

# РАЗДЕЛ II. ФИНАНСЫ, ДЕНЕЖНОЕ ОБРАЩЕНИЕ И КРЕДИТ

УДК 005.94:338.45.621

**Бром А.Е., Горлачева Е.Н.**

*Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана*

## СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

*Аннотация* В статье рассмотрен вопрос повышения эффективности машиностроительного предприятия за счет создания системы управления знаниями и предотвращения коллизий. Введено определение термина «коллизия», предложена классификация видов коллизий и описаны этапы системы управления ими на машиностроительных предприятиях. Представлена организационно-функциональная модель, позволяющая протоколировать коллизии технологических процессов, использовать необходимый инструментарий, снижая тем самым вероятность повторного возникновения возможных коллизий при выпуске машиностроительной продукции.

*Ключевые слова:* управление знанием, информационная система, формализация опыта, база данных, машиностроение.

**A. Brom, Ye. Gorlacheva**

*Bauman Moscow State Technical University*

## CREATION AND DEVELOPMENT OF KNOWLEDGE MANAGEMENT SYSTEM AT MACHINE BUILDING ENTERPRISE

*Abstract.* The article considers the problem of improving the efficiency of engineering enterprise by creating a knowledge management system and preventing collisions. The authors introduce the definition of the term “conflict”, propose a classification of the types of collisions and describe the stages of management at machine-building enterprises. The organizational and functional model is introduced allowing to record collision processes, use all necessary tools, thereby reducing the likelihood of re-occurrence of possible conflicts at engineering products release.

*Key words:* knowledge management system, machine building, hi-tech products, innovation, gap analysis, “collision”, organizational and functional model, management process, inter-functional team.

© Бром А.Е., Горлачева Е.Н. 2014

В настоящее время в сфере машиностроения наблюдается ужесточение конкуренции, на рынок активно выходят китайские и российские компании, поэтому становится довольно проблематичным обеспечивать постоянный рост прибыльности наукоемкого бизнеса за счет увеличения доли рынка. В таких условиях повышение эффективности машиностроительного производства и создание конкурентоспособной продукции достигается за счет снижения затрат.

Общеизвестный факт, что снижение издержек достигается за счет оперативного управления производственными процессами и постоянного контроля качества выпускаемой продукции. Но не всегда прозрачность производственных процессов, обоснованность и детализация затрат на необходимые ресурсы позволяют достичь необходимого уровня качества продукции. Даже очень тщательное внимание к этим аспектам в автомобилестроении, приборостроении (отраслях, относящихся к серийному производству) не защищает от появления различного рода ошибок, приводящих к отзыву с рынков проданной продукции, причем сразу отзывается серия изделий, что несомненно приводит к большим финансовым и репутационным потерям для производителя.

Особенно ясно эта проблема проявляется при организации позаказного единичного производства в аэрокосмической отрасли, энергомашиностроении и т. д. Для обеспечения качества продукции в первую очередь необходимо жесткое выполнение алгоритмов технологических процессов, но даже при выполнении этого первоочередного требования на позаказном произ-

водстве встречаются ситуации, когда в производственном процессе необходимо принять решение, основываясь на опыте и интуиции, причем в минимальное время. Поэтому все возрастающий интерес на машиностроительных предприятиях в последнее время связан с попытками создания систем управления знаниями (СУЗ), которые бы решили глобальную проблему формализации информации. Но процесс внедрения СУЗ на наукоемких машиностроительных предприятиях достаточно сложен по целому ряду факторов:

— корпоративные информационные системы (КИС), объединяющие разработчиков, конструкторов и производственный персонал на одной платформе, дорогостоящие, а создание внутренних порталов и возможность общения и обмена данными еще не гарантирует качество выпускаемой продукции;

— специфика производственных процессов единичного производства порождает определенные трудности при выделении и описании типовых алгоритмов выполнения проектных, конструкторских и производственно-технологических процессов;

— существует острая проблема передачи опыта выполнения производственных процессов при возникновении различных случайных возмущений (молодым рабочим не хватает интуитивного и практического опыта, отсутствие института наставничества и т. д.), следовательно, сразу появляется проблема формализации опыта и интуиции;

— фрагментированность корпоративных баз данных (например, часто на согласование с конструкторами вопроса о замене определенного вида

материала на аналогичный, но другого качества/класса надежности/стоимости требуется много времени, но иногда такие вопросы вообще предварительно не согласовывают, что практически всегда приводит к потере качества конечного изделия);

— сжатые сроки принятия решений (у производственного персонала нет возможности тратить много времени на поиск необходимой информации и длительный процесс согласования с различными структурными подразделениями).

