предприятия АО «Конструктор» после проведения мероприятий

Итак, выше представленный расчет эффективности проекта совершенствования системы управления конфигурацией на предприятии АО «Конструктор» позволит добиться социальной и экономической эффективности. В частности, ускорение выпуска новой продукции, ускорение процесса обсуждения и принятия решения; значительное сокращение времени на поиск нужного документа; сокращение количества «узких мест» в процессе совместного проектирования; повысятся показатели фондоотдачи, производительности труда, сократятся запасы, снизятся затраты на техническое обслуживание и ремонт оборудования, покажет рост коэффициент технической готовности оборудования. Все это положительно повлияет также на показатели прибыли и рентабельности компании АО «Конструктор».

Резюмируя выше изложенное третьей главы исследования можно сделать вывод, что компания АО «Конструктор» работает в различных программных продуктах, однако, для эффективной системы управления конфигурацией является необходимым создание единого информационного пространства и эффективная интеграция PLM-систем. При этом, было выявлено, что успешные компании, интегрируют PLM-системы с более продвинутыми корпоративными приложениями, более продвинутыми инструментами проектирования и поддержки производства, в частности, интегрируют свою PLM-платформу с ERP- и CAD-системами и др. Для выбора наиболее эффективной PLM-системы был изучен рейтинг мировых производителей, при этом, мировым лидером в области разработки программного обеспечения для управления жизненным циклом изделия на протяжении многих лет является компания Dassault Systèmes. Для малых и средних предприятий Dassault Systèmes предлагает PLM-решение SmarTeam, которое входит в состав бренда ENOVIA и хорошо известно на рынке. Внедрение и интеграция PLM- системы SmarTeam на предприятии АО «Конструктор» позволит получить не только экономическую, но и социальную эффективность. В частности: повышение надежности работы оборудования, снижение рисков отказов, ускорение выпуска новой продукции, ускорение процесса обсуждения и принятия решения; значительное сокращение времени на поиск нужного документа; сокращение количества «узких мест» в процессе совместного проектирования; повысятся показатели фондоотдачи, производительности труда, сократятся запасы, снизятся затраты на техническое обслуживание и ремонт оборудования, покажет рост коэффициент технической готовности оборудования. Все это положительно повлияет также на показатели прибыли, рентабельности и финансовой устойчивости компании АО «Конструктор». В целом, более совершенная система управления конфигурацией предприятия, позволит ему занять достойные позиции на занимаемой нише и повысить свою конкурентоспособность. В связи с этим, реализация

предложенного проекта на конструкторском предприятии, является необходимой и требует реализации.

## 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/](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/](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](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/](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](http://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](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](http://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](http://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](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](http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=19814)];
60. Элементы единого информационного пространства автоматизированного производства[Электронная версия]. [Ресурс: [https://stan-company.ru/press\\_centр/smi-onas/elementy-edinogo-informatsionnogo-prostranstva-avtomatizirovannogo-proizvodstva/](https://stan-company.ru/press_centр/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**