Перечисленные проблемы приводят к тому, что при производстве машиностроительной продукции возникают различные ошибки. Эти ошибки могут быть и не связаны с нарушением технологии выполнения процессов. Очевидно, что производственный персонал знает технологический процесс достаточно хорошо, но в условиях возникновения нестандартных ситуаций часто не хватает опыта и интуиции, которые бы позволили найти рациональное решение. Опыт и интуиция появляются с возрастом, т. е. опыт при выполнении производственного процесса – это знание о предыдущих ошибках и о тех последствиях, к которым они привели. Таким образом, для молодого персонала необходимо накапливать собственный опыт, проводить его систематизацию и формализацию.

Что же такое эти ошибки, возникающие в различных процессах проектирования, конструирования и производства? Введем понятие коллизии – любого нарушения в ходе выполнения этих процессов, ведущего к отклонению в качестве продукции (эффективности/несоответствия требуемых выходных параметров/выполнении назначенных функций и т. д.).

Исконно термин «коллизия» в большей степени знаком специалистам, работающим с системами автоматизированного проектирования. В этом контексте термин обозначает какие-либо геометрические несоответствия [4].

На протяжении всего жизненного цикла изделия, от проектирования до выпуска готовой продукции, происходит множество различных изменений, которые имеют различную природу возникновения, и могут отрицательно сказаться на качестве изделия. Таким образом, под коллизиями понимаются незапланированные и непредусмотренные ошибки и действия, которые, по сути, не создают что-либо полезное, но при этом изменяют существующие требования к выходным параметрам и бесполезно увеличивают издержки при создании изделия. Известно, что стоимость внесения изменения в проект, в среднем, в сотни раз меньше стоимости внесения изменений в готовое изделие. Ранее выявление и предотвращение коллизий по месту их возникновения приводят к существенной экономии затрат на предприятии в целом [1-2].

Мы предлагаем для машиностроительных предприятий, заинтересованных в создании СУЗ для решения вышеперечисленных проблем, пойти путем создания базы данных коллизий (БДК), или системы накопления опыта и предупреждения ошибок. БДК предназначена для создания таких условий, в которых, не имея возможности использовать когнитивные технологии, можно будет формализовать интуитивные решения, как правильные, так и неправильные, и их последствия, возникающие спустя длительное вре-

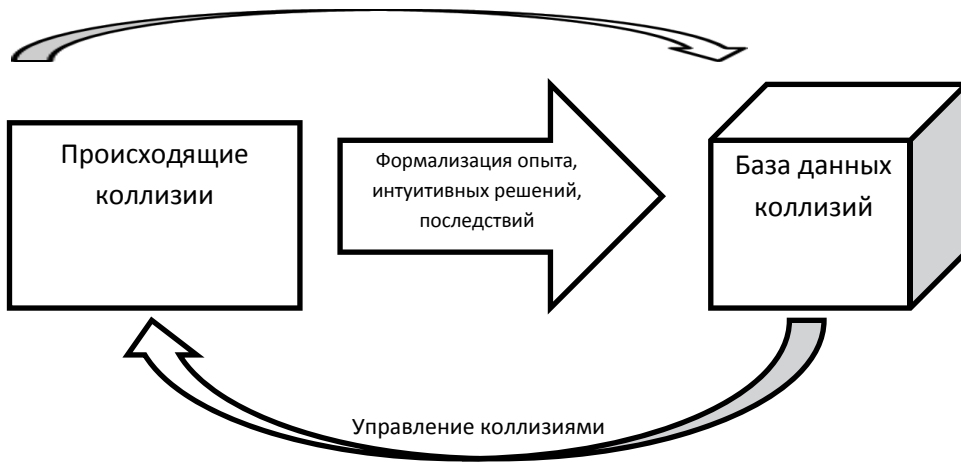


Рис. 1. Создание базы данных по коллизиям

мя после продажи, во время эксплуатации продукции (рис.1).

Другими словами, если на предприятии нет возможности создать глобальную систему управления знаниями, объединяющую информацию, опыт и интуицию (подход «сверху-вниз»), то необходимо накапливать и формализовать опыт ошибок-коллизий (подход «снизу-вверх») (рис.2).

Первым шагом при создании БДК будет систематизация всевозможных коллизий по виду и месту возникновения (см. табл.)

Система управления коллизиями включает в себя три этапа: пред-

упреждение, контроль и остановка (см. рис. 3).

*Предупреждение* – метод, в результате которого конструкция такова, что продукт не может быть неправильно произведен или собран, визуальное или звуковое сообщение оператору для указания потенциальной опасности.

Продукт неправильно произведен или собран: конструкции с асимметричными креплениями (для исключения перепутывания «левого» и «правого»); конструкции с асимметричными деталями (для исключения перепутывания «левого и» и «правого», «верхнего» и «нижнего»), с асимметричными

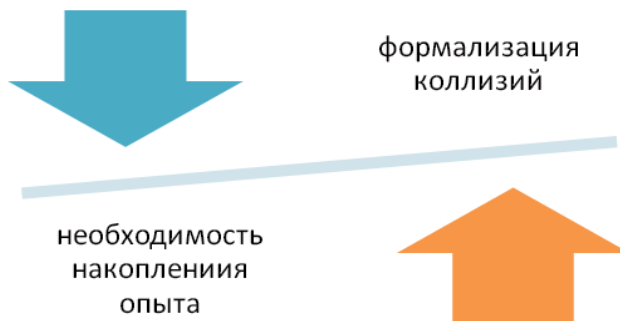


Рис. 2. Подход «снизу-вверх»

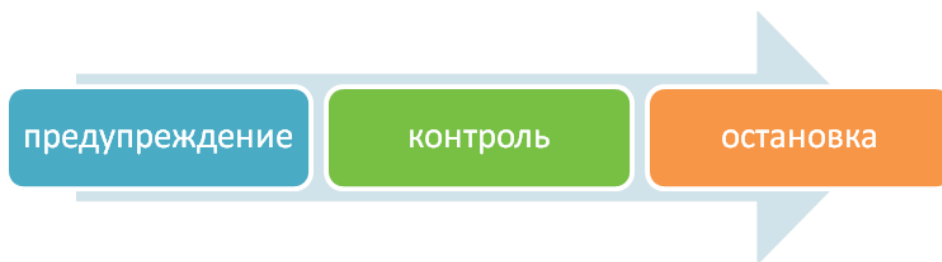


Рис. 3. Этапы системы управления коллизиями

установочными размерами (для исключения перепутывания установки «верха» и «низа»), с асимметричными осями установки деталей (для исключения неверной установки детали), с различной окраской (для исключения перепутывания одинаковых деталей) и т. д.

*Контроль* – метод оценивания соответствия путем наблюдений и суждений, сопровождаемый соответствующими измерениями, испытаниями или калибровкой. Устройства настройки/регулировки или методы проверки, которые обеспечивают что настройка/регулировка выполнена корректно; т. е. производится 100% компонентов необходимого качества начиная с самого первого.

*Проверка исполнителем первой и последней детали, проверка службой качества, проверка соблюдения технологической дисциплины, проверки методами статистического управления процессом, технологическая оснастка, выявляющая несоответствующую продукцию при ее производстве, технологические и контрольные приспособления.*

*Остановка* – метод, останавливающий процесс изготовления продукции, временное преднамеренное прекращение функционирования процесса. Устройства, останавливающие изготовление несоответствующей продукции с использованием способов оповещения (звук, световой сигнал и

т. д.). Эти устройства представляют собой фотоэлементы, фиксаторы, ограничители и другие простые механизмы, препятствующие отклонению от стандартных процедур и появлению дефектной продукции. Для устройств останавливающих изготовление несоответствующей продукции с использованием способов оповещения (звук, световой сигнал и т. д.) рекомендуется разрабатывать эксплуатационный документ, описывающий функции и типы звуковых сигналов, методе проверки данного устройства и т. д.

Предупреждением ошибок занимаются:

- команда по планированию, разработке и постановке продукции на производство в соответствии с планами разработки продукции;

- команда по анализу несоответствий (в процессе проведения корректирующих и предупреждающих действий) при разработке и утверждении корректирующих действий, а также при их проведении в процессе совершенствования продукции.

Предупреждение ошибок осуществляют для продукции или процесса его производства при появлении брака продукции по причине «ошибка исполнителя» [3]. Для того, чтобы предотвратить возникновения коллизий, недостаточно просто исправить последствия этого изменения. Не-

Таблица

**Классификация «коллизий» по месту возникновения**

Виды коллизий	Примеры коллизий
конструкционного характера	неверное оформление конструкторской документации;
	ошибки при выборе размеров и допусков
	ошибки при выборе материалов для конструкции, при замене материалов
технологического характера	невыполнение требований процесса по проектированию процессов и управления технологической документацией;
	технологическая документация, допускающая неправильную сборку продукции;
	ошибки, связанные с подбором оборудования;
	ошибки при выборе технологической базы;
производственного характера	нарушение технологий выполнения процесса;
	сбой в работе оборудования;
	отклонение в качестве материалов и сырья;
следствия «человеческого фактора»	ошибки из-за недоразумения;
	ошибки идентификации;
	ошибки по неопытности;
	ошибки из-за небрежности;
	ошибки из-за неожиданности;
	преднамеренные ошибки.

обходимо создать такую атмосферу производственной деятельности, в которой однажды произошедшее несоответствие более не повторится. Основным источником информации для выявления коллизий является опыт специалистов различных структурных подразделений машиностроительного предприятия. При анкетировании и проведении интервью типизируются все отрицательные изменения.

Для подтверждения результатов разработаем организационно-функциональную модель (ОФМ), позволяющую не только выявлять места возникновения коллизий, но и опреде-

лять, где потребуется произвести корректирующие действия для исключения повторного появления коллизий. В основе разработанной организационно-функциональной модели – описание производственных процессов машиностроительного предприятия, создание системы управления путем выявления коллизий и внедрения передовых методик (рис. 4).

Рассмотрим трехуровневую модель проектной деятельности машиностроительного предприятия. На верхнем уровне находится жизненный цикл машиностроительного изделия. На втором уровне находятся процессы,

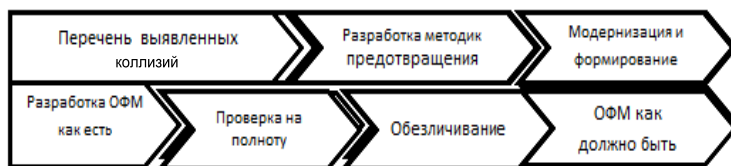


Рис. 4. Подход к формированию организационно-функциональной модели

отражающие взаимодействие участников производственного процесса, на третьем уровне отображены детальные процессы деятельности исполнителей на уровне функций и ролей. Для использования ОФМ производится обезличивание ОФМ, т. е. функции выполняются ролями, а не организационными единицами; информационную поддержку функций выполняют сервисы, а не информационные системы. Это позволило описать в рамках модели производственную деятельность со всеми необходимыми установленными взаимосвязями и типами коллизий.

Для устранения коллизий используются три известных подхода: управление конфигурацией; параллельный инжиниринг; коллаборативный инжиниринг. Управление конфигурацией устанавливает и поддерживает целостность всех идентифицированных выходных результатов проекта или процесса обеспечения доступа к ним. Процесс управления конфигурацией постоянно контролирует соответствие между требованиями, данными и документацией [5]. В управление конфигурацией входят следующие процессы:

- управление изменениями, отражающее последовательность внесения изменений в конфигурацию машиностроительного изделия;

- формирование базовой конфигурации, описывающее фиксацию

конфигурации машиностроительного изделия в некой контрольной точке стадии жизненного цикла;

- сравнение базовой конфигурации с типовой конфигурацией, необходимое для оценки разницы между базовой конфигурацией и типовой конфигурацией.

В результате процесса управления конфигурацией:

- определяется стратегия управления конфигурацией;

- определяются элементы, нуждающиеся в управлении конфигурацией;

- устанавливается базовая конфигурация;

- контролируются изменения элементов, нуждающихся в управлении конфигурацией;

- контролируется конфигурация выделенных элементов;

- становится доступным на протяжении всего жизненного цикла статус элементов конфигурации, на которые распространяется управление.

Параллельный инжиниринг является организационной технологией проектирования и разработки, предполагающей выполнение работ внутри стадий жизненного цикла, а также самих этих стадий с частичным перекрытием по времени. Реализация параллельного инжиниринга возможна за счет двух основных принципов: интеграции и параллелизма. Принцип интеграции подразумевает, что специалисты функциональных подразделе-

ний и другие заинтересованные лица работают в тесной взаимосвязи, образуя так называемые многопрофильные проектные группы. Принцип параллелизма позволяет сократить сроки разработки и внесения изменений, так как решение производственных задач выполняется параллельно, а не последовательно.

При традиционном подходе к проектированию по завершении каждой стадии (фазы, этапа и т. д.) на следующую стадию передается пакет документов. При таком подходе используется документоцентричный принцип, то есть упор делается на документ. Доступ к документу возможен только после завершения стадии. При использовании параллельного инжиниринга осуществляется постоянный обмен промежуточными данными между членами проектных групп, в результате чего формируется пакет документов для передачи на следующую стадию. Такой подход с акцентом на данные именуется датацентричным подходом.

Параллельный инжиниринг позволяет: выявить потенциальные коллизии жизненного цикла на более ранних этапах; предотвратить появление коллизии; уменьшить сроки и стоимость работ.

Коллаборативный инжиниринг – это технология обеспечения беспрепятственного взаимодействия территориально удаленных участников проекта. Применение коллаборативного инжиниринга включает в себя использование различных организационных и информационных технологий. Организационные технологии обеспечивают инструменты совместного принятия решений, управления

конфликтами, использование мозговых штурмов и т. д.. Использование информационных технологий не ограничивается применением таких средств, как электронная почта, видеоконференции и т.д. Перечисленные подходы включают в себя также процессы внедрения.

Разработанная модель управления коллизиями включает в себя процессы внедрения перечисленных подходов. Отметим, что в ОФМ отражена, в числе прочих, последовательность действий оператора ОФМ при внедрении того или иного типового процесса в ОФМ. Все перечисленные подходы вполне применимы для устранения выявленных коллизий, что подтверждает опыт использования их крупнейшими транснациональными корпорациями. Разработанные на основе этих подходов процессы внедрены в ОФМ в качестве поддерживающих – как типовые процессы. Организационно-функциональная модель включает:

- процесс привязки ОФМ к площадке, позволяющий привязать обезличенную ОФМ к конкретной площадке и сформировать базовую конфигурацию;
- процесс управления изменениями ОФМ, позволяющий вносить изменения в базу ОФМ, тестировать внесенные изменения и управлять версионностью базы ОФМ;
- процесс работы с коллизиями, позволяющий детально определять причины возникновения коллизии жизненного цикла, а также определять решение по устранению этой коллизии;
- процесс разработки нового типового решения, позволяющий создать новое типовое решение по устранению нового типа коллизии жизненного цикла.



При выявлении коллизии жизненного цикла запускается процесс управления. В результате выполнения этого процесса в месте обнаружения коллизии внедряется запуск типовых процессов управления изменениями и деятельности межфункциональной команды специалистов, необходимой для определения корректирующих действий по устранению выявленной коллизии. Процесс управления изменениями обеспечивает внесение изменений в документацию, в результате которых создается актуальная документация.

С выявленной коллизией начинает работать группа специалистов (межфункциональная команда), результатом деятельности которой является протокол корректирующих действий. Разработанные корректирующие действия могут касаться как функциональных, технологических, так и организационных изменений, в том числе общего масштаба – с изменением организационной модели взаимодействия участников привязки проекта к конкретной площадке. На основании протокола корректирующих действий инициируется процесс управления изменениями ОФМ, который использует одну или более имеющихся методик устранения коллизии. В случае отсутствия необходимой методики запускается процесс по разработке нового типового решения (методики). В результате использования разработанной ОФМ в последующих проектах привязки проекта к конкретным пло-

щадкам будет существенно уменьшена вероятность повторного возникновения выявленных и предотвращенных коллизий жизненного цикла, что обеспечивает достижение целей, поставленных бизнесом.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Бром А.Е., Белова О.В., Сиссиньо А. Базовая модель стоимости жизненного цикла энергетического оборудования // Гуманитарный вестник [МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2013. Вып. 10] [сайт]. URL: <http://hmbul.bmstu.ru/catalog/econom/log/115.html> (дата обращения: 30.11.2014 г.)
2. Бром А.Е., Елисеева Е.В. Математическая модель организации производства на основе ресурсосбережения // Наука и образование: электрон. науч.-тех. изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2013. № 5. С. 11–24.
3. Куралесова Н. О. Составляющие модели организационной структуры предприятия в современных условиях // Вестник Волжского ун-та им. В.Н. Татищева. Серия «Информатика». 2012. Вып. 2 (19). С. 65–68.
4. Сазонов В., Сопов М. Организационно-функциональная модель управления жизненным циклом АЭС // Инновационное проектирование. 2014. №7. С. 76–90.
5. Сорокин С.В., Краснов С.В. Организация производства автомобилей по индивидуальному заказу потребителю на основе современных информационных технологий // Вестник Волжского ун-та им. В.Н. Татищева. Серия «Информатика». 2012. Вып. 4 (20). С. 39–46.